

建築研究報告

REPORT OF THE BUILDING RESEARCH INSTITUTE

No. 153

January 2023

建築物の浸水対策案の試設計に基づく
その費用対効果に関する研究

Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

木内 望、中野 卓

Nozomu KIUCHI, Taku NAKANO

国立研究開発法人 建築研究所

Published by

Building Research Institute

National Research and Development Agency, Japan

国立研究開発法人建築研究所、関係機関及び著者は、読者の皆様が本資料の内容を利用することで生じたいかなる損害に対しても、一切の責任を負うものではありません。



国立研究開発法人建築研究所の下記のホームページアドレス及び左の QR コードから、電子版 PDF ファイルをダウンロードすることができます。

<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/report/153/index.html>

はしがき

国立研究開発法人建築研究所（以下、「建築研究所」）では、第4期中長期計画期間（平成28年度～令和3年度）における安全・安心プログラムの一環として、指定課題「水害リスクを踏まえた建築・土地利用とその誘導のあり方に関する研究」（令和元年度～3年度）を実施した。住宅・都市研究分野の研究課題の一つとして実施された本課題は、頻発・激甚化しつつあるわが国の水災害の状況を踏まえて、都市における洪水による浸水被害を対象に、浸水リスクを踏まえた建築・土地利用のあり方と、望ましい建築・土地利用の実現に向けた規制・誘導のあり方を検討したものである。

本研究報告は、その内の「建築・敷地レベルの浸水対策の費用対効果等の分析」部分を中心に、その研究成果等をまとめたものである。①木造戸建て住宅の新築、②既存分譲マンションの改修、③RC造建物1階への事業所の入居の、3つの場合を想定して浸水対策案の試設計に基づくモデル的な検討を行い、対策の費用対効果等を検討することでその適用性を検証している。検討した浸水対策案については、机上のものであり実験等においてその性能を確認したものではないが、その点においては今後の弊所をはじめとする他の研究・開発において追究されるべきものと考えている。また、前述の研究課題の内の「都市の水害リスクの実態分析」等にかかわる研究成果については、別途まとめられる予定である。

研究実施に当たって、水害の被災者・被災マンション管理組合をはじめとして、復旧ボランティア、建築士、マンション管理会社等の方々に、ヒアリングや資料提供等で多くの協力を得た。また、(独)日本学術振興会より科学研究費の助成も得た。ご協力に感謝申し上げます。

最後に、本研究報告が水害対策に関心を有する多くの方々に参照され、建築物等における浸水被害の低減への取り組みに役立てられることを祈念する。

令和5年1月

国立研究開発法人 建築研究所
理事長 澤地 孝男

建築物の浸水対策案の試設計に基づく その費用対効果に関する研究

木内 望^{*1}、中野卓^{*2}

概 要

近年の水害の頻発化・激甚化に伴い、氾濫を前提とした都市づくりや建築分野における対応の必要性が増大している。洪水被害を減らすための取り組みは、これまでどちらかと言えば土木分野での課題、あるいは限られた地域における伝統的な課題だと捉えられてきており、都市計画や建築分野における現代的な研究課題としては、あまり扱われてこなかった。しかしながら、これからの気候変動を踏まえた「流域治水」の考え方の中にも、浸水可能性の高い地域での住まい方の工夫や建築物の対策、建築・土地利用の規制・誘導などが視野に入ってきており、社会的要請の高まりとともにいくつかの取り組みが始まっている。

一方、こうした取り組みについて各場所において何を目標に、どのレベルの対策を行うべきかについては、ハザードマップや浸水想定区域図を所与の条件とする以外の方法は明らかではない。水防法に基づく洪水浸水想定区域図等においては、極端な数値が都市部の広い範囲で示される場合もあり、前提として現実に用いるには難がある。そこで、浸水リスクのある地域での都市の土地利用とその誘導策のあり方を探るには、建築・敷地レベルでの水害対策について立地場所の浸水リスクを踏まえた費用対効果を追究することが必要と考えた。一方で、建築物や建築行為には、さまざまなタイプがあり、それぞれにおいて浸水対策を行う場合のハード及びソフト上の課題も異なることが想定される。そこで本研究では、①木造戸建て住宅を新築する場合、②既存の分譲マンションを改修する場合、③RC造建物の1階に事業所が入居する場合の内装等工事（インフィル）の場合、の3つの場面を想定して浸水対策案のモデル的な検討を行った。各々について基準となる通常的设计案を設定した上で、これに対して浸水対策を施した設計案を何通りか検討した上で、各案について建築コスト等の試算を行った。さらに、費用として浸水対策にかかわる追加的な建築コスト等、効果として浸水対策に伴う建築（含設備）及び家具・什器・商品等の被害（原状復旧費用）の低減額を計上し、浸水頻度も考慮した上での費用対効果を算定した。

以下では、各章での検討と結果の概要について述べる。

第I章では、研究の背景と目的、方法について整理した。研究の背景・位置づけとして、建築物の洪水対策を巡る状況、過去の浸水被害の実績と浸水リスクの実態、欧米も含めた研究・開発の状況などについて整理した上で、研究の対象と目的、方法、構成を説明した。

第II章では、浸水に対して脆弱で被害実績が多い、低層戸建て住宅の新築を対象とした。都市部に立地する木造2階建ての戸建て住宅を想定し、①その洪水対策の建築計画案の試設計に基づく検討と、②洪水対策に要する追加的建築コストの試算、③洪水対策に伴う洪水時の資産被害の軽減額の試算、④多様な浸水リスクの条件下での費用対効果等の分析、等を行った。さらに、資産被害の軽減に直接結びつかない洪水対策案について、補足的な検討を行った。こうした検討により、対象とした戸建て住宅の洪水対策について、浸水リスクの高い地域で一定の適用性を有することを示し、また、戸建て住宅の洪水対策の普及に向けた課題について整理した。

第III章では、既存分譲マンションの洪水対策改修を対象とした。令和元年東日本台風（第19号）により分譲マンションにおいても浸水による設備等を中心とした被害が多発して対策への関心が高まったが、その実施には管理組合を構成する区分所有者の合意形成が必要である。その際に費用対効果の検討は重要であるため、こうした視点での検討とした。都心及び駅周辺立地型と郊外住宅地立地型の2タイプを想定し、典型的と思われるマンションモデル及び前提とする浸水ハザードを設定した上で、洪水時の浸水経路・被害範囲と修復費用・洪水対策箇所・洪水対策費用を検討し、対策の適用性を検証する手順を示した。

第IV章では、都市部のRC造建物1階に入居する小規模な事業所を想定し、その入居時の内装工事時における洪水対策を対象とした。洪水被災地の復旧・復興の観点からは、地域の経済や賑わいを支える事業所の対策も重要と考え、事務所及び小売店、飲食店、小規模診療所の、4つの業種・モデルを想定した。検討は、①浸水被害と対策状況の情報収集、②検討の前提条件となる諸条件と対策の考え方等の設定、③基準案及びこれをベースにした洪水対策案の検討と試設計、④洪水対策の追加的費用及び洪水時の原状復旧費用等の推計、⑤期待値に基づいた対策の費用対効果の試算と適用性の考察、の手順で行い、適用性の高い業種の考え方等を示した。

第V章では、各章での検討結果と得られた知見を概括し、その活用可能性を考察した上で、建築タイプに応じた洪水対策の考え方をまとめ、洪水対策案の試設計及び費用対効果の分析にかかわる留意点と課題について、建築物の洪水対策の今後の展開を展望しつつ整理した。

*1 国立研究開発法人 建築研究所 研究専門役

*2 国立研究開発法人 建築研究所 住宅・都市研究グループ 研究員

Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

Nozomu KIUCHI*¹, Taku NAKANO*²

ABSTRACT

As occurrence of flood disasters became more frequent and severe, recently in Japan, so has the necessity of urban planning based on the premise of flooding, and the countermeasures against flood disasters in the field of building. Efforts to reduce flood damage have so far been regarded as an issue in the field of civil engineering, or as a traditional issue in a limited area, and have not been dealt with much as a modern research issue in the field of urban planning and building. However, among the ideas of “watershed flood control” based on the severe future climate change prediction, measures for housing and buildings in areas with a high risk of flooding, and regulation and guidance to building and land use are also coming into view. These efforts have begun with the increasing social demand.

On the other hand, there is no clear method other than using hazard maps and flood risk area maps as given conditions to determine the goals and level of countermeasures that should be taken in each location. In flood hazard area maps based on the Flood Control Law, there are cases where extreme figures are shown in a wide range of urban areas, and the reality to take countermeasures by the premise level is difficult. Therefore, in order to explore urban land use and guidance measures in areas with flood risk, we considered that it is necessary to investigate the cost-effectiveness of flood damage countermeasures at the building and site level based on the flood risk of the location. There are various types of buildings and construction activities, and it is assumed that the hardware and software issues in implementing flood countermeasures will be different for each type. Therefore, in this research, we assume three cases; 1) when constructing a new wooden detached house; 2) when renovating an existing condominium; 3) when a business establishment moves into the

first floor of a RC building (infill). Then a model examination of flood countermeasures was carried out. After establishing standard design proposals for each of them, several design proposals with floodproofing measures were examined, and the construction and other costs were calculated for each proposal. Moreover, additional construction costs caused by floodproofing measures are included as expenses, and the reduction in damage to buildings (including equipment) and furniture, fixtures, and products (restoration costs) associated with floodproofing measures are included as effects, and the frequency of floods is also considered in calculating the cost-effectiveness.

In the following, an outline of the studies in each chapter is described.

In Chapter I, we organized and described the background, purpose, and method of the research. As the background and position of the research, the situation surrounding flood damage countermeasures for buildings, the actual results of flood damage in the past and the actual situation of flood risk, the situation of research and development including Europe and the United States, etc., are described, and the method and configuration of this research is explained.

Chapter II deals with new construction of wooden low-rise detached houses, which are vulnerable to flooding and have many damage records. Assuming a two-story wooden detached house located in an urban area, 1) consideration of a construction plan for water resistance, 2) trial calculation of the additional construction cost required for water resistance, and 3) trial calculation of the amount of mitigation of property damage in the event of a flood by floodproofing measures, 4) analysis of cost-effectiveness under various inundation risk conditions, etc. were conducted. Furthermore, based on the study, the applicability of floodproofing measures of wooden detached houses were considered, and it was concluded that such measures have a certain degree of applicability in areas with relatively high risk of flooding.

In Chapter III, we dealt with the renovation of existing condominiums to prevent flooding. During the 2019 Typhoon Hagibis (No.19) attack to eastern Japan, many condominiums suffered damage centered on facilities due to flooding, and such interest is growing since then. In doing so, it is important to consider cost-effectiveness to persuade the owners of the condominium to bear such costs. Assuming two types of locations, one

located in the city center and around the station, and the other located in a suburban residential area, a typical condominium model and the hazards to be assumed are set. A procedure for verifying the applicability of countermeasures was presented by considering countermeasure points and inundation countermeasure costs.

In Chapter IV, we assumed floodproofing of a small-scale business establishment located on the first floor of an RC building in an urban area, in the event of occupation and interior construction. From the perspective of restoration and reconstruction of flood-affected areas, we believe that it is important not only to protect homes and lives, but also to take measures for business establishments that support the local economy and liveliness. Four types of establishments and models were assumed. The study consisted of, 1) collection of information on flood damage and countermeasures, 2) assumption of preconditions for the study and the approach to countermeasures, etc., 3) study and trial design of floodproofing plans based on a standard plan, and 4) estimating the additional costs for floodproofing and the restoration cost in case of flooding, and 5) estimating floodproofing cost-effectiveness based on expected values and studying the applicability of floodproofing.

In Chapter V, we summarized the whole and presented the concept of cost-effectiveness of inundation countermeasures, as well as the concept of inundation countermeasures and future technological development issues.

*1 Research Coordinator of Building Technology, Building Research Institute. Dr. Eng.

*2 Researcher, Department of Housing and Urban Planning, Building Research Institute.
Dr. Env.

目次

はしがき・概要	i
はしがき	i
概要・Abstract	iii
目次	ix
図表目次	xii
I. 研究の背景、目的と方法	1p
1. 研究の背景と位置づけ	3p
1.1 「流域治水」と建築物の水害対策への要請	3
1.2 建築物の被害の実績とリスクについて	4
1.3 建築物の水害対策に係わる調査・研究等の状況	9
2. 研究の目的と方法	14p
2.1 研究の目的と必要性	14
2.2 研究の方法	14
2.3 研究の構成	16
2.4 既往の論文等との関係	17
II. 新築木造戸建て住宅の浸水対策に関する検討	21p
1. 序	23p
2. 検討の前提条件の整理	24p
2.1 建築物の浸水対策に関するシナリオの整理	24
2.2 浸水被害・修復事例に関するヒアリング等調査	26
2.3 浸水対策技術等に関するヒアリング調査	30
3. 「基準案」及び「浸水対策案」の検討と試設計	33p
3.1 基本的な考え方	33
3.2 非対策案及び浸水対策案の仕様と計画内容	34
4. 「基準案」及び「浸水対策案」の建築コスト及び修復費用の算定	52
4.1 建築コストの算出	52
4.2 修復費用算定の前提条件の整理	54
4.3 浸水時の修復費用の算定	58
5. 浸水対策の費用対効果に関する試算	60p
5.1 浸水深別の建物・動産被害額	60
5.2 発生頻度を考慮した費用対効果の試算	60
6. 屋根上避難計画案及び生活回復機能追加案に関する補足的な検討と試算	64p
6.1 屋根上避難計画案の試作成と追加的建築コストの算定	64
6.2 生活回復機能追加案の試作成と追加的建築コストの算定	68
6.3 屋根上避難計画案及び生活回復機能追加案に関する留意点	71
7. 小結	75p
7.1 木造戸建て住宅の浸水対策と費用対効果の概括	75
7.2 検討結果に対する留意点と戸建て住宅の浸水対策の課題	77
補遺	78p
1. 浸水レベル別の浸水時の修復費用と浸水対策案の費用低減効果の詳細	78

III. 既存分譲マンションの浸水対策改修に関する検討	87p
1. 序	89p
1.1 分譲マンションの水害対策をめぐる状況	89
1.2 本章の検討方法	90
2. 検討の前提条件の整理	91p
2.1 対象とするハザードの設定	91
2.2 検討対象とするマンションモデルの設定	91
2.3 関係者へのヒアリング	95
3. 対策場所・対策方法・費用の設定条件	99p
3.1 対策方法の想定	99
3.2 対策・修復費用の想定	100
3.3 対策・修復費用の詳細検討	101
4. 都心及び駅周辺立地型に関する浸水想定別の検討	110p
4.1 軽度浸水による浸水被害と対策費用	110
4.2 中度浸水による浸水被害と対策費用	111
4.3 重度浸水による浸水被害と対策費用	112
4.4 浸水対策の費用及び浸水時の修復費用等	113
5. 郊外住宅地立地型に関する浸水想定別の検討	116p
5.1 軽度浸水による浸水被害と対策費用	116
5.2 中度浸水による浸水被害と対策費用	117
5.3 重度浸水による浸水被害と対策費用	118
5.4 浸水対策の費用及び浸水時の修復費用等	119
6. 浸水対策の費用対効果の検討	122p
6.1 浸水深による建物被害額(修復費用)の変化のまとめ	122
6.2 発生頻度を考慮した費用対効果の試算と適用性	122
7. 小結	127p
7.1 検討手順のまとめ	127
7.2 検討結果のまとめ	128
7.3 今後の検討課題	128
補遺	129p
1. 浸水経路の詳細検討	129
2. 改修実施時における修理清掃費用 及び 居住生活継続のための仮設対策費用	138
3. 設備等の概算被害額および復旧費の詳細について	140
IV. RC造建物1階に入居する事業所の浸水対策に関する検討	149p
1. 序	151p
2. 浸水被害と対策に関する調査	152p
2.1 浸水被害・復旧事例のヒアリング	152
2.2 浸水対策のヒアリング	153
3. 検討の前提条件の整理	154p
3.1 入居建物、区画及び業種	154
3.2 浸水ハザードと浸水対策レベルの想定	154
3.3 浸水対策の考え方	155
4. 計画検討と試設計	156p
4.1 基準案(A)に関する検討と試設計	156
4.2 浸水対策案の検討と試設計	164

5. 実現コストと修復費用の推計 -----	179p
5.1 試設計の実現コストの算出	179
5.2 浸水時の原状復旧費用の算出	182
6. 浸水対策の費用対効果に関する試算 -----	189p
6.1 浸水1回当りの原状復旧費用と対策による被害軽減効果	189
6.2 シナリオ別の被害軽減効果の推計	190
6.3 発生頻度を考慮した費用対効果の試算	191
7. 小結 -----	199p
7.1 事業所モデルの浸水対策と費用対効果の概括	199
7.2 事業所の効果的な浸水対策の方向に関する考察	199
補遺 -----	202p
1. 造作家具の計画図	202
2. 設備計画図	206
3. 什器等の概算被害額について	210
 V. まとめと考察	 215p
1. 各章での検討内容と結果のまとめ -----	217p
1.1 各章での検討内容と結果のまとめ	217
1.2 各章の検討を通じて全体として得られた知見とその活用可能性	218
2. 建築タイプに応じた浸水対策の試設計に関する比較考察 -----	221p
2.1 ハザードの設定と浸水被害の生じ方	221
2.2 止水対策の観点から	222
2.3 修復・復旧の考え方	223
2.4 被害・対策に係る費用と効果	224
3. 浸水対策案の試設計及び費用対効果の分析にかわる留意点と課題 -----	226p
3.1 浸水対策手法について	226
3.2 費用対効果の分析に関する留意点と課題	228
 おわりに・謝辞	 233p

執筆分担

総括：木内望

第Ⅰ章：木内望

第Ⅱ章：木内望、中野卓

第Ⅲ章：中野卓、木内望

第Ⅳ章：木内望

第Ⅴ章：木内望、中野卓

図表目次

第I章

図 I-1 家屋倒壊危険区域	3p
図 I-2 流域治水の概念図	4p
図 I-3 浸水による生活への影響例	5p
図 I-4 内外水別被災家屋棟数の推移	7p
図 I-5 浸水被害に関するリスクと実績	9p
図 I-6 床上浸水を未然に防ぐ方法	
図 I-7 一条工務店「耐水害住宅」公開実験	10p
図 I-8 浸水対策の費用対効果の算定の考え方	15p
図 I-9 滋賀県「地先の安全度マップ」	16p
表 I-1 近年の都市部を含む主な洪水被害	3p
表 I-2 水害原因に基づく分類	6p
表 I-3 河川水害による被災家屋棟数の推移	
表 I-4 浸水想定地域に居住する世帯の状況(全国における推計)	8p

第II章

図 II-1 浸水対策を考慮した設計手法の全体像	24p
図 II-2 A(基準)案の基礎伏図	34p
図 II-3 A(基準)案の各階平面図	35p
図 II-4 A(基準)案の立面図・断面図	36p
図 II-5 A(基準)案の矩計図	37p
図 II-6 B(修復容易化)案の矩計図	39p
図 II-7 B(修復容易化)案の立面図・断面図	40p
図 II-8 B(修復容易化)案の基礎伏図	41p
図 II-9 C(建物防水化)案の矩計図	43p
図 II-10 C(建物防水化)案の立面図・断面図	44p
図 II-11 C(建物防水化)案の1階平面図	45p
図 II-12 D(高基礎化案)の1階平面図	46p
図 II-13 D(高床化)案の立面図・断面図	47p
図 II-14 D(高基礎化)案の矩計図	48p
図 II-15 各案の概要図	49p
図 II-16 各案の浸水対策に係わる詳細拡大図	50p
図 II-17 浸水レベルと浸水範囲の想定	55p
図 II-18 浸水深別の建物・動産別被害額(修復費用)の比較	60p
図 II-19 対象メッシュの確率年別の最大浸水深割合	
図 II-20 浸水対策費用の回収年数別メッシュ割合	61p
図 II-21 各メッシュタイプの浸水特性	
図 II-22 各メッシュタイプの浸水特性に基づく建築計画案(A~D)の確率年区間別の生起確率×被害額	62p
図 II-23 屋外水位上昇に対する屋内水位の経時的変化	65p

図 II-24	屋根上避難計画案:小屋裏平面図	67p
図 II-25	屋根上避難計画案:2階・小屋裏部分詳細図	
図 II-26	滋賀県データを用いた屋根上避難計画案の適用性の確認	
図 II-27	生活回復機能追加案の概要	71p
図 II-28	本章で検討した浸水対策案のイメージ	76p
表 II-1	戸建て住宅での浸水対策として想定しうるシナリオとその考え方、対策手法、課題の整理 ※25p～26p またぎ	25p
表 II-2	浸水被害・復旧事例のヒアリング概要	26p
表 II-3	浸水被害・復旧に関する主な指摘事項 ※27p～29p またぎ	27p
表 II-4	浸水対策を考慮した戸建て住宅設計に関する指摘事項	29p
表 II-5	浸水対策技術に関するヒアリング調査概要	30p
表 II-6	(一社)住宅生産団体連合会の手引きに示された浸水対策方法の一覧	32p
表 II-7	浸水対策案の考え方と比較	33p
表 II-8	作成した図面の一覧	34p
表 II-9	A(基準)案の諸元・仕様	
表 II-10	B(修復容易化)案の諸元	37p
表 II-11	B(修復容易化)案の設計趣旨 ※37p～39p またぎ	
表 II-12	C(建物防水化)案の諸元	41p
表 II-13	表 II-12B(修復容易化)案の設計趣旨 ※41p～43p またぎ	
表 II-14	D(高床化)案の諸元	45p
表 II-15	D(高床化)案の設計趣旨 ※45p～46p またぎ	
表 II-16	基準案との浸水対策案のコスト比較	52p
表 II-17	基準案及び浸水対策案の仕様及びコストの比較 ※53p～54p またぎ	53p
表 II-18	各浸水レベルにおける修復項目・内容 ※56p～57p またぎ	56p
表 II-19	浸水レベル別の浸水時の修復費用と浸水対策案の費用軽減効果	58p
表 II-20	屋根上避難計画案の検討条件	64p
表 II-21	代表浸水口における釣り合いのとれる屋内外水位差	
表 II-22	主要部材の断面検討	65p
表 II-23	屋根上避難計画案の追加的建築コスト	66p
表 II-24	屋根上避難計画案の建築コスト比較	
表 II-25	生活回復機能追加案の検討条件	68p
表 II-26	生活回復機能追加案の概要	
表 II-27	ライフライン復旧時期の調査事例	
表 II-28	ライフライン復旧時期と生活回復機能の想定	
表 II-29	浸水被害を受けた被災世帯の事例調査	69p
表 II-30	1日当たり消費電力量の想定	
表 II-31	生活回復機能追加案の追加的建築コスト	70p
表 II-32	生活回復機能追加案の建築コスト比較	

第三章

図 III-1	建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン	89p
図 III-2	都心型および郊外型マンションのイメージ	91p
図 III-3	都心型マンションモデル	92p
図 III-4	都心型マンションモデルの1階および地下1階	93p

図 III-5 郊外型マンションモデル	94p
図 III-6 郊外型マンションモデルの敷地及び1階部分	
図 III-7 止水対策の手法	99p
図 III-8 電気設備関連	100p
図 III-9 軽度浸水時の都心型マンションにおける対策	110p
図 III-10 中度浸水時の都心型マンションにおける対策	111p
図 III-11 重度浸水時の都心型マンションにおける対策	112p
図 III-12 ハザード別の都心型マンションにおける対策位置	114p
図 III-13 軽度浸水時の郊外型マンションにおける対策	116p
図 III-14 中度浸水時の郊外型マンションにおける対策	117p
図 III-15 重度浸水時の郊外型マンションにおける対策	118p
図 III-16 ハザード別の郊外型マンションにおける対策位置	120p
図 III-17 浸水深別の修復費用の比較	122p
図 III-18 対象メッシュの確率年別の最大浸水深割合	123p
図 III-19 改修費用の平均回収年数別メッシュ割合	
図 III-20 改修費用の回収年数別メッシュ割合(郊外型、ピット式駐車場を除外)	124p
図 III-21 各メッシュタイプの浸水特性	125p
図 III-22 各メッシュの浸水特性に基づく対策案の確率年区間別の生起確率×被害額	
表 III-1 都心型マンションモデルの概要	93p
表 III-2 郊外型マンションモデルの概要	94p
表 III-3 マンションの浸水対策に係るヒアリングでの意見 ※95p～97p またぎ	95p
表 III-4 都心型マンションにおける想定浸水深と対策・修復費用の想定	101p
表 III-5 都心型・エントランスの想定浸水深と対策・修復費用の想定	
表 III-6 都心型・管理室の想定浸水深と対策・修復費用の想定	102p
表 III-7 都心型・エレベーターの想定浸水深と対策・修復費用の想定	
表 III-8 都心型・エントランス対策案の比較	
表 III-9 都心型・開放廊下の想定浸水深と対策・修復費用の想定	103p
表 III-10 都心型・地下階の想定浸水深と対策・修復費用の想定	
表 III-11 都心型・電気室の想定浸水深と対策・修復費用の想定	104p
表 III-12 都心型、受水槽・ポンプ室の想定浸水深と対策・修復費用の想定	
表 III-13 都心型・地下階対策案の比較	
表 III-14 都心型・エレベーターの想定浸水深と対策・修復費用の想定	105p
表 III-15 都心型・ピット式駐車場の想定浸水深と対策・修復費用の想定	
表 III-16 都心型・1階店舗の想定浸水深と対策・修復費用の想定	
表 III-17 郊外型・マンションにおける想定浸水深と対策・修復費用の想定	106p
表 III-18 郊外型・エントランスの想定浸水深と対策・修復費用の想定	
表 III-19 郊外型・管理室の想定浸水深と対策・修復費用の想定	107p
表 III-20 郊外型・エレベーターの想定浸水深と対策・修復費用の想定	
表 III-21 郊外型・エントランス対策案の比較	
表 III-22 郊外型・開放廊下の想定浸水深と対策・修復費用の想定	
表 III-23 郊外型・電気室の想定浸水深と対策・修復費用の想定	108p
表 III-24 郊外型・屋外地上置受水槽の想定浸水深と対策・修復費用の想定	
表 III-25 郊外型・別棟ポンプ室の想定浸水深と対策・修復費用の想定	
表 III-26 郊外型・屋外ピット式駐車場の想定浸水深と対策・修復費用の想定	109p
表 III-27 郊外型・専有部分の想定浸水深と対策・修復費用の想定	

表 III-28	ハザード別の都心型マンションにおける対策の比較	113p
表 III-29	都心型マンションにおける対策費用、浸水深別の修復費用及び、修復費用の軽減額	115p
表 III-30	ハザード別の郊外型マンションにおける対策の比較	119p
表 III-31	郊外型マンションにおける対策費用、浸水深別の修復費用及び、修復費用の軽減額	121p

第IV章

図 IV-1	対象建物と区画	154p
図 IV-2	アイソメ図(事務所モデル・基準案)	156p
図 IV-3	平面図(事務所モデル・基準案)	157p
図 IV-4	立面図・断面図(事務所モデル・基準案)	
図 IV-5	アイソメ図(物販店モデル・基準案)	158p
図 IV-6	平面図(物販店モデル・基準案)	159p
図 IV-7	立面図・断面図(物販店モデル・基準案)	
図 IV-8	アイソメ図(飲食店モデル・基準案)	160p
図 IV-9	平面図(飲食店モデル・基準案)	161p
図 IV-10	立面図・断面図(飲食店モデル・基準案)	
図 IV-11	アイソメ図(小規模診療所モデル・基準案)	162p
図 IV-12	平面図(小規模診療所モデル・基準案)	163p
図 IV-13	立面図・断面図(小規模診療所モデル・基準案)	
図 IV-14	アイソメ図(事務所モデル・浸水対策案1)	165p
図 IV-15	平面図(事務所モデル・浸水対策案1)	166p
図 IV-16	立面図・断面図(事務所モデル・浸水対策案1)	
図 IV-17	アイソメ図(事務所モデル・浸水対策案2)	167p
図 IV-18	平面図(事務所モデル・浸水対策案2)	
図 IV-19	立面図・断面図(事務所モデル・浸水対策案2)	168p
図 IV-20	アイソメ図(物販店モデル・浸水対策案1)	169p
図 IV-21	平面図(物販店モデル・浸水対策案1)	
図 IV-22	立面図・断面図(物販店モデル・浸水対策案1)	170p
図 IV-23	アイソメ図(物販店モデル・浸水対策案2)	
図 IV-24	平面図(物販店モデル・浸水対策案2)	171p
図 IV-25	立面図・断面図(物販店モデル・浸水対策案2)	
図 IV-26	アイソメ図(飲食店モデル・浸水対策案1)	172p
図 IV-27	平面図(飲食店モデル・浸水対策案1)	173p
図 IV-28	立面図・断面図(飲食店モデル・浸水対策案1)	
図 IV-29	アイソメ図(飲食店モデル・浸水対策案2)	174p
図 IV-30	平面図(飲食店モデル・浸水対策案2)	
図 IV-31	立面図・断面図(飲食店モデル・浸水対策案2)	175p
図 IV-32	アイソメ図(小規模診療所モデル・浸水対策案1)	176p
図 IV-33	平面図(小規模診療所モデル・浸水対策案1)	
図 IV-34	立面図・断面図(小規模診療所モデル・浸水対策案1)	177p
図 IV-35	アイソメ図(小規模診療所モデル・浸水対策案2)	
図 IV-36	平面図(小規模診療所モデル・浸水対策案2)	178p
図 IV-37	立面図・断面図(小規模診療所モデル・浸水対策案2)	
図 IV-38	浸水深別の原状復旧費用(ケースA)	184p
図 IV-39	ケース別・浸水深別の原状復旧費用(事務所モデル)	185p

図 IV-40 ケース別・浸水深別の原状復旧費用(物販店モデル)	186p
図 IV-41 ケース別・浸水深別の原状復旧費用(飲食店モデル)	
図 IV-42 ケース別・浸水深別の原状復旧費用(小規模診療所モデル)	187p
図 IV-43 業種別のシナリオ別・浸水深別の浸水被害額 ※190p～191p またぎ	190p
図 IV-44 浸水対策費用の平均回収年数別メッシュ割合	191p
図 IV-45 浸水対策の効果別各メッシュタイプの浸水特性(事務所モデル・ケース別)	192p
図 IV-46 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の確率年区間別の生起確率×被害額(事務所モデル・ケース別)	
図 IV-47 浸水対策の効果別各メッシュタイプの浸水特性(事務所モデル・シナリオ別)	193p
図 IV-48 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の確率年区間別の生起確率×被害額(事務所モデル・シナリオ別)	
図 IV-49 浸水対策の効果別各メッシュタイプの浸水特性(物販店モデル・ケース別)	194p
図 IV-50 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の確率年区間別の生起確率×被害額(物販店モデル・ケース別)	
図 IV-51 浸水対策の効果別各メッシュタイプの浸水特性(物販店モデル・シナリオ別)	195p
図 IV-52 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の確率年区間別の生起確率×被害額(物販店モデル・シナリオ別)	
図 IV-53 浸水対策の効果別各メッシュタイプの浸水特性(飲食店モデル・ケース別)	196p
図 IV-54 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の確率年区間別の生起確率×被害額(飲食店モデル・ケース別)	
図 IV-55 浸水対策の効果別各メッシュタイプの浸水特性(飲食店モデル・シナリオ別)	
図 IV-56 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の確率年区間別の生起確率×被害額(飲食店モデル・シナリオ別)	
図 IV-57 浸水対策の効果別各メッシュタイプの浸水特性(小規模診療所モデル・ケース別)	197p
図 IV-58 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の確率年区間別の生起確率×被害額(小規模診療所モデル・ケース別)	
図 IV-59 浸水対策の効果別各メッシュタイプの浸水特性(小規模診療所モデル・シナリオ別)	198p
図 IV-60 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の確率年区間別の生起確率×被害額(小規模診療所モデル・シナリオ別)	
表 IV-1 浸水被害・復旧等のヒアリング調査概要	152p
表 IV-2 浸水被害・復旧等に関する指摘事項 ※152p～153p またぎ	
表 IV-3 基準案と浸水対策案の考え方の比較	155p
表 IV-4 内装及び下地仕様の想定(事務所モデル)	156p
表 IV-5 主な什器等の想定(事務所モデル)	
表 IV-6 内装及び下地仕様の想定(物販店モデル)	158p
表 IV-7 主な什器等の想定(物販店モデル)	
表 IV-8 内装及び下地仕様の想定(飲食店モデル)	160p
表 IV-9 主な什器等の想定(飲食店モデル)	
表 IV-10 内装及び下地仕様の想定(小規模診療所モデル)	162p
表 IV-11 主な什器等の想定(小規模診療所モデル)	
表 IV-12 浸水対策案2の内装及び下地仕様の想定(事務所モデル)	165p
表 IV-13 浸水対策案2の内装及び下地仕様の想定(物販店モデル)	168p
表 IV-14 浸水対策案2の内装及び下地仕様の想定(飲食店モデル)	172p
表 IV-15 浸水対策案2の内装及び下地仕様の想定(小規模診療所モデル)	175p
表 IV-16 事業所モデル(A.基準案)の建築費用・実現コスト	179p
表 IV-17 基準案及び浸水対策案の実現コストの比較	180p

表 IV-18	事務所モデルにおける浸水対策費用	
表 IV-19	物販店モデルにおける浸水対策費用	181p
表 IV-20	飲食店モデルにおける浸水対策費用	
表 IV-21	小規模診療所モデルにおける浸水対策費用	182p
表 IV-22	事務所モデルにおける浸水深・浸水対策ケース別の原状復旧費用	185p
表 IV-23	物販店モデルにおける浸水深・浸水対策ケース別の原状復旧費用	
表 IV-24	飲食店モデルにおける浸水深・浸水対策ケース別の原状復旧費用	186p
表 IV-25	小規模診療所モデルにおける浸水深・浸水対策ケース別の原状復旧費用	187p
表 IV-26	浸水レベル別の浸水時の原状復旧費用と浸水対策案の被害軽減効果	189p
表 IV-27	ケース・シナリオの設定	190p

第 V 章

図 V-1	建築学会の提言に示された水害対策の考え方	218p
図 V-2	木造戸建て住宅の高床化による浸水対策の対策費用の平均回収年数	219p
図 V-3	水防ラインの設定による浸水抑止の考え方	225p
図 V-4	水害リスクマップ	229p

※補遺や補注に掲載した図表については、図表番号を付さず、図表目次にも掲載していない。

I. 研究の背景、目的と方法

1. 研究の背景と位置づけ

1.1 「流域治水」と建築物¹⁾の水害²⁾対策への要請

近年のわが国では台風や集中豪雨などにより、都市部においてもかつてない大きな洪水被害が、数多く発生しているように言われている³⁾。

近年の都市部が浸水した主な水害を表 I-1 に示した。2015 年の「平成 27 年 9 月関東・東北豪雨」では、茨城県常総市の中心市街地を含む広範囲が数日間にわたって水に浸かり、2018 年の「平成 30 年 7 月豪雨」では西日本の各地で浸水被害が発生し、岡山県倉敷市真備地区でも数日間にわたって浸水が継続した。2019 年の

「令和元年東日本台風（第 19 号）」では首都圏を含む東日本の各地で一級河川が氾濫し、記録的な被害をもたらした。2020 年の「令和 2 年 7 月豪雨」では、熊本県人吉市、福岡県大牟田市・久留米市など九州地方を中心に大被害が発生し、浸水した介護老健施設で犠牲者の発生や、地盤や床を嵩上げする等の対策済みの住宅の浸水被害などが注目された。

表 I-1 近年の都市部を含む主な洪水被害

水害	時期	住家被害	内全半壊	主な被災地
平成 26 年 8 月豪雨	2014.8	8,721 棟	164 棟	福知山市
平成 27 年 9 月関東・東北豪雨	2015.9	19,723 棟	7,102 棟	常総市
平成 30 年 7 月豪雨	2018.7	50,470 棟	18,010 棟	倉敷市、西予市等
令和元年東日本台風	2019.10	101,673 棟	33,332 棟	長野市、郡山市、川崎市等
令和 2 年 7 月豪雨	2020.7	16,599 棟	6,125 棟	人吉市、大牟田市等

内閣府防災情報のページ（HP）の「災害状況一覧」より作成

頻発化・激甚化する洪水被害の背景には、地球規模での気候変動の影響があるとされている。ここ当分は人間活動による大気中の温室効果ガスの割合の増加は避けられず、2015 年の国連気候変動枠組み条約第 21 回締約国会議（COP21）で採択された「パリ協定」の目標も、産業革命前と比べて世界の平均気温を 1.5 度の上昇に抑えることにとどまる。したがって、社会が降水量の増大を含む気候変動に「適応」して備えることも大事と考えられる。

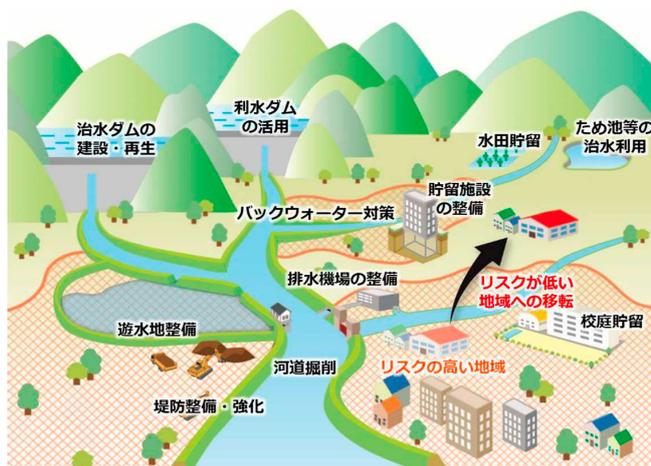
2011 年の東日本大震災における津波被害を受けた地域での取り組みでは、防潮堤等の海岸保全施設の設計外力を超えた巨大津波（レベル 2 津波）に対して、浸水を前提とした「多重防御」の都市づくりを行っている。河川氾濫に関しても 2015 年の水防法改正により、浸水想定区域図をそれまでの河川整備の前提となる計画規模の降雨から、想定し得る最大規模の降雨（1000 年に 1 回程度）に基づいて作成すると変更し、併せて洪水時に家屋倒壊等のおそれのある区域（図 I-1）や浸水継続時間を表示することとし、また、2016 年より大規模水害に備えた各主体のタイムライン（時系列の行動計画）を策定して対応を図ることとする等、従来からの氾濫を防ぐ対策に加えて、氾濫を前提として被害を減らす施策への取り組みが進められている。

また、社会資本整備審議会河川分科会の



図 I-1 家屋倒壊危険区域 (国土交通省資料より⁴⁾)

気候変動を踏まえた水災害対策検討小委員会では、2020年に答申「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な『流域治水』への転換～」をまとめた⁽¹⁾。河川区域内に加え、集水域や氾濫域を含む流域全体で「①氾濫をできるだけ防ぐ・減らす対策、②被害対象を減少させる対策、③被害の軽減、早期復旧・復興のための対策、までを多層的に」進め、降雨量の増加等に対処することが盛り込まれ(図I-2)、2021



図I-2 流域治水の概念図(国土交通省資料⁽²⁾より)

年成立の「流域治水関連法」にもこの考え方が反映された。近年氾濫した大規模河川において、氾濫後に展開される緊急治水対策プロジェクトでは、『まちづくり』や住まい方の誘導による水害に強い地域づくり」が「減災に向けた更なる取組の推進」の事項としてあげられている⁽³⁾。

一方、建築行政においては水害対策への取り組みは遅れている状況であったが、前述の令和元年東日本台風による高層マンション等の浸水被害による機能停止を受けて、国土交通省(住宅局)及び経済産業省(産業保安グループ)により「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」が2020年6月にまとめられた⁽³⁾。さらに、国土交通省の治水・防災部局とまちづくり部局が連携して水災害対策とまちづくりの連携のあり方を検討し、「水災害リスクを踏まえた防災まちづくりのガイドライン」⁽⁴⁾が2021年5月にまとめられた。同月に成立した前述の流域治水関連法では、氾濫による被害対象の減少や被害の軽減のための対策の一環として、特定都市河川流域において都道府県知事が「浸水被害防止区域」を指定して浸水リスクの高い区域内の一定の開発・建築行為を許可制とする仕組みや、建築物の敷地の地盤面及び居室の床面の高さの最低限度を規制する地区計画などの、土地利用・建築規制も制度化された。

浸水想定区域内における不動産取引に関しては、2020年7月に宅地建物取引業法施行規則が改正(施行)され、水防法に基づく水害ハザードマップが重要事項説明の対象に加わった。また損害保険業界においては、ここ数年の記録的な洪水被害により保険金の支払い額が大幅に増えており、建物所在地の水災リスクを保険料率に反映した住宅向け火災保険商品が同年4月にわが国で初めて発売された。こうした動きを受けて金融庁は、「火災保険水災料率に関する有識者懇談会」を設けて水災に対する保険料率のリスクに応じた細分化等のあり方を議論し、2022年3月に報告書⁽⁵⁾をまとめた。

このように、水害の頻発化・激甚化を受けて建築及びその周辺分野においても、水害リスクが高いとされる区域内における住宅等の建築物の規制や誘導のあり方が議論されている。

1.2 建築物の被害の実績とリスクについて

住宅が洪水に遭遇するとその程度により、住民の生命の危険のおそれや、建物・家財の被害が生じ、また電気・水道・下水道などのライフラインの停止により避難生活を余儀なくされる場合もあり、住まいや家具等の清掃、片付けや復旧などに取り組む住民には大きな負担がかかる。国土交通省(水管理・国土保全局)では、戸建て住宅の場合とマンションの場合において、洪水時



図 I-3 浸水による生活への影響例（戸建て住宅／マンション）（国土交通省資料より⁶⁾）

に予想される生活への影響例を浸水深別に整理して示している（図 I-3）⁶⁾。これによれば戸建て住宅では、特に地盤面から 50cm 程度以上の浸水で、床・壁の断熱材の吸水による取り替えや、たたみ・じゅうたん・フローリングなどの張り替えなど、建物の被害が多く発生する。マンションでは、地盤面から 50cm 程度未満の浸水でも、エレベーターや地下駐車場、電気設備、給水ポンプなど設備の被害が発生することが特徴的である。非住宅の場合は、建物の被害のほかに、什器備品や商品等の損害、それに営業停止期間中の損失なども生じる。

以下では、建物被害に着目した上で過去の浸水被害の実績と浸水リスクの実態について、「水害統計調査」及び「浸水想定区域図」から概要を把握することとする。

水害統計調査は、「洪水、内水、高潮、津波、土石流等の水害により、個人・法人が所有する各

種資産、河川・道路等の公共土木施設及び運輸・通信等の公益事業等施設等に発生した被害実態を把握し、治水に係る各種行政施策の実施に必要な基礎資料を得ることを目的⁷⁾とした政府の一般統計であり、1993年以降の調査結果が総務省統計局よりホームページ等で公表されている。調査では、河川（河川法上の河川に含まれない普通河川や排水路、用水路等も含む）および海岸、砂防指定地や地すべり防止区域、急傾斜地崩落危険箇所等で生じた上記水害を、規模の大小を問わず網羅的に対象としている。集計結果の内の、「一般資産等水害統計基本表」において、市区町村および河川・海岸等別に民家や事業所等の被害状況が浸水区分別等の別に整理されている。

水害統計調査には、破堤や溢水等の外水被害、内水被害の他、土石流や高潮等の13種類の水害原因に基づく被害が記載されている。ここでは、これらを表I-2に基づき「河川水害」と「河川以外での水害」、「外水被害」と「内水被害」に分類し、以下では「河川水害」のみを集計した。なお、ここでの「内水」の定義は、

表I-2 水害原因に基づく分類

種類	分類	水害統計調査における水害原因
河川水害	外水被害	破堤、有堤部溢水、無堤部溢水
	内水被害	内水
	その他	洗掘・流出、土石流、高潮、津波、その他
河川以外での水害	(対象外)	地すべり、急傾斜地崩壊、波浪、窪地内水

「雨水を河川の本川・支川等に排水できないことに起因して堤内地に雨水が停滞する現象」であり、河川の増水がその直接的または間接的な原因になるものに限られている。

表I-3では、現時点で情報が得られる1993年から2020年までの間の被災家屋棟数を、被害区分別に集計し、今世紀分については10年間単位での集計結果も左列に加えた。過去28年間の河川水害による被災家屋棟数の累計は110万棟余りとなり、年間平均で4万棟弱（39,602棟/年）となるが、その多くは水害原因によらず床下浸水である。床下浸水の被災棟数は726,145棟（被災家屋棟数の65.5%）、床上50cm未満の相対的に軽微な床上浸水被害を加えると937,450棟（同84.5%）となる。外水被害ではこの割合が比較的lowく、床下浸水では219,652棟（外水による被災家屋棟数の49.9%）、床上50cm未満の浸水被害までを含めると306,587棟（同69.6%）となり、逆に半壊及び全壊・流失は71,434棟（16.2%）とその割合が高く、1/6程度の被災家屋で継続使用の困難が想定される被害を受けている。一方、内水被害では、床下浸水では478,627棟（内水による被災家屋棟数の76.7%）、床上50cm未満の浸水被害までを含めると592,744棟（同95.0%）となり、半壊及び全壊・流失は14,312棟（2.3%）とわずかである。今世紀に入ってから10年間とその後の最近10年間の数値を比較すると、被災家屋棟数が全体として15%ほど増

表I-3 河川水害による被災家屋棟数の推移

（水害統計調査より集計）

	2001-2010年				2011-2020年				1993-2020年計			
	外水	内水	その他	計	外水	内水	その他	計	外水	内水	その他	総計
床下	79,285 52.6%	103,417 76.1%	8,996 65.1%	191,698 63.8%	69,154 42.0%	112,498 66.5%	7,874 65.7%	189,526 54.8%	219,652 49.9%	478,627 76.7%	27,866 63.3%	726,145 65.5%
床上1-49cm	29,011 19.2%	25,695 18.9%	3,411 24.7%	58,117 19.3%	28,294 17.2%	38,302 22.6%	2,800 23.4%	69,396 20.1%	86,935 19.7%	114,117 18.3%	10,253 23.3%	211,305 19.1%
床上50-99cm	16,146 10.7%	2,487 1.8%	591 4.3%	19,224 6.4%	10,717 6.5%	5,731 3.4%	512 4.3%	16,960 4.9%	37,978 8.6%	13,003 2.1%	2,099 4.8%	53,080 4.8%
床上100cm以上	6,966 4.6%	1,335 1.0%	156 1.1%	8,457 2.8%	5,622 3.4%	1,598 0.9%	138 1.2%	7,358 2.1%	24,571 5.6%	4,188 0.7%	821 1.9%	29,580 2.7%
半壊被災	16,290 10.8%	2,522 1.9%	299 2.2%	19,111 6.4%	37,945 23.0%	10,099 6.0%	294 2.5%	48,338 14.0%	54,926 12.5%	12,787 2.0%	1,096 2.5%	68,809 6.2%
全壊・流失	3,112 2.1%	423 0.3%	372 2.7%	3,907 1.3%	12,987 7.9%	1,001 0.6%	358 3.0%	14,346 4.1%	16,508 3.7%	1,525 0.2%	1,910 4.3%	19,943 1.8%
計	150,810 100.0%	135,879 100.0%	13,825 100.0%	300,514 100.0%	164,719 100.0%	169,229 100.0%	11,976 100.0%	345,924 100.0%	440,570 100.0%	624,247 100.0%	44,045 100.0%	1,108,862 100.0%

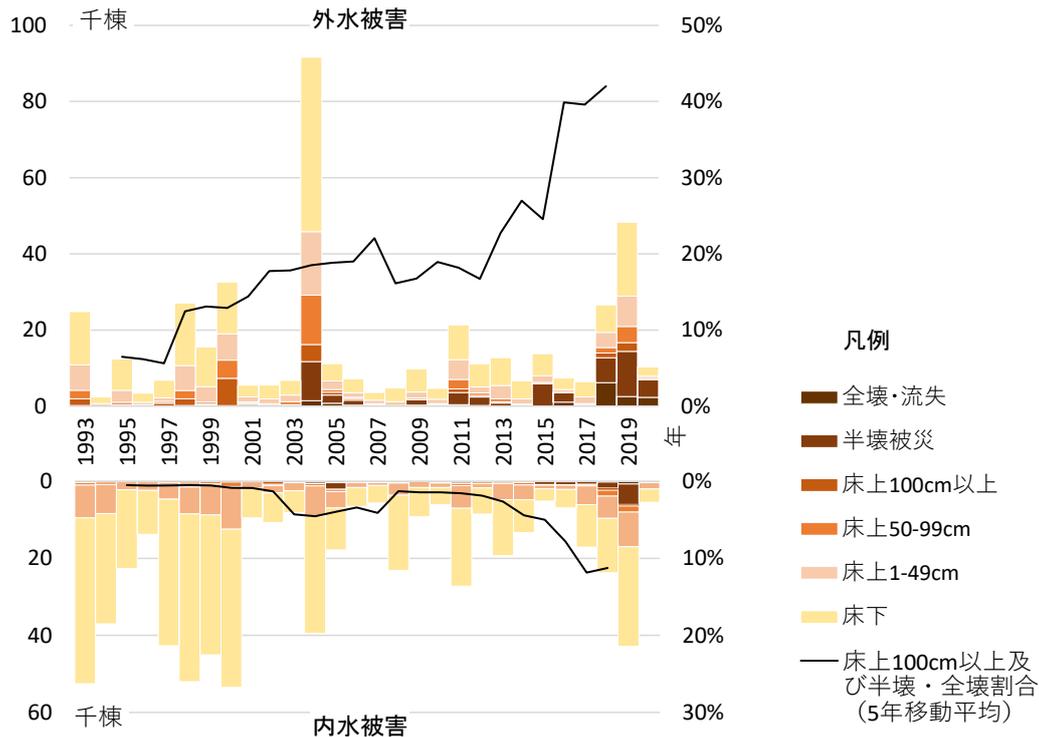


図 I-4 内外水別被災家屋棟数の推移 (水害統計調査より)

えるとともに、床上 50cm 未満の浸水被害の割合が減り、半壊及び全壊・流失の被害割合が大きく増えている。なお、その他の河川水害が占める割合は、全体の 4.0%と少ない。

次に、河川水害の大部分を占める内水・外水被害のみに集計を限定し、経時的な推移をみる。図 I-4 に被災家屋棟数の年次別推移を、上側に外水被害、下側に内水被害に区分して示した。被災家屋棟数についてみると、内水氾濫による被害は下水管などの整備の進展などもあって減少傾向にあり、1990 年代には 4 万棟/年を超える被害を生じた年が多くあったが、2005 年以降は 2 万棟/年以下の年が大半を占めるまでに減少している。外水被害については、観測史上最多の台風が上陸した 2004 年の被災家屋棟数が突出しているが、それ以降は 2018 年まで概ね 1~3 万棟/年の被害に止まっている。2018 年の平成 30 年 7 月豪雨 (西日本豪雨) など及び 2019 年の令和元年東日本台風などによる被災家屋棟数の増加は、外水被害・内水被害ともみられるが、この期間全体を通してみると極端なものとは映らない。ただ、全壊・流失または半壊といった大きな家屋被害が、この両年で増えていることがわかる。内閣府による水害に係る住家の被害認定における、全壊・流失や半壊の判定方法区分の変更が影響を与えている可能性も考慮して、床上 100cm 以上の被害も加えて推移をみると、内水被害・外水被害に占めるその割合が、2010 年代の特に後半にかけて急激に増えていることがわかる。

次に、浸水リスクが見込まれる地域における住宅数について、「浸水想定区域図」より把握する。国土交通省住宅局では、平成 27 年国勢調査の小地域データを用いて、計画規模降雨に基づいた浸水想定区域 (L1) 内に居住する建て方別の世帯数及び割合を推計した結果を公表している (表 I-4) ^⑧ので、この推計結果を用いる。これによれば、「浸水想定地域」(浸水想定区域と同義)に居住する世帯数は合計 9,916 千世帯となり、総世帯数のうちの 19.1%を占める。また、一戸建て住宅に住む世帯の場合は 7,253 千世帯 (25.3%) となる。浸水深別に見ると、1 階の床下 (床面

表 I-4 浸水想定地域に居住する世帯の状況(全国における推計)

出典：国土交通省資料⁽⁸⁾

住宅の被害想定(河川浸水想定における浸水深区分に基づく)	建て方別世帯数及び割合 (単位:世帯)							
	合計	一戸建て	長屋建て	共同住宅(1・2階建て)	共同住宅(3~5階建て)	共同住宅(6~10階建て)	共同住宅(11階建て以上)	その他
総世帯数(主世帯数の合計)	51,984,188 (100%)	28,654,769 (100%)	1,005,005 (100%)	6,154,012 (100%)	8,283,148 (100%)	4,570,411 (100%)	3,237,750 (100%)	79,093 (100%)
浸水想定地域に居住している世帯の合計※	9,915,511 (19.1%)	7,253,012 (25.3%)	303,249 (30.2%)	1,095,614 (17.8%)	821,538 (9.9%)	287,887 (6.3%)	128,081 (4.0%)	26,130 (33.0%)
- 2階の軒下より上部が浸水する地域に居住している世帯数(共同住宅の場合、3階以上に居住する世帯数を除く)(浸水深:5.0m以上~)	209,993 (0.4%)	154,719 (0.5%)	4,632 (0.5%)	24,174 (0.4%)	18,287 (0.2%)	5,435 (0.1%)	2,404 (0.1%)	342 (0.4%)
- 2階の軒下までが浸水する地域に居住している世帯数(共同住宅の場合、3階以上に居住する世帯数を除く)(浸水深:2.0m以上~5.0m未満)	2,687,275 (5.2%)	1,709,334 (6.0%)	73,254 (7.3%)	381,546 (6.2%)	328,919 (4.0%)	124,437 (2.7%)	63,969 (2.0%)	5,816 (7.4%)
- 1階の軒下までが浸水する地域に居住している世帯数(共同住宅の場合、2階以上に居住する世帯数を除く)(浸水深:1.0m以上~2.0m未満)	2,603,814 (5.0%)	1,995,977 (7.0%)	90,400 (9.0%)	249,940 (4.1%)	176,244 (2.1%)	59,704 (1.3%)	24,207 (0.7%)	7,342 (9.3%)
- 1階の床上までが浸水する地域に居住している世帯数(浸水深:0.5m以上~1.0m未満)	1,790,932 (3.4%)	1,378,418 (4.8%)	55,248 (5.5%)	180,392 (2.9%)	117,177 (1.4%)	39,318 (0.9%)	15,387 (0.5%)	4,992 (6.3%)
- 1階の床下までが浸水する地域に居住している世帯数(浸水深:0.0m~0.5m未満)	2,623,497 (5.0%)	2,014,564 (7.0%)	79,715 (7.9%)	259,562 (4.2%)	180,911 (2.2%)	58,993 (1.3%)	22,114 (0.7%)	7,638 (9.7%)

※割合は四捨五入の関係で、各構成要素の割合を足しあげたものと一致しない場合がある。
出典：国勢調査及び国土数値情報より国土交通省作成

高さを50cmと想定。以下、同様)までが浸水する地域に居住している世帯数が総世帯数の5.0%、一戸建て住宅居住世帯の7.0%で、これを超えて1階の床上程度までが浸水する地域が、総世帯数の3.4%、一戸建て住宅居住世帯の4.8%、さらに1階の軒下までが浸水する地域が、総世帯数の5.0%、一戸建て住宅居住世帯の7.0%、それ以上に浸水する地域が、総世帯数の5.6%、一戸建て住宅居住世帯の6.5%となっている。全体に、一戸建て住宅での浸水想定区域内居住割合は、長屋建て居住世帯より少なく、共同住宅居住世帯よりも多くなっている。

表 I-4 に示した L1 浸水想定区域内の住宅居住世帯数を、想定浸水深区分別のグラフで図 I-5 の左側に示し、また、表 I-3 に示した 2001~2020 年の水害による被災家屋棟数を被災区分別に同図の右側に示し、それぞれ対応すると思われる浸水深によりリスクと被害を比較できるようにした。図から、実際の被害のほとんどは、L1 浸水想定区域の想定浸水深よりも浅い浸水深で発生していることがわかる。また、水害統計調査では床下・床上の被害区分のみではあるが、被害世帯数の集計もなされている。これによれば、浸水想定区域に居住する 9,915,511 世帯(国土交通省住宅局推計)に対して、2001 年から 2020 年の 20 年間に実際に浸水被害(河川水害)に遭遇したのは 598,103 世帯(水害統計調査。約 1/17)で、荒々の計算で言えば、浸水想定区域内に居住する世帯の年平均で約 340 分の 1 が浸水被害を受けていることとなる。また 1階の床上より上部が浸水する地域に居住する世帯数 7,292,014 世帯に対して、同じ 20 年間に実際に床上以上の浸水被害(河川水害)に遭遇したのは 218,863 世帯(約 1/33)で、同じく荒々の計算で、想定浸水深 0.5m 以上の浸水想定区域内に居住する世帯の年平均で約 660 分の 1(最近 10 年間に限れば

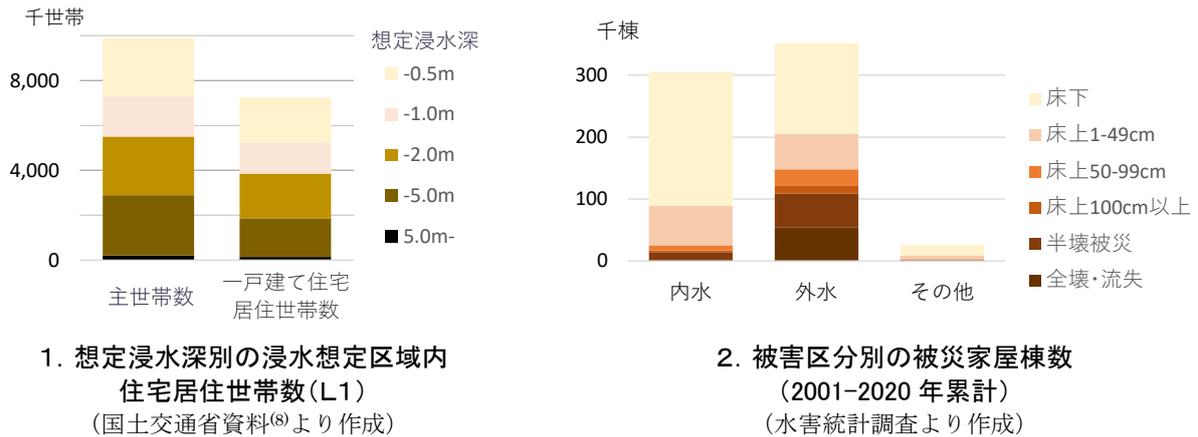


図 I-5 浸水被害に関するリスクと実績

約 560 分の 1) が床上以上の浸水被害を受けていることなる。

1.3 建築物の水害対策に係わる調査・研究等の状況

洪水被害を減らすためのこれまでの取り組みは、ダム・遊水池・堤防・放水路といった河川施設の整備、または雨水管・ポンプ場といった下水道施設の整備など、どちらかと言えば土木分野での課題あるいは、水害常襲地域における伝統的な輪中集落や水防建築など、限定的な地域における歴史的課題だと捉えられてきており、都市計画分野や建築分野における現代的な研究課題としてあまり取り組まれてこなかった状況がある。1980年代に土木工学の河川分野で「建築物の耐水化」として検討された⁹⁾ほか、農村部を中心とした水害への防備を備えた伝統的建築・集落の研究¹⁰⁾などが行われている。

2001年には、水防法改正による洪水浸水想定区域の指定を受けて、家屋の浸水対策に関する基本的考え方・手法を示したマニュアル等¹¹⁾が、国土交通省の河川局(当時)と住宅局の関与により発刊されている。ここでは、床上浸水を未然に防ぐ(嵩上げ・高床・囲む・建物防水: 図 I-6)や、床上浸水に備える(人命・生活・家財・設備機器を守る)、材料や構法などを工夫する(耐水性のある材料・構法、取り替えやすい材料・構法、乾燥しやすい材料・構法)、排水や残留物の除去に備える(床下の排水のための工夫)、等の方法が解説されているが、各論にとどまり具体的な計画案の提示には至っていない。

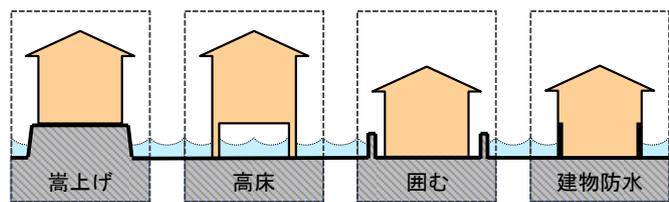


図 I-6 床上浸水を未然に防ぐ方法 (文献¹¹⁾をリライト)

これに対して、欧米では水害による被災建築物の割合が比較的高いことから、住宅等の敷地・建築レベルでの水害対策手法について、政府機関・研究所等により多くの検討とガイドブック等の発刊がなされている⁶⁾。浸水被害に遭った建築物の修復方法、浸水に強い建材、浸水防止に資する部材に加え、減災のための設計等の工夫と建築物の水害対策の手法が解説されている。建築物及びコミュニティレベルでの水害対策を扱った書籍も英国王立建築家協会から出版されている¹⁸⁾。浸水対策の手法は概ね、建物内部への浸水を許容しつつ被害を減らす“Wet Floodproofing”と、浸水を防止する“Dry Floodproofing”に分かれるが、耐震対策が不要かつ組積造の住宅が多いこれらの国々の建物と、木造住宅が多いわが国とでは建物の嵩上げの容易性など、対策の前提

が若干、異なる。

日本の建築分野における水害対策への取り組みについては、概ね以上のような状況であったが、2018年の平成30年7月豪雨（西日本豪雨）、2019年の令和元年東日本台風（第19号）などを受けて状況は大きく変わりつつある。

一つは被災と復旧を踏まえた冊子やガイドブックの発刊で、被災地で活動したNPOや建築士・事務所などの取り組みにより、被災者向けの応急措置から生活再建、住まいの復旧までを扱っている⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾。実際の改修事例の建築計画の内容を、工事費を含めて紹介している冊子⁽²¹⁾も作成されている。また既述であるが、高層マンションの被災を踏まえた「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」も国による作成であるが、この範疇に含まれよう。

建築物の対策に関わる技術開発については、2020年7月に、日本学術会議及び日本建築学会が水害対策に関わる提言を公表している。前者は「未着手に近い重要検討課題」として「耐水性建築技術の確立」をあげて研究を急ぐべきであるとし⁽²²⁾、後者では戸建て住宅を中心に、設計手法・対策技術、建築構造技術、復旧性能等の観点からそのあり方を整理している⁽²³⁾。

前後して、民間ハウスメーカー（(株)一条工務店）は、わが国で事実上初めて水害対策性能を備えた戸建て住宅商品を開発し、(国研)防災科学技術研究所と協力して2度にわたる性能実証のための公開実大実験を2019年⁽²⁴⁾と2020年⁽²⁵⁾に実施し（図I-7）、既に市場に提供している。特に2度目の公開実験は、3m以上の水位に対して建物を浮上させるという斬新な手法を見せるものであった。その後、その他のハウスメーカーや工務店等による浸水対策の取り組みも行われている⁷⁾。また、住宅生産関連の団体により構成される（一社）住宅生産団体連合会は、新築戸建て住宅を主な対象に、浸水想定区域等で住宅設計を行う際に考慮すべき情報や、設計フロー、浸水対策方法を設計例とともに示した、「住宅における浸水対策の設計の手引き」⁽²⁶⁾を作成し、2021年7月に公開している。

さらに、研究論文なども多く見られるようになっている。ここ数年の建築学会の査読付き論文をみると、水害による被災家屋の状況の数値解析⁽²⁸⁾や、浸水した住宅の復旧に関する調査⁽²⁹⁾、上述の実大実験内容等に関する技術報告⁽³⁰⁾⁽³²⁾⁽³¹⁾、浸水した戸建て住宅の被害と補修方法⁽³³⁾、等の研究成果が公表されている（筆者によるものを除く）。また、水理学及び耐水構造設計の観点から建築物の水害対策を扱った書籍⁽³⁴⁾も発刊された。



1. 無浸水仕様(2020.10.2)



2. 浮上仕様(2021.10.13)

図I-7 一条工務店「耐水害住宅」公開実験
(於防災科学技術研究所・木内撮影)

補注

- 1) 本研究においては、用語「建築物」と「建物」について建築基準法等の定義とは別に、原則として次のように用いることとする。ただし、法律・資料・統計書等に言及している場合は、そこで用いられる語を使うことを基本とする。
 - ・ 建築物：他の構造物等との比較において対象を明確化するために、概念的・総称的に論じる際に用いる（建築物の被害、建築物の設計、建築物の対策、等）。
 - ・ 建物：より具体的・個別的に、その内外や、箇所・部材、被害額等について論じる際に用いる（建物内への浸水、建物1階、建物被害と什器被害、建物が立地する、等）。
- 2) 本研究においては、「水害（水災害）」、「洪水」、「氾濫」、「浸水」等の用語について、原則として次のように用いることとする。ただし、法律・資料・統計書等に言及している場合は、そこで用いられる語を使うことを基本とする。
 - ・ 水害：洪水・氾濫等による被害のこと。土砂災害を含むことの多い「水災害」と区別する。
 - ・ 洪水：陸地に水が溢れている状態を指す。河川分野においては、河川敷の外側に水が溢れている状態（外水氾濫）を指すことが多い（「洪水浸水想定区域図」等）が、本研究においては、外水氾濫（河川からの氾濫）と内水氾濫（河川外での排水困難による氾濫）を区別する必要がほとんどないため、基本的には特に区別しないで用いる。
 - ・ 氾濫：水が陸地に溢れることで、「洪水」とほぼ同義で用いるが、その原因に着目する場合は、「内水氾濫」と「外水氾濫」を区別して用いる。
 - ・ 浸水：通常は水に浸からないところが浸かること。原則として建物内への浸水を指し、それ以外は「敷地の浸水」などと区別して記載する。
- 3) 例えば、文献(22)、(23)、(27)。
- 4) 現在は、「家屋倒壊等氾濫想定区域」と名称変更されている。
- 5) 信濃川水系（千曲川）緊急治水対策プロジェクト、那珂川緊急治水対策プロジェクト等
- 6) 英⁽¹²⁾、米⁽¹³⁾、仏⁽¹⁴⁾、独⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾等（文献(16)は文献(15)の最新改訂版）。EU では、建築空間における浸水防止技術の標準化を検討する共同研究プロジェクト“SMARTeST”が2010年1月～2013年6月に実施され⁽¹⁷⁾、関係国の取り組みに影響を与えている。
- 7) 文献(27)の5章に詳しい。

参考文献・資料（本研究報告のURLは全て2023年1月11日に最終閲覧した。以降同様。）

- (1) 社会資本整備審議会河川分科会気候変動を踏まえた水災害対策検討小委員会（2020）「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について ～あらゆる関係者が流域全体で行う持続可能な『流域治水』への転換～」2020.7
https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouiinkai/kikouhendou_suigai/pdf/03_honbun.pdf
- (2) 国土交通省水管理・国土保全局（作成年不明）「『流域治水』の基本的な考え方」：「『流域治水』の施策について」（8p）
https://www.mlit.go.jp/river/kasen/suisin/pdf/01_kangaekata.pdf
- (3) 国土交通省住宅局建築指導課・経済産業省産業保安グループ電力安全課（2020）「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」2020.6
<https://www.meti.go.jp/press/2020/06/20200619003/20200619003-1.pdf>
- (4) 国土交通省（2021）「水災害リスクを踏まえた 防災まちづくりのガイドライン」2021.6、国土交通省都市局、水管理・国土保全局、住宅局

- <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001406357.pdf>
- (5) 金融庁 (2022) 「火災保険水災料率に関する有識者懇談会報告書」 2022.3
<https://www.fsa.go.jp/singi/suisai/houkokusyo.pdf>
- (6) 国土交通省 (出版年不明) 「家庭での被災想定 浸水したときに、家の中ではどんな事が起こるだろう？」
https://www.mlit.go.jp/river/bousai/library/pdf/hisai_extract.pdf
- (7) 国土交通省 HP 「水害統計調査 調査の概要」
https://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/chojou/gaiyo_b5t1.html
- (8) 国土交通省 (2020) 「社会資本整備審議会住宅宅地分科会勉強会」: 「第3回 資料6 まちづくりを巡る状況について」 (16p)
<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001346530.pdf>
- (9) 吉野文雄ほか (1981) 「総合治水対策としての建築物の耐水化の技術的検討」 土木技術資料 23(7)、pp.343-348、1981.7
- (10) 横田憲寛ほか (2016) 「水害常襲地域における建築的減災対策に見る地域特性に関する研究: 利根川・荒川・大井川及び信濃川・揖斐川・淀川を対象として」 日本建築学会計画系論文集 81 (727)、pp.1929-1937、2016.9
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aija/81/727/81_1929/_pdf/-char/ja
- (11) (財) 日本建築防災協会 (2001) 「家屋の浸水対策マニュアル; わが家の大雨対策 安心な暮らしのために」 「家屋の浸水対策ガイドブック; 安心な暮らしのために」 2001.7
- (12) Ministry of Housing, Communities & Local Government (2007) “Improving the Flood Performance of New Buildings; Flood Resilient Construction” 2007.6
<https://www.gov.uk/government/publications/flood-resilient-construction-of-new-buildings>
- (13) Federal Emergency Management Agency (2008) “Protecting Your Home And Property From Flood Damage; Mitigation Ideas For Reducing Flood Loss” 2008.8
https://www2.illinois.gov/dnr/WaterResources/Documents/Protecting_Home_Book_09-08_yellow_book_950314331.pdf
- (14) Ministère de l'égalité des Territoires et du Logement et al. (2012) “Référentiel de travaux de prévention du risque d'inondation dans l'habitat existant” 2012.6
<https://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/08/referentielInondation.pdf>
- (15) Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010) “Hochwasserschutzfibel Objektschutz und bauliche Vorsorge” 2010.12、英訳有
- (16) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2022) “Hochwasserschutzfibel; Objektschutz und bauliche Vorsorge” 2022.2、英訳有
https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmwsb/verschiedene-themen/2022/hochwasserschutzfibel-auflage-9-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- (17) Stephen Garvin et al. (2007) “SMARTeST; Flood Resilience Technologies”, 2013
<https://www.floodguidance.co.uk/smartest-project/>
- (18) Edward Barsley (2020) “Retrofitting for Flood Resilience: A Guide to Building & Community Design” RIBA Publishing, 2020.2
- (19) 震災がつなぐ全国ネットワーク (2017) 「水害にあったときに ～浸水被害からの生活再建の手引き～」 2017.3、(リンクは 2021 改訂版)
https://blog.canpan.info/shintsuna/img/E6B0B4E5AEB3E381ABE38182E381A3E3819FE381A8E3818DE381AB_E5868AE5AD90E789882021.7.pdf

- (20) 岡山県土木部都市局建築指導課・(一社)岡山県建築士事務所協会 (2020)「平成30年7月豪雨における被災住宅の復旧方法」2020.3
<https://www.pref.okayama.jp/uploaded/attachment/268351.pdf>
- (21) (一社)岡山県建築士会倉敷支部・倉敷市 (2020)「水害に備えて 水害前から水害後の応急処置・復旧まで 第3版」2020.3
<https://www.pref.okayama.jp/uploaded/attachment/298530.pdf>
- (22) 日本学術会議土木工学・建築学委員会 (2020)「提言 低平地等の水災害激甚化に対応した適応策推進上の重要課題」2020.6
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/kohyo-24-t290-1-abstract.html>
- (23) 日本建築学会 (2020)「提言 激甚化する水害への建築分野の取組むべき課題 ～戸建て住宅を中心として～」2020.6
<https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2020/20200629.pdf>
- (24) (国研)防災科学技術研究所・(株)一条工務店 (2019)「世界最大級の大型降雨実験施設によるゲリラ豪雨・洪水対策の『耐水害住宅』公開実験について」2019.9
<https://www.bosai.go.jp/info/press/2019/20190913.html>
- (25) (国研)防災科学技術研究所・(株)一条工務店 (2020)「ゲリラ豪雨・洪水対策「耐水害住宅」の実物大建物浸水実験(水位3m)の実施」2020.9
<https://www.bosai.go.jp/info/press/2020/20200925.html>
- (26) (一社)住宅生産団体連合会 (2021)「住宅における浸水対策の設計の手引き」2021.7
https://www.judanren.or.jp/activity/committee/pdf/seino_shinsui_210726.pdf
- (27) 木村駿・真鍋政彦・荒川尚美 (2021)「私たちはいつまで危険な場所に住み続けるのか 自然災害が突き付けるニッポンの超難問」2021.10、日経 BP
- (28) 後藤浩 (2019)「平成27年9月関東・東北豪雨による浸水家屋の被災に関する数値解析的検討」日本建築学会技術報告集 25 (59)、pp.521-525、2019.2
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aijt/25/59/25_521/_pdf/char/ja
- (29) 鈴木麻純・松元良枝・木村悟隆・長谷川兼一・中谷岳史 (2022)「令和2年7月豪雨により浸水した住宅の復旧作業に関する調査報告」日本建築学会技術報告集 28 (69)、pp.1066-1071、2022.6
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aijt/28/69/28_1066/_pdf/char/ja
- (30) 和木洋・高橋武宏ほか (2022)「大型水槽を用いた実大戸建住宅の浸水試験システムの提案」日本建築学会技術報告集 28 (68)、pp.221-226、2022.2
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aijt/28/68/28_221/_pdf/char/ja
- (31) 和木洋・高橋武宏ほか (2022)「浸水深1m対策を施した耐水害住宅の実装に向けた実大浸水検証試験」日本建築学会技術報告集 28 (69)、pp.697-702、2022.6
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aijt/28/69/28_697/_pdf/char/ja
- (32) 和木洋・高橋武宏ほか (2022)「浸水深5m対策を施した浮上式耐水害住宅の実装に向けた実大浸水検証試験」日本建築学会技術報告集 28 (69)、pp.703-708、2022.6
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aijt/28/69/28_703/_pdf/char/ja
- (33) 渡邊史郎・今井信博・井上拓哉 (2021)「戸建住宅の浸水被害と補修方法の関係についての考察」日本建築学会計画系論文集 86 (788)、pp.2431-2440、2021.10
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aija/86/788/86_2431/_pdf/char/ja
- (34) 桑村仁 (2017)「建築水理学 水害対策の知識」2017.7、技報堂出版

2. 研究の目的と方法

2.1 研究の目的と必要性

本研究では、頻発・激甚化しつつあるわが国の水災害の状況を踏まえて、浸水リスクを踏まえた都市部における建築物や土地の利用のあり方について示唆を得るため、建築物の浸水を中心とする水害対策について費用対効果を中心に検討することを目的とする。

前節(1.3)に述べたように、建築物の水害対策については、さまざまな取り組みが始まっている。しかしながら、こうした取り組みについて各場所において何を目標にどのレベルの対策を行うべきかについては、ハザードマップや浸水想定区域図を所与の条件とする以外の方法は明らかではない。水防法に基づく洪水浸水想定区域図等においては、極端な数値が都市部の広い範囲で示される場合もあり、前提として現実に用いるには難がある。前節(1.2)でみたように、想定浸水深0.5m以上の浸水想定区域内(L1)に居住している世帯に対して、実際に今世紀に入ってから床上以上の浸水被害に遭った割合を荒々で計算すると、今世紀に入ってから年平均で約660分の1(2011～2020年の平均で約558分の1)となり、居住者の事前の水平避難により生命の安全が確保される限り、該当の住宅の全てに浸水対策をすべきとまでは言えないと考える。より面積の広い浸水想定区域(L2)を対象とすればなおさらである。そこで、浸水リスクのある地域での都市の土地利用とその誘導策のあり方を探るには、建築・敷地レベルでの水害対策について、立地場所のより具体的な浸水リスクの態様を踏まえて費用対効果を追究することが必要と考えた。

一方で、建築物や建築行為にはさまざまなタイプと場面があり、それぞれにおいて浸水対策を行う上でのハード及びソフト上の課題も異なることが想定される。そこで本研究では、建築物としては戸建て住宅、集合住宅、事業所を対象とした。戸建て住宅に関しては、浸水被害の割合の多い農村部や中小都市及び大都市郊外部での支配的な居住形態である。木造の家屋が多いことと、改修により浸水対策を講じるのは技術・費用の両面で極めて困難と考えられることから、木造の戸建て住宅を新築する場合を想定して、対策を検討した。大都市の市街地における居住形態として大きな割合を占める集合住宅に関しては、区分所有者における合意形成の問題が想定される既存分譲マンションの改修を対象とし、浸水対策を講じる場合を想定した。区分所有者から構成される管理組合での検討において、費用対効果の視点は、合意形成を得る上での最重要の視点であると考えられる。事業所については、水害被災地の復旧・復興の観点からは、住まいや生活を守るだけでなく、地域の経済や賑わいを支える事業所の対策も重要と考えた。RC造建物の1階に事業所が入居する場合の内装等(インフィル)工事時に、浸水対策を講じる場合を想定した。

上記の全ての場合について、立地場所の浸水リスクを踏まえた浸水対策の費用対効果の検討等を行った。

2.2 研究の方法

浸水対策の費用対効果の検討は、該当の建築物の設計の経験が豊富な建築設計事務所の協力を得た上で、モデルプランに基づく机上での検討(モデルスタディ)に基づいた。費用対効果の「費用」については、浸水対策そのものに必要な建築等のコストまたは浸水対策に伴う建築等のコストの増分とし、「効果」については、浸水対策を実施したことによる建物及び動産の被害の低減額とした。共通して以下の手順により行った(図I-8)。

費用				
浸水対策に関わる 追加的支出費用	=	対策実施時の 工事等費用	-	対策未実施時 の工事等費用
効果				
水害時の現状復旧 費用の低減見込み額	=	$\sum_{\text{浸水レベル}} (\text{浸水対策未実施時の現状復旧費用} - \text{浸水対策実施時の現状復旧費用})$	×	発生 確率
費用対効果 (B/C) : 追加的費用支出の回収見込み年数				
浸水対策の期待 回収見込み年数	=	浸水対策に関わる 追加的支出費用	÷	浸水時の現状復旧 費用の低減見込み額

図 I-8 浸水対策の費用対効果の算定の考え方

- ① 該当の建築物の浸水被害の実態や浸水対策についてヒアリングや現地調査等を行い、モデルプラン作成の方向性や浸水対策の概略など、検討の前提条件等を整理した。
- ② 浸水対策を講じていない標準的なモデルプランないし、既存建築として典型的なプラン（改修の場合）を検討し、試設計を実施。これを「基準案」とした。
- ③ 代替案としての浸水対策案ないし、浸水対策改修案を複数検討し、試設計を実施。これを「浸水対策案」とした。現状で現実的かつ一般的に適用可能と思われる浸水対策を対象とした。
- ④ 基準案と浸水対策案について、試設計をもとに、工務店への見積もり依頼や類似事例からの推計などによりその建築等のコストを求め、基準案と浸水対策案とのコストの差分（浸水対策に関わる追加的支出費用）を浸水対策に必要な「費用」とした。
- ⑤ 基準案と浸水対策案について、当該建物が氾濫に見舞われた際に必要となる建物の修復費用（建物被害額）及び家具・什器・商品等の動産に生じる被害額（原状復旧費用）を浸水深別に推計し、基準案と浸水対策案との差分を浸水対策に伴う「効果」とした。
- ⑥ 氾濫発生（最大浸水深別）の頻度を考慮するため、「治水経済調査マニュアル（案）」⁽¹⁾の算定方法⁽²⁾により、生起確率に基づく年平均被害軽減期待額の算定を行った。
- ⑦ 浸水対策に必要な費用を年平均被害軽減期待額で除することで、浸水対策に必要なコストの平均回収年数を求め、この数値を指標として費用対効果を比較することとした。

ここで被害額の推計（⑤）においては、その上下において被害額や浸水対策の効果が変化する浸水深に着目して、これを境目とする数段階の浸水レベル・対策ランクを設定した上で、それぞれのレベル・ランクについて浸水時の想定被害額と対策費用を求め、これを10cm単位で敷衍することで、確率的な評価に結びつける（⑥）流れとなる。なお、破堤地点付近や流下型の氾濫形態等において生じる大流速による、建物等に甚大な破壊が発生する場合は考慮しない（表 I-3 の2001～2020年で10.6%を占める、「全壊・流失」及び「半壊被災」に含まれると考えられる⁽²⁾）。

また、浸水深別の氾濫の発生頻度（生起確率）については、滋賀県「地先の安全度マップ」（図 I-9）で公開されている、異なる降雨確率に基づく内外水氾濫の想定浸水深（50mメッシュ）に相当するデータ⁽³⁾を用いた。データは、「無破堤」「越水破堤」「HWL（計画高水位）破堤」の3シナリオ毎に生起確率別の浸水深等が算出されており、「地先の安全度マップ」では各メッシュについて生起頻度別に最大となるシナリオの浸水深等の値を採用している。本検討では地点毎の最大浸水深の生起確率に近づけるため、一般に7割を占めると言われる「越水破堤」のシナリオの

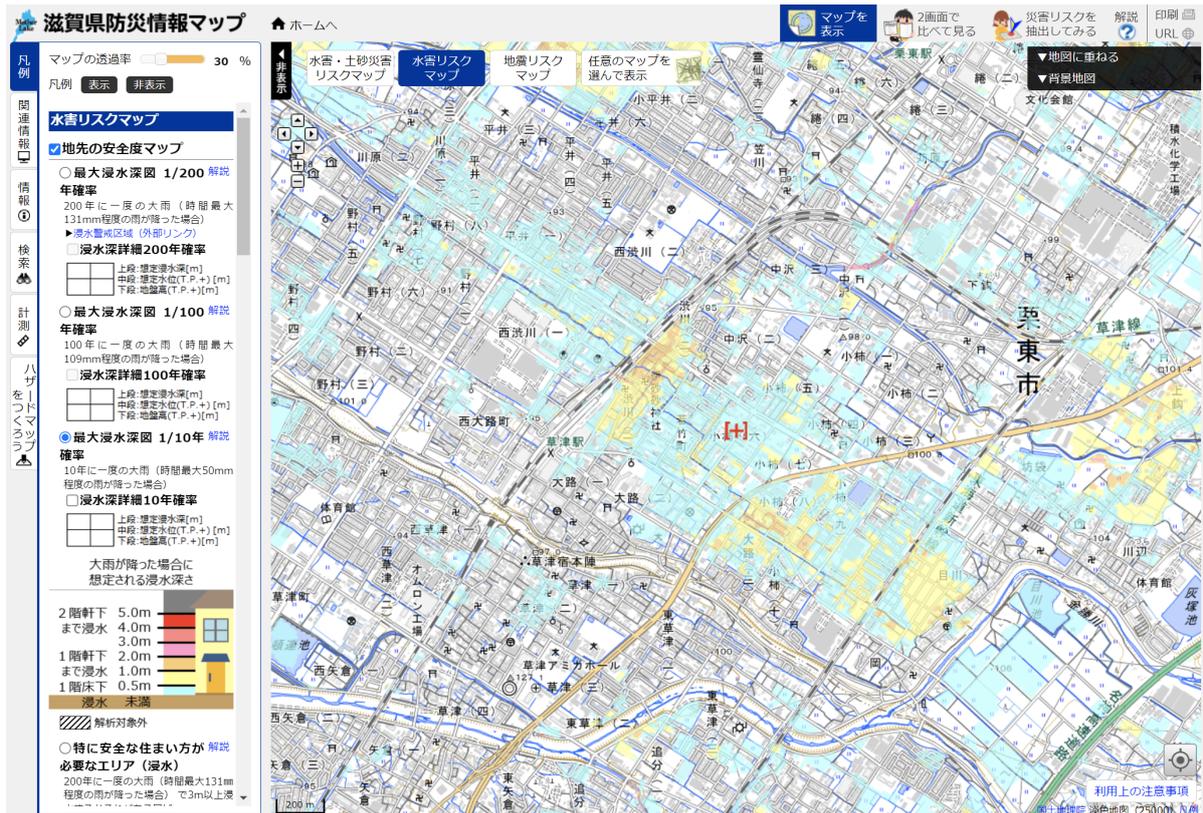


図 I-9 滋賀県「地先の安全度マップ」

データのみを使用した。一定の浸水リスクがあるメッシュを、2年確率で最大浸水深が50cm未満、200年確率で50cm以上、の条件で抽出した上で、浸水対策を検討する対象に応じて一定の世帯密度未満のメッシュを除外して対象とした。検討時点において、都道府県といった広い範囲を対象に氾濫による地点毎の発生頻度別の最大浸水深を、内外水を統合して推計した公式のデータは、「地先の安全度マップ」以外にわが国に存在しない。今後、本検討と同様の試算が全国レベルで展開できる可能性もあり、これについては第V章(3.2)で述べる。各対策案の効果があるメッシュタイプの浸水特性を求めることで、滋賀県以外への適用についても示唆を得る形とした。

なお「平均回収年数」は、浸水対策の相対的な必要性を把握するための目安として用いることが目的であることから、全て概算により行い、厳密な計算結果を求めるものではない。また、住民や事業者等が浸水時の被害として受けとめるものには、住民の被災時の仮住まい等の確保・移転に伴うものと精神的苦痛等や、事業所における情報損失や営業損失等があり、いずれも重要ではあるが個別性が強いことから、被害額の計算に含めていない。災害ゴミの処理等の社会的費用も考慮していない。原状復旧費用の算定における減価償却の影響も、被災時期等を特定して設定することが困難なため、内閣府の被害算定と同様、考慮していない。これらの点については算定結果を用いる際に考慮して、利用目的に応じて勘案すべきと考える。

2.3 研究の構成

第I章(本章)では、研究の背景を整理し、研究の目的と方法等について述べた。

第II章では、浸水に対して脆弱で被害実績が多い、低層戸建て住宅の新築を対象とする。都市部に立地する木造2階の戸建て住宅を想定し、①その浸水対策を講じた建築計画案の検討と、②

浸水対策に要する追加的建築コストの試算、③浸水対策に伴う水害時の資産被害の軽減額の試算、④多様な浸水リスクの条件下での費用対効果等の分析、等を行う。さらに検討を踏まえて、戸建て住宅の浸水対策の適用性を考察する。

第Ⅲ章では、既存分譲マンションの浸水対策改修を対象とする。令和元年東日本台風に伴い分譲マンションにおいても浸水による設備等を中心とした被害が多発して関心が高まったが、改修を実施するには管理組合を構成する区分所有者の合意形成が必要である。その際に重要となる費用対効果の視点での検討とする。都心及び駅周辺立地型と郊外住宅地立地型の2タイプを想定し、典型的と思われるマンションモデル及び前提とするハザードを設定した上で、水害時の浸水経路・被害範囲と修復費用・浸水対策箇所・浸水対策費用を検討し、対策の適用性を考察する。

第Ⅳ章では、都市部のRC造建物1階に入居する小規模な事業所を対象とし、その入居時の内装工事時における浸水対策を想定する。水害被災地の復旧・復興の観点からは、住まいや生活を守るだけでなく、地域の経済や賑わいを支える事業所の対策も重要と考え、事務所及び小売店、飲食店、小規模診療所の、4つの業種・モデルを想定する。検討は、①浸水被害と対策状況の情報収集、②検討の前提条件となる諸条件と対策の考え方等の設定、③基準案及びこれをベースにした浸水対策案の検討と試設計、④浸水対策の追加的費用及び浸水時の原状復旧費用等を推計、⑤期待値に基づいた対策の費用対効果の試算と適用性の考察、の手順で行い、適用性の高い業種の考え方等を検討する。

第Ⅴ章では、各章での検討結果と得られた知見を概括し、その活用可能性を考察した上で、建築タイプに応じた浸水対策の考え方をまとめ、浸水対策案の試設計及び費用対効果の分析にかかわる留意点と課題について、建築物の浸水対策の今後の展開を展望しつつ整理する。

2.4 既往の論文等との関係

本研究報告では、既に学会において公表あるいは公表予定の以下の論文・技術報告・梗概の内容に対して、紙数の制約等から盛り込むことができなかつた追加の情報や考察等を補足した。さらに、それらに共通する建築物の水害対策をめぐる社会的背景の解説を加え（第Ⅰ章）、また一体の研究としてまとめることで得られる、知見や考察を加えた（第Ⅴ章）。

- ・第Ⅱ章については、日本建築学会技術報告⁽³⁾（元となる大会発表梗概を含む。以下同様）として2021年2月に公表（査読付）。また、大会発表梗概⁽⁴⁾⁽⁵⁾として同年9月に公表の成果を含む。
- ・第Ⅲ章については、日本建築学会技術報告⁽⁶⁾として2022年2月に公表。
- ・第Ⅳ章については、日本建築学会技術報告⁽⁷⁾として2023年2月に公表予定。

また、費用対効果の試算の前提となる、資産の鉛直分布及び浸水確率を踏まえた家屋・事業所の資産被害評価の考え方は、河川技術論文⁽⁸⁾として2017年6月に公表されている。

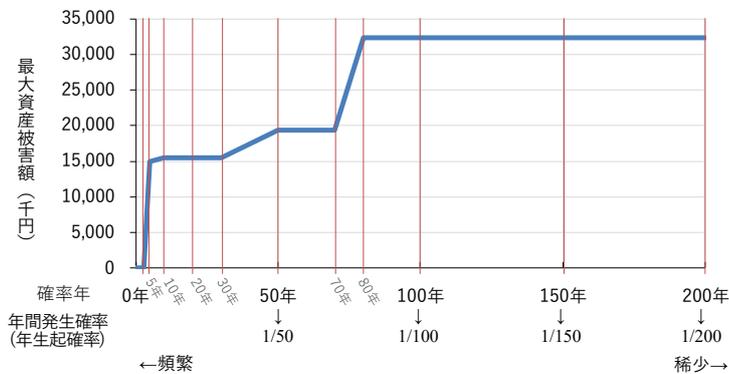
補注

- 1) 文献(1)の次表（表 4.13）による。年平均超過確率毎の被害軽減額を求めた上で、確率区間毎の年平均期待被害軽減額を推計し、全確率区間を（実務的には年平均期待被害軽減額が無視できるほど小さい確率区間となるまで）合計する方法となる。上記文献では、治水事業による整備効果の評価に用いる。また、文献(9)の次図（図 4.1.5 の一部）では、生起頻度別の資産被害額から、確率年区間別の生起確率×被害額を求めて足し合わせる過程を示している。

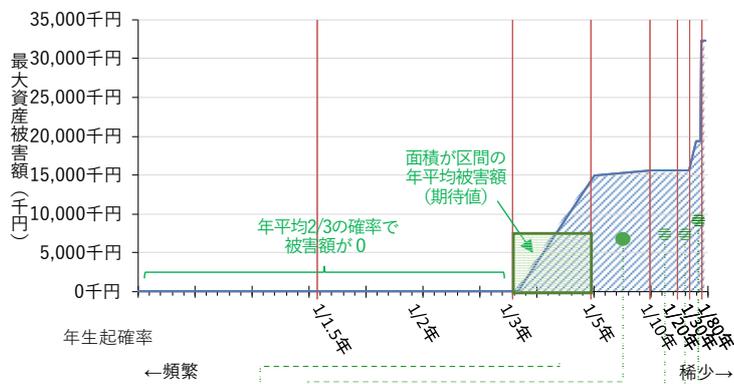
表 年平均被害軽減期待額算出表⁽¹⁾

流量規模	年平均超過確率	被害額			区間平均被害軽減額	区間確率	年平均被害軽減額	年平均被害軽減額の累計=年平均被害軽減期待額
		① 事業を実施しない場合	② 事業を実施した場合	③ 被害軽減額 (①-②)				
Q_0	N_0			$D_0 (=0)$	$\frac{D_0 + D_1}{2}$	$N_0 - N_1$	$d_1 = (N_0 - N_1) \times \frac{D_0 + D_1}{2}$	d_1
Q_1	N_1			D_1	$\frac{D_1 + D_2}{2}$	$N_1 - N_2$	$d_2 = (N_1 - N_2) \times \frac{D_1 + D_2}{2}$	$d_1 + d_2$
Q_2	N_2			D_2	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots				\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Q_m	N_m			D_m	$\frac{D_{m-1} + D_m}{2}$	$N_m - N_{m+1}$	$d_m = (N_{m-1} - N_m) \times \frac{D_{m-1} + D_m}{2}$	$d_1 + d_2 + \dots + d_m$

a. 生起頻度別の資産被害額



b. 年生起確率別の資産被害額



c. 確率年区間別の生起確率×被害額

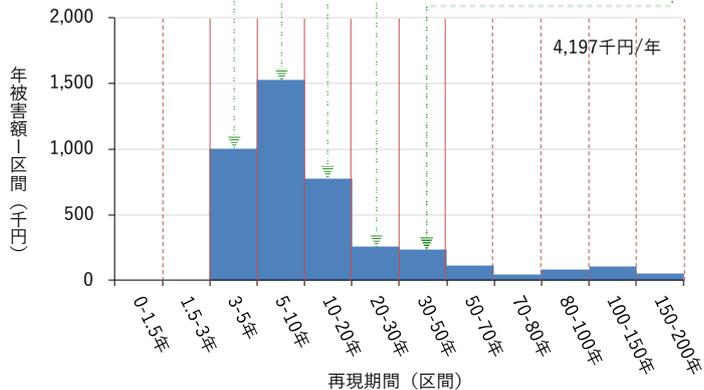


図 生起確率別の資産被害額から確率年区間別の被害額への変換⁽⁹⁾

これによれば、以下の通りとなる。

「ある事象（降水量、浸水深、浸水被害など）の確率年の逆数をとることにより、当該事象以上が生起する年あたり確率である年超過確率に換算できる。従って、『確率年の資産被害額（図の a）』は、『年生起確率別の資産被害額（図の b）』に変換できる。さらに、年生起確率別の資産被害額に年生起確率を乗じて積分することにより年当たりの期待資産被害額（以下、『年被害額』）を求められる。すなわち図に併記した式により『生起確率×被害額（図の c）』の総和として年被害額が求められる。」（下線部は文脈に合うように修正）

- 2) 水害統計調査における、全壊・流失や半壊被災等の被害区分については、データを作成する市町村が、原則として罹災証明などを参考に判断することとされており、内閣府の「災害に係る住家の被害認定基準」に準拠している。水害については外観や浸水深等を参考に、損害割合に基づいた判断となっており、大きな浸水深をもたらした洪水においては、建物の構造躯体に大きな流速等による甚大な破壊が生じていなくても、全壊とされる場合が多い点に留意が必要である。
- 3) 論文(2)で用いられたデータを、滋賀県立大学准教授の瀧健太郎氏より提供を受けて使用した。「地先の安全度マップ」で公開されている 1/200 年、1/100 年、1/10 年確率以外に、利用したデータには、1/1000 年、1/500 年、1/200 年、1/50 年、1/30 年、1/2 年確率でのデータも含まれている。対象としたメッシュの世帯密度等の詳細は、各章の該当箇所に記載した。

参考文献・資料

- (1) 国土交通省水管理・国土保全局（2020）「治水経済調査マニュアル（案）」2020.4（「表-4.13 年平均被害軽減期待額算出表」60p）
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/r204/chisui.pdf
- (2) 瀧健太郎ほか（2019）「中小河川群の氾濫水理解析に基づく地域防災力向上戦略の検討」河川技術論文集（25）、pp.79-84、2019.6
https://www.jstage.jst.go.jp/article/river/25/0/25_79/_pdf/char/ja
- (3) 木内望・槌本敬大・中野卓・今井信博・石山瑤子・井上拓哉・米野史健・渡邊史郎（2021）「木造戸建て住宅の耐水化建築計画案の検討及びその費用対効果からみた評価」日本建築学会技術報告集 27（65）、pp.499-504、2021.2
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aijt/27/65/27_499/_pdf/char/ja
- (4) 井上拓哉・石山瑤子・今井信博・木内望（2021）「木造戸建て住宅の耐水建築化及び費用対効果に関する研究 その4：屋根上避難計画案の試作成と追加的建築コストの算定」日本建築学会大会学術講演梗概集（建築社会システム）、pp.299-300、2021.9
- (5) 今井信博・井上拓哉・石山瑤子・木内望（2021）「木造戸建て住宅の耐水建築化及び費用対効果に関する研究 その5：生活回復機能追加案の試作成と追加的建築コストの算定」日本建築学会大会学術講演梗概集（建築社会システム）、pp.300-301、2021.9
- (6) 木内望・中野卓・藤木亮介・山木慎介「既存分譲マンションの浸水対策改修とその費用対効果に関するモデル的検討」日本建築学会技術報告集 28（68）、pp.442-447、2022.2
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aijt/28/68/28_442/_pdf/char/ja
- (7) 木内望・今井信博・山寄雄二郎・岡本祐紀・井上拓哉・中村凌（2023）「RC造建物1階に入居する事業所の浸水対策とその費用対効果のモデルスタディ」日本建築学会技術報告集、29（71）、pp.453-458、2023.2 掲載予定

- (8) 山本陽子・柳川一博・深見和彦・木内望ほか（2017）「建物用途別の資産鉛直分布及び浸水確率を踏まえた都市における家屋・事業所の資産被害評価の検討と試行」河川技術論文集(23)、pp.91-96、2017.6
https://www.jstage.jst.go.jp/article/river/23/0/23_91/_pdf/char/ja
- (9) 気候変動適応研究本部（2019）「気候変動下の都市における戦略的水害リスク低減手法の開発」国土技術政策総合研究所資料 No.1080, 2019.7（「図 4.1.5 生起確率別の資産被害額から確率年区間別の被害額への変換」 107p）
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1080.htm>

II. 新築木造戸建て住宅の浸水対策 に関する検討

1. 序

本章では、都市部に立地する新築の木造2階の戸建て住宅を想定し、浸水対策案とその費用対効果の検討を行った。当該住宅は、浸水被害の割合の多い農村部や中小都市及び大都市郊外部での支配的な居住形態であり、浸水に対して脆弱で被害実績が多い。日本建築学会が2020年にまとめた提言においても、木造の戸建て住宅の「耐水技術」の開発を中心に据えている⁽¹⁾。

ここでは以下の手順により、検討を進めた。2節以降で具体的な検討内容を詳述する。

- ①検討の参考とするため、浸水被害・復旧に関するヒアリング調査や、関係のガイドブック・手引き等の整理を行い、前提条件等を整理する【2節】。
- ②①を踏まえて、浸水対策案の検討の前提となる対策を行っていない「基準案」を作成し、この案をベースに浸水対策を行った案を、「修復容易化案」「建物防水化案」「高床化案」の3通り作成し、それぞれについて試設計を実施する【3節】。
- ③②で試設計を行った各案について建築コストを算定し、浸水対策案と基準案との差額により、浸水対策に伴う追加的コストを算定する。さらに各案が実際に浸水被害に遭遇した際の修復費用を浸水レベル別に算定し、浸水対策に伴う修復費用の低減効果を推計する【4節】。
- ④動産被害額や水害発生の浸水深別の確率を考慮して、各浸水対策案について浸水対策の費用対効果を推計し、その適用性を評価する【5節】。
- ⑤大洪水時に屋根上への避難を可能とする案及び、避難所生活が不要または最小限にとどまるように2階部分において生活機能の回復を可能とする計画案について、追加的に検討する【6節】。
- ⑥③で検討した木造戸建て住宅の浸水後の修復とその費用について、より詳細な検討を実施する【7節】。
- ⑦検討を踏まえて、戸建て住宅の浸水対策の適用性を考察し、その普及に必要な課題について整理する【8節】。

参考文献・資料

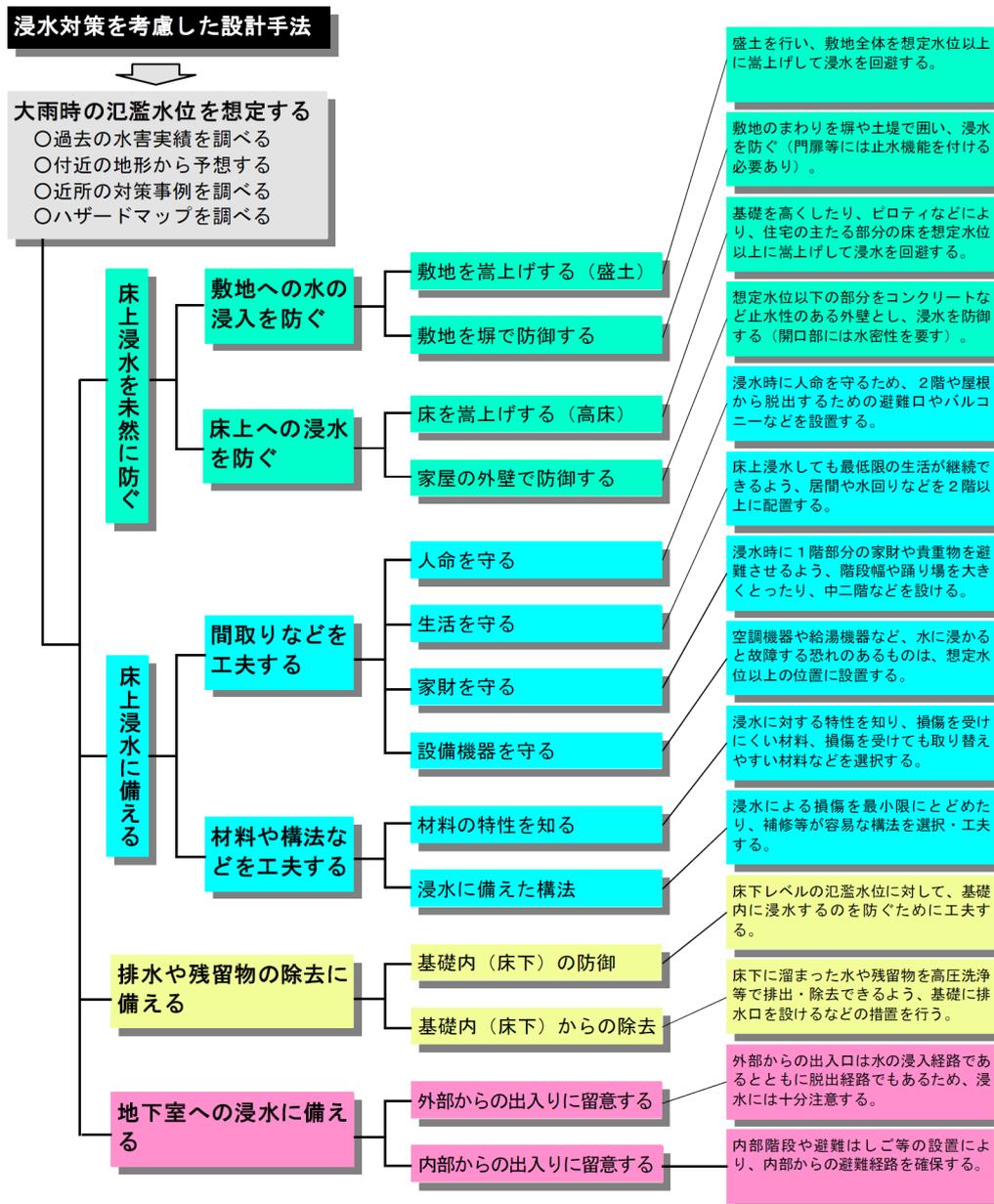
- (1) 日本建築学会 (2020) 「提言 激甚化する水害への建築分野の取組むべき課題 ～戸建て住宅を中心として～」 2020.6
<https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2020/20200629.pdf>

2. 検討の前提条件の整理

2.1 建築物の浸水対策に関するシナリオの整理

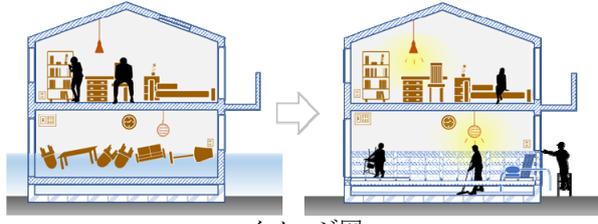
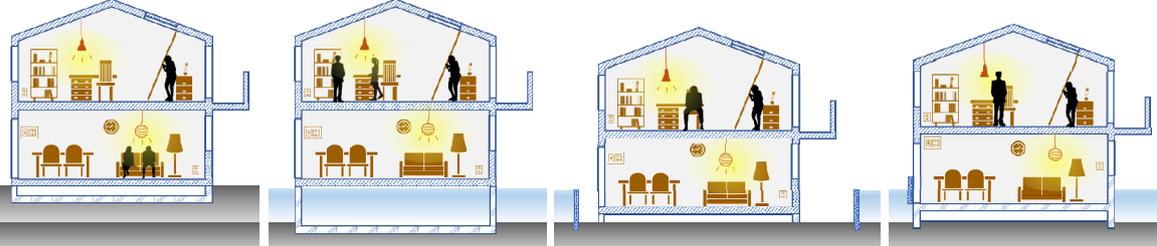
本章にかかわる検討を開始した時点（2019年）では、日本において建築物の浸水対策にかかわる手引的性格を有する資料は、（財）日本建築防災協会（当時）によるもの⁽¹⁾が唯一であった¹⁾。第I章（1.3）で述べたが、この資料では具体的な建築計画案までは提示されていないが、床上浸水を未然に防ぐ対策や、床上浸水に備える対策、材料や工法などを工夫する対策、排水や残留物の除去に備える対策、等の方法（図II-1）のそれぞれについてイラスト・写真により解説されており、対策の区分も欧米での“Wet Floodproofing”（建物内部への浸水を許容しつつ被害を減らす）と、“Dry Floodproofing”（浸水を防止する）の考え方に近い。

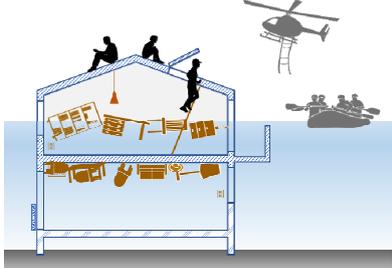
そこで、上記文献及び海外の文献^{(2)~(5)}を参考に、戸建て住宅での浸水対策のシナリオ・目的・対策例・課題を整理した結果を、検討にあたっての仮説として表II-1に整理した。



図II-1 浸水対策を考慮した設計手法の全体像（（財）日本建築防災協会⁽¹⁾）

表II-1 戸建て住宅での浸水対策として想定されるシナリオとその考え方、対策手法、課題の仮説的整理

シナリオ①：住宅の浸水後の修復が比較的容易かつ安価で早期に元の住宅での生活が回復可能	
考え方	<p>浸水後になるべく速やかかつ安価にて再使用を可能とすることを目的とする。このために、水や汚れ等が浸入した床下や壁・床の内部の洗浄と、部材・設備の交換や修復等の必要な作業を、少ない工程で容易かつ安価に行えるように工夫する必要がある。</p>  <p style="text-align: center;">イメージ図</p>
対策例	<ul style="list-style-type: none"> 床下浸水に対しては、床下の排水・清掃・乾燥が容易になるよう、一定の床下空間を確保した上で、床下点検口を設け、排水口（またはポンプによる吸引場所）に向け水勾配を設ける等の工夫を施す。 床上浸水に対しては、想定浸水深より下部には、耐水性のある部材・設備を使用し、浸水後に壁・床内部の確認や作業が容易にできるよう、解体・洗浄しやすい工夫を講じる。 壁や床の解体時に、道連れで交換・修復等の作業が必要になってしまう範囲をできるだけ少なくするような工夫を講じる、水平見切り板などで想定浸水深の上下で断熱材を分けるなど。 浸水に対して脆弱な設備（電気関係、給湯器、エアコン等）を、可能な限り想定浸水深より上に配置する。 家財の被害を減らす観点からは、上階に家具を運び易くする階段などの工夫も考えられる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> 完全な解体・洗浄・修理には費用等のさまざまな限界が想定され、一定の財産価値（性能も）の低下は避けられない可能性が高い。 面材耐力壁は解体・分割が難しく、またシステムキッチンやユニットバスは交換せざるを得ないと思われる。 耐水性能の低い部材（石膏ボード等）や、耐水性能が不明確な部材（集成材・合板等）の扱い。 透湿防水シートの外側（通気層）の洗浄と乾燥の必要性は不明。多くの修理事例においても手つかずである。 基礎に排水孔を設けるとすれば、シロアリ等の侵入口となってしまうような措置が必要。 以上の諸状況を考えると、伝統的な土壁（真壁）の家屋においてはともかく、現代の断熱材が入った大壁の家屋の床上浸水に対して、費用対効果の優れた対策があるかどうかは、不明。
シナリオ②：浸水を防ぐことにより建物内の資産を守ることができる	
考え方	 <p style="text-align: center;">イメージ図</p> <p>敷地の嵩上げ 基礎による嵩上げ(高基礎) 止水(防水)壁 建物防水</p>
対策例	<p>◇敷地や基礎の嵩上げ：建物の居室等を想定浸水深よりも高い位置に上げるため、敷地や基礎を嵩上げする。</p> <p>◇止水壁：建物の周囲に壁を設け、水の浸入を防ぐ。</p> <p>◇建物防水：想定浸水深より下部を止水性のある壁及び開口部等とし、建物の壁面等からの浸水を防ぐ。</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地の嵩上げは、一般的には盛り土で行い、周囲に擁壁を設置するかスロープ状にする。 基礎による嵩上げは、RC造基礎部分を通常よりも高くする。下部に人間などが入れるまで持ち上げて、車庫・倉庫や作業所を設ける、柱のみのピロティ形式にする、などの手法もある。 止水壁（防水壁）は、通常は敷地の周囲に巡らすが、車を含めた出入口部分には止水板等の設置が必要となる。また、敷地内への降雨を排水するためのポンプや、下水管等への逆流防止弁の設置等も必要となる。 建物防水では、壁面からの水の浸入を防ぐため、防水性のある鉄筋コンクリート（RC）造で壁面を構成することや、壁面と床を止水シート（及び水密テープ）等で包むことが考えられる。また、開口部（扉・窓・換気孔等）からの浸水に対して、上部への設置や予め止水板等で塞ぐ等により対策する。さらに、壁面貫通部（管路等）の周囲を防水性のあるシーリング材などで覆う、屋外の設備（エアコン室外機、給湯器等）を上部に設置する、下水管等の逆流防止のために逆流防止弁等を設置する、等の対策も必要となる。一方で、浮力についても（氾濫時に浮き上がらないように）充分に考慮する必要がある。

課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 嵩上げは、バリアフリーを念頭に置くとスロープ等の設置が望まれるため、一定の広さの敷地を要する。 ・ 敷地や基礎の嵩上げは、地震時の安全性に対する考慮も必要となる。 ・ 止水壁は景観上の問題がある。また出入口からの浸水防止や、雨水排出のためのポンプ等が必要になる。 ・ 止水壁や建物防水については、止水が必要な（水防ライン上の）全ての箇所において止水機能が、建物が存続する期間内にわたって機能する必要がある（地震動による建物の歪み等の考慮も含む）、そのための点検・補修を含む維持管理が重要となる。また止水板等については、事前の設置や保管場所が必要となる。 ・ いずれの手法も（嵩上げ部分への水の流入を許容する場合は別として）、氾濫時に湛水空間を縮小することとなるため、建て込んだ市街地においては周囲への浸水被害を助長する可能性がある。 ・ 以上から、農村集落や大敷地の住宅、低密度な住宅地では、一定の適用性が見込めるが、建て込んだ市街地で、大きな浸水が想定される場合に、汎用的に用いることは困難な場合が多いと考えられる。
シナリオ③：逃げ遅れたときの建物内垂直避難により生命の安全性が向上する（水平避難困難時）	
考え方	<p>大河川の（破堤等による）氾濫などの浸水深の大きな洪水に対して逃げ遅れた場合に、浸水深に応じて上階やベランダ、屋根上等への避難と、ボートやヘリコプター等での救出を容易にする。建物に大きな外力（流速）が働く場合には、建物の一定の損傷は容認しつつ、建物の倒壊・流出を防ぐ。</p> <div style="text-align: right;">  <p>イメージ図 屋根上等への避難</p> </div>
対策例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小屋裏から天窗、バルコニーからタラップ（梯子）等を通じた、屋根上までの避難ルートを確認する。 ・ 想定される洪水の外力（流速・水深）に対して、建物躯体が抵抗できるように壁や金物などで補強する。 ・ 壁等の脱落により外力を受け流す考え方もある（浮遊物として他建物に衝突させない工夫が必要）。 ・ 浮力や建物内外の水圧差による外壁の損傷等に対して、建物内に浸水させることや、1・2階の床下に空気溜りを考慮した空気抜き孔の配置等が考えられる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大河川破堤時の堤防の近傍などで、想定される外力（流速×水深）があまりに大きい場合と、水深そのものがあまりに大きい場合は、木造戸建て（2階建て）では実現困難。 ・ 地盤の洗掘も考慮する必要がある。 ・ 想定以上の外力発生を考慮し、高台やビル等への避難が原則となるが、その意欲を減退させるおそれがある。 ・ 「外力を受け流す」方法は、RCのピロティ基礎以外の方法では技術的なハードルが高いと思われる。 ・ 太陽光発電のための屋根・屋上のソーラーパネルによる、感電・滑落等を避ける必要がある。

2.2 浸水被害・修復事例に関するヒアリング等調査

前項の整理を踏まえ、浸水対策の計画案の検討と試設計、及び水害時の修復など費用の算定方法に関して参考とするため、浸水家屋の被害の状況や、修復の手順、修復が容易となる計画上の工夫等を聴取し、一部現地調査を実施した。対象は近年水害のあった、①茨城県常総市、②岡山県倉敷市、③広島県三原市、④同県坂町及び、⑤長野県長野市において、被災住宅の復旧・修復を経験した建築技術者、ボランティア支援者、居住者等である（表 II-2）。地区の被害状況は、①破堤または土石流発生地点付近で大破壊を伴う（①～④の一部）、②土砂災害由来の瓦礫や土砂を多く含む泥水が流入（⑤の

表II-2 浸水被害・復旧事例のヒアリング概要

水害事象	被災建物の場所	実施日	対象
平成 27 年 9 月 関東・東北豪雨	①茨城県常総市	2020 年 1 月	工務店(建築士)
平成 30 年 7 月豪雨	②岡山県倉敷市	2019 年 10 月	工務店(建築士) 建築士(2名)
	③広島県三原市	2020 年 1 月	工務店(建築士) 建築士(2名)
	④広島県坂町	同上	工務店(建築士) 電気工事士 居住者(2名)
令和元年東日本台風	⑤長野県長野市	2020 年 2 月	建築系大学研究者 ボランティア支援者

一部及び㊦の殆ど)、㊦水流や土砂は少なく水位上昇に伴い浸水 (㊦以外の殆ど)、に分かれる。

浸水被害・復旧に関する指摘事項を表 II-3 に記載したが、事例の多い㊦を対象として内容をまとめると以下ようになる。

- ①床上浸水では、初期排水、家財の撤去処分、床・壁仕上げ材・下地材・断熱材の撤去、洗浄・排水・消毒・乾燥を行った後、新たな下地、断熱、仕上げが施工される。浸水部分のカビ等の発生は早く、排水・乾燥開始が早期に必要となる。反面、被災後は大工・工務店の人員に限られるため、多数の家屋の復旧への直後の対応は困難で、居住者やボランティアが作業の主力となる場合も多い。そのため、使える器材や技能、情報が限られ、技術的に複雑な作業は難しい面がある。被災エリアが限られるため資材価格の高騰や調達難は聞かれなかった。
- ②仕上げ材・下地材の撤去範囲は、部材の構成と施工の都合から、被害を生じた範囲より過大となる傾向がある。特に、近年の厚板合板と接着剤併用の床材は撤去しにくく、復旧に費用と時間を要するため、床下や軽微な床上の浸水では、床板を全面撤去せずに、床下で洗浄・排水、消毒、乾燥した例も見られた。外壁通気層内への泥水の浸入が疑われる浸水事例も多く見られた³⁾が、資金的制約等から、外観上で破損のない外壁の撤去・再施工までは行われていない。
- ③浸水高さが低い場合でも、木質系家具、住設機器、床置き家電製品など、家財の損害は大きい。しかしながら市街地部では、被災後に建て替える場合でも、浸水対策としての敷地の嵩上げは、近隣との関係や日常利便、建築コストの観点から積極的には取り組まれていない。

表II-3 浸水被害・復旧に関する主な指摘事項

<p>【被害の発生状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・洪水のタイプにより、水流や土砂の量、被害の性状が異なる。破堤地点近傍では強い水圧による破壊が見られ、家屋の倒壊や、基礎ごと浮いて押し流される例も見られる。土砂災害を伴う場合は、屋内への土砂や瓦礫の流入や堆積が多く、ガラスも破損するが、比較的狭い範囲に限られる。 ・河川氾濫による浸水の場合、破堤地点周辺以外の広範な地域では、水流による破壊は少なく、下から水位がじわじわと上がり浸水のみが進み、土砂の流入も少なく、細かい泥が残っている。漂流物によるガラスの破損も比較的少ない。内水氾濫でも同様と思われる。 ・浸水時間は数時間から数日に及ぶものまで差があるが、今回のヒアリング事例のほとんどでは、一日以内で水が引いている。
<p>【被災後の排水・土砂撤去・乾燥・消毒】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・乾燥が遅れた場合に室内環境汚染の源となるカビの発生を防止するため、早期の乾燥開始が最重要である。工務店にも乾燥が重要との認識はあり、扇風機類で乾燥させているが、乾燥期間を十分に取れない状況もある。 ・乾燥に際しては、カビ等で汚染した空気を家中に拡散させずに屋外に直接出すための換気ルートの確保が重要である。特に、2階で居住している様な場合には、健康被害にもつながるので重要。 ・汚水のような臭気がした例は少なく、カビ臭さが主な悪臭となっている。 ・消毒についての情報(効果・安全性・適性等)は不足し、どの工務店も自信が持てない様子が伺われ、適切な情報提供が求められている。 ・被災直後は人手が限られるため、工務店が工事に乗り込む前に、家族・親戚・知人・ボランティアなどが助言に従って、事前の作業として、床の撤去と、流入した泥のかき出し、廃棄物の処分等を行い、早々に乾燥させることが効果的で、そうした事例では工期・工事費が抑えられている。 ・床上浸水の場合でも、水が引くと直ちに床に開口を設け、床を剥がさず、送風機を設置して乾燥させてカビの発生を防いでいる例もあった。 ・清掃・乾燥等については、米国 EPA (環境保護庁) のガイドラインが役立つとの指摘があった。
<p>【基礎】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・布基礎は内部が自然に乾くが清掃消毒がしにくく、流入土の識別がしにくい場合もあり、過剰にすき取り、束を浮かせてしまう例も見られ、床下地のレベル調整もしにくい。布基礎に防湿シートを敷いて砂で押える仕様

では、シートの存在に気づかずに掘り破ってしまう場合もある。

- ・ベタ基礎は水が溜まるが排水後の清掃を行いやすく、復旧時の床下地のレベル調整もしやすい。釜場の設置も容易で、500mm角程度で、水勾配はなくても排水時の効果が期待できる。
- ・基礎を高くし、床レベルを（100～200mm）上げておければ、出入りの段差は増すが維持管理も容易になり、床を剥がさずに床下での復旧作業も容易になる。

【床】

- ・カビが発生するため、いち早く清掃・乾燥を行う必要がある。
- ・床下浸水で床下の土砂の堆積が少ない場合は、点検口や一部床の開口からの搬出でも対応でき、床高を上げ、点検口等を多く設けるのが有効。
- ・床上浸水でも、浸水深が浅く土砂の堆積がわずかな場合、早期乾燥が可能で、床を剥がさず清掃・消毒でカビや材の腐朽を防止できれば、復旧費を抑えることができる。
- ・床下の土砂の堆積量が多い場合は、床を迅速に剥がす必要がある。
- ・従来の荒床+畳は、畳は廃棄となるが、荒床は剥がしやすく、乾燥・復旧もしやすい。
- ・1階に厚板構造用合板の根太レスの工法や床パネルを用い、フローリングを接着剤併用で固定したものの撤去には、丸鋸等で格子状に床を切った上で、電動マルチツールで撤去するのが効果的。
- ・1階床下地板はビス止めの事例も見られるが、ボンド併用でビス頭がつぶれ回せないものもあり、一度つぶすと抜けなくなるため、釘止めの方が撤去しやすい。
- ・床下の断熱材は吸水性の低いポリスチレンフォームが適する。洗浄乾燥後、再利用もできる。下から取り外せると良い。
- ・床上浸水では下地合板や複合フローリングは、変形し使えない場合が多い。荒床や無垢の縁甲板は洗えば再利用できるが、手間、汚染、反りから新調する傾向が高い。フローリングを剥がさずに洗浄・消毒で再利用する例も見られたが、板の隙間から土の粒子がにじみ出したり、後日表面が剥がれ貼り替た事例が見られる。

【壁内部仕上げ】

- ・壁内へのカビ発生防止のため、浸水した壁面の撤去が必要だが、居住者の心理的抵抗は大きい。
- ・床上浸水では、浸水高に関わらず内壁と断熱材を天井まで撤去している場合が多いが、水を吸い上げたところ（浸水高さ+30～40 cm程度）まで撤去とし、修復範囲を最小限とした例もある。
- ・天井付近まで浸水した場合は、天井は浸水していなくても、天井より上部の壁内の繊維系断熱材が吸水するため、壁を撤去するために天井も撤去している例が多い。
- ・壁内に水平見切り部材を入れて断熱材や内装仕上材を分離することにより、低コストで被害と復旧の範囲を限定する効果が期待できる。真壁造で、差し鴨居が上部の壁の吸水を防いだ例もあった。
- ・断熱材は繊維系、発泡系とも濡れたら交換する例が多い。現場発泡ウレタン断熱材は吸水し、撤去も困難。ポリスチレンフォームなどは洗浄乾燥後、再利用可能だが、壁への施工時に固定しにくい。

【壁外部仕上げ】

- ・モルタルは浸水の影響は少ない（ラス固定のタッカーの腐食には注意を要する）。
- ・窯業系サイディングは12mm程度だと浸水すると膨張や反りが生じる。ケイ酸カルシウム板も使えなくなる。塗装等で表面に防水を施した外装材も、裏面や小口からの浸水には弱い。
- ・外装材の撤去・復旧は費用を要するため、施主の判断により手が付けられないことが多い。
- ・通気工法では、通気層に水も泥も入っていると思われるが、いわば屋外側の空間で通気により乾燥するとも考えられることや、修理費用を抑えるため、外壁まで剥がした事例は聞かれなかった。

【サッシ】

- ・床上浸水時にはサッシ廻りの下枠や水抜き穴から水が浸入しており、止水性は期待できない。
- ・全体にガラスの割れた例はわずかで、サッシの交換をしている例は比較的少ない。天井近くまでの床上浸水によりアルミサッシの変形が生じた場合でも、交換は足場を要する外装全体の更新につながることもあり、修復額を抑えるため、外壁を傷めずに交換するなどの配慮が見られた。

【住設機器】

- ・キッチン、ユニットバス、トイレは衛生上の不安から全部交換する例が少なくない。
- ・ユニットバスのメーカーは、浸水した場合に下地の腐食のおそれがあるとして交換を勧めている。外壁側の壁を撤去して外からユニットバスの裏面の泥の撤去・清掃を行っている事例もあった。
- ・浸水対策で、都市ガスではなく復旧の早いプロパンガスを採用するとの見解もあった。

【水害対策、浸水対策への感触、ほか】

- ・被災した地域は、水害の浸水高の記録が遺されている例など、過去にも水害を経験している場合が多いが、居住者が被災を機に真剣に浸水対策を考えるようなムードは少ないと見受けられた。
- ・工務店は、立地選定を浸水対策の基本と考えて顧客に注意喚起するが、建物で対策を講じることには限界を感じている。地盤高には注意するが、狭い敷地で嵩上げがしにくい、周囲と著しく異なるつくりはしにくい、日常の使い勝手（上り下り）は犠牲に出来ないなどの感覚があり、苦慮している。一方で、比較的安価に取り入れられそうな浸水対策手法の情報には関心が見られる。
- ・修復工事については、いずれの地区でも大きな浸水は初めての工務店が殆どで、泥かき、洗浄、乾燥・換気、消毒、復旧の具体的な手順・手法に関する情報は乏しく、手探りで対応している。
- ・被災者の手持ち資金には限りがあるため、復旧できる範囲は、火災保険の補償金額で決まる面があり、保険会社の補償額の提示時期が復旧の開始時期に大きく影響する。
- ・汚れた水に浸水した床や壁は、わずかな浸水でも全面的に交換している例が少なくない。グラスウールや石膏ボード、クロス等の壁材は比較的安価であり、部分的撤去よりも全面的交換の方が施工性や心理的効果、躯体の乾燥促進、保険の補償対象となる等を考慮すると、合理的と判断される場合が多い。
- ・水中ポンプや一輪車等の道具類が被災地付近で売り切れることはあるが、エリアが限られるため、資材価格の高騰や調達難は聞かれなかった。工務店や職人は限られるため、修復工事を着手するまでに顧客を待たせる状況は多い。
- ・地域工務店の場合、災害復旧時には経費率を下げるなどの対応が見られる。

また、特に浸水対策を考慮した戸建て住宅設計に関して指摘のあった事項について、表 II-4 に記載した。この内容については、次節以降での浸水対策案の検討に活かした。

表II-4 浸水対策を考慮した戸建て住宅設計に関する指摘事項

<p>【基礎】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日常の出入りを考慮しつつ、基礎高を上げ、床下空間の高さを確保することと、ベタ基礎として、床下点検口付近に釜場を設けるのは効果的。 ・床下換気口の場合と比べ、ねこ土台の床下断熱や室内換気の基礎断熱の方が床下浸水リスクは低減される。 ・ベタ基礎で、防蟻を考慮しつつ、水抜の可能な設えは、床下浸水の排水や床下洗浄時に有効。
<p>【床】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・床下断熱の断熱材はポリスチレンフォームが、洗浄再利用も可能で望ましいと考えられる。 ・点検口を複数設けると、床下浸水時に床を撤去せずに泥かき、清掃、乾燥、消毒を行いやすく、作業性も良く、汚染空気の室内への拡散を防ぎつつ乾燥でき、換気ルートの設定も容易となる。 ・床下地板の固定は釘が良い。和室の場合、荒板は撤去しやすい。 ・間仕切り壁の床勝ちの納まりは気密性を取りやすいが、床の撤去はしにくい。
<p>【壁内部仕上げ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浸水リスクの高い部位は撤去・交換しやすいつくりが良い。 ・壁断熱材は躯体の乾燥のため、撤去が前提となるので外しやすい素材が良い。 ・グラスウールは吸水性が高いため、途中に見切りを入れると復旧範囲を縮小できる。 ・天井より下部に壁の断熱材の見切りを入れると、天井を剥がさずに壁の復旧ができる。
<p>【住設機器】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浸水対策の観点からは、エアコン室外機は地表には置かず、架台を用いる等により浸水しにくい高い位置に設置すると良い。
<p>【復旧時の資材・人材の調達】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・復旧時は、壁や床の撤去については、工務店がすぐに工事に入れないことを想定する。 ・被災エリアは限られるため、一般的な材料については資材調達の困難や価格の高騰は生じないと思われる。

2.3 浸水対策技術等に関するヒアリング調査

「耐水害住宅」を開発している住宅メーカーや、止水部材や外装材を生産している建材メーカーに、各種外装部材の耐水性、浸水時の水密性等をヒアリング（後者は電話）した（表 II-5）。得られた主な知見を以下に示す。

①調査時点では、浸水を想定した水密性を有する住宅用サッシは一般に流通していない。

②止水を主目的とした止水板、止水ドア等でも、完全な止水性能を期待することは難しく、微量な漏水が発生する（一般的な流通品で $20\text{l/m}^2\cdot\text{h}$ 程度）。また、止水板は木造戸建て住宅の建設コストに比較して割高であり、保管場所の確保や、重量物となるため高齢者等による設置等も課題と言える。また、流通している止水板は地上への設置を前提としたものが多く、戸建て住宅のように地上数十 cm の位置に設けられる開口部への設置が一般に想定されていない。掃出窓（幅 1.8m）に適した止水板の止水高さは概ね 1m 余りまでで、より高い水位に対応可能な止水ドア等もあるが、施設向けの意匠で戸建て住宅向きではない。

③外壁に用いるサイディング材や防水紙は、浸水を想定した性能検証が行われていないと見られ、今後の検証や製品開発が期待される³⁾。通気胴縁等に水溶性の防腐防蟻材が用いられている場合、外壁通気層への浸水により透湿防水シートが損傷する可能性も考えられる。

④基礎の外断熱に用いられる防蟻剤処理断熱材は、浸水により薬剤が溶脱し防蟻性能が低下する場合がある。

表II-5 浸水対策技術に関するヒアリング調査概要

ヒアリング対象	備考	
株式会社一条工務店 ²⁾	2020年1月実施 (耐水害住宅の開発等について)	
建材メーカー 30社 (止水部材、サッシ、 外装材、断熱・気密材)	2020年1月 ~2月実施 (電話による 問合せ)	本件等で協力を得た建築設計事務所より、浸水想定地域に木造戸建て住宅を新築する条件で問合せ、各メーカー窓口担当者からの回答を取りまとめた（メーカーや業界の公式見解ではない点に留意）。
住宅設備メーカー 2社		

補注

- 1) 本章に係わる検討後にまとめられた（一社）住宅生産団体連合会の手引き⁶⁾（57p）に記載の、浸水対策方法の一覧を本節末尾の表 II-6 に参考に示す。「住宅における浸水対策の設計をする際に参考となる住宅本体及び屋内外の設備機器等の具体的な対策方法について紹介」したものであるが、（財）日本建築防災協会が 2001 年にまとめた「家屋の浸水対策ガイドブック」の図 II-1（家屋の浸水対策に関する代表的な設計方法）と比べて、設備に関する記載事項が多い点が興味深い。
- 2) 本章にかかわる検討中に（株）一条工務店による「耐水害住宅」の公開実験が行われ⁶⁾⁷⁾、その後、発売されたが、採用されている透湿防水シートによる壁面防水処理や、水密性の高い樹脂サッシや玄関ドア等の技術は、独自性が強く一般に入手・適用できないと考え、浸水対策案の試設計の内容など、次節以降の検討には特に反映していない。
- 3) 建材メーカー等によれば交換が望ましいとのことであったが、通気層内の被害状況と復旧事例の情報は得られず、本研究における計画案では復旧対象としない。今後の調査が待たれる。

参考文献・資料

- (1) （財）日本建築防災協会（2001）「家屋の浸水対策マニュアル；わが家の大雨対策 安心な暮らしのために」「家屋の浸水対策ガイドブック；安心な暮らしのために」2001.7

- (2) Federal Emergency Management Agency (2008) “Protecting Your Home And Property From Flood Damage; Mitigation Ideas For Reducing Flood Loss” 2008.8
https://www2.illinois.gov/dnr/WaterResources/Documents/Protecting_Home_Book_09-08_yellow_book_950314331.pdf
- (3) Ministère de l'égalité des Territoires et du Logement et al. (2012) “Référentiel de travaux de prévention du risque d'inondation dans l'habitat existant” 2012.6
<https://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/08/referentiellInondation.pdf>
- (4) Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010) “Hochwasserschutzfibel Objektschutz und bauliche Vorsorge” 2010.12
- (5) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorischerheit (2022) “Hochwasserschutzfibel; Objektschutz und bauliche Vorsorge” 2022.2、英訳有
https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmwsb/verschiedene-themen/2022/hochwasserschutzfibel-auflage-9-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- (6) (国研) 防災科学技術研究所・(株) 一条工務店 (2019) 「世界最大級の大型降雨実験施設によるゲリラ豪雨・洪水対策の『耐水害住宅』公開実験について」 2019.9
<https://www.bosai.go.jp/info/press/2019/20190913.html>
- (7) (国研) 防災科学技術研究所・(株) 一条工務店 (2020) 「ゲリラ豪雨・洪水対策『耐水害住宅』の実物大建物浸水実験（水位3 m）の実施」 2020.9
<https://www.bosai.go.jp/info/press/2020/20200925.html>
- (8) (一社) 住宅生産団体連合会 (2021) 「住宅における浸水対策の設計の手引き」 2021.7
https://www.judanren.or.jp/activity/committee/pdf/seino_shinsui_210726.pdf

表II-6 (一社)住宅生産団体連合会の手引きに示された浸水対策方法の一覧⁽⁸⁾

浸水想定区分	対策種別	部位	項目	具体的な浸水対策	解説資料 番号	有効な浸水想定区分					浸水対策の方針との対応(※)			既存住宅への対応		
						1	2	3	4	5	①	②	③			
区分1 1階床下	Dry	基礎	盛土	敷地全体を嵩上げ(盛土)する	101	○	○	○			○	○				
			高基礎	高基礎にする	102	○	○				○	○				
			べた基礎	べた基礎のスラブと立ち上がりを一体打ちする	103	○					○	○				
				スラブ、立ち上がり部を分けて施工する場合は、打ち継ぎ部に止水対策を行う	103	○					○	○				
			換気口	換気口等を無くす・ふさぐ	104	○					○	○		○		
		配管部分	配管周りをシーリングする	105	○	○				○	○		○			
		外装	窓	開口部に止水シート、止水板を設置する	106	○	○				○	○		○		
		設備	配管	下水からの逆流を防ぐため、逆流防止弁を設置する	107	○	○				○	○		○		
			電気	内部、外部の電源コンセントの設置位置を高くする	108	○	○					○		○		
			浴槽	機能部品の電源ボックス等の壁掛け設置可能な機器を採用する(ジェット等の機能商品の採用を推奨しない)	109	○	○					○		○		
	給湯機器他		屋外の給湯器、室外機等の住宅部品の基礎又は架台による嵩上げを行う	110	○							○				
			屋外の給湯器、室外機等の住宅部品を壁付けタイプで設置する	111	○	○						○				
		給湯機器他 蓄電池等の設備を2階に設置する	112	○	○	○	○				○					
	屋外収納	止水板付きシャッターを使用する	113	○	○						○		○			
	外構	塀等	浸水防止可能な塀、建物周りを止水板等で囲う	114	○	○					○	○		○		
プラン	—	1階部分をピロティとする	115	○	○	○				○	○					
Wet	基礎	排水	排水や清掃がしやすくなる措置として、専用スリーブを設ける(普段は「栓」をしておく)	116	○	○					○					
			基礎土間に勾配を設ける	117	○	○						○				
	内装	床下点検口	床下点検口を設置する(床下復旧作業の効率化)	118	○	○					○		○			
	設備	電気	電気を使う機器は照明等とは別の独立回線にし1階、2階のブレーカを分ける	119	○	○	○					○				
給湯機器他		転倒防止措置を行う	120	○	○						○		○			
区分2 GL +1.5m	Dry	躯体	床・壁	耐水性の高い壁(1階RC造)を採用する	201	○	○	○				○	○			
			プラン	—	玄関以外の窓を腰窓以上の高さの窓を採用する	202		○					○	○		
				2階玄関とする	203		○	○					○	○		
	Wet	躯体	床・壁下地	床及び下地材は後張り工法とする	204		○						○			
			内装	床仕上げ	無垢材を使用する	205		○	○					○		○
		設備	電気	屋内コンセントを高所配置にする	206		○						○		○	
				配線を電線管の中に通しておく	207		○	○						○		
		プラン	継続居住	居住空間や水廻り(台所、風呂、トイレ)の2階設置により被害を防止し、継続居住を可能とする	208	○	○	○	○				○	○		
区分3 1階天井下	Wet	躯体	基礎接合	基礎との接合を強化する(浮力による浮き上がり防止)	301		○	○					○			
			プラン	継続居住	2階建て以上(平屋は推奨しない)とする	302		○	○	○				○	○	
区分4 2階床下	Wet	プラン	垂直避難	2階の開口部やバルコニー等からの脱出(避難)経路を確保する	401		○	○	○	○				○		
				ヘリでの救助が可能なようなバルコニー、屋根の設置やタラップ取り付け等をする	401		○	○	○	○					○	
区分5 2階床上	Wet	プラン	垂直避難	陸屋根(避難場所確保)とする	501		○	○	○	○				○		
				小屋裏空間(脱出用窓確保)を設ける	501		○	○	○	○					○	
				トプライト(屋根への脱出用窓)を設ける	502		○	○	○	○					○	○
				3階建て以上とする	501		○	○	○	○					○	

Dry: 浸水を防ぐための対策 Wet: 浸水した場合の被害を軽減する対策

3. 「基準案」及び「浸水対策案」の検討と試設計

3.1 基本的な考え方

前節(2.)を踏まえ、資産被害の軽減を指向して建築物での対策を行う、「修復容易化」「建物防水化」「高床化」3つの浸水対策の案について、その試設計と費用対効果を検討する。浸水対策を実施しない基準案を設定した上で、3つの手法の費用対効果を比較できるように、浸水対策に伴う変更以外は原則同じ平面計画・性能を前提に検討し、4つの案の試設計を行う。なお、資産被害の軽減と直接は結びつかない、「屋根上避難計画案」、「生活回復機能追加案」については、後段(6.)において補足的な検討を行う。

まず、表II-1に整理した浸水対策手法について、ヒアリング調査等の結果を踏まえて検討し、a.浸水の防止、b.復旧の円滑化、c.耐水性の向上、の観点から具体的方針をまとめた(表II-7)。

- ・ **A：基準案**：近年、市街地に新築される木造戸建て住宅として、一般性の高い計画案とする。コスト比較のため平面の変更を伴わず、基礎と部分的な仕様変更で浸水対策案に置き換え可能な計画とする。1階に居間・食堂・台所等の公室及び、洗面脱衣室・浴室・便所等の水回り諸室を配置し、2階に私室を配置する。仕上げと仕様は一般性のあるものとする。
- ・ **B：修復容易化案**：“Wet Floodproofing”の概念に基づく浸水対策案とし、建物内部への浸水を許容した上で修復の円滑・低廉化に重点を置く。対策として、浸水防止性の改善と床下作業性の向上、部材構成等における復旧範囲の限定(道連れ工事の減)等を考慮する。
- ・ **C：建物防水化案**：“Dry Floodproofing”を建物防水により実現する浸水対策案とし、建物内部への浸水を防ぎ、建物・家財の被害軽減を図る。開口部への対策箇所数を減らし浮力が大きくなるように、腰窓下高さまでを止水範囲とし、浸水防止を図る。対策として、腰壁と腰壁開口部の止水性を高め、排水管の逆流防止等を計画する。
- ・ **D：高床化案**：“Dry Floodproofing”を高床により実現する浸水対策案とし、基準案の腰壁高さまで1階床高を高基礎で持ち上げて床上浸水を防ぎ、建物・家財の浸水被害を軽減する。

表II-7 浸水対策案の考え方と比較

目的・方法	非対策案 A案:基準案	浸水対策案(非対策案との相違)		
		B案:修復容易化	C案:建物防水化	D案:高床化
a.浸水の防止				
a1.止水高さの 引上げ	・基礎立ち上がりに床下換気口	・外周基礎立ち上がりは無開口(ねこ土台)	・腰壁の防水化(床下換気口なし) ・腰壁開口部の防水化 ・排水管の逆流防止	・高基礎化による1階床高の引上げ(床下換気口位置も引上げ)
a2.機能損失の 回避	・電気設備類の高所設置なし	・電気設備類の高所設置	・電気設備類の高所設置	・電気設備類の高所設置
b.復旧の円滑化				
b1.作業性の 向上	・一般的な床高 ・最低限の床下点検口	・床下有効高さの増 ・床下点検口の増設 ・排水性の向上 ⁽⁴⁾	・床下点検口の増設 ・排水性の向上 ⁽⁴⁾	・床下有効高さの大幅な増 ・床下点検口の増設 ・排水性の向上 ⁽⁴⁾
b2.復旧範囲の 限定化	・床撤去が壁にも影響(納まりが「床勝ち」のため)	・床撤去の壁への影響回避 ・限定的な壁復旧に対応	・床撤去の壁への影響回避	・床撤去の壁への影響回避
c.耐水性の向上				
c1.浸水の影響を 受けにくい 素材の選定	・接合金物のみ防錆処理 ・吸水性の高い断熱材	・釘・接合金物は防錆処理 ・吸水しない床断熱材	・釘・接合金物は防錆処理 ・吸水しない基礎断熱材	・釘・接合金物は防錆処理

3.2 非対策案及び浸水対策案の仕様と計画内容

前項の方針に基づき各案の具体的な計画を検討の上、建築コスト等の算定に必要な、仕上表及び一般図、矩計図、設備プロット図等の設計図面を作成した（表 II-8）。

以降では A（基準）案及び、B（修復容易化）案、C（建物防水化）案、D（高床化）案について、その概要を説明し、各階平面図、断面図、立面図、矩計図等を示す。

表II-8 作成した図面の一覧

図面番号	図面名称
共通-01	図面リスト・建物概要・求積図
A, B, C, D-02	仕上表
A, B, C, D-03	各階平面図・断面図
A, B, C, D-04	立面図
A, B, C, D-05	矩計図
A, B, C, D-06	1階展開図
A, B, C, D-07	基礎伏図・1階床伏図
A, B, C, D-08	2階床伏図・小屋梁伏図・小屋伏図
A, B, C, D-09	基礎詳細図
A-10	各階設備プロット図（基準案のみ作成）

A：基準案

浸水対策案（B～D案）の基準となる案として普遍性の高い仕様とした（表 II-9）、性能は浸水対策案においても大きく変えない原則とした。長期優良住宅（新築）認定基準レベルの性能を有する計画とし、耐震等級は住宅性能表示制度の3レベル、断熱等性能等級は4レベル（現行省エネ基準の「5地域」を想定）とした。屋根及び外壁は建築基準法 22 条区域を想定した構造（不燃材）とした。

基礎伏図を図 II-2、各階平面図を図 II-3、立面図及び断面図を図 II-4、矩計図を図 II-5 に示した。

表II-9 A(基準)案の諸元・仕様

面積	建築面積	53.71m ²	
	延床面積	99.38m ² (1階 49.69m ² ・2階 49.69m ²)	
高さ	最高高さ	7.300m	軒高さ 5.750m
	1FL	GL+600mm (床下空間有効高さ 409mm)	
構造	構法等	木造在来軸組構法 2階建て	
	基礎形式	RC ベタ基礎・床下換気口	
	耐力壁	構造用合板	
断熱	屋根・壁	高性能グラスウール (充填断熱)	
	床	高性能グラスウールボード	
	基礎	押出法ポリスチレンフォーム 3種 B (浴室廻り)	
外部仕上	屋根	棧瓦葺き・4寸勾配	
	庇	金属板葺き・2寸勾配	
	外壁	窯業系サイディング (通気工法)	
	開口部	アルミ・樹脂複合サッシ	
内部仕上 他	床	構造用合板下地・複合フローリング仕上	
	内壁	石膏ボード下地・ビニルクロス仕上	
	設備他	照明器具、システムキッチン、ユニットバス、洗面台 (各階)、トイレ (各階)、ガス給湯器、エアコン 5台、床下点検口 2ヶ所、外部デッキ	

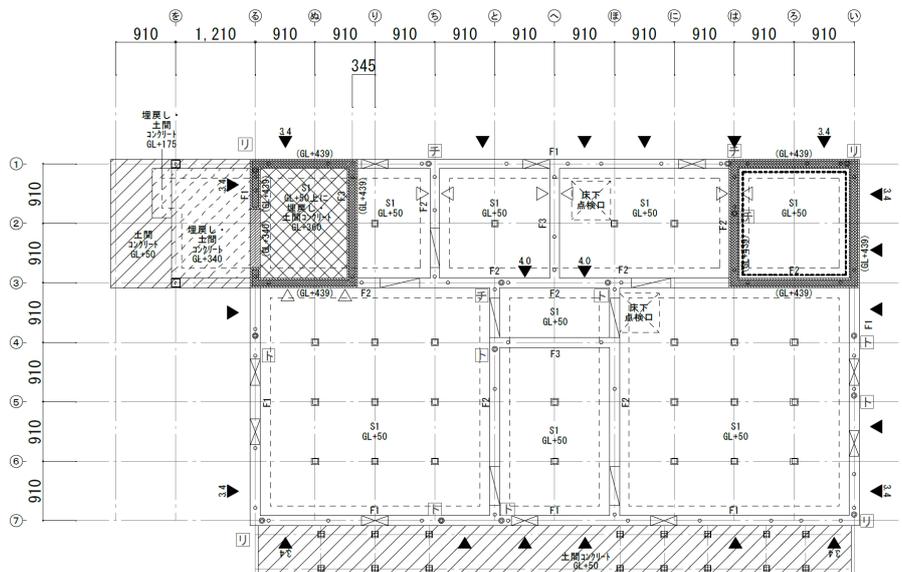
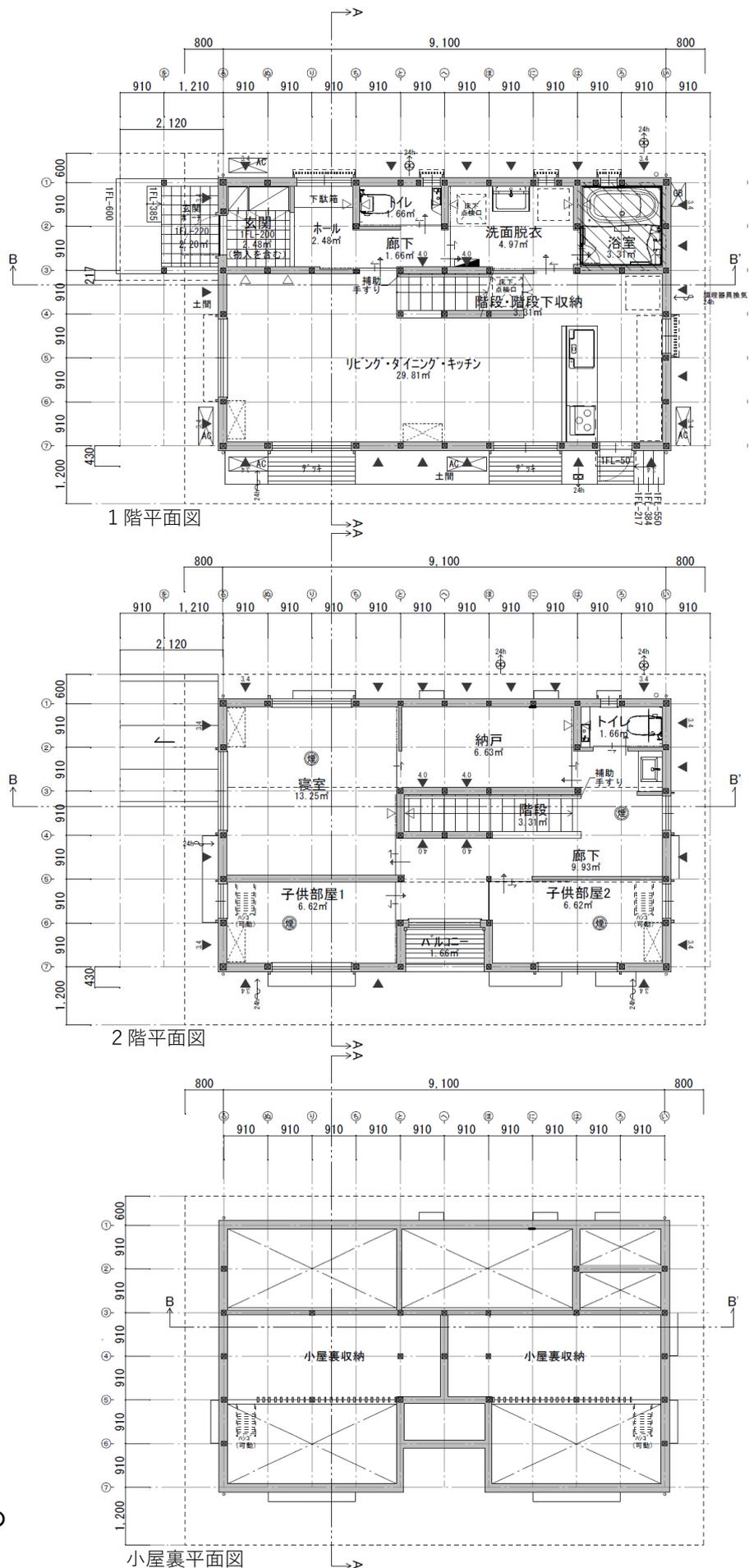
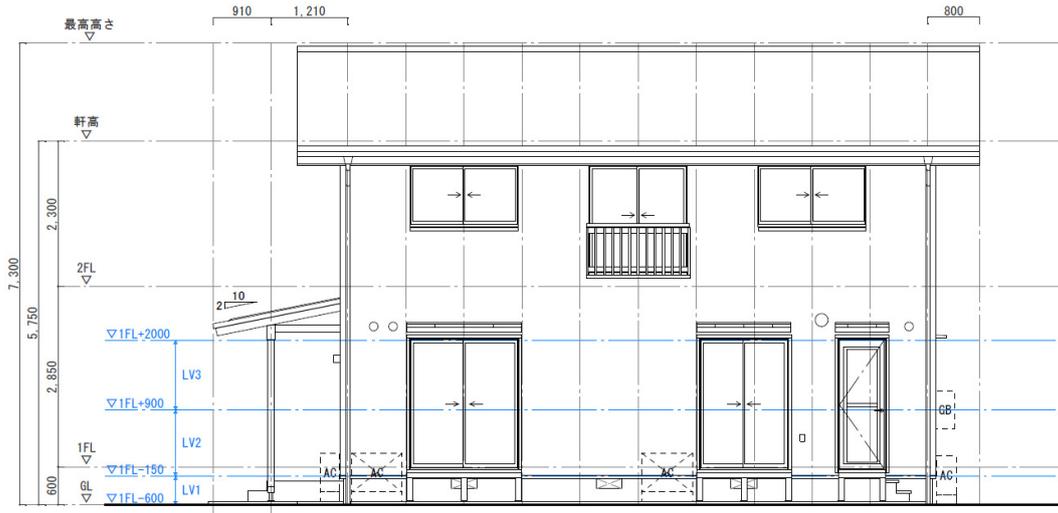


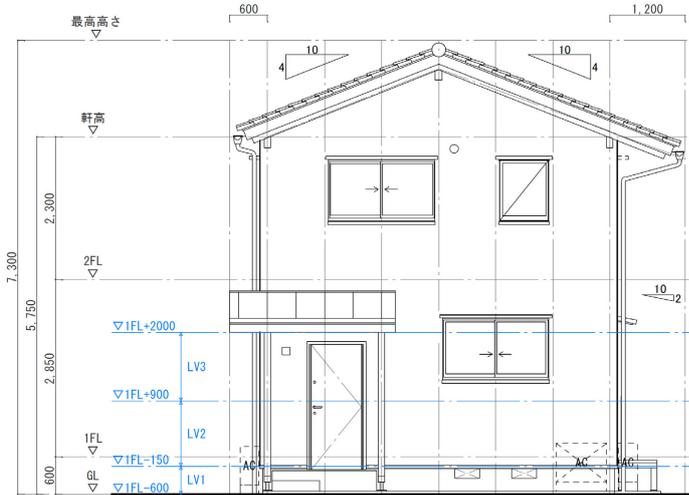
図 II-2 A(基準)案の基礎伏図



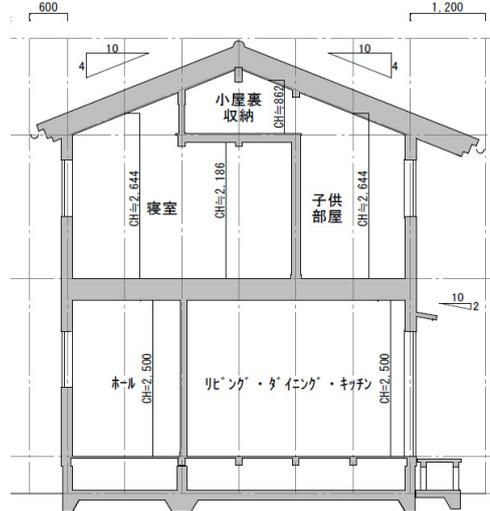
図II-3 A(基準)案の
各階平面図



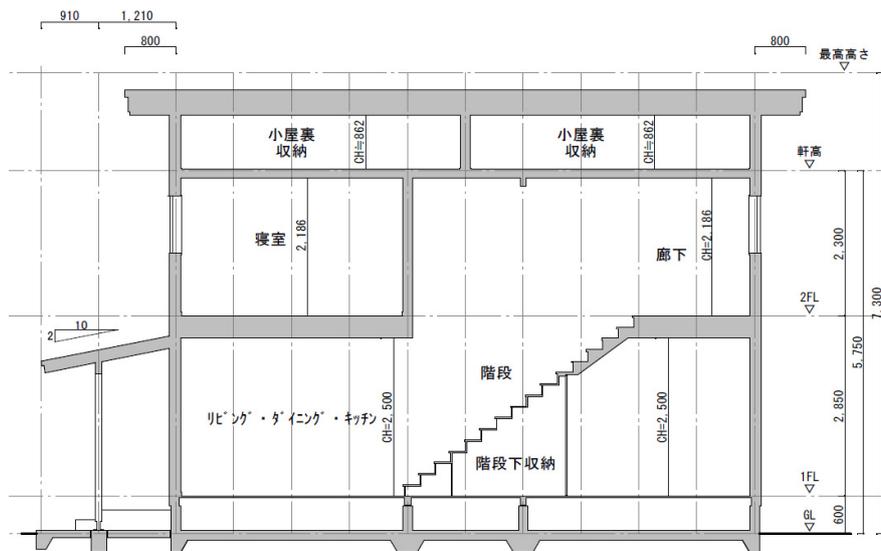
南立面図



西立面図

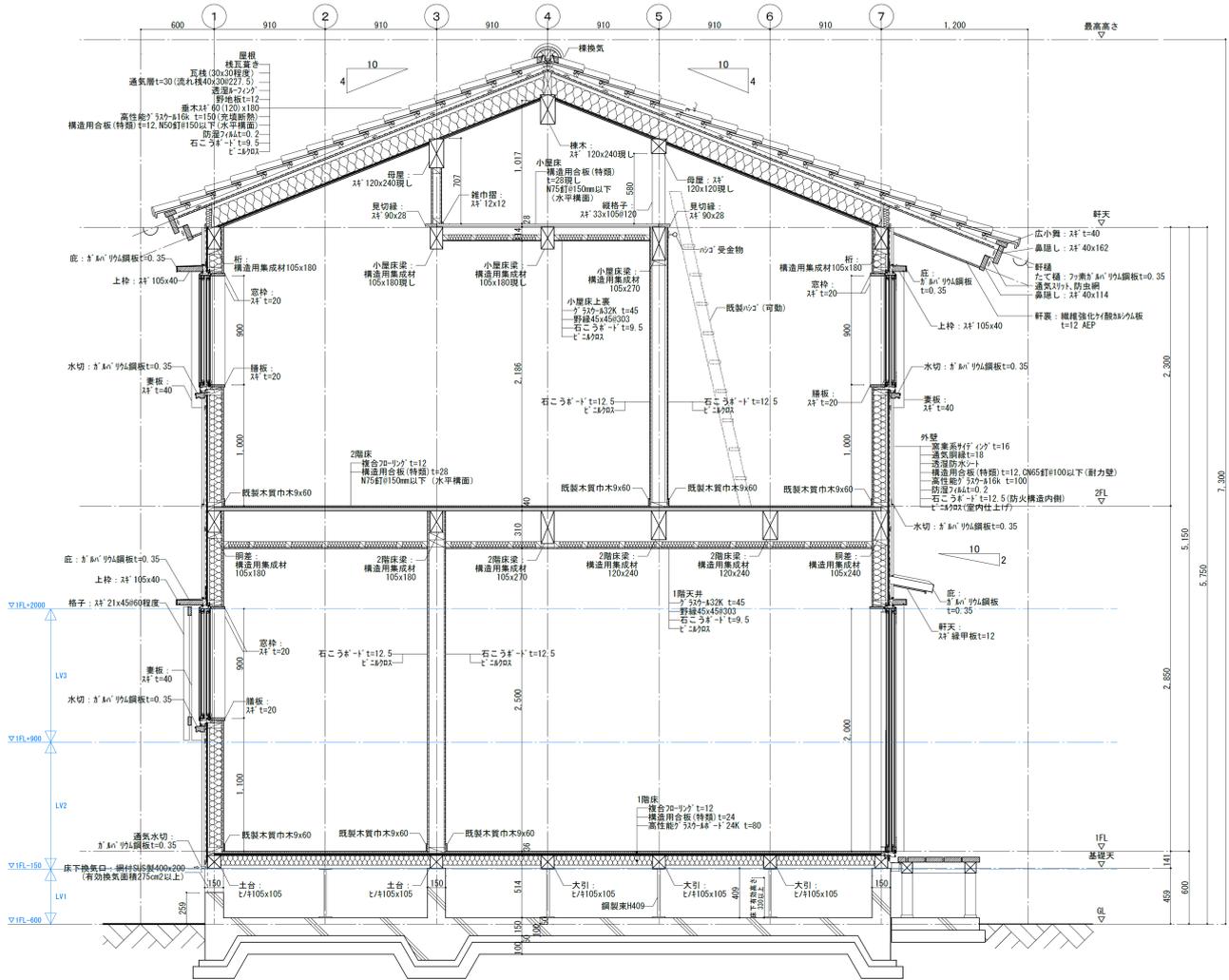


A-A' 断面図



B-B' 断面図

図II-4 A(基準)案の立面図・断面図



図II-5 A(基準)案の矩計図

B：修復容易化案（浸水対策案1）

諸元と設計趣旨の概要は次の通り（表 II-10、表 II-11）。

まず、床下での作業性向上のため、1階床高（1FL）をA（基準）案より 200mm 引上げ（GL+800mm）、床下有効高さを 600mm 以上確保した（ねこ土台）。また、初期排水・洗浄に資

するため、水中ポンプを置いて排水するための釜場を床下点検口の下に設け、基礎に水抜きスリーブを設置した¹⁾。浸水後の継続使用を考慮して、床断熱材を繊維系から発泡ボード系に変更し、浸水後取り外して洗浄・再使用可能な設えとした。さらに、復旧時の修復範囲を限定できるよう、壁部材（断熱・下地・仕上）の見切り分割を行い、電気設備（コンセント・空調室外機等）を見切り高さ（1FL+900mm）以上での設置とした。同様に、床板・壁板等の納まりを壁勝ちとした。

表II-10 B(修復容易化)案の諸元
(他は基準案と同じ)

高さ	最高高さ	7.500m
	軒高さ	5.950m

表II-11 B(修復容易化)案の設計趣旨

ア 1F床廻り高さ設定の考え方

●1FLの高さ設定・床下有効高さの確保

- ・1FLを基準案より 200mm（一般的な基礎型枠で対応可能な範囲）上げる。
- ・床下有効高さが 600mm 以上確保され、浸水後の床下等の点検・排水・洗浄・消毒・乾燥や断熱材の脱着等の作業が容易となる。ポーチ階段は1段増え、日常時の生活利便性に影響は生じる。

イ 構造の考え方

●釜場の設置

・床下の初期排水が容易になるように、床下点検口直下に釜場を設け、基礎内の集水に役立てる。排水は水中ポンプを釜場に設置し、排水ホースを開口部を介して外部に伸ばすことを想定。

・RC基礎土間に水勾配を設ける案は、勾配部分の付加に手間と躯体量が増えることから、不採用。

●水抜スリーブの設置

・浸水後の床下等の洗浄が容易になるように、基礎立上り面の下部に水抜スリーブを設ける。水抜スリーブは基礎施工時に通常設けるVP(φ25程度)を活用し、床下洗浄時に、簡易に削孔できる設えとして想定した。浸水時に外部からの浸水ルートとならないよう配慮を要する。

●ねこ土台の採用

・床下換気口を取り止め、同等以上の換気性能を有するねこ土台を採用することにより、床下浸水が発生しない高さをGL+600mm(玄関土間レベル)まで引き上げる。

●薬剤無処理材の使用

・土台及び大引をヒノキとし、薬剤無処理とすることで、透湿防水シートに損傷を与えるおそれのある浸水時の薬剤の溶脱を避け、洗浄により再利用可能とする(浸水対策案共通)。

●壁勝ち納まり

・床下地・床仕上のみ更新が必要となった場合に、壁の取り壊しによる復旧範囲の拡大を避けるため、床と壁(外壁・内壁とも)の取り合いを壁勝ちの納まりとする。

●耐力壁・釘の仕様

・構造用合板は、耐水性に優れる特類を使用する(浸水対策案共通)。

・大臣認定耐力壁に適合する範囲内でCNZ釘(CN釘亜鉛めっき処理品)を採用することにより、浸水後の釘の腐食による構造耐力低下の低減に配慮する。

●構造金物

・アンカーボルト、柱頭柱脚金物、鋼製束等の構造金物は亜鉛めっき品とし、浸水後の発錆等による構造耐力低下の低減に配慮する(浸水対策案共通)。

ウ 断熱の考え方

●押出法ポリスチレンフォーム床断熱材の採用

・床断熱材を吸水性の低い押出法ポリスチレンフォーム保温板(XPS)とし、浸水後の脱着、洗浄、再利用が可能な設えとする。

●押出法ポリスチレンフォーム基礎断熱材の使用

・浴室廻りの基礎断熱材は、吸水性の低い押出ポリスチレンフォーム成形板(浸水対策案共通)。

・天井高さ(1FL+2500mm)で見切材(横胴縁)を設けて、天井より上部に壁断熱材(グラスウール)を充填しないことで、壁内の断熱材の撤去のために天井を解体する必要がない設えとする。

●繊維系壁断熱材の使用

・床上浸水後に、壁及び壁断熱材の吸水した部分の撤去・交換(乾燥)を前提として、気密性や施工性を考慮し、壁断熱材は基準案と同様のグラスウールとする(浸水対策案共通)。

●見切り分割

・1FL+900mmの高さで見切材(横胴縁)を設けて壁断熱材(グラスウール)を分割し、腰窓下端部までの高さの浸水の場合に、壁全面を更新する必要がない設えとする。

エ 外部仕上の考え方

●通気層浸水について

・浸水時の外壁通気層内への泥の残存に関しては、外壁撤去・復旧の実施例がほとんどないことから、通気層への浸水防護及び外壁の取り外しによる洗浄・消毒・乾燥等は、行わない想定とする。

・外壁下地(通気胴縁)をヒノキ心材とし、薬剤無処理とすることで、浸水時の薬剤の溶脱による防霉防蟻性能の低下や透湿防水シートへの影響を避け、継続利用可能とする。

●窯業系サイディング

・メーカーヒアリングより、窯業系サイディングは裏面や小口等から吸水し、乾燥・収縮時に変形する等のおそれがあるが、ヒアリング調査の範囲内では、大きな問題が生じた事例は見当たらないことから、窯業系サイディング t=16mm(通気工法)を採用し、浸水後の継続使用を想定する。

オ 開口部の考え方 : 基準案と同様

カ 内部仕上の考え方

●床仕上の止め付け

・根太レス工法とし、フローリング止め付けは釘及び接着剤の併用とする(浸水対策案共通)。床上浸水後、フローリング及び床合板の撤去時は、パールや電動マルチツール等による解体を想定。

●見切り分割

断熱材と同様に、1FL+900mmの高さで見切材（横胴縁）及び見切縁を設けて、内壁下地（石膏ボード）及び内壁仕上（クロス）を分割し、腰窓下端部までの高さの浸水の場合に、壁全面を更新する必要がない設えとする。

キ その他設備等の考え方

●大工手間の増

・基準案より1FLが上がり、造作材（見切縁）が増となることなどから、大工手間は坪当たり0.5万円の増を見込む。

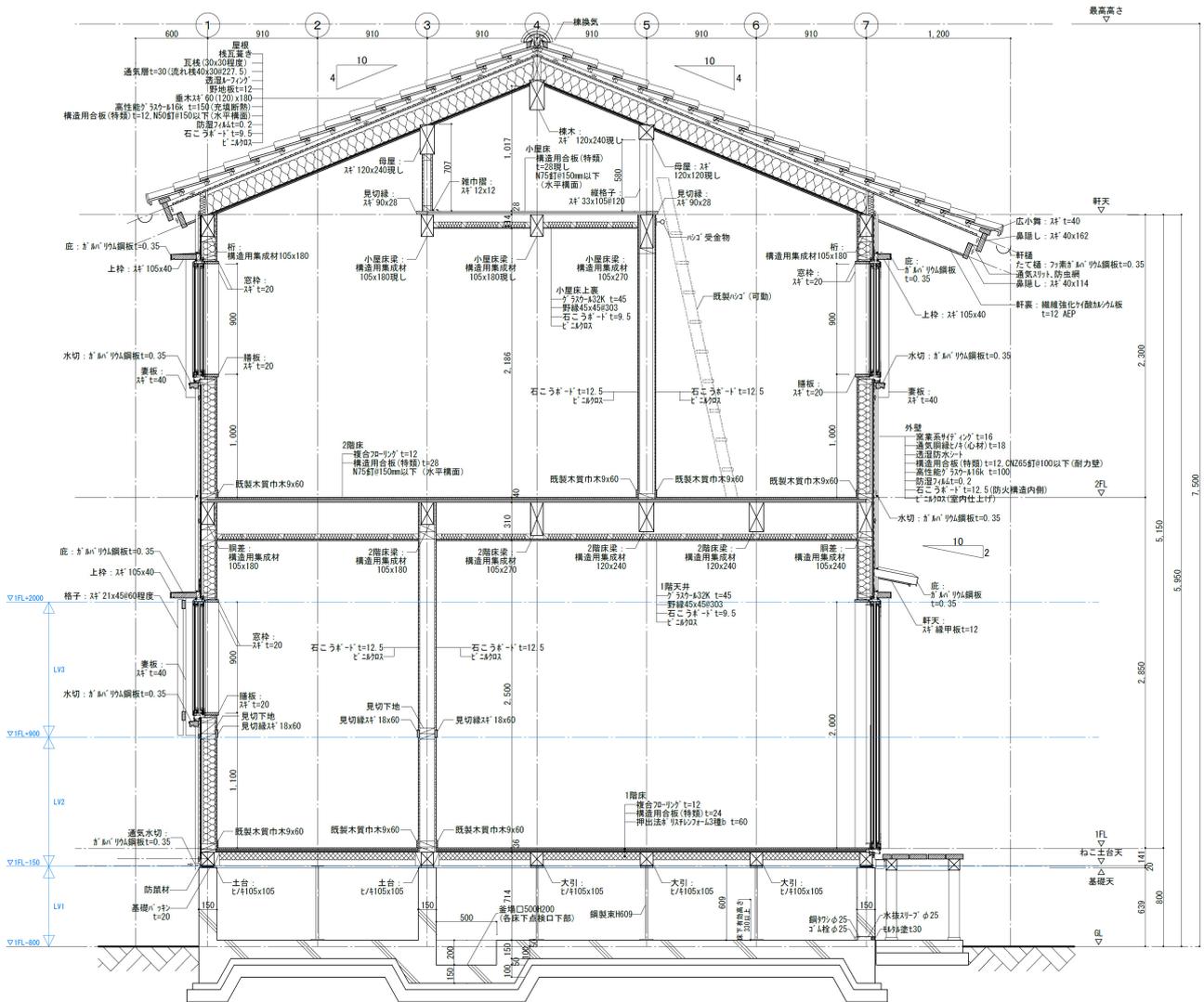
●設備等の高所設置

・コンセントを見切縁上部の高所に設置し、1FL+900mmまでの床上浸水に対応する。
・空調室外機・給湯器を壁掛け架台（防振に配慮）により高所に設置し、同様の対応を図る。

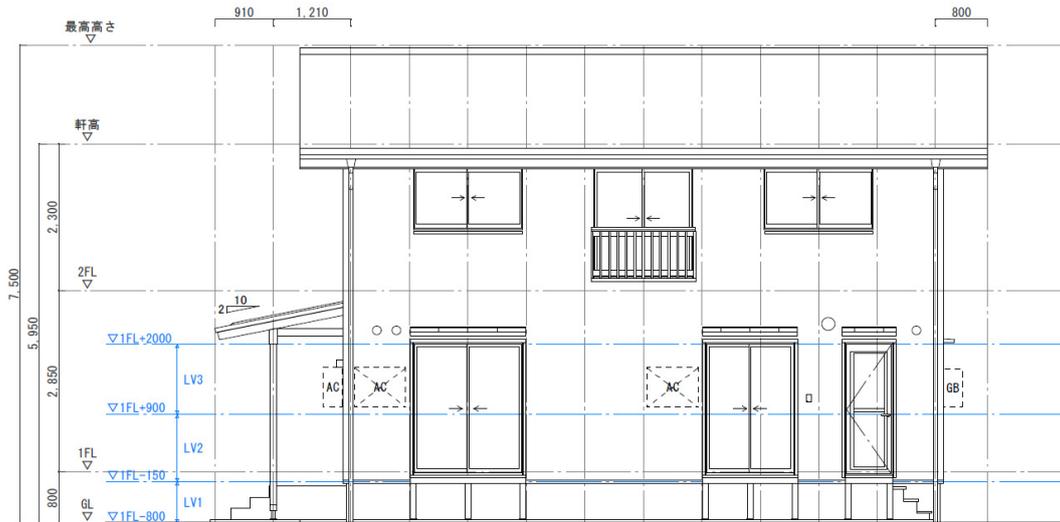
●床下点検口の増

・リビング・ダイニング・キッチンに点検口を増設し、床下の点検・排水・乾燥等の際に活用する。

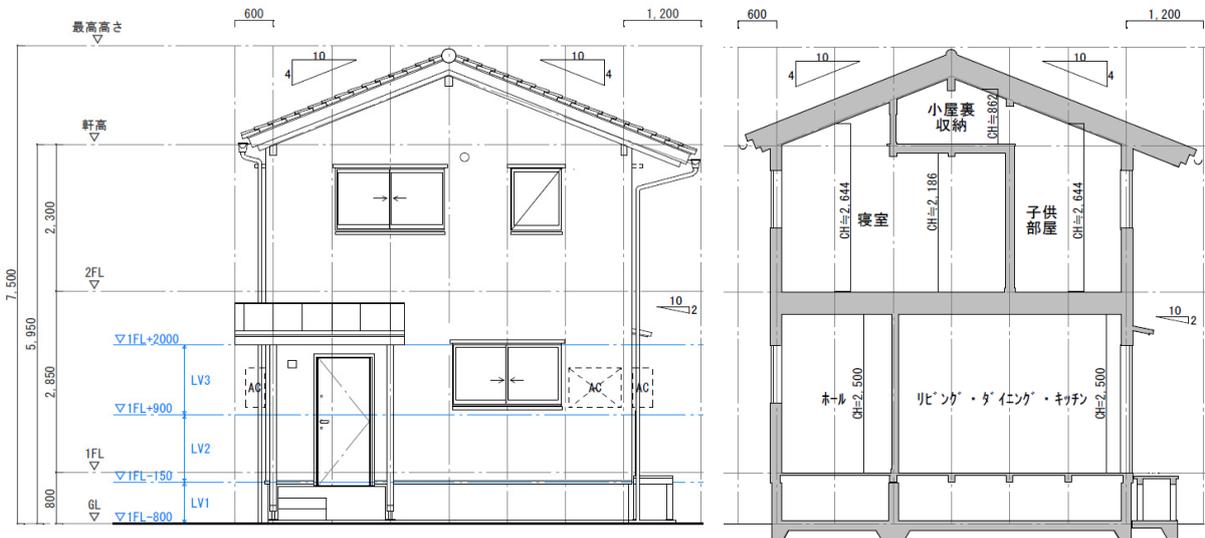
A（基準）案と異なる図面を中心に、矩計図を図 II-6、立面図及び断面図を図 II-7、基礎伏図を図 II-8、に示した（順番はレイアウト上の都合による）。



図II-6 B(修復容易化)案の矩計図

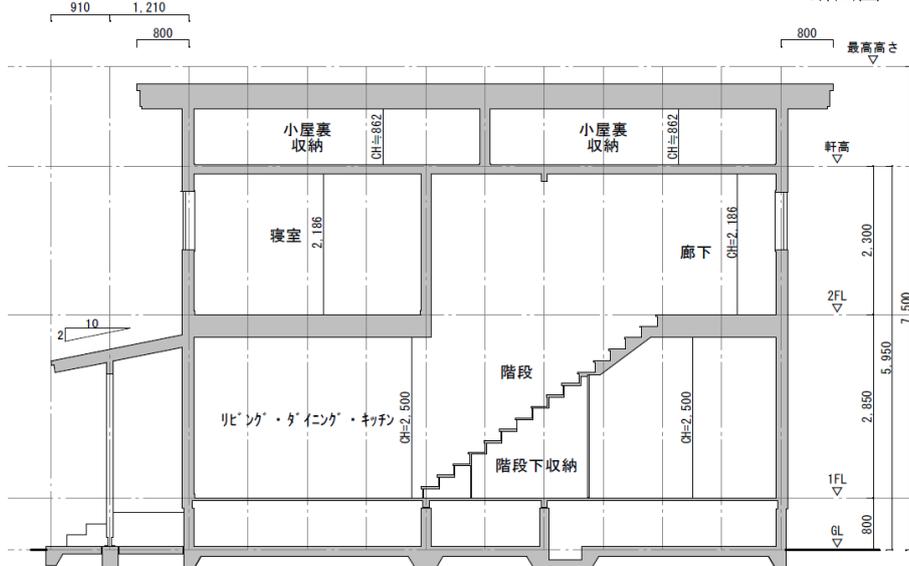


南立面図



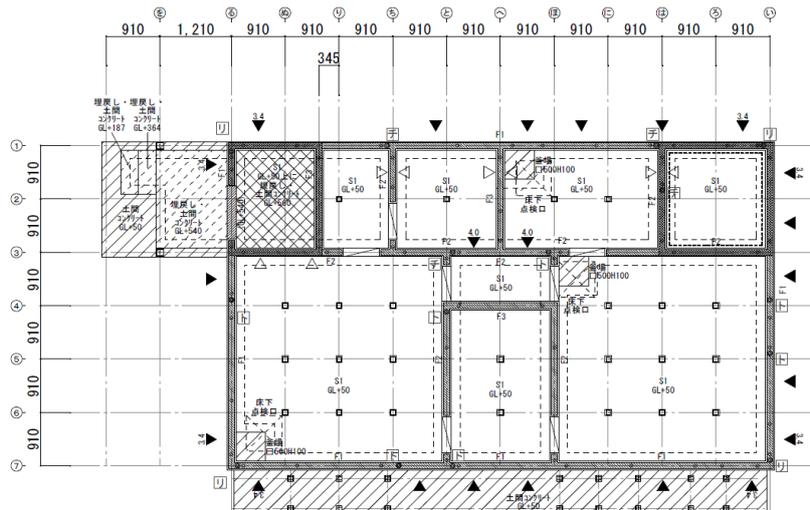
西立面図

B-B' 断面図



A-A' 断面図

図II-7 B(修復容易化)案の立面図・断面図



図II-8 B(修復容易化)案の基礎伏図

C : 建物防水化案 (浸水対策案 2)

諸元を表 II-12、設計趣旨を表 II-13 に示すが、概要は次の通りである。

浸水の防止を目的とするこの案では、1階外周の腰壁 (1FL+900mm まで) を、防水性を有する RC 造とした。水圧及び浮力 (最大 GL+1,500mm に達する浸水深を想定) に対抗するため、腰壁及び底盤の厚さは 150mm から 200mm に増やした。玄関扉及び掃出窓 2ヶ所に脱着式止水板 (6 段式、最大 10kg/枚程度)、勝手口に鋼製止水ドア及び断熱内窓を設置し、止水板や止水ドアからの漏水 (1 時間当たり合計 80ℓ 程度) は床ガタリを介して床下に排水する設えとした²⁾。これらに対応するため、RC 腰壁部は外貼り基礎断熱とし、防蟻剤処理断熱材を採用した。

表II-12 C(建物防水化)案の諸元 (他は基準案と同じ)

高さ	最高高さ	7.300m
	軒高さ	5.750m

表II-13 B(修復容易化)案の設計趣旨

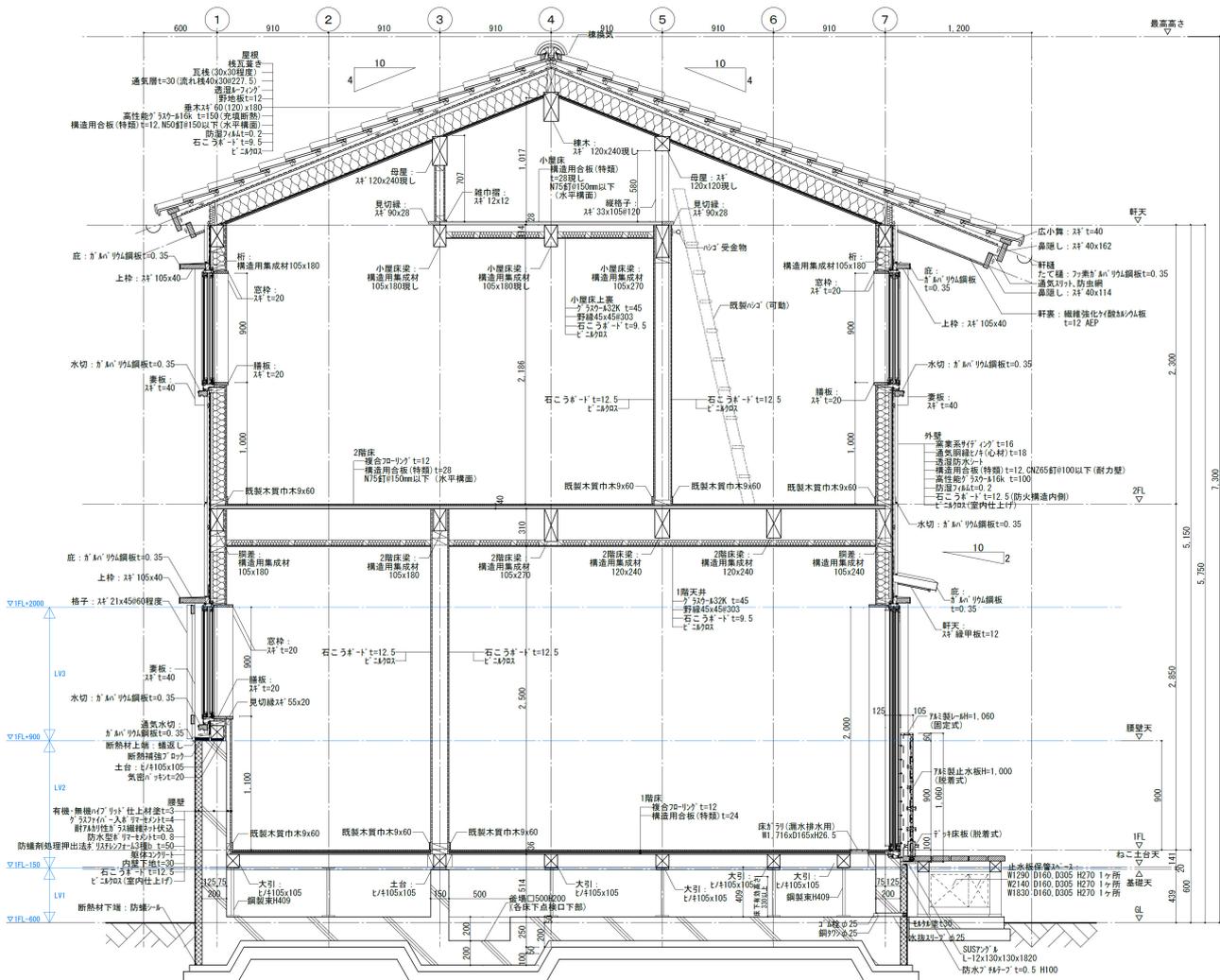
<p>ア 1F床廻り高さ設定の考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> ●RC 腰壁の高さ設定 <ul style="list-style-type: none"> ・1階外壁の下部、腰窓下端の高さ (GL+1500mm) までを、止水性を有する RC 造の腰壁とする。 ●1FL の高さ設定 <ul style="list-style-type: none"> ・RC 腰壁を超えるまで浸水しないことから、基準案と同様の 1FL (GL+600mm) 設定とする。 ●床下空間有効高さ <ul style="list-style-type: none"> ・基準案と同様の床下空間有効高さ (400mm 程度) であり、浸水後の床下の点検・排水・乾燥等は浸水対策案 1 と比べて不利となる。
<p>イ 構造の考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> ●RC 腰壁の法的判断 <ul style="list-style-type: none"> ・腰窓下端部以下を RC 造とした場合の建築基準法令上の判断について、浸水対策案 2 の 1 階の構造は RC 造とみなされず、RC 造壁の上部について壁量計算を適用可能と想定した (特定行政庁が 1 階の構造を RC 造と判断した場合には、混構造となる)。 ・RC 壁の上部の高さの低い耐力壁については、(公財) 日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 (2017 年版)」を参考に、RC 造腰壁の高さ 900mm が階高 2,850mm の半分以下であることから、壁量計算を適用可能と判断した。 ●RC 腰壁の断面検討 <ul style="list-style-type: none"> ・水圧及び浮力の 2 点より、RC 造腰壁及び底版の厚さを 200mm と算定した³⁾。検討に当たっては、(一社) 日本鋼構造協会「鉄骨造による対津波ビル構造設計マニュアル」を参照した。

<ul style="list-style-type: none">・浸水深1.5mの時の浮力(785.0kN)より建物重量(上部構造:276.3kN、基礎・腰壁部:564.0kN、計840.3kN)が大きいため、浮き上がらない⁴⁾。・なお、1FLを浸水対策案1と同様のGL+800mm、RC腰壁天端をGL+1700mmとした場合には、腰壁及び底版の厚さは250mmとなる。●釜場の設置:浸水対策案1と同様●薬剤無処理材の使用:基準案及び浸水対策案1と同様●壁勝ち納まり:浸水対策案1と同様●耐力壁・釘の仕様:浸水対策案1と同様●構造金物:基準案及び浸水対策案1と同様
<p>ウ 断熱の考え方</p> <ul style="list-style-type: none">●基礎断熱の採用・止水板・止水ドアからの漏水に対処する床ガラリを設け(後述)、床下と室内を一体とすることから、浸水対策案2では基礎断熱を採用する。これに伴って床下換気口やねこ土台等の床下換気措置は不要となる。・ユニットバス(1616サイズ)の納まりを考慮し、基礎断熱材は外部側とする(外断熱)。RC腰壁天端までを外断熱、それより上部の木造部分は充填断熱とする。・外部側の基礎断熱材は蟻道となる恐れがあるため、防蟻剤処理断熱材(発泡ポリスチレンボード)を採用する((公社)日本木材保存協会認定品)。また、断熱材下端や配管スリーブ廻りは防蟻シールを充填し、断熱材上端にはシロアリ返しを設置する。・基礎断熱により床下が室内化されることから、浸水リスク低減のため、水抜スリーブは設けない。
<p>エ 外部仕上の考え方</p> <ul style="list-style-type: none">●通気層浸水について:浸水対策案1と同様●窯業系サイディング:基準案及び浸水対策案1と同様●外断熱廻り・RC腰壁の外部仕上は、発泡ポリスチレンボードに下地調整の上、有機・無機ハイブリッド仕上材(樹脂及びセメントを混合した高耐候性塗材)により行う。
<p>オ 開口部の考え方</p> <ul style="list-style-type: none">●止水板・止水ドア設置・対応可能な住宅用サッシは流通していないと考えられることから、玄関扉及び1階掃出窓外部に止水板及び止水ドアを設けて、1FL+900mmまでの浸水位による室内への水の浸入を抑制する。止水板は、女性でも設置しやすい軽量の仕様を想定する。・止水板は南面のデッキ下へ保管する想定とし、事前の設置(設置時間は各3分程度)を要する。・玄関扉外部1ヶ所に関しては、止水板からの漏水を上り框に設けるスリットを介して床下に排水する。止水板の止水高さは1.0mとし、ポーチ床は1FL-100mm、玄関土間は1FL-80mmとする。止水板の底面を受ける部分のポーチの仕上げはモルタル金ゴテ押さえとする。・1階掃出窓外部2ヶ所に関しては、止水板からの漏水を、床ガラリを介して床下に排水する。止水板の止水高さは1.0mとし、サッシの納まりを考慮して、止水板下端は1FL-100とする。止水板の底面を受けるため、RC造壁面にSUSアングルを設置する。・勝手口を止水ドアに変更する(部材の保管スペースや事前の操作は不要)。止水ドアからの漏水を、床ガラリを介して床下に排水する。止水ドアの止水高さは1.0mとし、上部に採光窓を設ける。また、断熱補強のため樹脂製の内窓を設け、二重サッシとする。・浸水が24時間継続した場合の、止水板及び止水ドアからの漏水量(16.8ℓ/h・m²及び20.0ℓ/h・m²)を試算し、基礎内部空間の容積が十分確保できていることを確認した(1日当たりの基礎内部への漏水深さは43mm)。
<p>カ 内部仕上の考え方</p> <ul style="list-style-type: none">●床仕上の止め付け:浸水対策案1と同様●見切り縁設置・RC腰壁部内面は木造部内面より内側となるため、壁面の段差を納めるための見切縁を設置する。付随して開口部廻りの枠見込寸法も増となる。・別案として、木造部内面をRC腰壁部内面に合わせてフラットに仕上げることも考えられるが、室内の有効空間を減じてしまうため、ここでは不採用とした。
<p>キ その他設備等の考え方</p> <ul style="list-style-type: none">●大工手間の増・基準案より構造材(土台・柱等)及び造作材(見切縁等)が増となり、基礎断熱等の工程が加わることなどから、坪当たり1.5万円の増を見込む。●設備等の設置

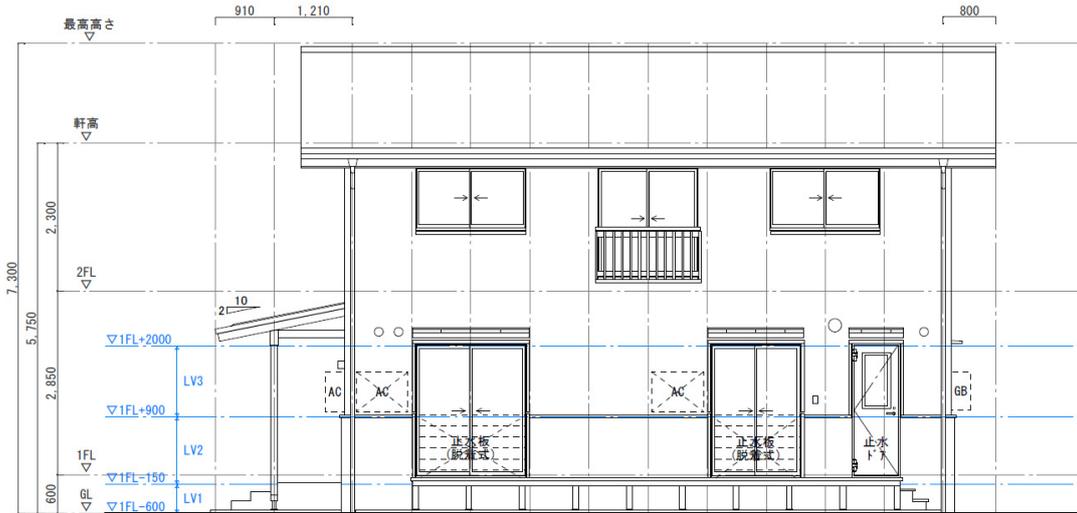
- 腰窓下端部 (1FL+900mm) までは床上浸水を想定しないことから、コンセントは基準案と同様の位置に設置する (高所設置は行わない)。
- 空調室外機・給湯器は、浸水対策案1と同様、壁掛け架台 (防振に配慮) により高所に設置し、1FL+900mm までの床上浸水に対応する。
- 敷地内に設ける合流排水樹 1ヶ所に逆流防止弁を設け、水廻りの排水口から室内への汚水の逆流防止を図る。
- 床下点検口の増: 浸水対策案1と同様に床下点検口を1ヶ所増設する。
- 南面デッキの拡張
- 止水板の保管スペース確保のため、南面のデッキを幅、奥行き共に拡張し、一体化する。止水板は、土間から持ち上げ、ビニルシート等で被覆する等により、紫外線や風雨から保護する想定。

A (基準) 案と異なる図面を中心に、矩計図を図 II-9、立面図及び断面図を図 II-10、1階平面図を図 II-11、に示した (順番はレイアウト上の都合による)。

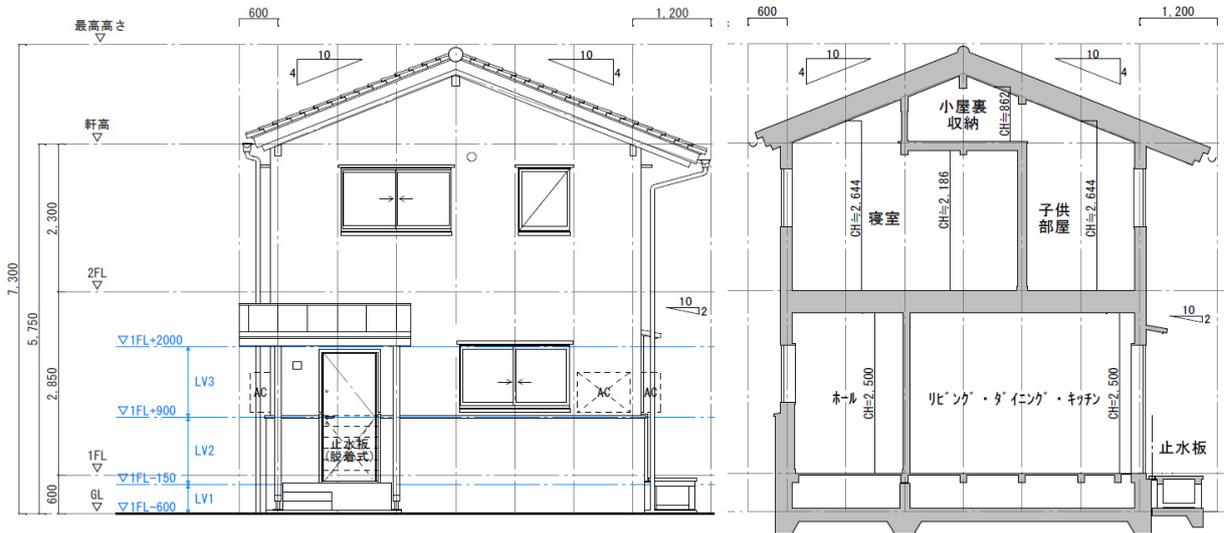
なお、本建築計画案における止水性は、想定する製品の公表カタログ値等を踏まえて想定したものであり、実験等による検証を踏まえてはいない。本建築計画案を浸水対策 (Dry Floodproofing) のプロトタイプの一つとして、これを踏み台にさらなる検討が進むことが望まれる。



図II-9 C (建物防水化) 案の矩計図

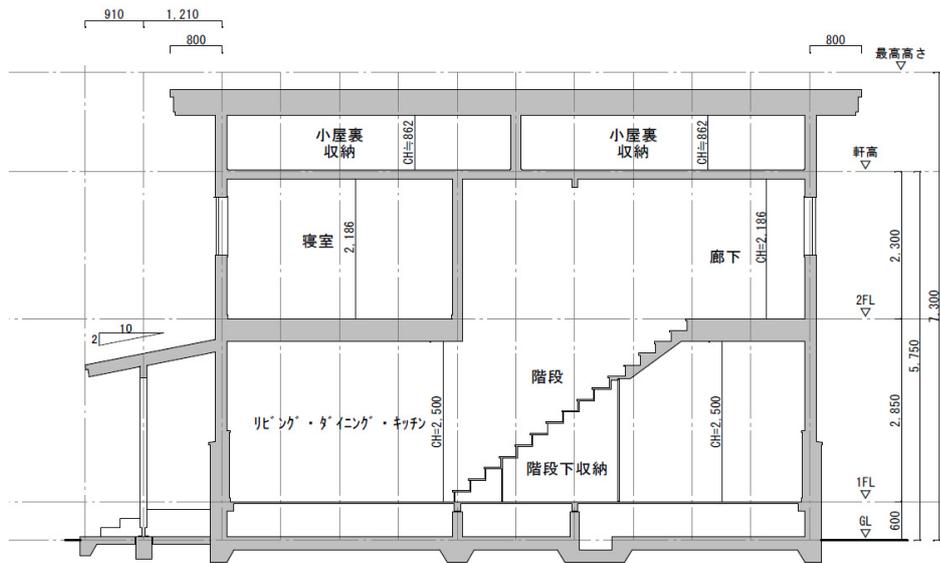


南立面図



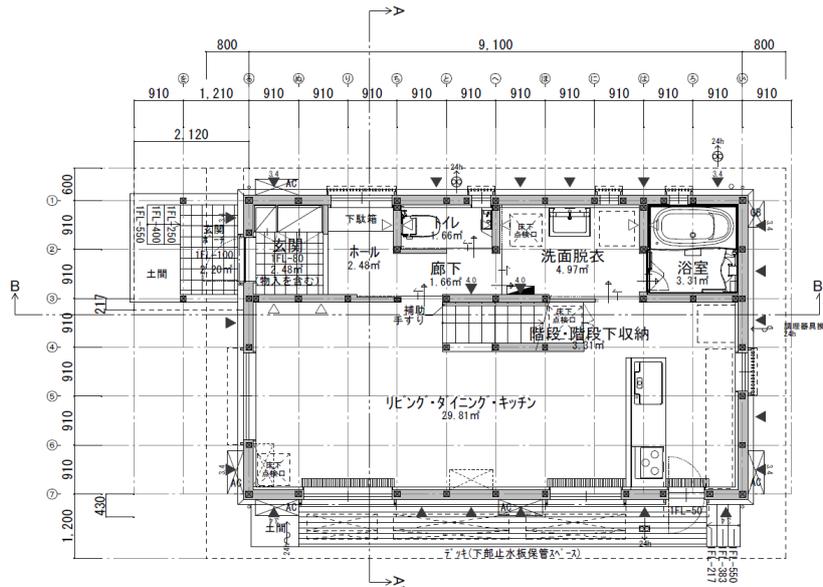
B-B' 断面図

西立面図



A-A' 断面図

図II-10 C(建物防水化)案の立面図・断面図



図II-11 C(建物防水化)案の1階平面図

D：高床化案（浸水対策案3）

諸元を表 II-14、設計趣旨を表 II-15 に示すが、概要は次の通りである。

浸水の防止を目的として、1階床高（1FL）を高基礎により基準（A）案より 900mm 持ち上げ（GL+1,500mm）、配筋を考慮して立上りと底盤の厚さは 200mm とした。浸水に対する安全性が高まるが、外階段が 6 段となり、日常時の生活利便に著しい影響を生じる点に留意を要する。

表II-14 D(高床化)案の諸元
(他は基準案と同じ)

高さ	最高高さ	8.200m
	軒高さ	6.650m

表II-15 D(高床化)案の設計趣旨

ア 1F床廻り高さ設定の考え方

●1FLの高さ設定

- ・高床化案では、基準案の 1FL+900mm（GL+1500mm）までの高さの浸水を防ぐため、基準案より 1FL を 900mm 上げる。
- ・1FL が高くなることにより、ポーチ階段は 4 段増え、日常時の生活利便性には著しい影響が生じる。また、ポーチ廻りに転落防止の手すりを設ける。

●床下空間有効高さ

- ・床下空間有効高さは 1,300mm 程度となり、浸水後の床下等の点検・排水・洗浄・消毒・乾燥や断熱材の脱着等の作業が容易となる。

イ 構造の考え方

●高基礎の法的判断

- ・高基礎とした場合の建築基準法令上の判断について、本検討では、床下空間には室用途がないため、階としてみなされないものと想定した（特定行政庁が床下空間を階とみなし、RC 造と判断された場合には、混構造となる）。

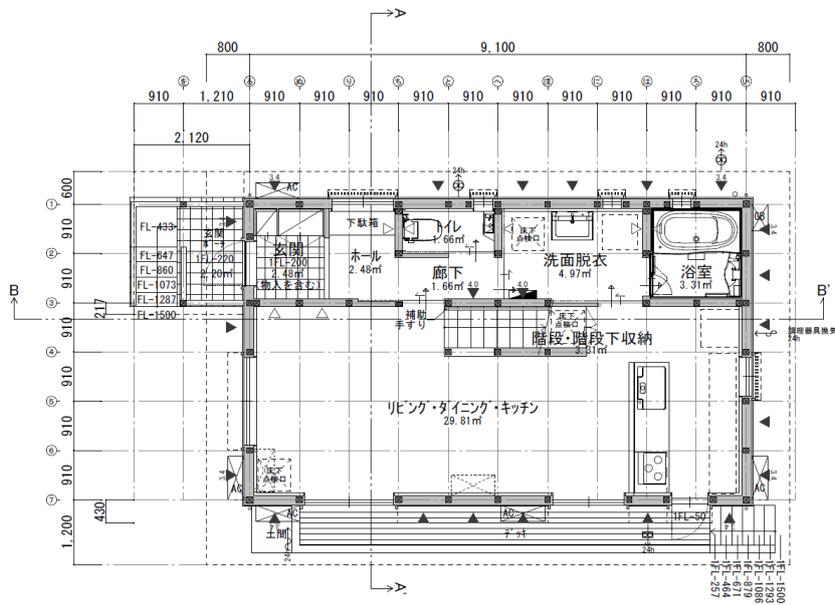
●高基礎の断面検討

- ・基礎内への浸水を許容するため、基礎に浸水時の水圧や浮力は作用しないものと想定する。ただし、構造計画上、基礎立上り高さが GL+1,000mm を超える場合はダブル配筋とすることから、浸水対策案 2 と同様に、基礎立上り及び底版の厚さを 200mm とし、かぶり厚さを確保する。

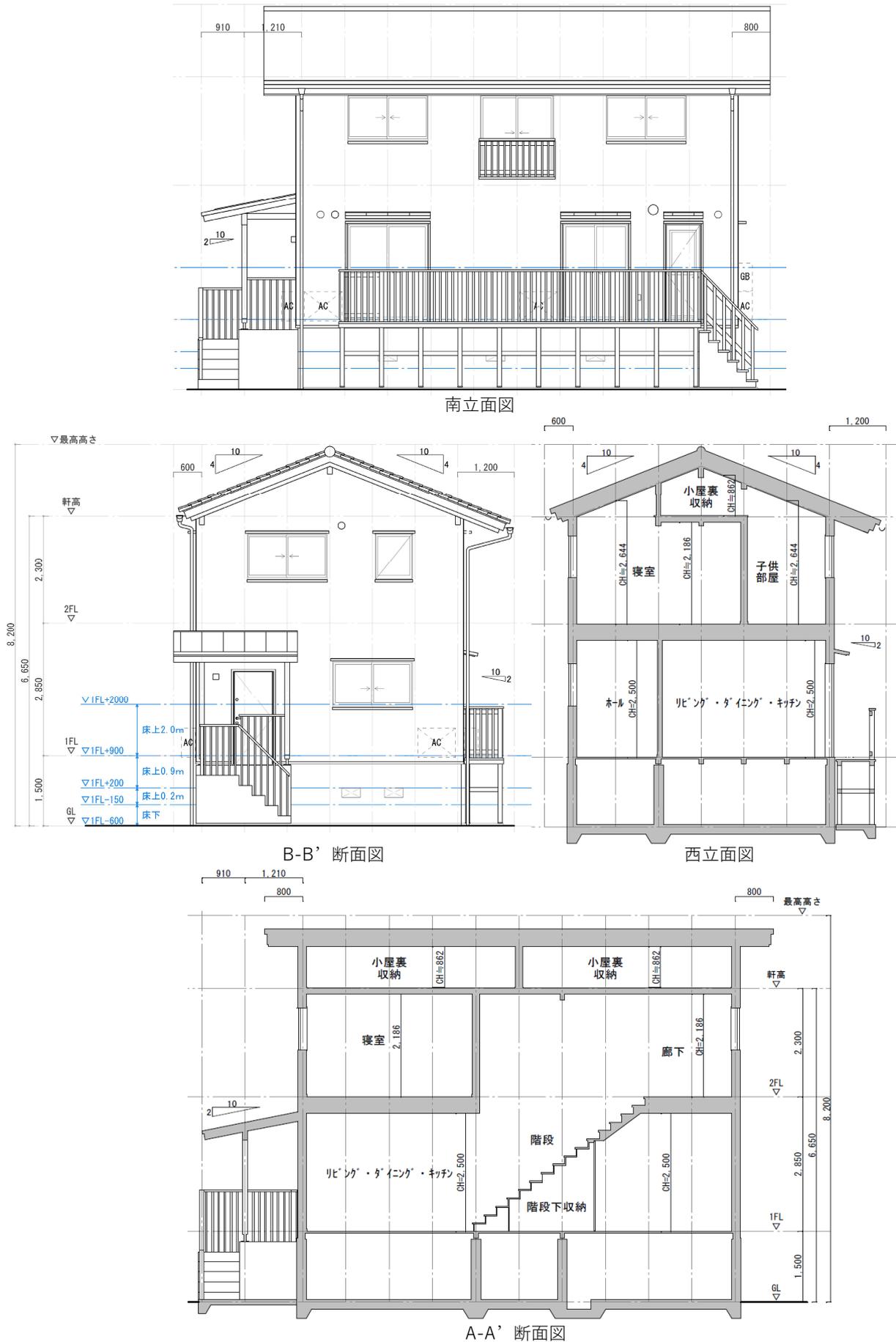
●釜場の設置：浸水対策案 1 及び浸水対策案 2 と同様

●水抜スリーブの設置：浸水対策案1と同様
●床下換気口の増設 ・基礎立上り高さが上がるにより、床下空間の気積が大きくなるため、基礎上部にねこ土台、上下中央部に床下換気口を設け、床下空間の換気を促進する（基礎内への水の浸入口となる）。
●薬剤無処理材の使用：基準案及び浸水対策案1、浸水対策案2と同様
●壁勝ち納まり：浸水対策案1及び浸水対策案2と同様
●耐力壁・釘の仕様：浸水対策案1及び浸水対策案2と同様
●構造金物：基準案及び浸水対策案1、浸水対策案2と同様
ウ 断熱の考え方：基準案と同様
エ 外部仕上の考え方：基準案と同様
オ 開口部の考え方：基準案と同様
カ 内部仕上の考え方：基準案と同様
キ その他設備等の考え方 ●設備等の設置 ・空調室外機・給湯器は、浸水対策案1及び浸水対策案2と同様、壁掛け架台（防振に配慮）により高所に設置し、1FL+900mmまでの床上浸水に対応する。 ●床下点検口の増 ・浸水対策案1及び浸水対策案2と同様に床下点検口を1ヶ所増設する。各点検口に高さ1mのタラップを設ける。 ●南面デッキの拡張 ・1FLが上がるによりデッキに大きな段差が生じるため、南面のデッキを幅、奥行き共に拡張し、一体化させる。また、転落防止のための手すりを設ける。

A（基準）案と異なる図面を中心に、1階平面図を図II-12、立面図及び断面図を図II-13、矩計図を図II-14、に示した（順番はレイアウト上の都合による）。



図II-12 D(高床化案)の1階平面図



図II-13 D(高床化)案の立面図・断面図

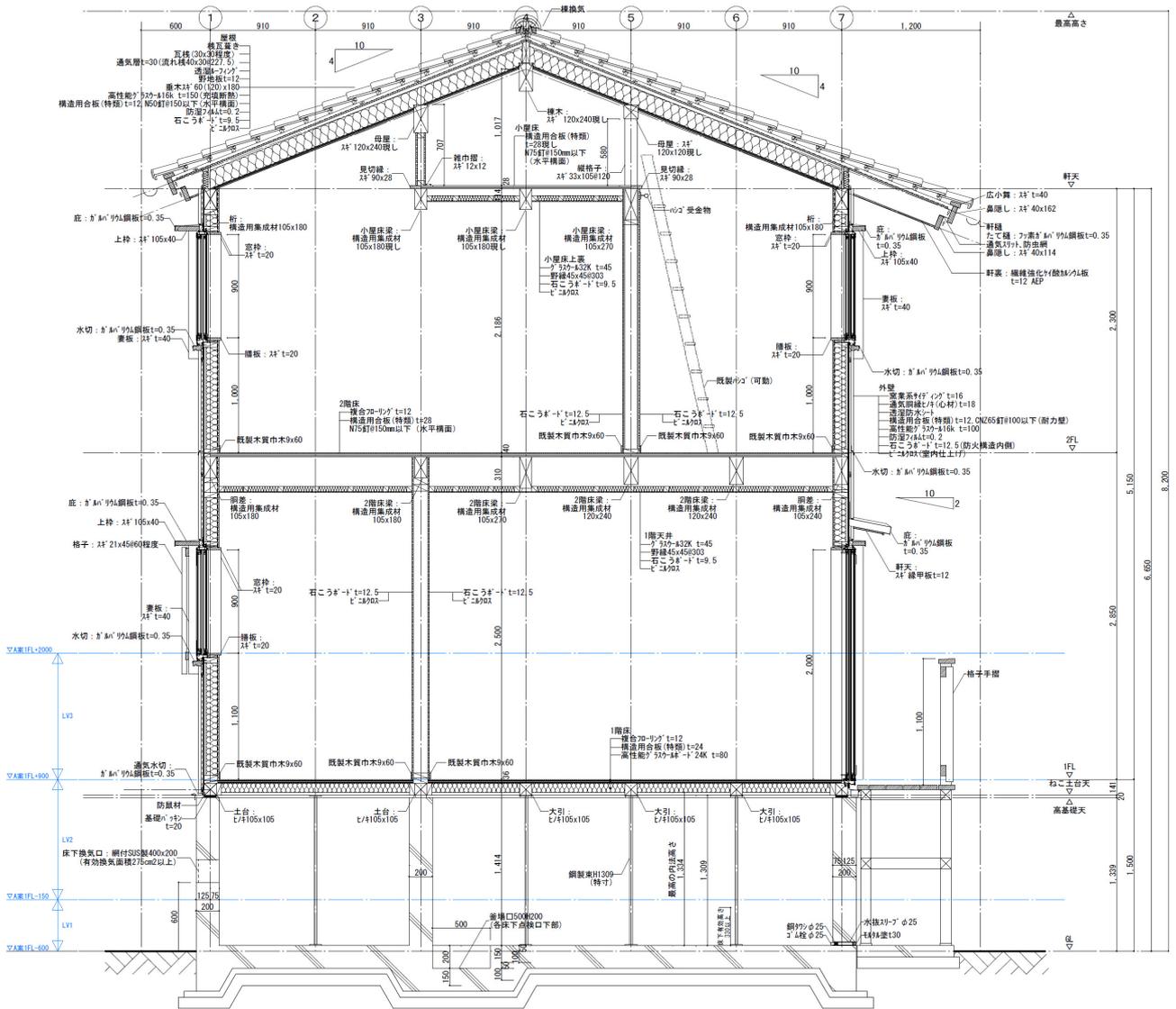
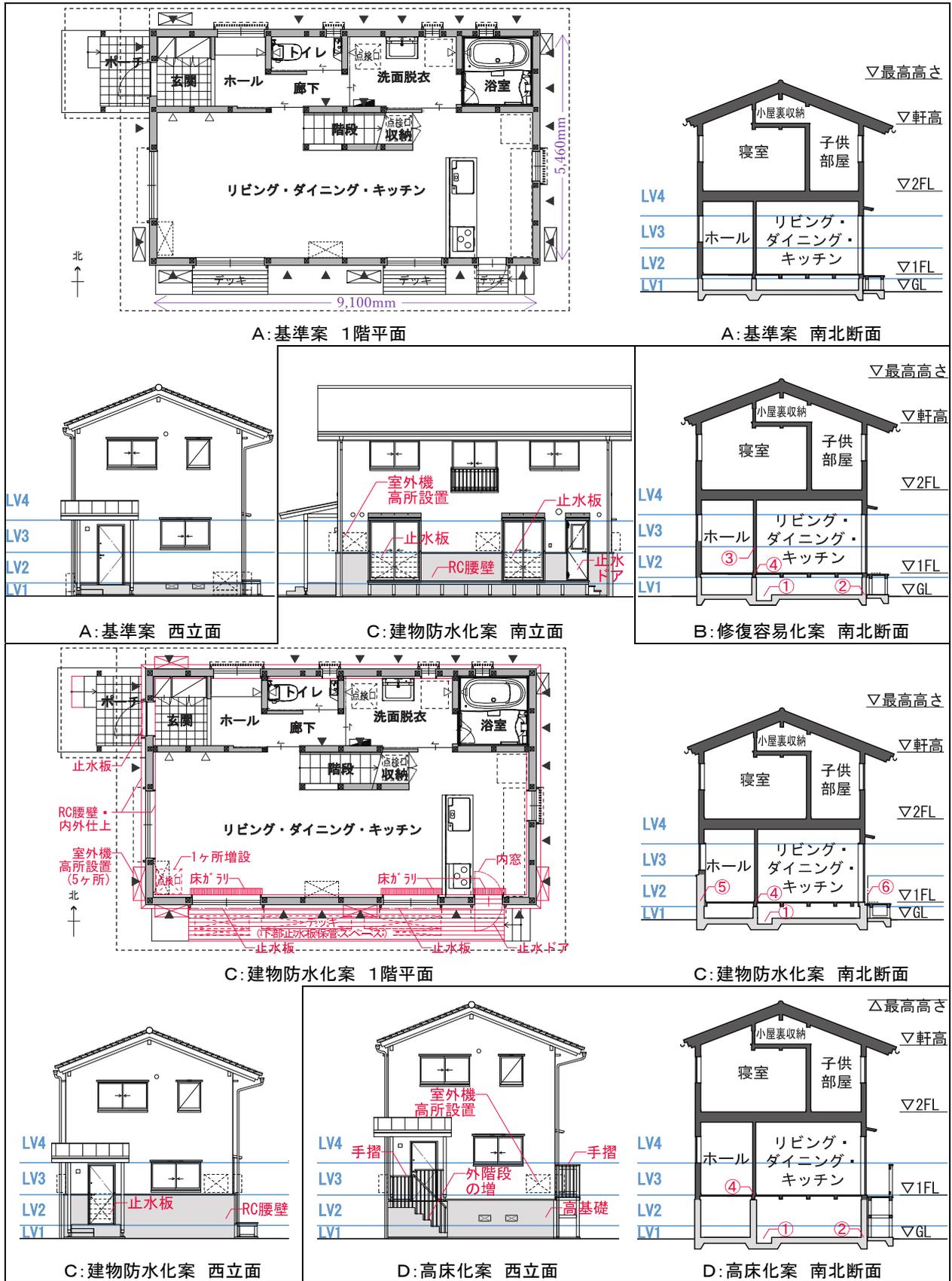


図 II-14 D(高床化)案の矩計図

最後に、A～D案の概要図及び浸水対策に係わる詳細拡大図をまとめて示す。



図II-15 各案の概要図

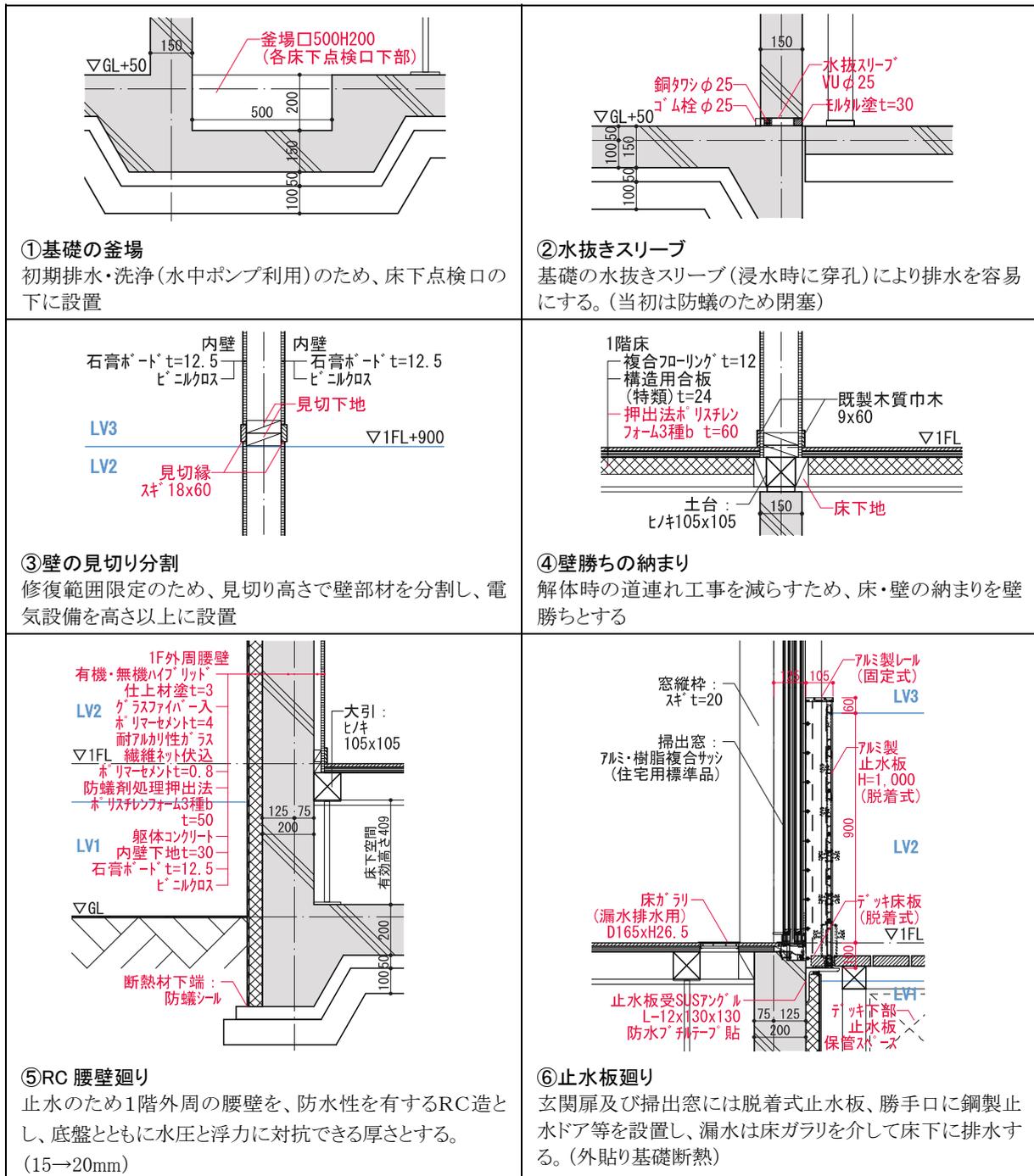


図 II-16 各案の浸水対策に係わる詳細拡大図 (丸数字は図 II-15 断面図に対応)

補注

- 1) 手間や費用を要する水勾配は設けず、基礎底面に釜場を設置することで排水性向上を図った。水抜きスリーブは、基礎施工時に設けるものを浸水時に簡易に穿孔可能とし、平時は水・白蟻の浸入防止のため塞ぐ。
- 2) 漏水が24時間継続した場合、基礎内部の有効面積 44.6m²に対する貯水の深さは43mm。
- 3) 本案における水圧の検討は、次によった。

構造設計用の進行方向の浸水圧 $qz(\text{kN/m}^2)$ の算定式 $qz = \rho g (ah - z)$

水の比重 $\rho = 1.0\text{t/m}^3$

重力加速度 $g = 9.8\text{m/s}^2$

設計用浸水深 $h = 0.6 + 0.9 = 1.5\text{m}$

当該部分の地盤面からの高さ $z = 1.5\text{m}$

水深係数 $a = 1.5$ (津波避難ビル等から津波が生じる方向に施設又は他の建築物がある場合で、津波避難ビル等の位置が海岸及び河川から 500 m 以上離れている場合に相当)

$z = 1.5\text{m}$ における $qz = 1.0 \times 9.8 \times (1.5 \times 1.5 - 1.5) = 7.4\text{kN/m}^2$

$z = 0\text{m}$ における $qz_0 = 1.0 \times 9.8 \times (1.5 \times 1.5 - 0) = 22.1\text{kN/m}^2$

荷重の負担巾 $W 1.82\text{m}$ とすると、

$z = 1.5\text{m}$ における等分布荷重 $\omega_1 = qz \cdot W = 7.4 \times 1.82 = 13.5\text{kN/m}$

$z = 0\text{m}$ における等分布荷重 $\omega_2 = qz_0 \cdot W = 22.1 \times 1.82 = 40.2\text{kN/m}$

曲げモーメント $M = (2 \cdot \omega_1 + \omega_2) / 6 \times h^2 = (2 \times 13.5 + 40.2) \div 6 \times 1.5^2 = 25.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$

せん断力 $Q = (\omega_1 + \omega_2) / 2 \times h = (13.5 + 40.2 \div 2) \times 1.5 = 40.3\text{kN}$

コンクリートの短期許容せん断応力度 $sfs = 0.105\text{kN/cm}^2$

抵抗する壁の長さ $B = 91\text{cm}$ とすると、

応力中心 間 距離 $j \geq Q / (B \cdot sfs) = 40.3 \div (91.0 \times 0.105) = 4.2\text{cm}$

梁の有効せい $d \geq j \times 8/7 = 4.8\text{cm}$ 、壁厚 $t \geq d + 7.0 = 11.8\text{cm}$

鉄筋の短期許容引張応力度 $sft = 29.5\text{kN/cm}^2$

$t = 20.0\text{cm}$ 、 $d = t - 7.0 = 13.0\text{cm}$ 、 $j \leq d \times 7/8 = 11.3\text{cm}$ とすると、

引張鉄筋の断面積 $\alpha t = M / (sft \cdot j) = 25.2 \times 10^2 \div (29.5 \times 11.3) = 7.56\text{cm}^2$

必要鉄筋量は 6 D 13 すなわち D13-@162 以下

縦筋は D13-150 (ダブル配筋) とする。

また、構造計画上、基礎底版は腰壁部と同等の厚さ 20 cm を確保することとする。

4) 本案における浮力の検討は、次によった。

浸水 によって生じる浮力 $Qz(\text{kN})$ の算定式 $Qz = \rho gV$

浸水深以下の建築物の体積 $V = \text{基礎外寸面積} \times h = (9.1 + 0.25) \times (5.46 + 0.25) \times 1.5 = 80.1\text{m}^3$

浮力 $Qz = 1.0 \times 9.8 \times 80.1 = 785.0\text{kN}$

建物重量 (上部構造) の算定 (地震用)

屋根 $0.75\text{kN/m}^2 \times 10.01 \times 6.37 = 47.2\text{kN}$

外壁 $0.50\text{kN/m}^2 \times 5.15 \times (9.1 + 5.46) \times 2 \text{ 面} = 75.0\text{kN}$

内壁 $0.30\text{kN/m}^2 \times 9.1 \times 5.46 \times 2 \text{ 面} = 29.8\text{kN}$

2 階床 $1.40\text{kN/m}^2 \times 9.1 \times 5.46 = 69.6\text{kN}$

1 階床 $1.10\text{kN/m}^2 \times 9.1 \times 5.46 = 54.7\text{kN}$

上部構造計 $47.2 + 75.0 + 29.8 + 69.6 + 54.7 = 276.3\text{kN}$

建物重量 (基礎・腰壁部) の算定

腰壁部 RC 数量 立上り延長 \times 立上り高さ \times 厚さ

$= (9.1 + 5.46) \times 2 \times 1.45 + (0.9 + 1.7 + 1.4 + 0.7) \times 0.5 \times 0.20 = 8.9\text{m}^3$

内部立上り部 RC 数量 立上り延長 \times 立上り高さ \times 厚さ $= (23.9 - 0.6 \times 7) \times 0.39 \times 0.15 = 1.2\text{m}^3$

フーチング部 RC 数量 延長 \times フーチング断面積 $= 29.1 \times 0.05 + 20.0 \times 0.06 = 2.7\text{m}^3$

底版 RC 数量 基礎外寸面積 \times 底版厚さ $= (9.1 + 0.25) \times (5.46 + 0.25) \times 0.2 = 10.7\text{m}^3$

基礎・腰壁部計 $24\text{kN/m}^3 \times (8.9 + 1.2 + 2.7 + 10.7) = 564.0\text{kN}$

建物重量合計 $276.3 + 564.0 = 840.3\text{kN}$

浸水深 1.5m の時の浮力 (785.0kN) より建物重量 (840.3kN) が大きいため、浮き上がらない。

4. 「基準案」及び「浸水対策案」の建築コスト及び修復費用の算定

4.1 建築コストの算出

作成した基準（A）案の試設計に基づき、実際に広島市近郊で地域工務店が建設した、同等仕様の木造戸建て住宅の内訳をベースに、同工務店の協力を得て建築コストを算出し、修復容易化（B）案、建物防水化（C）案及び、高床化（D）案についても基準（A）案での算出結果を参考に、建築コストを算出した¹⁾。浸水対策案の建築コストの算出にあたっては、基準案と浸水対策案との差額及びその発生要因が分かる程度の精度とした。また、浸水対策の費用対効果の検討の基礎とする金額の算出を目的とすることから、土地取得費、設計監理費、各種申請費、外構工事費等は、建築コストに含めていない。

算出した各案の建築コスト（直接工事費）の一覧及び前提となる仕様の違いについて、表 II-17 に示した。また、諸経費及び税金を含む概要を表 II-16 にまとめた。浸水対策案については、主に基準案からの増分となる金額を記載している。建築コストは、「修復容易化（B）＜高床化（D）＜建物防水化（C）」の順で大きくなった。

基準（A）案については、直接工事費が 19,739 千円、諸経費・税込み²⁾の建築コストが 26,055 千円となった。これは面積単価が 23.7 万円/m²で、広島県の新築木造戸建て住宅の面積単価である 18.3 万円/m²（2019 年建築着工統計調査。全国市部平均は 18.3 万円/m²）より 3 割近く大きい。この理由として、基準案の仕様を軸組（県産材）及び面材耐力壁を用いた耐震等級 3 相当の長期優良住宅としたことや、平均的な注文住宅（持家）より小規模であること、職人のやり繰りや仕入れなどコスト削減の工夫を行う前の単純な積み上げベースの値であること、等が考えられる。

修復容易化（B）案の基準（A）案からのコスト増は約 37 万円（直接工事費のみ。以下同様）で、基礎周りの変更と、見切縁や床下点検口、空調室外機用壁掛け架台等の追加が約 19 万円^{b1}、大工手間増が約 18 万円^{b2}を占める。また、建物防水化（C）案の基準案からのコスト増は約 462 万円で、止水板・止水ドアの設置が約 189 万円^{c1}、腰壁の RC 造化とコンクリート躯体の増加関連が約 157 万円^{c2}、大工手間増が約 54 万円^{c3}、見切縁や床下点検口、空調室外機用壁掛け架台等の追加が約 33 万円^{c4}、基礎断熱化関連が約 28 万円^{c5}を占める³⁾。一方、高床化（D）案の基準案からのコスト増は約 175 万円で、高基礎のコンクリート躯体の増加関連が約 128 万円^{d1}、床下点検口及びタラップ、特殊な鋼製束、空調室外機用壁掛け架台等の追加が約 30 万円^{d2}、デッキの高床化及び手すりの追加が約 18 万円^{d3}を占める。（添字 b1～d3 は表 II-17 中の項目に対応）

表II-16 基準案との浸水対策案のコスト比較 (単位:千円:B~D案はA案との差分)

内訳	A 基準案	B 修復容易化案	C 建物防水化案	D 高床化案	備考
構造	4,127	+23	+1,069	+1,329	基礎・RC腰壁等
断熱	315	+18	+226	±0	外貼り基礎断熱等
外部仕上げ	2,889	±0	+578	+280	サイディング・デッキ等
開口部	694	±0	+1,884	±0	止水板・止水ドア等
内部仕上げ	3,348	+95	+235	+63	見切縁・点検口等
設備等	5,351	+57	+92	+57	空調室外機用壁掛け等
その他	3,015	+180	+540	+24	仮設・大工手間等
直接工事費	19,739	+373	+4,624	+1,753	
建築コスト ²⁾ (経費・税込)	26,055	+493 (26,548)	+6,104 (32,159)	+2,314 (28,369)	経費率20% 消費税率10%
コスト比	100%	101.9%	123.4%	108.9%	

表II-17 基準案及び浸水対策案の仕様及びコストの比較(内訳)

(単位:千円)	A. 基準案		B. 修復容易化案		C. 建物防水化案		D. 高床化案		
	比較項目	コスト	比較項目	増減	比較項目	増減	比較項目	増減	
1F床廻り高さ設定	RC基礎土間L	GL+50							
	RC基礎立上りL または腰壁天端L	GL+459	GL+639		GL+1500		GL+1339		
	玄関土間L	GL+400	GL+600		GL+520		GL+1300		
	1FL	GL+600 (ポーチ階段2段)	GL+800 (ポーチ階段3段)		GL+600 (ポーチ階段2段)		GL+1500 (ポーチ階段6段)		
	床下空間有効高さ	409	609		409		1309		
構造	基礎形式	RCベタ基礎	1,528	同A案 釜場口500H200 +水抜スリーブ ^{b1}	+21	RCベタ基礎+腰壁 釜場口500H200 ^{c2}	+962	RCベタ基礎(高基礎) 釜場口500H200 +水抜スリーブ ^{d1}	+1,154
	床下換気	床下換気口	53	ねこ土台 ^{b1}	+2	床ガラリ+気密パッキン ^{c5} (基礎断熱)	+48	床下換気口 +ねこ土台 ^{d2}	+25
	構造材	土台・大引:ヒノキ (薬剤無処理) 柱・間柱:スギ (GL+1000まで 薬剤処理)	2,259	同A案	±0	同A案 ^{c2}	+50	土台・大引:ヒノキ (薬剤無処理) 柱・間柱:スギ	±0
	1F床と 壁の取り合い	外壁:壁勝ち 間仕切:床勝ち	0	外壁:壁勝ち 間仕切:壁勝ち	±0	外壁:壁勝ち 間仕切:壁勝ち	±0	外壁:壁勝ち 間仕切:壁勝ち	±0
	耐力壁	構造用合板 CN釘 GL+1000まで 薬剤処理	99	同A案 CNZ釘(受材CN 釘)	±0	同A案 CNZ釘(受材CN釘)	±0	構造用合板 CNZ釘(受材CN釘)	±0
	構造金物	亜鉛めっき品	188	同A案	±0	同A案	+9	特寸鋼製束 亜鉛めっき品 ^{d2}	+150
	小計		4,127		+23		+1,069		+1,329
断熱	屋根断熱	屋根断熱 高性能グラスウール	51	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	壁断熱	充填断熱 高性能グラスウール	175	同A案 (見切り分割) ^{b1}	+19	同A案	-10	同A案	±0
	床断熱 または 基礎断熱	床断熱 高性能グラスウール ボード	89	同A案 押出法ポリスチレン フォーム3種 ^b	-1	外張り基礎断熱 防蟻剤処理押出法ポ リスチレンフォーム 3種 ^{b c5}	+236	同A案	±0
	小計		315		+18		+226		±0
外部仕上	屋根	棧瓦葺き (通気工法)・4寸	747	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	庇	金属板葺き・2寸	228	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	外壁下地	ヒノキ心材 (薬剤無処理)	112	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	外壁仕上	窯業系サイディング (通気工法)	1,735	同A案	±0	同A案 有機・無機ハイブリッ ド仕上材(1F下部) ^{c2}	+556	同A案 モルタル仕上 (高基礎) ^{d1}	+102
	デッキ	南開口部前	67	同A案	±0	南外壁全面	+22	南外壁全面+手すり ^{d3}	+178
	小計		2,889		±0		+578		+280
開口部	玄関扉	金属製扉	112	同A案	±0	同A案 +止水板1ヶ所 (デッキ下保管) ^{c1}	+329	同A案	±0
	1F掃出窓	アルミ・樹脂複合 製窓	278	同A案	±0	同A案 +止水板2ヶ所 (デッキ下保管) ^{c1}	+998	同A案	±0
	2F掃出窓・腰窓	アルミ・樹脂複合 製窓	244	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	勝手口	アルミ・樹脂複合 製扉	60	同A案	±0	鋼製止水ドア +内部樹脂製扉 ^{c1}	+557	同A案	±0
	小計		694		±0		+1,884		±0

(単位:千円)	A. 基準案		B.修復容易化案		C.建物防水化案		D.高床化案		
	比較項目	コスト	比較項目	増減	比較項目	増減	比較項目	増減	
内部 仕上	床下地	構造用合板 (ネダレス工法) GL+1000まで 薬剤処理	216	同A案	±0	同A案	±0	構造用合板 (ネダレス工法) 薬剤無処理	±0
	床仕上	複合フローリング	558	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	内壁下地	石膏ボード	203	石膏ボード ^{b1} (見切り分割)	-12	同A案 ^{c4}	-12	同A案	±0
	内壁仕上	ビニルクロス	2,104	ビニルクロス・見 切縁 ^{b1} (見切り分割)	+92	ビニルクロス・見切 縁 ^{c4}	+232	同A案	±0
	階段	複合合板 (既製直線階段・ 16段・勾配37°)	200	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	24時間換気孔	FL+2100 ~ 2300	37	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	床下点検口	2ヶ所 (基礎立上り人通路)	30	3ヶ所 ^{b1} (基礎立上り人通路)	+15	3ヶ所 ^{c4} (基礎立上り人通路)	+15	3ヶ所+タラップ ^{d2} (基礎立上り人通路)	+63
	小計		3,348		+95		+235		+63
設 備 等	分電盤	1F設置 (漏電遮断装置付き)	450	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	コンセント・ スイッチ	FL+250以上	384	FL+1050以上	±0	同A案	±0	同A案	±0
	空調室内機	FL+2225	482	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	空調室外機	床置き GL+50	98	壁掛け ^{b1} GL+1500以上	+57	同B案 ^{c4}	+57	同B案 ^{d2}	+57
	給湯器	壁掛け	318	壁掛け GL+1500以上	±0	同B案	±0	壁掛け GL+1500以上	±0
	システムキッチン ・洗面・UB・トイレ	標準品	2,417	同A案	±0	同A案	±0	同A案	±0
	設備配管	配管固定 基礎貫通部モルタル埋	1,202	同A案	±0	同A案 排水逆流防止弁 ^{c4}	+35	同A案	±0
	小計		5,351		+57		+92		+57
そ の 他	大工手間	大工手間	2,485	大工手間増 ^{b2}	+180	大工手間増 ^{c3}	+540	大工手間	±0
	仮設	仮設工事	530	同A案	±0	同A案	±0	仮設工事増 ^{d1}	+24
	小計		3,015		+180		+540		+24
増減コスト計 (直接工事費)		19,739		+373		+4,624		+1,753	

黄色いセルは、コスト増が生じている項目の直接工事費の増分。青字は、数量や細かな仕様が違う箇所。添字は本文に対応。

4.2 修復費用算定の前提条件の整理

ここでは、建物への浸水後の復旧に必要な修復費用を、建築に関する被害額とみなして見積もるが、前提とする水害のタイプ及び、浸水深と建物内の浸水範囲の関係等に関して、前提条件を整理する。

1) 前提とする水害と建物内への浸水範囲等

前提とする水害のタイプについては、近年の洪水の被災地の視察結果⁴⁾等を踏まえて次のように設定する。①土砂を大量に生じる土石流を伴う水害ではなく、中下流域の河川氾濫による水害を想定する。②最大浸水深となる高さまで水位が緩やかに上昇した状況を想定し、堤防の破堤場所付近等でみられる、強い水流や浮遊物による窓・壁面の破損等に生じないものとする。③浸水の

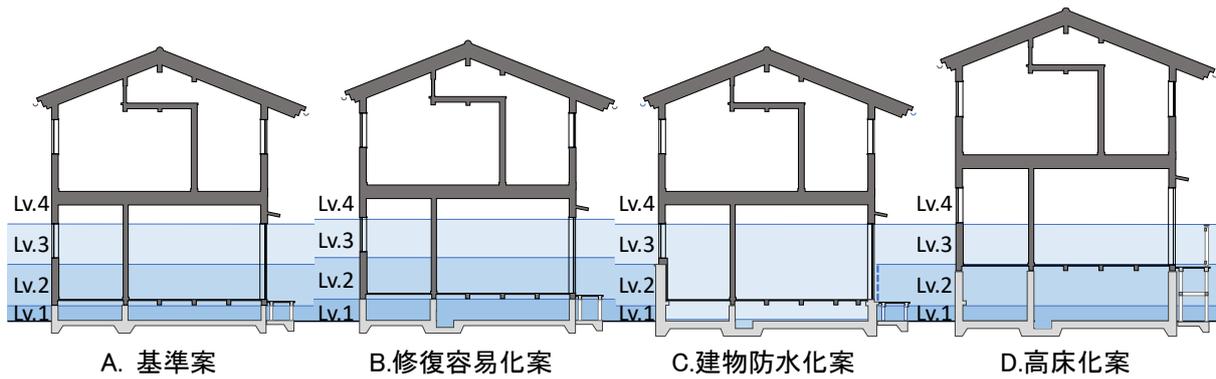


図 II-17 浸水レベルと浸水範囲の想定

継続時間は、24 時間以内を想定する。

その上で、基準案及び浸水対策案において想定される修復工事の施工範囲等の想定を踏まえて、修復費用の算定の前提とする浸水レベルについて、A～C 案で次の 4 段階を想定し、D 案は高さを基準 (A) 案と揃えた (図 II-17)。レベル 1 (Lv.1) の浸水深 (以下、「床下レベル」) では、土台に到達しない 1FL-150mm までの浸水高さを想定し、床下に 5cm 程度の土砂が堆積とする⁵⁾。レベル 2 (Lv.2) の浸水深 (以下、「床上～腰窓下端レベル」) では、1FL-150mm を超え、腰窓下端 (1FL+900mm) 以下までの浸水高さを想定し、床上に 5cm 程度の土砂が堆積とする。レベル 3 (Lv.3) の浸水深 (以下、「腰窓下端～腰窓上端レベル」) では、腰窓下端 (1FL+900mm) を超え、腰窓上端 (1FL+2000mm) 以下までの浸水高さを想定し、床上に 5cm 程度の土砂が堆積とする。レベル 4 (Lv.4) は腰窓上端 (1FL+2000mm) 以上とし、他のレベルと比べて確率が低いことなどの理由から、想定に含めなかった。

また、浸水対策案において講じた工夫や対策については、意図通りに機能することを前提とし、各案について以下の想定で修復工事等の施工範囲と作業内容、修復費用等を算定することとした。

A：基準案

- ・床下換気口下端レベル (GL+259mm) までは、床下への浸水はない。
- ・浸水高さが GL+259mm 以上となった場合に、床下換気口下端 (GL+259mm) までは、外部の水位の低下と共に基礎立上り内部の水位も低下する。

B：修復容易化案 (浸水対策案 1)

- ・玄関土間レベル (GL+600mm) までは、床下への浸水はない。
- ・浸水高さが GL+639mm 以上となった場合に、基礎立上り天端レベル (GL+639mm) までは、外部の水位の低下と共に基礎立上り内部の水位も低下する。

C：建物防水化案 (浸水対策案 2)

- ・止水板下端レベル (GL+500mm) までは、床下への浸水はなく、浸水高さがそれ以上となった場合には、止水板からの漏水を床下に貯留する。
- ・RC 腰壁天端レベル (GL+1500mm) までは、床上への浸水はない。

D：高床化案 (浸水対策案 3)

- ・床下換気口下端レベル (GL+600mm) までは、床下への浸水はない。
- ・浸水高さが GL+600mm 以上となった場合に、床下換気口下端レベル (GL+600mm) までは、外部の水位の低下と共に基礎立上り内部の水位も低下する。

2) 前提とする修復作業の手順と修復項目

修復作業の手順として、ヒアリングや文献(1)を参考に以下を想定した。

- ① 初期排水：基礎内部の汚水を排水し、屋内に堆積した土砂を取り除く。
- ② 取外し・廃棄：浸水した断熱材、下地材、仕上材、設備機器等を取り外し、廃棄処分する。
- ③ 洗浄・排水：基礎内部、床下、壁内、再使用可能な建材等を水道水で洗浄、排水する。
- ④ 消毒：浸水部分について、次亜塩素酸ナトリウム希釈液での水拭きを想定する(資料(2)参考)。
- ⑤ 乾燥：送風機を24時間連続で稼働させ、木材等を乾燥させる。乾燥期間は1ヶ月間程度を想定する。
- ⑥ 調達・取付け：断熱材、下地材、仕上材、設備機器等を調達し、取付ける。

また、前述の浸水レベルごとに想定する、各建築計画案での修復項目を表II-18の通りとした。ここでの修復の範囲は、各浸水レベルの上端まで浸水した場合を想定するが、比較を単純化するため、高床化案の床上～腰窓下端レベル(Lv.2)については、浸水が1階床まで到達しないものとする。以下、「更新」とは「取外し・廃棄・調達・取付け」を行う作業⁶⁾を、「再使用」は「取外し・洗浄・取付け」を行う作業をそれぞれ指すものとする。

表II-18 各浸水レベルにおける修復項目・内容

①床下レベル(Lv.1)

		A 基準案	B 修復容易化案	C 建物防水化案	D 高床化案
想定浸水高さ(GL±0～1FL±0)		GL±0～450	GL±0～650	GL±0～450	GL±0～450 (A案に準拠)
共通①	初期排水	排水			—
基礎・床	基礎土間・立上り	洗浄・排水			—
	基礎断熱材	— (基礎洗浄作業に含む)	— (外部洗浄作業に含む)	— (基礎洗浄作業に含む)	— (基礎洗浄作業に含む)
内外壁	外壁仕上	外部洗浄(床下以下)			
空調設備	空調室外機	更新	—		

②床上～腰窓下端レベル(Lv.2)

		A 基準案	B 修復容易化案	C 建物防水化案	D 高床化案
想定浸水高さ(1FL±0～1050)		GL+450～1500	GL+650～1700	GL+450～1500	GL+450～1500 (A案に準拠)
共通①	初期排水	排水			
基礎・床 (1)	基礎土間・立上り	洗浄・排水			
	床断熱材	更新	再使用	—	更新
	基礎断熱材	— (基礎洗浄作業に含む)	— (外部洗浄作業に含む)	— (外部洗浄作業に含む)	— (基礎洗浄作業に含む)
	土台・大引	洗浄・排水			—
基礎・床 (2)	床仕上・巾木、 床下地合板	更新			—
共通②	消毒	消毒(腰窓下)		消毒(床下)	—
	乾燥	乾燥			
内外壁	外壁仕上	外部洗浄(腰窓以下)			外部洗浄(床下以下)
	内壁仕上・下地、 壁断熱材	更新 (1F全面)	更新 (腰窓下)	—	
	柱・間柱・耐力壁 合板	洗浄・排水(腰窓下) 薬剤塗布(GL+1000以下)			—

建具・家具・階段	玄関扉・サッシ	洗浄・排水（腰窓下）		—
	内部建具、造作家具、階段	更新		—
電気設備	照明、コンセント	更新（腰窓下）	—	
衛生設備	システムキッチン	更新（レンジフードを除く）		—
	洗面化粧台、ユニットバス	更新		—
	トイレ	更新（手洗器）、洗浄・排水（便器本体）、更新（温水便座）		—
空調設備	空調室外機	更新	—	

③腰窓下端～腰窓上端レベル(Lv.3)

		A 基準案	B 修復容易化案	C 建物防水化案	D 高床化案
想定浸水高さ(1FL+1050～2150)		GL+1500～2600	GL+1700～2800	GL+1500～2600	GL+1500～2600 (A案に準拠)
共通①	初期排水	排水			
基礎・床	基礎土間・立上り	洗浄・排水			
	床断熱材	更新	再使用		更新
	基礎断熱材	— (基礎洗浄作業を含む)		— (外部洗浄作業を含む)	— (基礎洗浄作業を含む)
	土台・大引	洗浄・排水			
	床仕上・巾木、床下地合板	更新			
共通②	消毒	消毒（1F 全面）			消毒（腰窓下）
	乾燥	乾燥			
内外壁（1）	外壁仕上	外部洗浄（1F 全面）			外部洗浄（腰窓以下）
内外壁（2）	内壁仕上・下地、壁断熱材	更新（1F 全面）			
	柱・間柱・耐力壁合板	洗浄・排水（腰窓上） 薬剤塗布（GL+1000 以下）			洗浄・排水（腰窓下）
建具・家具・階段	玄関扉・サッシ	洗浄・排水（1F 全面）			洗浄・排水（腰窓下）
	内部建具、造作家具、階段	更新			
電気設備	照明、コンセント	更新（腰窓上）			更新（腰窓下）
	スイッチ・コントローラー等、分電盤	更新			—
衛生設備	システムキッチン	更新（レンジフードを含む）			更新（レンジフードを除く）
	洗面化粧台、ユニットバス	更新			
	トイレ	更新（手洗器）、洗浄・排水（便器本体）、更新（温水便座）			
空調設備	空調室外機	更新			

3) その他

浸水時の修復費用の算定にあたって、その他に以下の前提を置いた。

- ・被災地の範囲は限定され、災害後の工賃や資材費用の値上がり等は発生しない。
- ・実際の復旧時には、居住者の自力作業やボランティアによる作業の支援等があるが、本検討では全て工務店が請け負う場合を想定する（家財道具の運び出し等の作業は含めない）。工務店の経費率については、新築と同様とする。

- ・解体に伴い発生する廃棄物については、災害ごみとして扱われると考え、廃棄費用は収集・運搬に係る作業費を見込み、平常時の産業廃棄物処理費用等は見込まないものとする。
- ・乾燥及び外部洗浄に係る作業費は、浸水深によらず一定と想定する。

4.3 浸水時の修復費用の算定

前項の前提を踏まえ、浸水家屋の復旧経験のある工務店へのヒアリングに基づき、修復に係る作業量を見積もり⁷⁾、費用を積算した(表 II-19)⁸⁾。浸水対策案の基準案に対する修復費用の差額を「被害軽減効果」とし、浸水対策案の追加的費用に対する割合を「浸水1回当たり回収率」として示した。(修復費用の詳細は、章末の補遺に記載した。)

以下、浸水レベル毎に概観する。

- ・ **Lv.1 (床下)** : 修復容易化 (B) 案の被害軽減効果が追加的費用の半分程で、床下浸水が複数回発生する場合に大きな効果が期待できる。
- ・ **Lv.2 (腰窓下端以下)** : 建物防水化 (C) 案・高床化 (D) 案とも床上浸水が生じないが、追加的費用を考慮すると後者が有利である。前者の被害軽減効果は追加的費用を下回るが、家財の被害を見込めば回収可能と考えられる。修復容易化 (B) 案は被害軽減効果が追加的費用を上回るが、修復の工事費用が大きく、生活影響も生じる。
- ・ **Lv.3 (腰窓上端以下)** : 修復容易化 (B) 案・建物防水化 (C) 案とも1階の過半が浸水し、修復費用が基準 (A) 案と同程度となり、特に被害軽減効果を期待できない。高床化 (D) 案は、1FL+1100mm 程度に達する浸水でも電気設備や空調室外機等の被害は免れることなどから、一定程度の被害軽減を見込むことができる。

表II-19 浸水レベル別の浸水時の修復費用と浸水対策案の被害軽減効果

(単位：千円。B～D案の金額はA案との差分。)

基準案・浸水対策案		A.基準案			B.修復容易化案			C.建物防水化案			D.高床化案		
浸水レベル		Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.1	Lv.2	Lv.3
GL高さ (mm)		0~450	450~1500	1500~2600	0~650	650~1700	1700~2800	0~450	450~1500	1500~2600	0~450	450~1500	1500~2600
共通①	初期排水	200	200	200	-75	-75	-75	-200	±0	±0	-200	-125	-125
	基礎土間・立上り	50	25	25	-12	±0	±0	-50	±0	±0	-50	+50	+50
基礎・床	床断熱材	—	172	172	—	-69	-69	—	-172	-172	—	-172	±0
	土台・大引	—	50	50	—	±0	±0	—	-50	±0	—	-50	±0
	床仕上・巾木、床下地合板	—	591	591	—	±0	±0	—	-591	±0	—	-591	±0
	消毒	—	113	125	—	-28	±0	—	-63	±0	—	-113	-40
共通②	乾燥	—	25	25	—	±0	±0	—	±0	±0	—	-25	±0
	外壁仕上げ	20	20	20	±0	±0	±0	±0	±0	±0	±0	±0	±0
内外壁	内壁仕上・下地、壁断熱材	—	571	571	—	-315	+20	—	-571	-9	—	-571	±0
	柱・間柱、耐力壁合板	—	74	99	—	±0	±0	—	-74	±0	—	-74	-74
	玄関扉・サッシ	—	25	50	—	±0	±0	—	±0	±0	—	-25	-25
建具・家具等	内部建具・造作家具・階段	—	914	914	—	±0	±0	—	-914	±0	—	-914	±0
	電気設備	—	87	134	—	-87	±0	—	-87	±0	—	-87	-47
衛生設備	足元照明、コンセント	—	—	265	—	—	±0	—	—	±0	—	—	-265
	システムキッチン	—	771	918	—	±0	±0	—	-771	±0	—	-771	-147
	洗面化粧台、ユニットバス	—	710	710	—	±0	±0	—	-710	±0	—	-710	±0
空調設備	トイレ	—	183	183	—	±0	±0	—	-183	±0	—	-183	±0
	空調室外機	105	105	105	-105	-105	+34	-105	-105	+34	-105	-105	+34
修復工事直接工事費計		375	4,636	5,157	-192	-679	-90	-355	-4,291	-147	-355	-4,466	-639
①修復費用計(経費・税込) ²⁾		495	6,119	6,806	-253	-897	-118	-469	-5,664	-193	-469	-5,895	-842
②建築コスト(経費・税込) ²⁾		26,055			+493			+6,104			+2,314		
浸水1回当たり回収率：①/② (%)		—	—	—	51%	182%	24%	8%	93%	3%	20%	255%	36%

洗淨・排水等
洗淨後再使用
消毒・乾燥
更新
作業不要

補注

- 1) 基準 (A) 案、修復容易化 (B) 案及び、建物防水化 (C) 案については、作成した図面をもとに、建材類についての部位・資材毎の数量積算を行った見積もりを得た。高床化 (D) 案については、これらの内訳をもとに建築コストを概算した。
- 2) 経費率については 20%を見込み、端数は四捨五入としている。また、消費税率については 10%を見込み、端数は切り捨てている。
- 3) なお、最も高い建物防水化 (C) 案の建築コストの低減策としては、水密化を要する開口部の削減 (掃出窓 1 ヲ所・勝手口を腰窓に変更) : 約 101 万円減 (直接工事費。以下同じ)、基礎断熱の内部化による外部仕上コストの低減 (ただしユニットバスの納まりを考慮する必要がある) : 約 79 万円減、RC 腰壁内部の打放し仕上げによる内部仕上コストの低減 : 約 30 万円減、等が考えられるが、検討の目的から外れるのでここでは追究しない。
- 4) 平成 30 年 7 月豪雨 (2018 年) における岡山県倉敷市真備地区や、広島県三原市本郷町、広島県坂町小屋浦地区等、令和元年東日本台風 (2019 年) における長野県長野市穂保・長沼・赤沼・豊野等地区及び篠ノ井地区や、福島県須賀川市館取町、同郡山市田村町・永盛地区、同本宮市本宮馬場地区、宮城県角田市東町、丸森町中心地区、令和 2 年 7 月豪雨 (2020 年) における福岡県大牟田市三川地区、熊本県人吉市中心市街地ほか、等。
- 5) 修復容易化 (B) 案はねこ土台で、正確には GL+630~650mm で床下浸水。
- 6) ヒアリング調査から得られた知見を踏まえ、床上浸水に対し、浸水対策を施していない木造壁等については、断熱材、下地材、仕上材等を全面交換する前提とする。
- 7) 修復に要する費用の相当部分を占める手間 (人工) については、平成 30 年 7 月豪雨 (2018 年) 時に被災木造住宅の復旧工事に従事した地域工務店の資料提供を得て、建築士と共に復旧工事時の数量を算出し、2.5 万円/人日で積算した。
- 8) 算出した補修工事費用は、同じ平面プランに基づいて補修プランの工事費を算出している文献(3)の数値とほぼ一致する。また、床下浸水レベルを除き、(一社)住宅生産団体連合会がまとめた手引き (文献(4)) に示されている、木造住宅の「浸水レベルに応じた建築面積当たりの復旧工事費用」の四分位範囲内に収まっている。床下浸水レベルについては、本検討では洗浄・排水等の費用をなるべく顕在化させて工事費に含めるようにしていることから、文献の数値よりも大きくなっているものと思われる。

参考文献・資料

- (1) 荒川尚美 (2020) 「災害事例に学ぶ浸水住宅の再生術 11 ヲ条」日経ホームビルダー(249)、pp.53-64、2020.3
- (2) 厚生労働省「浸水した家屋の感染症対策」
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_00341.html
- (3) 渡邊史郎・今井信博・井上拓哉 (2021) 「戸建住宅の浸水被害と補修方法の関係についての考察」日本建築学会計画系論文集 86 (788)、pp.2431-2440、2021.10
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aija/86/788/86_2431/_pdf/char/ja
- (4) (一社)住宅生産団体連合会 (2021) 「住宅における浸水対策の設計の手引き」2021.7 (「図 3.3.3 浸水レベルに応じた建築面積当たりの復旧工事費用」15p.)
https://www.judanren.or.jp/activity/committee/pdf/seino_shinsui_210726.pdf

5. 浸水対策の費用対効果に関する試算

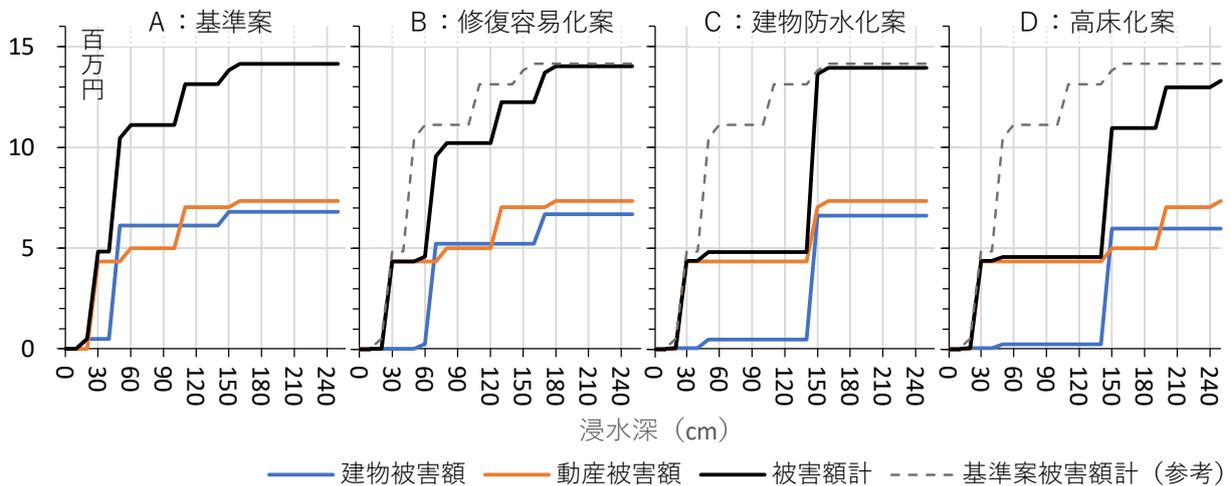
本節では、前節で建築コスト及び修復費用を算定した浸水対策案について、動産被害額及び水害の浸水深別の発生頻度を考慮した費用対効果の試算を行う。

5.1 浸水深別の建物・動産被害額

前節で算定した、各建築計画案における浸水時の修復費用を建物被害額とみなした。また、洪水に見舞われた際には第I章(1.2)に示したように、建物内外の家具等の動産に生じる被害も深刻となる。そこで、既存研究¹⁾の資産の鉛直分布モデルの値(延床面積比で低減)を用いて¹⁾、動産の所有や鉛直方向の分布等の状況を仮定し、動産被害額を算定した。

図II-18が、浸水深別に各建築計画案において想定される、建物及び動産の被害額となる。例えば(GL+)130cmの浸水深においては、A案13,141千円の被害額に対し、B案：896千円、C案：8,349千円、D案：8,580千円の軽減が認められる。

以降では、建物及び動産の被害額を合計した被害額について論じる。

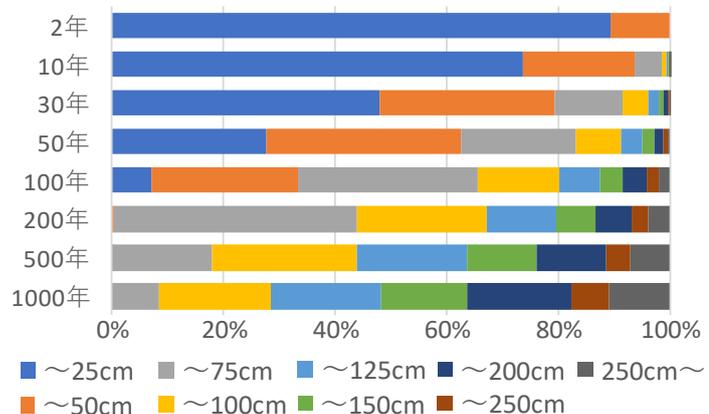


図II-18 浸水深別の建物・動産別被害額(修復費用)の比較

5.2 発生頻度を考慮した費用対効果の試算

次に、発生頻度を考慮した最大浸水深の予測値を用いて、浸水対策案の費用対効果を試算する。

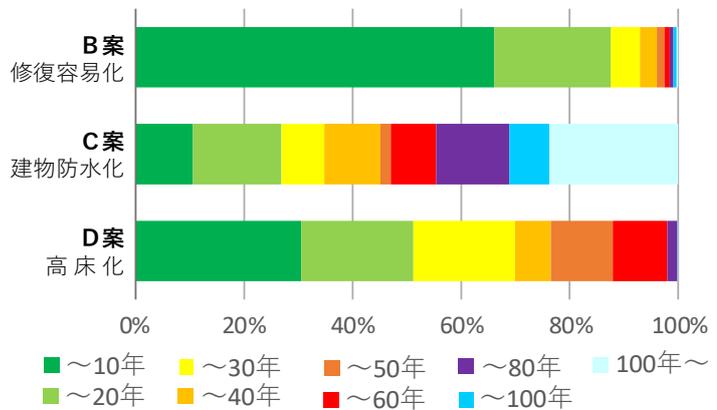
試算にあたっては、第I章(2.2)に記載した方法により、滋賀県「地先の安全度マップ」で公開されている、異なる降雨確率に基づく内外水氾濫の想定浸水深(50mメッシュ)に相当するデータを用いて、国土交通省水管理・国土保全局の「治水経済調査マニュアル(案)」に示された算定方法によった。戸建て住宅が対象であることから、世帯数1以上のメッシュを抽出して対象



図II-19 対象メッシュの確率年別の最大浸水深割合

とした²⁾。対象メッシュの確率年別の最大浸水深を図 II-19 に示す。100 年確率で、最大浸水深が 50～150cm と想定されるメッシュが約 6 割となる。

当該メッシュの生起確率別の最大浸水深に対応する被害額をもとに、確率年区間毎の期待被害額を算定して合計することで、各案の建物を建てたときの年平均の被害額（期待値）が推算できる。基準（A）案と浸水対策（B～D）案の平均被害額の差額が、年間当りの浸水対策による被害軽減額（期待値）であり、浸水対策に伴う追加的費用をこれで除することで、浸水対策費用の平均回収年数をメッシュ別に計算できる。図 II-20 に平均回収年数別の割合を示した。

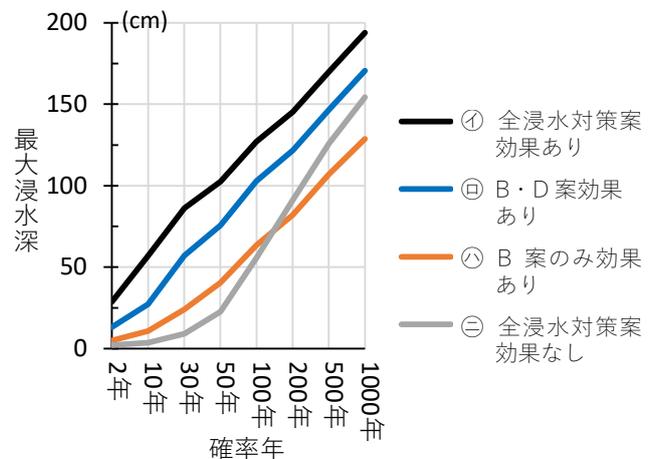


図II-20 浸水対策費用の平均回収年数別メッシュ割合

以下では、浸水対策の効果等の違い

を踏まえて、修復容易化（B）案は 10 年、建物防水化（C）案と高床化（D）案は 20 年での浸水対策費用の回収を考えるものとする。その場合、対象メッシュの内、修復容易化（B）案では約 2/3 のメッシュで平均 10 年以内、建物防水化（C）案では約 1/4 のメッシュで平均 20 年以内、高床化（D）案では約 1/2 のメッシュで平均 20 年以内に、それぞれ浸水対策に伴う追加的費用の回収が期待できる計算となる。

さらに上記メッシュを各案の対策効果が見込まれる（費用対効果の高い）メッシュと考え（定義し）、それらの浸水特性等から各浸水対策案の適用性を評価する。僅かなメッシュを例外として、①全浸水対策案（B～D案）の効果あり、②B（修復容易化）案・D（高床化）案効果あり、③B案のみ効果あり、④全浸水対策案とも効果なし、の 4 タイプに分かれる³⁾。メッシュタイプ毎に、確率年別に最大浸水深の平均値を求めたものを図 II-21 に示す。ここで、①～

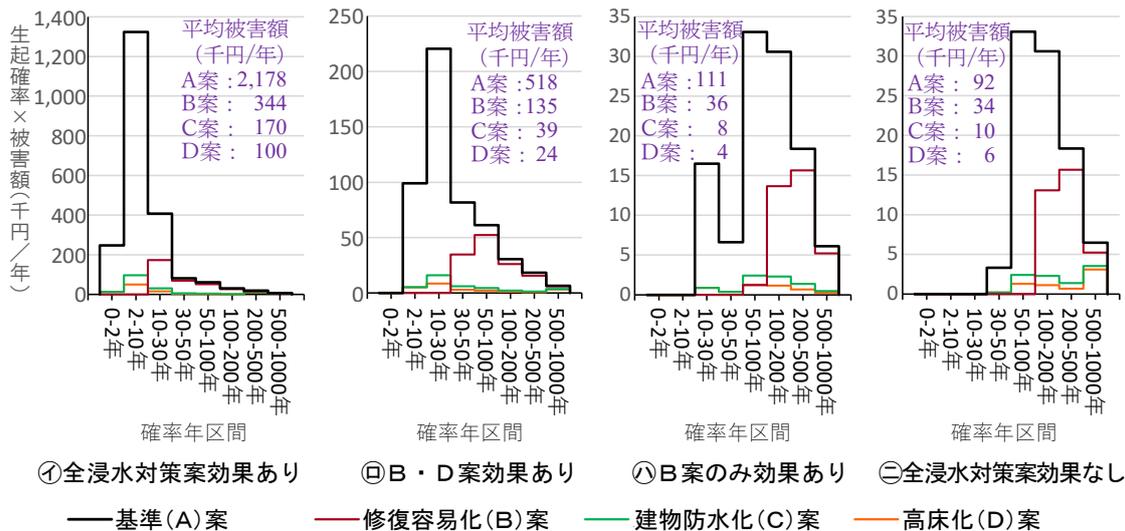


図II-21 各メッシュタイプの浸水特性

④の浸水特性（生起頻度別の浸水深）を有する地点（メッシュ）を考えると、そのような地点では、①～④に対応する浸水対策案の効果が見込まれる、ということが出来る⁴⁾。このようにして、建築物が立地する地点の浸水特性と、対策の費用対効果を一般的に関係づけることができる。

この内の④（全浸水対策案とも効果なし）については、治水安全度が全般的に高いため、建築・敷地レベルでの浸水対策を講じる必要がほとんどない地点であるということが出来る。図 II-21 において、④の線が基準（A）案で床上浸水が生じることとなる浸水深 45cm を超えるのは、確率年 100 年の目盛りよりも低頻度（右側）の場合であり、100 年に 1 度以下の確率事象に対して追加的建築コストの最も小さい B 案の対策を講じたとしても、その対策費用 495 千円の回収見込みは立たず、「効果がない」となる。逆に①（全浸水対策案効果あり）は治水安全度が最も低く、

(移転も含めて) 何らかの浸水対策を講じる必要がある地点であるということが出来る。確率年10年よりも高頻度(左側)で発生する基準(A)案での床上浸水等への対策として、最も追加的コストを要するD案を採用したとしても、確率10年程度の事象に対して対策費用(6,104千円)の回収見込みが立つことから、B案・C案・D案のいずれの対策を講じたとしても「効果がある」となる。㊸及び㊹の治水安全度はその中間的な位置づけとなり、より治水安全度の高い㊸では、追加的コストが最大の建物防水化(C)案についてのみ「効果がない」となり、より治水安全度の低い㊹では、追加的コストが最小のB(修復容易化)案についてのみ「効果がある」となる。



図II-22 各メッシュタイプの浸水特性に基づく建築計画案(A~D)の確率年区間別の生起確率×被害額

以上についてより厳密な計算を行い、㊸~㊻の地点においてどのような浸水事象(頻度の低い稀な水害~頻度の高い日常的な水害)に対する期待被害額及び期待被害低減効果が大きい(小さい)のかを示したのが図II-22となる。この図では、基準(A)案の期待被害額の確率年区間別の内訳(生起確率×被害額)及び、また各浸水対策(B~C)案の期待被害額との差額である期待被害軽減額(平均被害軽減額:黒線と色線との差)がどの確率年区間で大きいかなどを読み解くことができる。

以下では、図II-22で「生起確率×被害額」が高い確率年区間に着目して、図II-21においてその区間に対応する最大浸水深を確認する。

㊸のメッシュタイプでは、確率年区間2~10年において、他の確率年区間と比べて基準案の期待被害額が飛び抜けて大きい(図II-22)。一方、この確率年区間における最大浸水深は、基準(A)案の1階床に浸水被害が生じる高さ(GL+450mm:Lv.2の下限)をまたがる(図II-21)。浸水対策(B~D)案による浸水1回あたり被害軽減額もこの確率年区間における最大浸水深で大きく(図II-18)、確率年区間の幅(1/2-1/10)の大きさと相まって、「生起確率×被害額」の軽減額も飛び抜けて大きくなっている。

同様に㊹のメッシュタイプについてみると、確率年区間10~30年において基準案の「生起確率×被害額」が最大となり、この確率年区間において最大浸水深は基準(A)案のLv.2の下限をまたがる。浸水対策(B~D)案による浸水1回あたり被害軽減額もこの確率年区間で大きく、「生起確率×被害額」の軽減額も最大となっている。

⊕及び⊖のメッシュタイプでは、確率年区間 50～100 年において上記と同様となる。⊕と⊖の最大の違いは、確率年区間 10～30 年における基準 (A) 案の「生起確率×被害額」の差であり、これは基準 (A) 案の 1 階床に浸水被害が生じる高さ以下の浸水深 (Lv.1) における、建物被害 (床下浸水) の有無の違いに由来する。

以上より、床上浸水を生じる高頻度の氾濫事象に対して、(なるべく安い費用で) 浸水対策を講じることで費用対効果が大きくなることと、一般的には、床上浸水を生じる氾濫の頻度が高くなると浸水対策の費用対効果も高くなることがわかる。

補注

- 1) 基準 (A) 案は、浸水深 (GL を基準) に応じて、30cm で自動車・バイク、50cm でカーペット、100cm で冷蔵庫・ソファ・スポーツ用品、150cm で調理家電・ビデオカメラ、等の被害額を計上し、浸水対策 (B～D) 案では浸水対策に応じて、同様の考え方で被害が生じる浸水深を変化させている (高床化案では主な室内家具について基準案+150cm とするなど)。
- 2) 全 14,231 メッシュ。内、7,623 メッシュ (54%) の過半において都市計画の用途地域が指定されている。
- 3) 各タイプのメッシュ数は、⊕1,473、⊖2,888、⊕5,044、⊖4,787 (その他が 39)。
- 4) 図 II-21 において、基準 (A) 案の 1 階床に浸水被害が生じる高さ (GL+450mm : Lv.2 の下限) の浸水深の発生頻度により、⊕～⊖のメッシュタイプ、すなわち浸水対策 (B～D) 案の効果の有無が決まっている。1 階床に浸水被害を生じる浸水深の発生頻度が高くなると、各浸水対策の有効範囲を超えた浸水深 (Lv.3 の下限) の発生頻度も高くなるが、その場合でも対策の有無による被害額の差がほとんど生じないため、この部分は費用対効果には影響しない計算となる。ただしこの場合、建物外・敷地内の自家用車や自転車等の期待被害額が増大し、また相対的に浸水リスクの低い他の地区に移転することのメリットも大きくなり、検討対象外としている、強い氾濫流をもたらす洪水の発生頻度も増大すると考えられる。

参考文献・資料

- (1) 山本陽子・柳川一博・深見和彦・木内望ほか (2017) 「建物用途別の資産鉛直分布及び浸水確率を踏まえた都市における家屋・事業所の資産被害評価の検討と試行」河川技術論文集(23)、pp.91-96、2017.6
https://www.jstage.jst.go.jp/article/river/23/0/23_91/_pdf/char/ja

6. 屋根上避難計画案及び生活回復機能追加案に関する補足的な検討と試算

本節では、2.1で整理した浸水対策のシナリオの内の、「③逃げ遅れたときの建物内垂直避難により生命の安全性が向上する」について、屋根上への避難により実施する計画案（屋根上避難計画案）として、また「①住宅の浸水後の修復が比較的容易かつ安価で早期に元の住宅での生活が回復可能」について、元の住宅での生活回復を早期に可能とする計画案（生活回復機能追加案）として、それぞれ補足的に検討を行う。

いずれも本来は、構造や設備、生活条件等にかかわる技術的で詳細な確認を要するが、全てを扱うと本研究報告の範囲を超えてしまうことから、コスト面を中心とした概要的な検討の紹介にとどめる。また、前提とした浸水事象は特に記載が無い限り、4.2に記載の④⑤⑥を想定する。

6.1 屋根上避難計画案の試作成と追加的建築コストの算定

本項では、屋根上避難計画案について検討を行う。具体的には、前節までに検討した浸水対策案について、2階床上50cm程度の浸水時に屋根上への避難を可能とする変更を行った計画案の検討と試設計を行い、その追加的建築コストを算定し、適用性を検証する。

前提とした検討条件は、表II-20の通り。

屋根上避難が必要となる浸水状況については、堤防の破堤点等から一定の距離を有した住宅において、居住者が事前の避難が間に合わずに逃げ遅れる中で、洪水（流速は緩やか）が最終的に2階床上を超え、生命を守るために屋根上に逃げ延びて救助を数

表II-20 屋根上避難計画案の検討条件

浸水状況	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防の破堤点等から一定の距離を有した住宅 ・最大浸水深：2FL+500mm（浸水対策案2：GL+4.15m）程度 ・屋外水位上昇速度：3.0m/h（50cm/10分）^①
避難状況	<ul style="list-style-type: none"> ・健常者4人の家族構成（小学生を含む） ・事前避難ができず、2階床上を超えて浸水する中、屋根上で救助を数時間程度待つ状況

時間程度、待つ状況を想定する。避難経路としては、各浸水対策案の小屋裏収納部分を梯子等で経由して、天窗より屋根上に至るものとし、屋内浸水前に、小学生を含む健常者4名が10分程度で避難完了するものとする。

1) 屋外水位上昇に対する屋内水位上昇の想定

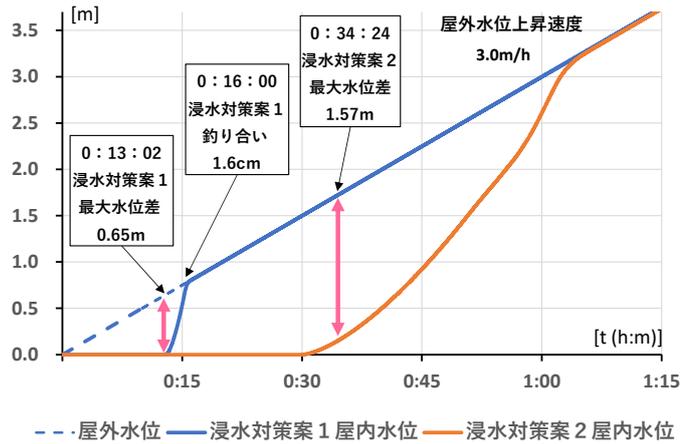
屋外の水位上昇に対し、屋内の水位上昇が顕著に遅れる場合、屋内外の水位差に伴い浮力等の外力が発生し、家屋の損傷や流失につながる事が考えられる。このため、屋外の水位上昇に対する屋内の水位上昇を検討する。

浸水対策案の鉛直面や水平面に想定される浸水口について、文献(2)及び製品カタログ等より面積と高さを整理のうえ、浸水口からの流速は屋外水位と浸水口高さの差の平方根に比例する（トリチェリの定理）ことを踏まえ、浸水深ごとの毎秒あたり浸入流量と浸水貯留面積をもとに、屋内水位の経時的変化を想定した。文献(1)を参考に、屋外での水位上昇速度を最大で3.0m/hrと想定し、最も影響の大きい浸水口について取り上げ、釣り合いのとれる屋内外の水位差を試算した。結果、浸水対策案1で1cm未満、浸水対策案2で25cm程度となった(表II-21)。

表II-21 代表浸水口における釣り合いのとれる屋内外水位差

	代表浸水口	浸水口中央高さ	浸水口面積	釣り合い水位差
浸水対策案1	ねこ土台	1FL-151mm	0.226m ²	0.2cm
浸水対策案2	外壁下端 ジョイント隙間	1FL+900mm	0.016m ²	25.0cm

これより、各浸水対策案の浸水口面積が十分に大きいため、屋外水位が代表的な浸水口の高さまで達して浸水が開始した後、屋内との水位差は縮小し、上記の釣り合いのとれる水位差に到達して以降は、屋外水位とほぼ同時に漸増すると考えられる(図 II-23)¹⁾。内外の水位差が最大となるのは概ね浸水開始時点付近で、浸水対策案 1 で約 0.6m、浸水対策案 2 で約 1.5m となる。



図II-23 屋外水位上昇に対する屋内水位の経時的変化¹⁾

2) 計画案の検討

まず、氾濫に伴って生じる水平力に関する、簡易な構造的検討を行う²⁾。

屋内外の水位差が拡大しない場合の水平力に関して、文献(2)の「7.8 氾濫流に対する木造の構造安全性」の方法に則り、抗力を氾濫流荷重として想定し、構造的検討を行った³⁾。文献(2)(3)を参考に抗力係数 1.2、流速 1.5m/s としたとき、浸水深 4.15m、受圧幅 9.3m (不利側となる 1 階 Y 方向) での氾濫流荷重 25kN (1 階 Y 方向) に対して保有水平耐力 93kN (1 階 Y 方向) が確保されることを確認した。

また、同様に文献(2)の抗力を想定外力とし、文献(3)の方法に則って構造耐力上主要な部材の必要断面を検討した結果を表 II-22 に示す。木材はスギ及びヒノキ無等級材とし、耐力は上記の浸水深時を終局時と仮定して基準強度とした (管柱のヒノキへの変更と、基礎のアンカーボルトの追加)。

表II-22 主要部材の断面検討

	浸水対策案	屋根上避難計画案
1 階管柱	スギ 105x105	ヒノキ 105x105
土台	ヒノキ 105x105	
アンカーボルト	M12@1820	M12@1200

次に、氾濫に伴って生じる浮力に関する構造的検討を行う²⁾。

文献(3)(4)の方法を参考に、積載荷重を考慮しない建物重量 (482kN) が、屋内浸水時にも空気溜りとなる、床下及び壁内空間容積に生じる浮力 (450kN) を上回ることを確認した。また、浸水開始時点付近で最大となる屋内外水位差については、前述の通り既に検討済みである。

柱頭柱脚接合部は文献(4)の N 値計算法に準拠した方法に則り、氾濫流荷重時の水平力を考慮し各柱に生じる引抜力を 1.5 倍、浮力を考慮し上部構造重量 (276kN) の押え効果を 0.6 倍 (≡ (276-450)/450、引抜力を高める方向)、接合金物は終局耐力 (短期許容耐力の 1.5 倍) として検討し、耐力壁配置と接合金物仕様の変更を行った。

今回の浸水対策案では、一般の木造住宅より基礎コンクリートの量が多く、浸水深 4.15m においても、建物重量は浮力を上回り浮き上がらない。しかし、このときに氾濫流荷重が水平力として加わると、建物重量による抑え込み効果が少ない状態となるため、1 階をオープンなつくりとし高倍率の耐力壁を用いて耐震等級 3 を確保した浸水対策案の柱頭柱脚金物では、終局でも対応できず、1 階では一部壁の倍率を落とすとともに耐力壁を追加し、接合部倍率の高いホールダウン金物を多用することでクリアする必要が生じた⁴⁾。

最後に、屋根上へのアクセス方法等に関する建築計画面での検討を行う。

浸水対策案において既に小屋裏収納までのアクセスが可能(ロフトとそこにあがる梯子が設置)となっていることを前提に、天窗(中軸回転式2箇所)、小屋床、建具、採光間仕切を追加する。また、2階コンセント及び分電盤を浸水深より上方に設置する。耐震等級3など高い耐震性を持たせる木造住宅の設計時には、小屋床を設けて床倍率を高めることは多く、浸水対策案に避難機能等を確保するには天窗の追加程度で済む。

一方、通常用いられる天窗は嵌め殺しもしくは電動開閉の可能なチェーン出窓を押し上げるタイプが多いと考えられるが、人が無理なく出入りできる開口寸法と機構を有する住宅用の製品は限られる点に留意を要する。また、河川氾濫時には停電も予想されるため、手動の開閉機構を有することが不可欠となる。また、住宅用の天窗は一定の勾配を必要とする。現時点で流通している製品としては、海外製品で天窗用の手動中軸回転式、幅0.8m、高さ1.0mの比較的に大きな住宅用高断熱サッシが該当し、4寸以上の勾配で設置可能となる。

現在、階に算入されない小屋裏の天井高さは1.4m以下であることから、4寸勾配の場合、小屋裏端部の天井高さは低くなるため、屋根面への出入りを考慮した天窗の設置位置、足掛かりの確保を考えておく必要がある。同様に小屋裏へのアクセスのしやすさについても配慮が必要である。また、夜間の停電時に両手を用いて、梯子等で小屋裏や屋根上に避難しなければならない場合には、照明の用意も必要となる。さらに、滑りやすい屋根上に避難した場合の滑落防止に備え、室内側に安全ロープを取り付けられる軸組部材や金属バーなどの設置も考慮することが望ましい。木造住宅の場合、屋根上ではなく室内側に用意する方が、漏水などを生じにくいと考えられる。

3) 試設計及び追加的建築コストの算定

以上の検討を踏まえて、屋根上避難計画案の試設計を行った。小屋裏の平面図(図II-24)及び、2階・小屋裏の部分詳細図(図II-25)を示す。

また試設計に基づき、追加的建築コストの算定を浸水対策案と同様の条件の下、同一工務店の協力を得て算出した(表II-23)。追加的建築コストは各案共通で、構造補強よりも天窗等屋根上避難機能のコストが8割を超え、影響が大きい。原建築計画(A~D)案に対するコスト比で考えれば、全体で3.6%から4.4%の増分となる(表II-24)。

表II-23 屋根上避難計画案の追加的建築コスト(経費・税込)

	追加的コスト	主な項目
水平力対応	+77千円	1階柱仕様変更(スギ→ヒノキ)
浮力対応	+123千円	耐力壁追加、柱頭柱脚金物仕様変更
屋根上避難機能	+952千円	天窗、小屋床、片引戸、採光間仕切、分電盤
追加的コスト計	+1,150千円	※端数処理含む

表II-24 屋根上避難計画案の建築コスト比較(経費・税込)

	A.基準案	B.復旧容易化案	C.建物防水化案	D.高床化案
原計画案	26,055千円	26,548千円	32,159千円	28,338千円
追加的コスト	+1,150千円 (各案共通)			
屋根上避難計画案	27,205千円	27,698千円	33,309千円	29,488千円
コスト比	104.4%	104.3%	103.6%	104.1%

4) 滋賀県データを用いた適用性の確認

滋賀県「地先の安全度マップ」相当の500mメッシュ単位の浸水シミュレーションデータを用い、浸水深の発生確率に基づく屋根上避難計画案の適用性を確認する。

最大浸水深からみると、5節(5.2)で対象とした14,231メッシュ中、50年確率で20メッシュ、200年確率で237メッシュ、1000年確率で973メッシュにおいて最大浸水深3~6mに達し、

逃げ遅れた場合の屋根上避難の必要性及び可能性が考えられる。その際、水平力の観点からみると、50年確率及び200年確率の場合で全メッシュにおいて本検討で想定した水平力を下回る浸水深と流速の組合せとなる。1000年確率では、2メッシュでこれを上回る想定となる(図II-26)。

あくまでも逃げ遅れた際の次善の避難場所として、必要時に機能する可能性は高いと言えるが、その利用頻度は低いので、天窗による採光等、他のメリットも併せて追求すべきと考えられる。

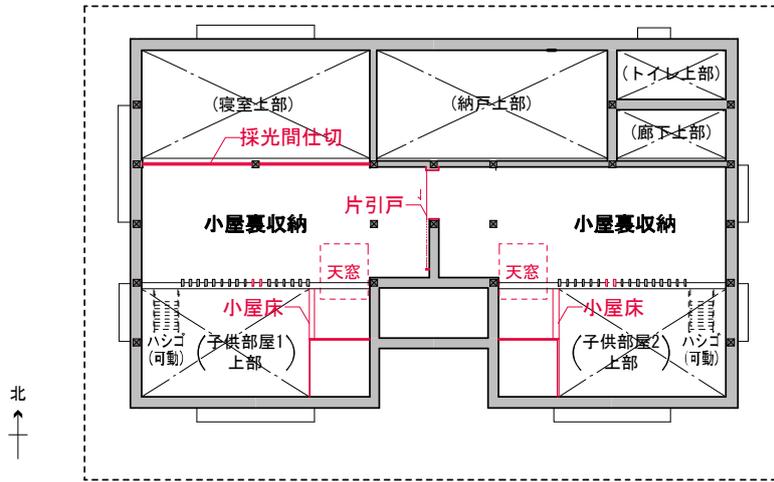


図 II-24 屋根上避難計画案:小屋裏平面図

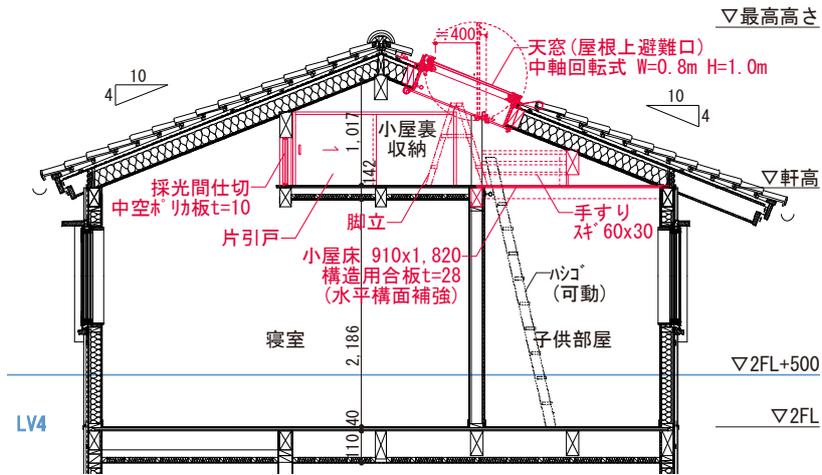


図 II-25 屋根上避難計画案:2階・小屋裏部分詳細図

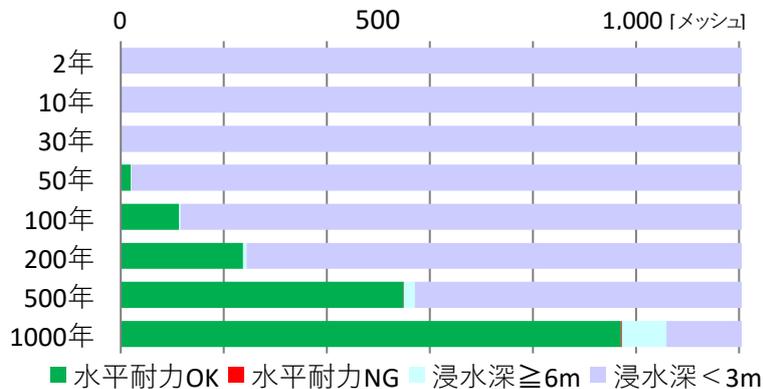


図 II-26 滋賀県データを用いた屋根上避難計画案の適用性の確認

6.2 生活回復機能追加案の試作成と追加的建築コストの算定

本項では、生活回復機能追加案について検討を行う。前節まで（特に3節）で検討した（修復容易化（B）案）について、1階部分が床上浸水（1FL+90cm以下程度を想定）を受けた後の数ヶ月にわたる1階部分の修復工事実施期間中に、避難所生活が不要または最小限にとどまるように2階部分において生活機能の回復を可能とする修正を施した案を検討し、試設計を行い、その追加的建築コストを算定する。前提とした検討条件は、表II-25の通り。

表II-25 生活回復機能追加案の検討条件

浸水状況	・堤防の破堤点等から一定の距離を有した住宅 ・最大浸水深：1FL+900mm（浸水対策案2：GL+1.7m）程度
避難状況	・健常者4人の家族構成（小学生を含む） ・水害発生前に避難した後、自宅に戻り、その後数ヶ月にわたる1階部分の修復工事実施期間中に自宅での生活を継続する状況

また、リビング・ダイニング・キッチン及び洗面脱衣・浴室を2階に配置し、寝室・子供部屋等を1階に配置した「公室2階案」と、浴室等のみを2階に配置した「浴室2階案」を検討する（表II-26）。

表II-26 生活回復機能追加案の概要

公室2階案	リビング・ダイニング・キッチン及び洗面脱衣・浴室を2階に配置
浴室2階案	洗面脱衣・浴室を2階に配置

1) ライフライン復旧時期の想定とその間の対応の調査

近年の浸水被害3事例（表II-27）について、既往資料⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾や電話ヒアリング等によりライフラインの復旧時期を調査し、検討のもととなる復旧想定日数を整理した（表II-28）。事例ア及びイでは避難所の避難者数が概ね半減する日、事例ウでは浸水が解消された日をライフライン復旧時期の起点として想定した。

表II-27 ライフライン復旧時期の調査事例

ア	平成27年9月 関東・東北豪雨	茨城県常総市
イ	平成30年7月豪雨	岡山県倉敷市真備地区
ウ	令和2年7月豪雨	熊本県人吉市

また、浸水被害を受けた住宅の居住者に、水害後の避難やライフラインの停止による生活継続への影響について、3世帯に対して事例調査を行った（表II-29）⁷⁾。結果、二世帯住宅の2階住戸、近隣の実家、自宅の上階と、1階修復工事実施期間中の生活場所が様々に異なる事例を収集できた。

表II-28 ライフライン復旧時期と生活回復機能の想定

	発災日	起点日	電気	ガス	上水	下水
事例ア	9/10	9/13	9/16 (3日)	—	9/22 (9日)	—
事例イ	7/7	7/9	7/12 (3日)	7/12 (3日) ⁵⁾	7/24 (15日)	7/12 (3日)
事例ウ	7/4	7/5	7/7 (2日)	—	7/10 (5日)	7/12 (7日)
ライフライン復旧 想定日数			3日	3日	7日 ⁶⁾	7日
生活回復機能			太陽光発電 +蓄電池	カセット ガスコンロ	ペットボトル 飲料水	携帯トイレ

以下に概括する。

- ・2階の上り下りに支障のある高齢者は、生活回復に必要な機能が2階に整えられていても、居住継続が難しい状況も生じ得る。
- ・1階修復工事中の生活場所は自宅外、自宅の上階等と異なり、自宅外への滞在期間も0.5～7ヶ月、復旧に要した期間も3～7ヶ月と幅があり、工事に要する期間より工務店の人手確保の影響が大きいと推察された。
- ・ライフライン復旧までは、停電には小型発電機や懐中電灯（全事例で1週間以内に復旧）、断水にはペットボトルや給水車、下水道停止には浄化槽（点検後）や近隣施設、仮設トイレ等による対応が見られた。断水は飲料水、入浴、トイレなど生活継続だけでなく清掃作業にも影響

が大きい。断水がない場合も給湯器が水没し、入浴に支障を生じた例もあった。ガスについての知見は得られなかった。

- ・その他、自家用車が水没して使えず、日常の移動や物資調達、家族の介護等に支障が生じる状況が見られた。また、廃車に至った場合は経済的な負担ともなる。

表II-29 浸水被害を受けた被災世帯の事例調査

カ 平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による浸水被害（茨城県常総市）
<ul style="list-style-type: none"> ・二世帯住宅の1階が浸水し、被災後 2 週間を近隣市の親戚宅に避難した後、自宅の2階住戸に滞在しながら1階の復旧を行った事例。2階の上り下りが困難な高齢者（義祖母）は老人ホームへのショートステイを利用し、気温が暖くなる時期を待って自宅に戻った。 ・停電は発災より約 6 日間で、懐中電灯やロウソクの他、小型発電機を活用して電力を自給している。オール電化住宅であったためガスは利用していなかった。 ・断水は発災より約 10 日間で、断水解消後に自宅へ戻っている。飲料水等は市販のボトルや給水車、他所からの運搬で対応したが、当初は自宅の清掃に上水が使えず作業が滞った。農業用の大型タンクや小型発電機、高圧洗浄機、送風機等を調達できたことで、作業性が向上した。 ・公共下水道未整備地区であったため、浄化槽を利用しており、点検確認後使用可能となった。断水期間は、都度バケツで水を流す必要が生じた。 ・所持する車 5 台が同時に使用不可となり、親戚から車を借りて避難場所から自宅まで移動した。
キ 平成 30 年 7 月豪雨による浸水被害（広島県坂町）
<ul style="list-style-type: none"> ・工務店の人手の確保に時間を要し、復旧までに 7 ヶ月間を要した事例。避難場所が近隣の実家であったため、7 ヶ月間を避難先で滞在可能であった。居住者がボランティア等の協力を得て自ら 9 割程度を解体した。 ・停電は発災より約 5 日間で、岡山県倉敷市真備地区と同程度の日数である。自給可能な電力がないため、懐中電灯やロウソク等を活用している。 ・プロパンガスを使用していたため、特に浸水の影響がなくガスが利用できる状況であった。 ・断水は発災より約 1 ヶ月で、復旧まで長期化した。飲料水等は給水車、入浴は自衛隊による仮設風呂により避難生活を継続した。 ・下水の復旧までに要した期間は 40 日間と長く、その間は自治体が近隣に設置した現場用仮設トイレを利用できる状況であった。
ク 令和元年東日本台風（第 19 号）による浸水被害（長野県長野市）
<ul style="list-style-type: none"> ・1階が浸水し、自宅で生活継続しながら1階の復旧を行った事例。被災後 3 日間を2階で過ごした後、4 日目を降は1階に戻り、居住者が自ら壁等の解体を実施。復旧までに 100 日間（約 3 ヶ月）を要した。 ・停電は発災より約 1 日間で、影響は少なかった。被災直後に電気工事を手配し、被災 4 日後には1階コンセントが利用できるようになった。 ・プロパンガスを使用しており、カセットコンロを利用する場面もあったが、約 1 日と短期間でガス機器が利用可能となった。 ・断水は発生しなかったが、給湯器が更新されるまでの 4 日間は入浴できなかったため、清拭で対応した。 ・下水道は約 1 日間停止し、その間は近隣店舗や施設のトイレを利用した。 ・車が使用できなくなったため、被災直後は不便であった。

2) 計画案の検討

ライフラインの停止期間中の生活について、上記を踏まえて想定し、必要な設備等を検討する。

電気の供給停止（停電）対策としては、3 日間の停電時の生活機能継続に必要なレベルの照明、冷暖房、炊事、情報収集、入浴について、太陽光発電及び蓄電池を想定する。東西を桁行方向とする 4 寸勾配の切妻屋根南面に太陽光発電パネル

表II-30 1 日当たり消費電力量の想定
(冬季・4 人家族)

	消費電力量	主な項目
照明	1.4kWh	L D K 等全般照明
暖房	10.0kWh	エアコン、ハロゲンヒーター (スポット)
炊事	3.5kWh	冷蔵庫 (24h)、ポット、レンジ、炊飯器
情報収集	1.5kWh	テレビ、パソコン、携帯電話充電 (4 台)
入浴	0.3kWh	ガス給湯器
合計	16.7kWh	

(出力 252W) 24 基、発電容量 6.048kW を配置した場合、広島県 (緯度 34.4° 経度 132.46°) における年間発電量は 7,865kWh/年、日平均発電量は 21.5kWh/日と推定される。電力需要が最大時 (冬季) の消費電力量を 16.7kWh/日と想定した (表 II-30) 8)。これは月間発電量が最小となる 12 月の日平均発電量 16.6kWh/日と同等で、必要電力量を太陽光発電 6.048kW で自給可能と想定し、蓄電池 (各 5.6kWh) 3 台を小屋裏、パワーコンディショナー 2 台を 2 階に設置する9)。

またガスの停止 (都市ガスを想定) 対策としては、カセットガスコンロ 1 台、カセットボンベ 3 本を備蓄し、3 日間は入浴せず電気ポットの給湯による清拭等を想定する。カセットボンベ 1 本 (250g) につき、カセットガスコンロ (3000kcal/h) の強火で 1 時間程度の燃焼時間となる。1 日 1 本の使用を想定し、必要備蓄数は 3 本となる (必要スペースは W210×D70×H200 程度)。上水の供給停止 (断水) 対策としては、必要水量を 4ℓ×4 人×7 日 (112ℓ) とし、2ℓ ペットボトル 6 本入り 10 箱 (120ℓ) を備蓄する10)。下水道停止対策としては、携帯トイレを備える11)。必要量は 7 回×4 人×7 日 (196 回) とし、50 回セット 4 箱 (200 回) を備蓄する12)。

3) 試設計及び追加的建築コストの算定

以上の検討を踏まえて、生活回復機能追加案の試設計を行った (図 II-27)。

分電盤を 2 階に設置して各階の電源を別系統とし、また浴室 2 階案では、洗面台をキッチンシンクに変更した。さらに、太陽光発電パネル、浴槽 (満水時)、蓄電池及び備蓄物資の重量増による住宅性能表示の耐震等級 3 相当の必要壁量の増 (約 1.1 倍) に対して、耐力壁配置を変更した。

試設計に基づき、追加的建築コストの算定を屋根上避難計画案と同様に算出した (表 II-31)。太陽光発電及び蓄電池 (製品保証 10 年) が費用の 9 割を超え、負担が大きい。浴室 2 階案は洗面台のキッチンシンクへの変更等により、公室 2 階案より微増となった。また、屋根上避難機能を併せて追加した場合の建築コストも示した (表 II-32)。基準 (A) 案に対して考えれば、全体で約 43%の増分となる。

表II-31 生活回復機能追加案の追加的建築コスト(経費・税込)

	公室2階案	浴室2階案	主な項目
諸室2階化	+242千円	+268千円	公室 2 階化/浴室 2 階化
太陽光発電	+9,227千円		太陽光パネル、蓄電池
備蓄品	+37千円		ガス・上水・下水対応
その他	+244千円	+279千円	シンク、片引戸、分電盤
追加的コスト計	+9,750千円	+9,810千円	※端数処理含む

表II-32 生活回復機能追加案の建築コスト比較 (経費・税込)

	A.基準案	B.修復容易化案	
		公室2階案	浴室2階案
機能追加なし (+屋根上避難機能)	26,055千円 (-)	26,548千円 (27,698千円)	
追加的コスト (+屋根上避難機能)		+9,750千円 (+10,609千円)	+9,810千円 (+10,671千円)
生活回復機能追加案 (+屋根上避難機能)		36,298千円 (37,157千円)	36,358千円 (37,219千円)
コスト比 (+屋根上避難機能)	100%	101.9% (106.3%)	139.3% (142.6%)
		139.5% (142.8%)	

4) 蓄電池の設置台数を減じた場合の影響の考察

蓄電池を 1 台減じて、11.2kWh (2 台) とする場合、試算した製品ではパワーコンディショナーの数量も 1 台減となり、3 割程度 (直接工事費約 222 万円/経費・税込約 293 万円) のコスト減が見込める。蓄電容量 5.6kWh の減に応じて、全般照明の稼働台数やエアコンの稼働時間の減、ハロゲンヒーターの不使用、炊飯器の不使用とすることで、蓄電による対応を要する消費電力量は 10.7kWh となり、蓄電容量 11.2kWh で対応可能となる。消費電力量の抑制により多少の不便は生じるが、真夏や真冬等を除き、生活継続に大きな支障は生じない程度と推察される。

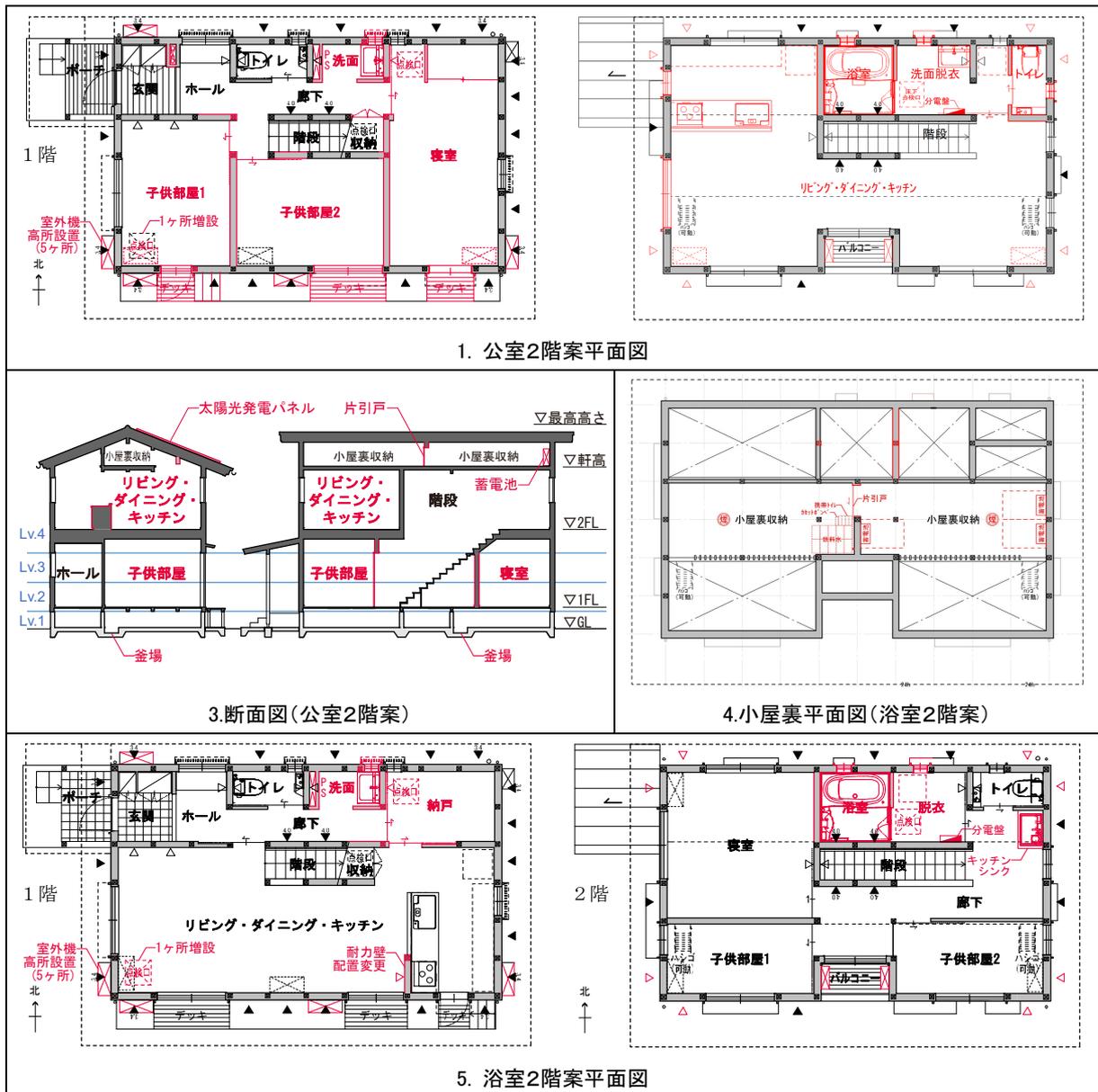


図 II-27 生活回復機能追加案の概要

蓄電池 5.6kWh (1台) の場合、同様にパワーコンディショナーの数量も1台減となり、5割程度(直接工事費約356万円/経費・税込約470万円)のコスト減が見込める。消費電力量の抑制により使用可能な設備は最低限の照明、暖房、冷蔵庫、情報収集に限られ、生活上の不便は大きく、特に夏季や冬季の生活継続には支障を生じるものと考えられる。

その他の停電対策として、プロパンガスを日常利用している世帯では、家庭用ガス設備からワンタッチで切り替え可能なプロパンガス発電機が比較的安価で有用と考えられる。

6.3 屋根上避難計画案及び生活回復機能追加案に関する留意点

高い耐震性、小屋裏を有する住宅では、屋根上避難機能の追加的コストは比較的小さい。天窗の設置は採光や換気など居住性能の向上効果が高い一方、雨水浸入の原因ともなり得るため、設計・施工・使用上の配慮を要する。

生活回復機能追加案における公室2階化及び浴室2階化は、高床化による対策と同様に、日常生活への影響を生じる。木造戸建て住宅の浸水対策に際しては、浸水リスクの想定と共に、立地環境、居住者の年齢、身体状況、生活様式と将来の変化を考慮して改修への配慮も行った対策とすることが望ましい。公室2階案は、浸水に弱い住設機器の被害を抑制し、早期の生活機能回復の円滑化、復旧費用軽減に有利で、市街地環境での公室の居住性確保にも適するが、玄関・屋外と公室が離れ、日常の上下移動は多くなる。また、就寝中に洪水に遭遇して避難不可能となるおそれも否定できない。浴室2階案は、寝具・衣類の損害を抑え、生活機能回復の円滑化に優れ、玄関・屋外と公室の繋がりも良い。一方、キッチンと洗面脱衣（洗濯）の家事動線が伸び、2階キッチンシンクの追加と浸水時に台所設備の交換が必要となる。

補注

- 1) ここでの試算は文献②の実験に基づく計算式及び隙間寸法によった。試験体は鉄骨造であるため、サッシ周囲の隙間等は必ずしも木造の浸水と同一ではないが、ねこ土台の基礎上部の隙間は鉄骨の試験体以上に大きな隙間であり、浸水対策案1における水の浸入口として支配的となると考えられる。こうした隙間からの流入水量は大きく、サッシのガラスの破損無しに、屋外と同様の速度で室内の水位が下から湧くように短時間で上昇したという、被災地のヒアリングで聞かれた声とも一致する。従って、特別に防水化したものを除き、木造住宅の場合、破堤点から離れた多くの浸水地点では、屋外水位がコンクリート立ち上がり天端に達した後は、短時間に水位差は消え、屋内外同時に浸水が進むと推察される。また、浸水対策案2においては、RC腰壁上部のジョイント隙間（GL+1.5m）からの水の浸入が支配的となる。なお、図II-23の計算は、内外水位差の拡大が無視できる範囲に収まること（建物が浮力で浮き上がらない）ことの検証のために、表II-21の代表浸水口及び浸水対策案2の排気口、吸気口のみで行った。浸水対策案2では、ジョイント隙間からの水の浸入による釣り合いがとれる前に、屋外水位が排気口高さ（GL+2.7m）に達し、内外水位差が急速に縮まる。
- 2) 本検討では、文献(2)で検討されている一部項目（基礎の側圧や転倒、耐力壁の面外耐力、等）や、文献(3)で示される、抗力と組み合わせるべき氾濫流荷重（サージフロント衝撃力、漂流物の衝突力、揚圧力、等）、内外装材の耐力、等は未検討であり、検討結果が特に流速の影響が無視できない状況下での構造上の安全性を確かめたものであるとは言えず、あくまで事前の避難を前提とすべきことに十分留意する必要がある。
- 3) 津波に関しては、文献(3)により計算方法が示されているが、これは水位上昇速度が極端に大きく、屋内に浸水が生じない状況を想定していると推察され、本検討の条件で試算すると、浸水深2.2m程度までしか対応できない（通常の木造住宅で対処できる水準の力でない）結果となる。また、本検討での前提条件である、堤防の破堤点等から一定の距離を有していて、氾濫流の流速が緩やかと考えられる状況下での、多くの木造住宅の被災状況と異なる。
- 4) 氾濫流の浸水深さが大きい場合は、建物の流出や外壁の破壊は免れる流速でも、柱頭柱脚金物の損傷は予想され、短期許容耐力を越えた部材・部品の交換や補強が必要となる可能性はある。復旧に際してはこの点を考慮し、単純な仕上げ材の復旧などで済ませない慎重さが必要と考えられる。
- 5) 岡山県倉敷市真備地区は都市ガス非供給地域であるため、参考として同市広江の状況を参考に記載した。

- 6) 調査事例の上水復旧時期は7日を超える場合も見られたが、給水車による応急給水により賄われるものと想定した。
- 7) 浸水被害を受けた住宅を修復した工務店を通じて調査票を配布するなどにより調査した。
- 8) 停電となった場合、復旧が想定されるまでの3日間については、洗濯機、空気清浄機、ドライヤー、トイレの温水便座、映像・音響機器等の、生活機能継続上重要度が低いと考えられる機器は使用しないものとした。
- 9) 電力需要が最大となる冬季の停電時の家族4人、1日当たりの合計消費電力量16.7kWh/日の想定に対し、太陽光発電により一定以上の給電が見込める9時から15時の消費電力量は1.5kWh程度となる(下図)ため、残りの15.2kWh÷損失率95%=16.0kWh分の蓄電容量が必要と考えた。

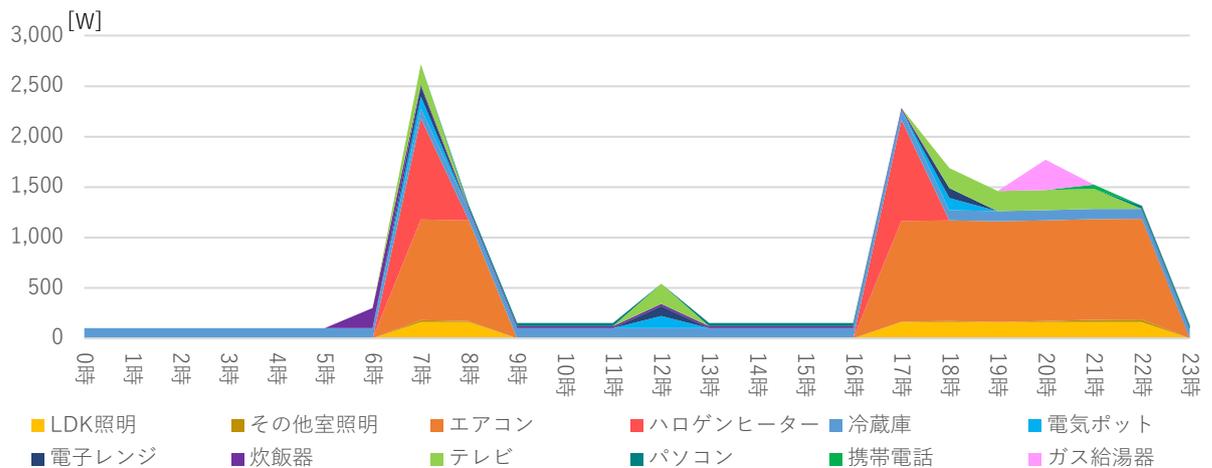


図 時間ごとの想定消費電力

- 10) 断水対策として、給水管に直結させる貯水タンクも有用と考えられる。床下や屋外などに設置し、断水時にタンク内の水をフットポンプにより飲料水として利用可能。
- 11) 下水の機能停止時に、地下埋設した浄化槽へ生活排水を貯留する方策について、経済産業省は、下水道管理者の判断により、下水道区域内でも非常時に排水設備設置義務の免除が可能となる旨を周知しており⁹⁾、実際に戸建て住宅で採用した例がある。また、ゲリラ豪雨対策として、排水管の末端に設置する簡易排水貯留設備機器が流通しているが、洪水や戸建て住宅での活用は想定されていない(共同住宅の最下階用)。
- 12) 備蓄品は小屋裏に収納する。その他、使用済の携帯トイレ袋を保管する蓋付きのポリバケツ等も必要。一般ゴミと分けて収集する必要があるため、収集車両の回収までに日数を要することも考えられるため、一定の期間保管するためのスペースが必要となる。

参考文献・資料

- (1) 飯野光則(2009)「死者及び家屋倒壊・流失と氾濫水理現象の関連性分析」土木技術資料 51(10)、pp.14-17、2009.10
https://www.pwrc.or.jp/thesis_shouroku/thesis_pdf/0910-P014-017_iino.pdf
- (2) 桑村仁(2017)「建築水理学 水害対策の知識」技報堂出版(株)、pp.73-93, 124-125, 208-213、2017.7
- (3) (一財)日本建築防災協会(2012)「津波避難ビル等の構造上の要件の解説」2012.2

<http://www.kenchiku-bosai.or.jp/research/耐震/>【平成23年度】/津波避難ビル等の構造上の要件の解説 (h24-2/

- (4) 滋賀県 (2015) 「耐水化建築ガイドライン」 2015.4
<https://www.pref.shiga.lg.jp/file/attachment/1020383.pdf>
- (5) 竹谷修一・伊藤慶太 (2015) 「平成27年9月関東・東北豪雨における被害状況等の基礎的考察」 地域安全学会梗概集(37)、pp.27-30、2015.11
<https://iss.jp.net/iss-site/wp-content/uploads/2019/02/【09】竹谷.pdf>
- (6) 常総市水害対策検証委員会 (2016) 「平成27年常総市鬼怒川水害対応に関する検証報告書 わがこととして災害に備えるために」 2016.6
http://www.city.joso.lg.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/6/kensyou_houkokusyo.pdf
- (7) 倉敷市 (2019) 「平成30年7月豪雨災害対応検証報告書」 2019.4
https://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai_dosyaworking/pdf/kurashikikensyou.pdf
- (8) 経済産業省 (2020) 「令和2年7月豪雨による被害・対応状況について」 (2020.7.5)
<https://www.meti.go.jp/press/2020/07/20200705001/20200705001.html>
- (9) 経済産業省 (2017) 「災害時生活排水処理層を備えた住宅に係る下水道法の取扱いが明確になりました～産業競争力強化法の『グレーゾーン解消制度』の活用」 (2017.8.4)
https://www.meti.go.jp/policy/jigyousaisei/kyousouryoku_kyouka/shinjigyo-kaitakuseid-osuishin/press/170804_press.pdf

7. 小結

本章では、浸水に対して脆弱で被害実績が多い低層住宅について、都市部に立地する在来木造戸建て2階建ての住宅を想定し、机上の検討ではあるが、試設計に基づいて費用対効果の試算等の検討を行った。本節では、検討の内容と結果を概括した上で、この建築タイプにおける浸水対策の方向性等について考察を加えることとする。

7.1 木造戸建て住宅の浸水対策と費用対効果の概括

本章では、内外での検討事例などを踏まえて、住宅の浸水による建物等の資産の被害を低減する観点より、「修復容易化案」、「建物防水化案」、「高床化案」の3つの浸水対策案について、被災事例等のヒアリング調査に基づいて試設計を行い、浸水対策に伴う追加的コストと浸水時の被害軽減額の見積もりから、費用対効果の推計を行った。また、居住者の生命の安全性の向上を目指した「屋根上避難計画案」及び、元の住宅での生活回復を早期に可能とする「生活回復機能追加案」についても補足的な検討として、試設計と追加的コストの試算を行った。試設計を実施した5つの浸水対策案のイメージ図を、図II-28に示す。

検討した浸水対策手法は、対策費用、日常の使いやすさ等が異なり、敷地の浸水特性に応じて、一定の適用性が認められる。そのため、敷地の浸水リスク、予想浸水高さ、さらに敷地規模や居住者の特性とのバランスで、敷地における対策も含めて選択することが適当と考えられる。費用対効果の観点からは、特に床上程度の浸水を生じる高頻度の氾濫事象に対して、なるべく安い費用で被害の低減を図ることが肝要となる。

以下、検討の結果より各対策案の適用性に関して考察を加える。

① 修復容易化案

浸水後に、なるべく速やかかつ安価にて建物の再使用（居住回復）を可能とすることを目的として、建物内部への浸水を許容した上で修復の円滑・低廉化に重点を置いた浸水対策案であり、1階床上レベルの氾濫に対して建物内部への浸水は防げないが、発生頻度の高い、浅い浸水被害に対する費用対効果が最も優れている案となった。多少の浸水リスクのある地域で、最低限講じることが望ましい手法と推奨される。修復工事期間中の生活継続が課題となるので、「生活機能回復機能案」と組み合わせることで、より効果的な計画案となる。また、動産の被害を減らすため、高価で貴重なものについては、2階レベルで設置・保管するなどの工夫も望まれる。

② 建物防水化案

腰壁と腰壁開口部等の止水性を高めることで建物内部への浸水を防ぎ、建物・家財の被害軽減を図ることを目的とした浸水対策案であり、腰窓以下の床上浸水に対して、一定の費用対効果が見込まれる。高床化案と共通するが、浸水に伴う家財の損害、生活上の制約、精神・肉体的被害の防止・軽減が図られ、災害ゴミの処理に伴う社会的負担も減らせる。高床化案に対して費用対効果は劣るが、日常の出入りや周辺環境影響の制約等から、市街地での適用性が高いと考えられる。普及には、低廉で信頼性の高い壁面・開口部の止水方法の開発が望まれる。また、建物内への浸水防止に際して浮力を無視できず、開口部の数も考慮すると、腰窓下が対策高さの一つの目安になる。

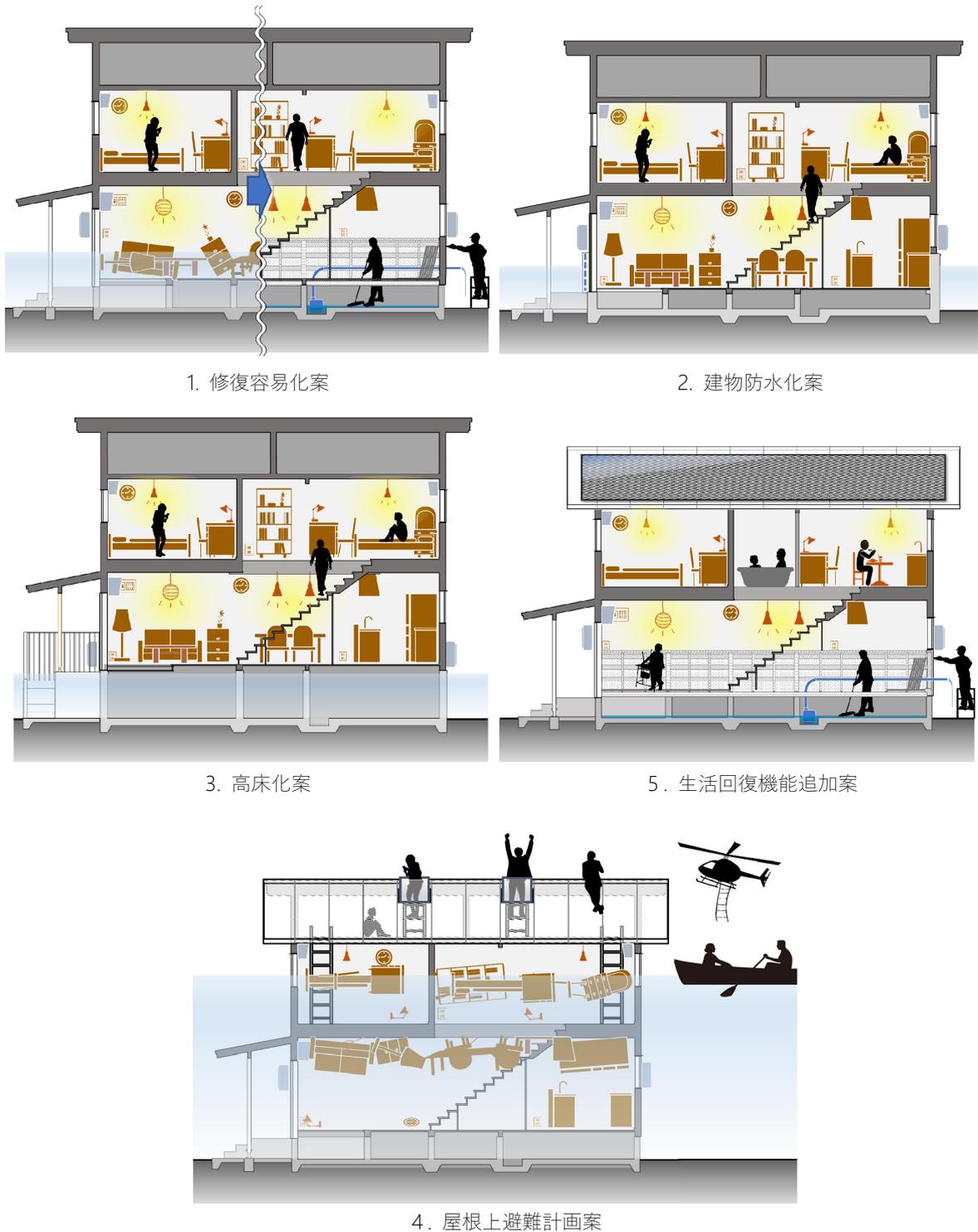


図 II-28 本章で検討した浸水対策案のイメージ

③ 高床化案

1階床高を浸水レベルよりも高い位置に持ち上げることで床上浸水を防ぎ、建物・家財の浸水被害を軽減することを目的とした浸水対策案であり、1階レベル以上の洪水への費用対効果が最も高い計画案となった。より高い浸水にも、2階避難で生命の安全も確保できる。狭小敷地への対応と、日常の上り下り（バリアフリー）や、周辺環境影響等の考慮も必要であり、非都市部で

の適用性が高いと考えられる。本検討では比較のため、高床化を高基礎により実現する前提で検討したが、高床の下部をピロティ形式の駐車場や、倉庫・作業場とするなどにより、利用性を高めるための建築計画的な工夫の余地も大きい。

④ 屋根上避難計画案

洪水時に居住者が事前の避難が間に合わずに逃げ遅れたときに、建物内垂直避難により生命の安全性を向上させることを目的とした浸水対策案であり、他の案に対して追加的に講じることが可能である。小屋裏及び天窗の設置と動線の確保により実現可能な場合が多いと考えられ、その場合に建物の利用性の向上にもつながる。被災事例からみて可能性は決して多くはないが、屋根を越えるような大きな浸水深や、建物が倒壊するような水流（メカニズムは十分に解明されていない）に対しては生命の安全性が損なわれるため、基本的には事前の水平避難を原則とした上での次善の策として用意すべきと考えられる。

⑤ 生活回復機能追加案

住宅の1階部分が浸水被害を受けた後の修復工事の実施期間中に、避難所生活が不要または最小限にとどまるように、2階部分において早期に生活機能の回復を可能とすることを目的とした浸水対策案であり、他の案に対して追加的に講じることが可能である。浸水後のインフラ及び生活の回復のシナリオに応じて、さまざまなレベルでの対策や計画案が検討可能であり、その実現費用もそのレベルにより異なる。建築計画的には6節で検討したように、リビング・ダイニング・キッチン・浴室等の公室を2階、寝室等の私室を1階に配置する案と、浴室及び調理等に用いることのできるシンクとを2階に配置して最低限の生活を可能とした案の2通りが基本となると考えられる。両案の長短所を踏まえ、追加的な措置を講じることも含めた検討が望まれる。

7.2 検討結果に対する留意点と戸建て住宅の浸水対策の課題

浸水対策案の試設計における課題や、費用対効果の検討における留意点と、浸水対策の普及に向けた課題については、他の建築タイプにも共通する事象を第V章（3節）において整理して考察を加えた。

戸建て住宅に特有の課題としては、通気層の浸水についての影響評価や、強い水流の生じる可能性のある場所における構造のあり方、避難口としての機能も考慮した住宅用天窗サッシの開発、浸水による構造的な影響の評価と復旧時の構造補強などに関する技術情報の整備、などの課題をあげておきたい。また、被災した住宅の復旧技術についても、技術情報の整備とマニュアル等による情報提供が進むことを期待したい。

今回検討を行った浸水対策の計画案は、浸水対策の費用対効果と適用性を検討するためのプロトタイプであり、検討結果等を踏まえて、今後、他の計画案の検討や、計画・部材設備・生産システム全般にわたる技術開発の進展を期待したい。

補遺1. 浸水レベル別の浸水時の修復費用と浸水対策案の費用低減効果の詳細

(1/8)

(単位:千円)		A 基準案-1								
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1: 床下レベル			LV2: 床上～腰窓下端レベル			LV3: 腰窓下端～腰窓上端レベル		
		修復項目	数量	修復コスト	修復項目	数量	修復コスト	修復項目	数量	修復コスト
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～1FL～150 GL±0～450			1FL～150～+900 GL+450～1500			1FL+900～2000 GL+1500～2600		
共通①	初期排水	排水	8人・日	200	排水	8人・日	200	排水	8人・日	200
	中計	共通① 中計			共通① 中計			共通① 中計		
基礎・床	基礎	洗浄・排水	2人・日	50	洗浄・排水	1人・日	25	洗浄・排水	1人・日	25
	床断熱材	-			取外し	1人・日	25	取外し	1人・日	25
					廃棄	1式	38	廃棄	1式	38
					調達	7ヶス	71	調達	7ヶス	71
					取付け	1.5人・日	38	取付け	1.5人・日	38
					小計		172	小計		172
	基礎断熱材	(基礎洗浄作業に含む)			(基礎洗浄作業に含む)			(基礎洗浄作業に含む)		
	土台・大引	-			洗浄・排水	2人・日	50	洗浄・排水	2人・日	50
	床仕上・巾木	-			取外し	2人・日	50	取外し	2人・日	50
					廃棄	1式	38	廃棄	1式	38
					調達	14坪・7ヶス	195	調達	14坪・7ヶス	195
					取付け	5人・日	125	取付け	5人・日	125
					小計		408	小計		408
	床下地合板	-			取外し	1人・日	25	取外し	1人・日	25
廃棄					1式	38	廃棄	1式	38	
調達					26枚	70	調達	26枚	70	
取付け					2人・日	50	取付け	2人・日	50	
小計						183	小計		183	
中計	基礎・床 中計			基礎・床 中計			基礎・床 中計			
共通②	消毒	-		消毒 (腰窓下)	1式	113	消毒 (1F全面)	1式	125	
	乾燥	-		乾燥	1式	25	乾燥	1式	25	
中計	共通② 中計			共通② 中計			共通② 中計			
内外壁	外壁仕上	外部洗浄 (床下以下)	1式	20	外部洗浄 (腰窓以下)	1式	20	外部洗浄 (1F全面)	1式	20
	通気層 (透湿防水シート・外壁下地)	-			-			-		
	内壁仕上 (クロス)・ 内壁下地 (石膏ボード)	-			取外し (1F全面)	2人・日	50	取外し (1F全面)	2人・日	50
					廃棄 (1F全面)	1式	38	廃棄 (1F全面)	1式	38
					仕上 調達・取付け (1F全面)	119m	133	仕上 調達・取付け (1F全面)	119m	133
					下地 調達 (1F全面)	90枚	69	下地 調達 (1F全面)	90枚	69
					下地 取付け (1F全面)	4人・日	100	下地 取付け (1F全面)	4人・日	100
	小計		390	小計		390				
	壁断熱材	-			取外し (1F全面)	1人・日	25	取外し (1F全面)	1人・日	25
					廃棄 (1F全面)	1式	38	廃棄 (1F全面)	1式	38
調達 (1F全面)					7包	68	調達 (1F全面)	7包	68	
取付け (1F全面)					2人・日	50	取付け (1F全面)	2人・日	50	
小計						181	小計		181	
柱・間柱・ 耐力壁合板	-			洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	洗浄・排水 (腰窓上)	2人・日	50	
				薬剤塗布 (GL +1000以下)	1式	49	薬剤塗布 (GL +1000以下)	1式	49	
				小計		74	小計		99	
中計	内外壁 中計			内外壁 中計			内外壁 中計			
建具・家具・ 階段	玄関扉・ サッシ	-			洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	洗浄・排水 (1F全面)	2人・日	50
	内部建具	-			取外し	7枚	4	取外し	7枚	4
					廃棄	7枚	9	廃棄	7枚	9
					調達	7枚	226	調達	7枚	226
					取付け	7枚	51	取付け	7枚	51
					小計		290	小計		290
	造作家具	-			取外し	1人・日	25	取外し	1人・日	25
					廃棄	1式	25	廃棄	1式	25
					調達	1式	243	調達	1式	243
					取付け	1式	46	取付け	1式	46
					小計		339	小計		339
	階段	-			取外し	1人・日	25	取外し	1人・日	25
					廃棄	1式	10	廃棄	1式	10
					調達	1式	200	調達	1式	200
取付け					2人・日	50	取付け	2人・日	50	
小計						285	小計		285	
中計	建具・家具・階段 中計			建具・家具・階段 中計			建具・家具・階段 中計			

建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究
Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

(2/8)

(単位：千円)		A 基準案-2									
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1：床下レベル			LV2：床下～腰窓下端レベル			LV3：腰窓下端～腰窓上端レベル			
		修復項目	数量	修復コスト	修復項目	数量	修復コスト	修復項目	修復コスト	修復コスト	
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～1FL-150 GL±0～450			1FL-150～+900 GL+450～1500			1FL+900～2000 GL+1500～2600			
電気設備	コンセント	-			取外し (腰窓下)	9ヶ所	5	取外し (腰窓上)	13ヶ所	7	
					廃棄 (腰窓下)	1式	2	廃棄 (腰窓上)	1式	2	
					調達 (腰窓下)	9ヶ所	39	調達 (腰窓上)	13ヶ所	54	
					取付け (腰窓下)	1人・日	25	取付け (腰窓上)	1人・日	25	
					小計		71	小計		88	
	スイッチ・ コントローラー 等	-				-			取外し	24ヶ所	12
									廃棄	1式	2
									調達	24ヶ所	138
									取付け	1人・日	25
	小計				小計		177				
照明	-				取外し (腰窓下)	1ヶ所	1	取外し (腰窓上)	3ヶ所	2	
					廃棄 (腰窓下)	1式	2	廃棄 (腰窓上)	1式	2	
					調達 (腰窓下)	1ヶ所	11	調達 (腰窓上)	3ヶ所	37	
					取付け (腰窓下)	1ヶ所	2	取付け (腰窓上)	3ヶ所	5	
					小計		16	小計		46	
分電盤	-				-			取外し	1式	15	
								廃棄	1式	2	
								調達	1式	46	
								取付け	1式	25	
小計				小計		88					
中計	電気設備	中計	0	電気設備	中計	87	電気設備	中計	399		
衛生設備	システム キッチン	-			取外し(レンジ フード除く)	1式	25	取外し(レンジ フード含む)	1式	28	
					廃棄(レンジ フード除く)	1式	18	廃棄(レンジ フード含む)	1式	23	
					調達(レンジ フード除く)	1式	650	調達(レンジ フード含む)	1式	789	
					取付け(レンジ フード除く)	1式	78	取付け(レンジ フード含む)	1式	78	
					小計		771	小計		918	
	UB	-				取外し・廃棄	1式	50	取外し・廃棄	1式	50
						調達	1式	452	調達	1式	452
						取付け	1式	78	取付け	1式	78
	小計		580	小計		580					
	洗面化粧台	-				取外し(1F)	1式	7	取外し(1F)	1式	7
廃棄(1F)						1式	5	廃棄(1F)	1式	5	
調達・取付け (1F)						1式	118	調達・取付け (1F)	1式	118	
小計		130	小計		130						
トイレ手洗器	-				取外し(1F)	1式	7	取外し(1F)	1式	7	
					廃棄(1F)	1式	5	廃棄(1F)	1式	5	
					調達・取付け (1F)	1式	75	調達・取付け (1F)	1式	75	
小計		87	小計		87						
トイレ	-				洗浄・排水 (本体)	1式	10	洗浄・排水 (本体)	1式	10	
					廃棄 (温水便座)	1式	3	廃棄 (温水便座)	1式	3	
					調達・取付け (温水便座)	1式	83	調達・取付け (温水便座)	1式	83	
					小計		96	小計		96	
中計	衛生設備	中計	0	衛生設備	中計	1,664	衛生設備	中計	1,811		
空調設備	空調室外機				取外し	1式	12	取外し	1式	12	
					廃棄	1式	5	廃棄	1式	5	
					調達	1式	76	調達	1式	76	
					取付け	1式	12	取付け	1式	12	
					小計		105	小計		105	
中計	空調設備	中計	105	空調設備	中計	105	空調設備	中計	105		
直接工事費						375			4,636		5,157
諸経費						75			927		1,031
工事価格						450			5,563		6,188
消費税額						45			556		618
修復コスト	合計			495			6,119			6,806	

(単位:千円)		B 修復容易化案-1											
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1:床下レベル				LV2:床上~腰窓下端レベル				LV3:腰窓下端~腰窓上端レベル			
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	~1FL-150 GL±0~650				1FL-150~+900 GL+650~1700				1FL+900~2000 GL+1700~2800			
共通①	初期排水	排水	5人・日	125	-75	排水	5人・日	125	-75	排水	5人・日	125	-75
	中計	共通①	中計	125	-75	共通①	中計	125	-75	共通①	中計	125	-75
基礎・床	基礎	洗浄・排水	1.5人・日	38	-12	洗浄・排水	1人・日	25	±0	洗浄・排水	1人・日	25	±0
	床断熱材	-	-	-	±0	取外し	1人・日	25	-69	取外し	1人・日	25	-69
		洗浄	27枚	40	洗浄	27枚	40	洗浄		27枚	40		
		取付け	1.5人・日	38	取付け	1.5人・日	38	取付け		1.5人・日	38		
		小計		103	小計		103	小計			103		
	基礎断熱材	(基礎洗浄作業に含む)	-	-	±0	(基礎洗浄作業に含む)	-	-	±0	(基礎洗浄作業に含む)	-	-	±0
	土台・大引	-	-	-	±0	洗浄・排水	2人・日	50	±0	洗浄・排水	2人・日	50	±0
	床仕上・巾木	-	-	-	±0	取外し	2人・日	50	±0	取外し	2人・日	50	±0
		廃棄	1式	38	廃棄	1式	38	廃棄		1式	38		
		調達	14坪・7ヶ-ス	195	調達	14坪・7ヶ-ス	195	調達		14坪・7ヶ-ス	195		
取付け		5人・日	125	取付け	5人・日	125	取付け	5人・日		125			
小計		408	小計		408	小計		408					
床下地合板	-	-	-	±0	取外し	1人・日	25	±0	取外し	1人・日	25	±0	
	廃棄	1式	38	廃棄	1式	38	廃棄		1式	38			
	調達	26枚	70	調達	26枚	70	調達		26枚	70			
	取付け	2人・日	50	取付け	2人・日	50	取付け		2人・日	50			
小計		183	小計		183	小計		183					
中計	基礎・床	中計	38	-12	基礎・床	中計	769	-69	基礎・床	中計	769	-69	
共通②	消毒	-	-	±0	消毒 (腰窓下)	1式	85	-28	消毒 (1F全面)	1式	125	±0	
	乾燥	-	-	±0	乾燥	1式	25	±0	乾燥	1式	25	±0	
	中計	共通②	中計	0	±0	共通②	中計	110	-28	共通②	中計	150	±0
内外壁	外壁仕上	外部洗浄 (床下以下)	1式	20	±0	外部洗浄 (腰窓以下)	1式	20	±0	外部洗浄 (1F全面)	1式	20	±0
	通気層 (透湿防水シート・外壁下地)	-	-	±0	-	-	±0	-	-	±0			
	内壁仕上 (クロス)・ 内壁下地 (石膏ボード)	-	-	±0	取外し (腰窓下)	1人・日	25	-219	取外し (1F全面)	2人・日	50	+1	
		廃棄 (腰窓下)	1式	18	廃棄 (1F全面)	1式	38						
		仕上 調達・取付け (腰窓下)	50m	56	仕上 調達・取付け (1F全面)	130m	146						
		下地 調達 (腰窓下)	38枚	22	下地 調達 (1F全面)	99枚	57						
		下地 取付け (腰窓下)	2人・日	50	下地 取付け (1F全面)	4人・日	100						
	小計		171	小計		391							
	壁断熱材	-	-	±0	取外し (腰窓下)	0.5人・日	13	-96	取外し (1F全面)	1人・日	25	+19	
		廃棄 (腰窓下)	1式	18	廃棄 (1F全面)	1式	38						
調達 (腰窓下)		3包	29	調達 (1F全面)	9包	87							
取付け (腰窓下)		1人・日	25	取付け (1F全面)	2人・日	50							
小計		85	小計		200								
柱・間柱・ 耐力壁合板	-	-	±0	洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	±0	洗浄・排水 (腰窓上)	2人・日	50	±0		
	薬剤塗布 (GL+1000以下)	1式	49	薬剤塗布 (GL+1000以下)	1式	49	±0	薬剤塗布 (GL+1000以下)	1式	49	±0		
小計		74	小計		99								
中計	内外壁	中計	20	±0	内外壁	中計	350	-315	内外壁	中計	710	+20	
建具・家具・ 階段	玄関扉・ サッシ	-	-	±0	洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	±0	洗浄・排水 (1F全面)	2人・日	50	±0	
	内部建具	-	-	±0	取外し	7枚	4	±0	取外し	7枚	4	±0	
		廃棄	7枚	9	廃棄	7枚	9						
		調達	7枚	226	調達	7枚	226						
		取付け	7枚	51	取付け	7枚	51						
	小計		290	小計		290							
	造作家具	-	-	±0	取外し	1人・日	25	±0	取外し	1人・日	25	±0	
		廃棄	1式	25	廃棄	1式	25						
		調達	1式	243	調達	1式	243						
		取付け	1式	46	取付け	1式	46						
小計		339	小計		339								
階段	-	-	±0	取外し	1人・日	25	±0	取外し	1人・日	25	±0		
	廃棄	1式	10	廃棄	1式	10							
	調達	1式	200	調達	1式	200							
	取付け	2人・日	50	取付け	2人・日	50							
小計		285	小計		285								
中計	建具・家具・階段	中計	0	±0	建具・家具・階段	中計	939	±0	建具・家具・階段	中計	964	±0	

建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究
Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

(4/8)

(単位：千円)		B 修復容易化案-2													
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1：床下レベル				LV2：床上～腰窓下端レベル				LV3：腰窓下端～腰窓上端レベル					
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)		
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～1FL-150 GL±0～650				1FL-150～+900 GL+650～1700				1FL+900～2000 GL+1700～2800					
電気設備	コンセント	-			±0	-			-71	取外し (腰窓上)	13ヶ所	7	±0		
										廃棄 (腰窓上)	1式	2			
										調達 (腰窓上)	13ヶ所	54			
										取付け (腰窓上)	1人・日	25			
										小計		88			
	スイッチ・ コントローラー 等	-			±0	-			±0	取外し	24ヶ所	12	±0		
										廃棄	1式	2			
										調達	24ヶ所	138			
										取付け	1人・日	25			
	小計		177												
照明	-			±0	-			-16	取外し (腰窓上)	3ヶ所	2	±0			
									廃棄 (腰窓上)	1式	2				
									調達 (腰窓上)	3ヶ所	37				
									取付け (腰窓上)	3ヶ所	5				
									小計		46				
分電盤	-			±0	-			±0	取外し	1式	15	±0			
									廃棄	1式	2				
									調達	1式	46				
									取付け	1式	25				
小計		88													
中計	電気設備	中計	0	±0	電気設備	中計	0	-87	電気設備	中計	399	±0			
衛生設備	システム キッチン	-			±0	取外し(レンジ フード除く)	1式	25	±0	取外し(レンジ フード含む)	1式	28	±0		
						廃棄(レンジ フード除く)	1式	18		廃棄(レンジ フード含む)	1式	23			
						調達(レンジ フード除く)	1式	650		調達(レンジ フード含む)	1式	789			
						取付け(レンジ フード除く)	1式	78		取付け(レンジ フード含む)	1式	78			
						小計		771		小計		918			
	UB	-			±0	-			±0	取外し・廃棄	1式	50	±0		
										調達	1式	452			
										取付け	1式	78			
										小計		580			
	洗面化粧台	-			±0	-			±0	取外し(1F)	1式	7	±0		
廃棄(1F)										1式	5				
調達・取付け (1F)										1式	118				
小計											130				
取外し(1F)										1式	7	取外し(1F)		1式	7
トイレ手洗器	-			±0	-			±0	廃棄(1F)	1式	5	±0			
									調達・取付け (1F)	1式	75		調達・取付け (1F)	1式	75
									小計		87		小計		87
									取外し(1F)	1式	7		取外し(1F)	1式	7
									廃棄(1F)	1式	5		廃棄(1F)	1式	5
トイレ	-			±0	-			±0	洗浄・排水 (本体)	1式	10	±0			
									廃棄 (温水便座)	1式	3		廃棄 (温水便座)	1式	3
									調達・取付け (温水便座)	1式	83		調達・取付け (温水便座)	1式	83
									小計		96		小計		96
									取外し(1F)	1式	7		取外し(1F)	1式	7
中計	衛生設備	中計	0	±0	衛生設備	中計	1,664	±0	衛生設備	中計	1,811	±0			
空調設備	空調室外機	-			-105	-		-105	取外し	1式	29	+34			
									廃棄	1式	5				
									調達	1式	76				
									取付け	1式	29				
									小計		139				
中計	空調設備	中計	0	-105	空調設備	中計	0	-105	空調設備	中計	139	+34			
直接工事費			183	-192			3,957	-679			5,067	-90			
諸経費			37	-38			791	-136			1,013	-18			
工事価格			220	-230			4,748	-815			6,080	-108			
消費税額			22	-23			474	-82			608	-10			
修復コスト 合計			242	-253			5,222	-897			6,688	-118			

(単位:千円)		C 建物防水化案-1												
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1: 床下レベル				LV2: 床上～腰窓下端レベル				LV3: 腰窓下端～腰窓上端レベル				
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～1FL-150 GL±0～450				1FL-150～+900 GL+450～1500				1FL+900～2000 GL+1500～2600				
共通①	初期排水	-			-200	排水	8人・日	200	±0	排水	8人・日	200	±0	
	中計	共通①	中計	0	-200	共通①	中計	200	±0	共通①	中計	200	±0	
基礎・床	基礎	-			-50	洗浄・排水	1人・日	25	±0	洗浄・排水	1人・日	25	±0	
	床断熱材	/			±0	/			-172	/			-172	
	基礎断熱材	(外部洗浄作業に含む)			±0	(外部洗浄作業に含む)			±0	(外部洗浄作業に含む)			±0	
	土台・大引	-			±0	-			-50	洗浄・排水	2人・日	50	±0	
	床仕上・巾木	-				±0	-			-408	取外し	2人・日	50	±0
		-				±0	-			-	廃棄	1式	38	
		-				±0	-			-	調達	14坪・7ヶ-ス	195	
	床下地合板	-				±0	-			-183	取付け	5人・日	125	±0
-					±0	-			-	小計		408		
-					±0	-			-	取外し	1人・日	25		
-					±0	-			-	廃棄	1式	38		
中計	基礎・床	中計	0	-50	基礎・床	中計	25	-813	基礎・床	中計	666	-172		
共通②	消毒	-			±0	消毒(床下)	1式	50	-63	消毒(1F全面)	1式	125	±0	
	乾燥	-			±0	乾燥	1式	25	±0	乾燥	1式	25	±0	
	中計	共通②	中計	0	±0	共通②	中計	75	-63	共通②	中計	150	±0	
内外壁	外壁仕上	外部洗浄(床下以下)	1式	20	±0	外部洗浄(腰窓以下)	1式	20	±0	外部洗浄(1F全面)	1式	20	±0	
	通気層(透湿防水シート・外壁下地)	-			±0	-			±0	-			±0	
	内壁仕上(クロス)・内壁下地(石膏ボード)	-				±0	-			-390	取外し(1F全面)	2人・日	50	+1
		-				±0	-			-	廃棄(1F全面)	1式	38	
		-				±0	-			-	仕上調達・取付け(1F全面)	130m	146	
		-				±0	-			-	下地調達(1F全面)	99枚	57	
	壁断熱材	-				±0	-			-181	下地取付け(1F全面)	4人・日	100	-10
		-				±0	-			-	小計		391	
-					±0	-			-	取外し(1F全面)	1人・日	25		
柱・間柱・耐力壁合板	-				±0	-			-74	廃棄(1F全面)	1式	38	±0	
	-				±0	-			-	調達(1F全面)	6包	58		
	-				±0	-			-	取付け(1F全面)	2人・日	50		
中計	内外壁	中計	20	±0	内外壁	中計	20	-645	内外壁	中計	681	-9		
建具・家具・階段	玄関扉・サッシ	-			±0	洗浄・排水(腰窓下)	1人・日	25	±0	洗浄・排水(1F全面)	2人・日	50	±0	
	内部建具	-			±0	-			-290	取外し	7枚	4	±0	
		-				±0	-			廃棄	7枚	9		
		-				±0	-			調達	7枚	226		
	造作家具	-				±0	-			-339	取付け	7枚	51	±0
		-				±0	-			-	小計		290	
		-				±0	-			-	取外し	1人・日	25	
	階段	-				±0	-			-285	廃棄	1式	25	±0
-					±0	-			-	調達	1式	243		
-					±0	-			-	取付け	1式	46		
-					±0	-			-	小計		339		
中計	建具・家具・階段	中計	0	±0	建具・家具・階段	中計	25	-914	建具・家具・階段	中計	964	±0		

建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究
Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

(6/8)

(単位：千円)		C 建物防水化案-2											
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1：床下レベル				LV2：床上～腰窓下端レベル				LV3：腰窓下端～腰窓上端レベル			
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～1FL-150 GL±0～450				1FL-150～+900 GL+450～1500				1FL+900～2000 GL+1500～2600			
電気設備	コンセント	-			±0	-			-71	取外し (腰窓上)	13ヶ所	7	±0
										廃棄 (腰窓上)	1式	2	
										調達 (腰窓上)	13ヶ所	54	
										取付け (腰窓上)	1人・日	25	
										小計		88	
	スイッチ・ コントローラー 等	-			±0	-			±0	取外し	24ヶ所	12	±0
										廃棄	1式	2	
										調達	24ヶ所	138	
										取付け	1人・日	25	
	小計		177										
	照明	-			±0	-			-16	取外し (腰窓上)	3ヶ所	2	±0
										廃棄 (腰窓上)	1式	2	
										調達 (腰窓上)	3ヶ所	37	
										取付け (腰窓上)	3ヶ所	5	
										小計		46	
分電盤	-			±0	-			±0	取外し	1式	15	±0	
									廃棄	1式	2		
									調達	1式	46		
									取付け	1式	25		
小計		88											
中計	電気設備	中計	0	±0	電気設備	中計	0	-87	電気設備	中計	399	±0	
衛生設備	システム キッチン	-			±0	-			-771	取外し(レンジ フード含む)	1式	28	±0
										廃棄(レンジ フード含む)	1式	23	
										調達(レンジ フード含む)	1式	789	
										取付け(レンジ フード含む)	1式	78	
										小計		918	
	UB	-			±0	-			-580	取外し・廃棄	1式	50	±0
										調達	1式	452	
										取付け	1式	78	
	小計		580										
	洗面化粧台	-			±0	-			-130	取外し(1F)	1式	7	±0
										廃棄(1F)	1式	5	
										調達・取付け (1F)	1式	118	
	小計		130										
	トイレ手洗器	-			±0	-			-87	取外し(1F)	1式	7	±0
										廃棄(1F)	1式	5	
調達・取付け (1F)										1式	75		
小計		87											
トイレ	-			±0	-			-96	洗浄・排水 (本体)	1式	10	±0	
									廃棄 (温水便座)	1式	3		
									調達・取付け (温水便座)	1式	83		
小計		96											
中計	衛生設備	中計	0	±0	衛生設備	中計	0	-1,664	衛生設備	中計	1,811	±0	
空調設備	空調室外機	-			-105	-			-105	取外し	1式	29	+34
										廃棄	1式	5	
										調達	1式	76	
										取付け	1式	29	
小計		139											
中計	空調設備	中計	0	-105	空調設備	中計	0	-105	空調設備	中計	139	+34	
直接工事費			20	-355			345	-4,291			5,010	-147	
諸経費			4	-71			69	-858			1,002	-29	
工事価格			24	-426			414	-5,149			6,012	-176	
消費税額			2	-43			41	-515			601	-17	
修復コスト 合計			26	-469			455	-5,664			6,613	-193	

(単位：千円)		D 高床化案-1												
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1：床下レベル				LV2：床上～腰窓下端レベル				LV3：腰窓下端～腰窓上端レベル				
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	
想定浸水高さ	1FL基準 GL基準	～基準案1FL-150 GL±0～450				基準案1FL-150～+900 GL+450～1500				基準案1FL+900～2000 GL+1500～2600				
共通①	初期排水	-			-200	排水	3人・日	75	-125	排水	3人・日	75	-125	
	中計	-		0	-200	共通① 中計		75	-125	共通① 中計		75	-125	
基礎・床	基礎	-			-50	洗浄・排水	3人・日	75	+50	洗浄・排水	3人・日	75	+50	
	床断熱材	-			±0	-			-172	取外し	1人・日	25	±0	
		廃棄								廃棄	1式	38		
		調達								調達	7ヶ-ス	71		
		取付け								取付け	1.5人・日	38		
		小計								小計		172		
	基礎断熱材	(基礎洗浄作業に含む)				±0	(基礎洗浄作業に含む)			±0	(基礎洗浄作業に含む)			±0
	土台・大引	-				±0	-			-50	洗浄・排水	2人・日	50	±0
	床仕上・巾木	-				±0	-			-408	取外し	2人・日	50	±0
		廃棄								廃棄	1式	38		
調達									調達	14坪・7ヶ-ス	195			
取付け									取付け	5人・日	125			
	小計								小計		408			
床下地合板	-				±0	-			-183	取外し	1人・日	25	±0	
	廃棄								廃棄	1式	38			
	調達								調達	26枚	70			
	取付け								取付け	2人・日	50			
	小計								小計		183			
中計	基礎・床 中計		0		-50	基礎・床 中計		75		-763	基礎・床 中計		888	+50
共通②	消毒	-			±0	-			-113	消毒 (腰窓下)	1式	85	-40	
	乾燥	-			±0	-			-25	乾燥	1式	25	±0	
	中計	共通② 中計		0		±0	共通② 中計		0		-138	共通② 中計		110
内外壁	外壁仕上	外部洗浄 (床下以下)	1式	20	±0	外部洗浄 (床下以下)	1式	20	±0	外部洗浄 (腰窓下)	1式	20	±0	
	通気層 (透湿防水シート・外壁下地)	-			±0	-			±0	-			±0	
	内壁仕上 (クロス)・ 内壁下地 (石膏ボード)	-				±0	-			-390	取外し (1F全面)	2人・日	50	±0
		廃棄 (1F全面)								廃棄 (1F全面)	1式	38		
		仕上 調達・取付け (1F全面)								仕上 調達・取付け (1F全面)	119m	133		
		下地 調達 (1F全面)								下地 調達 (1F全面)	90枚	69		
		下地 取付け (1F全面)								下地 取付け (1F全面)	4人・日	100		
		小計								小計		390		
	壁断熱材	-				±0	-			-181	取外し (1F全面)	1人・日	25	±0
		廃棄 (1F全面)								廃棄 (1F全面)	1式	38		
調達 (1F全面)									調達 (1F全面)	7包	68			
取付け (1F全面)									取付け (1F全面)	2人・日	50			
	小計								小計		181			
柱・間柱・ 耐力壁合板	-				±0	-			-74	洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	-74	
	小計								小計		25			
中計	内外壁 中計		20		±0	内外壁 中計		20		-645	内外壁 中計		616	-74
建具・家具・ 階段	玄関扉・ サッシ	-			±0	-			-25	洗浄・排水 (腰窓下)	1人・日	25	-25	
	内部建具	-			±0	-			-290	取外し	7枚	4	±0	
		廃棄								廃棄	7枚	9		
		調達								調達	7枚	226		
		取付け								取付け	7枚	51		
		小計								小計		290		
	造作家具	-				±0	-			-339	取外し	1人・日	25	±0
		廃棄								廃棄	1式	25		
		調達								調達	1式	243		
		取付け								取付け	1式	46		
	小計								小計		339			
階段	-				±0	-			-285	取外し	1人・日	25	±0	
	廃棄								廃棄	1式	10			
	調達								調達	1式	200			
	取付け								取付け	2人・日	50			
	小計								小計		285			
中計	建具・家具・階段 中計		0		±0	建具・家具・階段 中計		0		-939	建具・家具・階段 中計		939	-25

建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究
Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

(8/8)

(単位：千円)		D 高床化案-2												
基準労務単価 (共通)	25千円/人・日	LV1：床下レベル				LV2：床上～腰窓下端レベル				LV3：腰窓下端～腰窓上端レベル				
		修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	修復項目	数量	修復コスト	被害軽減効果 (A案との差額)	
想定浸水高さ	1FL基準	～基準案1FL-150				基準案1FL-150～+900				基準案1FL+900～2000				
	GL基準	GL±0～450				GL+450～1500				GL+1500～2600				
電気設備	コンセント	-			±0	-			-71	取外し (腰窓下)	9ヶ所	5	-17	
										廃棄 (腰窓下)	1式	2		
										調達 (腰窓下)	9ヶ所	39		
										取付け (腰窓下)	1人・日	25		
										小計		71		
	スイッチ・ コントローラー 等	-			±0	-			±0	-			-177	
電気設備	照明	-			±0	-			-16	取外し (腰窓下)	1ヶ所	1	-30	
										廃棄 (腰窓下)	1式	2		
										調達 (腰窓下)	1ヶ所	11		
										取付け (腰窓下)	1ヶ所	2		
										小計		16		
	分電盤	-			±0	-			±0	-			-88	
	中計	電気設備	中計	0	±0	電気設備	中計	0	-87	電気設備	中計	87	-312	
衛生設備	システム キッチン	-			±0	-			-771	取外し(レンジ フード除く)	1式	25	-147	
										廃棄(レンジ フード除く)	1式	18		
										調達(レンジ フード除く)	1式	650		
										取付け(レンジ フード除く)	1式	78		
										小計		771		
		UB	-			±0	-			-580	取外し・廃棄	1式	50	±0
										調達	1式	452		
										取付け	1式	78		
											小計		580	
		洗面化粧台	-			±0	-			-130	取外し(1F)	1式	7	±0
										廃棄(1F)	1式	5		
										調達・取付け (1F)	1式	118		
										小計		130		
	トイレ手洗器	-			±0	-			-87	取外し(1F)	1式	7	±0	
										廃棄(1F)	1式	5		
										調達・取付け (1F)	1式	75		
										小計		87		
	トイレ	-			±0	-			-96	洗浄・排水 (本体)	1式	10	±0	
										廃棄 (温水便座)	1式	3		
										調達・取付け (温水便座)	1式	83		
										小計		96		
	中計	衛生設備	中計	0	±0	衛生設備	中計	0	-1,664	衛生設備	中計	1,664	-147	
空調設備	空調室外機	-			-105	-			-105	取外し	1式	29	+34	
										廃棄	1式	5		
										調達	1式	76		
										取付け	1式	29		
										小計		139		
	中計	空調設備	中計	0	-105	空調設備	中計	0	-105	空調設備	中計	139	+34	
直接工事費				20	-355			170	-4,466			4,518	-639	
諸経費				4	-71			34	-893			904	-127	
工事価格				24	-426			204	-5,359			5,422	-766	
消費税額				2	-43			20	-536			542	-76	
修復コスト 合計				26	-469			224	-5,895			5,964	-842	

III. 既存分譲マンションの 浸水対策改修に関する検討

1. 序

1.1 分譲マンションの水害対策をめぐる状況

近年の水災害の頻発化・激甚化によって、都市部のマンションにおいても浸水被害に遭遇する事例が多発している。例えば、2019年の令和元年東日本台風（第19号）の際には、内水氾濫により超高層マンション地下の電気設備が浸水して機能停止した事案も発生し、多くの社会的関心を集めた。本ケースでは様々な報道⁽¹⁾がある通り、30cm程度の僅かな浸水深の氾濫であったにも関わらず、排水管からの逆流により地下階に水が浸入したことで、電気設備等に被害を生じたことが判明している。電気設備の復旧まではトイレやエレベーター等の使用も出来ず、特に中高層階居住者の生活継続に大きな支障を及ぼすこととなった。

こうした事態を受け、国土交通省・経済産業省は2020年6月に「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」⁽²⁾（以下ガイドライン、図III-1）を公表した。ガイドラインでは、建築主、設計者、施工者、所有者・管理者、電気設備関係者などの主体を想定し、マンション、オフィスビル、病院等の建築物で、企画・設計・施工・管理・運用の各段階において検討すべき電気設備の浸水対策を、実際の事例を交えてとりまとめている。具体的には、①浸水リスクの低い場所への電気設備の設置、②水防ラインの設定等の建築物内への浸水防止策、③水防ライン内における電気設備への浸水防止策が示されているが、本内容は電気設備に限定するものではなく、建物全体の浸水対策に準用できるものとなっている点に特徴がある。

建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン

令和2年6月

国土交通省住宅局建築指導課
経済産業省産業保安グループ電力安全課

事例 14 常総市役所本庁舎（茨城県常総市）

2014年（平成26年）に竣工した地上3階建ての市庁舎。平成27年9月関東・東北豪雨で、近隣を流れる鬼怒川の堤防が決壊し大規模な浸水被害が発生。当庁舎では1階床上が浸水し、屋外に設置されていた受変電設備や非常用発電機も浸水して電気が使えなくなる事態となった。

豪雨災害からの復旧にあたり、被害の経験を踏まえて以下の浸水対策を実施している。

- **屋外の電気設備周囲に水防ラインを設定し、柵を設置**
屋外に設置されている受変電設備、非常用発電機および燃料タンクの周囲に水防ラインを設定し、高さ2.0mの鉄筋コンクリート造の柵を設置した。柵の内部には、降雨等で溜まる水を排水するためのポンプを設置している。また、柵には段は設けず、点検時の出入りは昇降ステップで乗り越える形としている。

受変電設備等を高い位置へ移設する場合、移設に時間がかかると市庁舎としての機能が停止するうえ、庁舎の構造設計は設備を上部に設置する荷重を見込んでおらず構造改修が必要になることから、総合的に検討した結果、柵で囲んで浸水を防ぐ方法を採用するに至った。

柵の高さは、設置当時のハザードマップ（鬼怒川・小貝川同時氾濫時）の浸水高さに、30cmの余裕を持たせて設定している。

- **平成27年関東・東北豪雨浸水時の状況**
- **柵の設置後の状況**
- **本庁舎開口部の周囲に止水板を設置**
本庁舎の建具開口部の周囲には、有事の際に止水板を取り付けて浸水を防止できるよう、設備・器具を整えている。
- **近隣河川増水時に設置された止水板**

図III-1 建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン（国土交通省・経済産業省⁽²⁾）

しかしながら、ガイドラインでは浸水対策に要する対策費用までは検討されておらず、費用対効果を踏まえた浸水対策工事の検討資料としては未整備な部分がある。特に既存分譲マンションにおいて浸水対策工事を実施する場合には、区分所有者の合意形成が事前に必要であり、その際に費用対効果の検討は重要であるが、そうした検討の報告は管見するかぎり見当たらない。

1.2 本章の検討方法

以上の問題意識を踏まえて、本章では、典型的と思われるマンションモデル及び前提とするハザードを設定した上で、その浸水対策と対策工事の実施費用、ならびにその費用対効果等の検証を実施し、浸水対策の適用性を検討することとした。

具体的には、第I章の「2.2 研究の方法」にしたがって、以下の手順により検討を進めた。2節以降で各検討内容について詳述する。

- ① 過去の水害事例を参考に、本研究の検証において前提とする複数の浸水ハザードの内容（3タイプ）を設定する。【2.1 参照】
- ② 多くのマンションの参考となり得る典型的かつ仮想のマンションモデルとして、都心立地型マンションと郊外立地型マンションの2タイプを設定する。【2.2 参照】
- ③ マンション管理会社や有識者等へのヒアリングを通じて、マンションでの浸水被害およびその対策に係る情報の収集、モデル検討時の留意点等を整理する。【2.3 参照】
- ④ ②で設定したマンションモデルについて、①で想定した浸水ハザードの下で生じうる浸水経路・浸水範囲を検証する。【3 節参照】
- ⑤ ④の検証結果に基づいて浸水による被害額・復旧額を算出するとともに、被害を未然に防ぐための浸水対策工事の内容とこれに要する費用を算出する。【4 節・5 節参照】
- ⑥ 浸水ハザードと発生頻度に関する具体の地域のデータを用いて、期待値に基づいた浸水対策工事の費用対効果を試算し、浸水対策の適用性を考察する。なお、費用対効果の試算は管理組合管轄の共用部分を対象とする。【6 節参照】

参考文献・資料

- (1) 日経 XTECH (2020)「タワマン停電、9000t の水の意外な進入路 -2019 年の台風 19 号で被災したマンション、住民が原因解明」2020.5
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/na/18/00006/050100165/>
- (2) 国土交通省ほか (2020)「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」2020.6
<https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/content/001349327.pdf>

2. 検討の前提条件の整理

2.1 対象とするハザードの設定

マンションが立地する市街地での近年の水害発生状況を踏まえ、典型的と思われる3タイプの浸水ハザードを想定することとした。ハザードに応じて、想定する浸水深と浸水継続時間が異なるものとする。

- ①軽度浸水：ゲリラ豪雨などの短時間豪雨による内水氾濫を想定する。氾濫水は土砂をほとんど含まず、最大浸水深は30cm (GL+300mm)、浸水継続時間は2時間を想定。
- ②中度浸水：水路・支川から本川への排水困難に伴う湛水型の内水氾濫や、下水（雨水管等）からの水の逆流による浸水を想定する。戸建て住宅においては床上浸水が発生し得るレベルの比較的被害規模の大きい内水氾濫等であり、氾濫水には多少の土砂を含む。最大浸水深は50cm (GL+500mm)、浸水継続時間は12時間を想定。
- ③重度浸水：河川からの溢水・越水等による外水氾濫を想定する。氾濫水は一定の土砂を含み、最大浸水深は150cm (GL+1500mm)、浸水継続時間は24時間を想定。

2.2 検討対象とするマンションモデルの設定

実在するマンションのデータベース¹⁾の分析結果などを参考に、多くのマンションの参考となり得る典型的かつ対照的なモデルとなるよう、「都心及び駅周辺立地型（略称：都心型）マンション」及び「郊外住宅地立地型（略称：郊外型）マンション」の2タイプの建物条件を設定した（図Ⅲ-2）。参照したデータベースでは、関東圏、50～100戸、6階建て以上、単棟型のものを対象に、商業系用途地域に立地するものを都心型（53件）、住居系または工業系の用途地域に立地するものを郊外型（51件）として分類した。以下に、規模、設備の設置状況、雨水貯留槽の有無、駐車場の様態などの分析結果と、建築条件の設定の概略を示す。

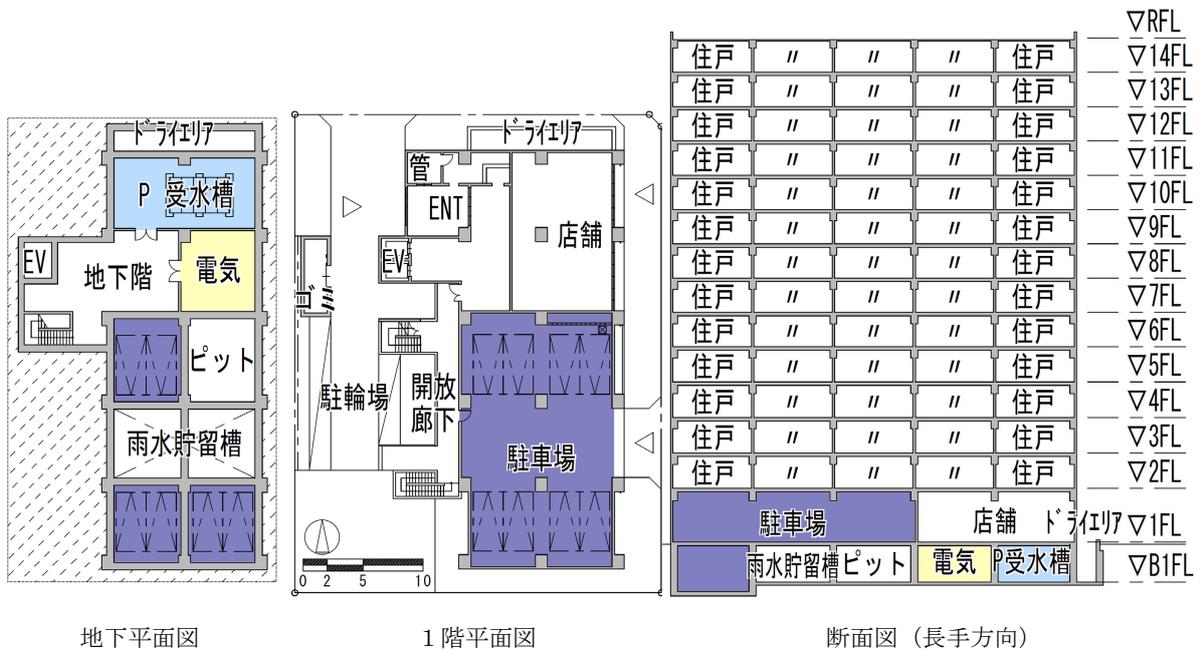


図Ⅲ-2 都心型（左）および郊外型（右）マンションのイメージ

1) 都心及び駅周辺立地型マンション

分析対象 53 件のうち、階数は 14 階建てが最も多く 11 件であった。電気設備は屋内 1 階の設置が 21 件、地下設置が 15 件であり、給水設備は屋内地下に受水槽を設けたものが 24 件と最も多い。雨水貯留槽の設置は 8 件にとどまる。駐車場は、屋内 1 階に機械式駐車場（地下ピットあり）を設けるものが最も多く 13 件であった。

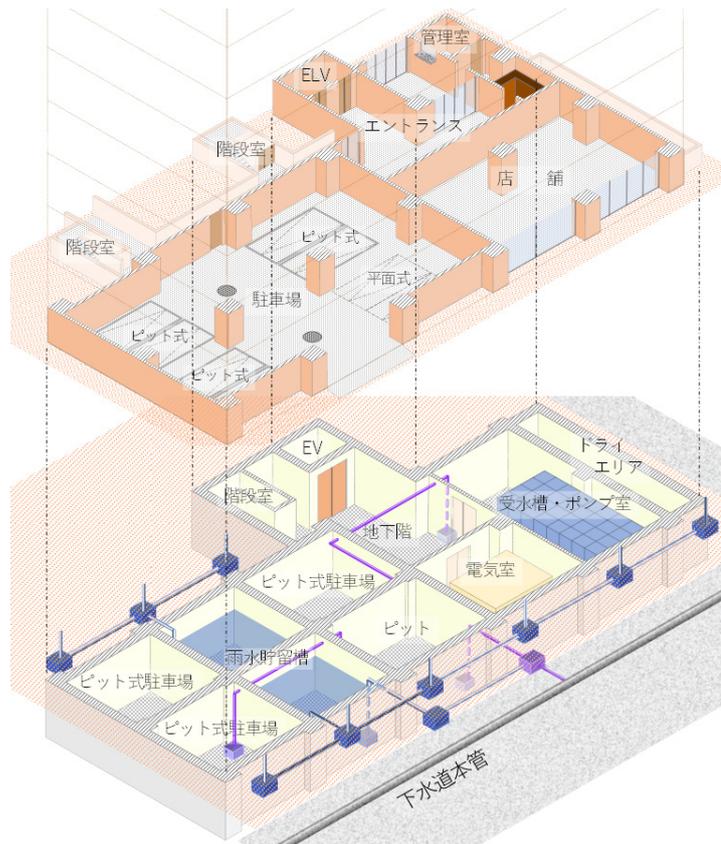
これらの結果を参考に、詳細を想定・設定したマンションモデルの概要を表Ⅲ-1 に、平面図・断面図を図Ⅲ-3 に、1 階および地下 1 階のアイソメ図を図Ⅲ-4 に示す。当タイプは、駅前などの商業地域に立地し、1 階に小規模店舗等が入る複合用途型の高層マンションとして想定している。給水設備（受水槽・揚水ポンプ）、電気設備は地下 1 階に設置されている。なお、分析結果では、電気室を 1 階に設置している事例が多かったが、別モデルとの差異化及び令和元年東日本台風における超高層マンションの地下電気設備の浸水被害事例を踏まえて、地下 1 階設置とした。駐車場は分析結果にしたがい、建物内の機械式駐車場（地下ピットあり）とした。



図Ⅲ-3 都心型マンションモデル

表Ⅲ-1 都心型マンションモデルの概要

規模	延べ面積／6,900.2㎡ 住戸数／65戸
階数	地上14階、地下1階 (1FL: GL+20cm)
給水設備	地階設置 受水槽・揚水ポンプ
電気設備	地階電気室
雨水貯留槽	地階設置
駐車場	建物内機械式駐車場 (地下ピットあり)



図Ⅲ-4 都心型マンションモデルの1階および地下1階

2) 郊外住宅地立地型マンション

分析対象 51 件の内、階数は7階建てが最も多く 14 件であった。電気設備は別棟屋内設置が 13 件、住棟屋内1階設置が 22 件、給水設備は屋内地下設置が 16 件、屋外設置が 16 件であった。雨水貯留槽を備えているマンションは 10 件であった。駐車場は屋外平置きが 25 件、屋外機械式駐車場（地下ピットあり）を設ける事例が 22 件であった。

これらの結果を踏まえて詳細を想定・設定したマンションモデルの概要を表Ⅲ-2 に、平面図・断面図を図Ⅲ-5 に、1階のアイソメ図を図Ⅲ-6 に示す。当タイプは、郊外の住居系用途地域に建つ単棟型中層マンションとして想定している。都心型と異なる大きな特徴として、地下階が設けられず、給水設備は屋外別棟1階に、電気設備は屋内1階に設置されている。また、屋外には住戸数と同規模の駐車台数を確保できる機械式駐車場（地下ピットあり）の設置を想定した。

3) 両モデルの共通点と相違点

両モデル共、1階にエントランスホール、エレベーターホールが設けられているが、都心型モデルは閉鎖型、郊外型モデルは開放型のエントランスホールとした部分が異なる。

2.3 関係者へのヒアリング

2020年9月から2021年3月にかけて、分譲マンションに関わる管理会社及びディベロッパー、被災経験のある管理組合、改修工事施工関連団体、改修施工会社の延べ5者と、建築設備に関する大学有識者1名にヒアリングを実施し、マンションにおける浸水被害と対策状況の把握や、作成したマンションモデルに基づく検討を進める上での留意点等の整理を行った（表Ⅲ-3）。

以下、当該ヒアリングで得られた意見や検討時の留意点を一覧的に示す。

表Ⅲ-3 マンションの浸水対策に係るヒアリングでの意見

（ヒアリング協力者のうち企業等をA・B・C・D、被災経験のある管理組合をE、大学有識者をFと表記する）

<p>【対象とするハザードおよびマンションモデルの想定について】</p> <ul style="list-style-type: none">・ゲリラ豪雨で想定されるのは30cmくらいの浸水。これくらいなら助成金（設備の下駄ばき等）で対策できるだろう。60cmは内水氾濫レベルなので対策は可能。1mになると河川氾濫なので、対策は厳しい。（A）・例えば、1FLを50cm上げると（1/10勾配だと5mの）斜路が発生してしまい、バリアフリー上の問題が生じる。設計上はフラットが一番という認識が現状強く、FLを上げることは現実的に難しい。行政によっては、斜路を1/15勾配に制限する場合もある。（A）・マンションモデルプランは、都心型および郊外型ともに平面構成は一般的である。（C）・屋内の機械式駐車場は天井高に限りがあるため、昇降横行式を導入することが多い。（C）・浸水想定別に、どのくらいの降雨によってそれらの浸水が発生するのか、そういったイメージ等があれば管理組合に対策の必要性も伝わりやすい。（D）・管理組合へ水害対策を提案する際に、保険と絡めて説明する方法がある。水害に対する特約保険では、現在45cm以上の浸水で保険適用となるため、45cm未満に対する水害対策をすることは費用対効果からも有効であると思う。また、昨今の異常気象によりハザードマップで被害想定されていない場所でも内水氾濫のおそれは十分に考えられるので浸水深さGL+30cmの対策をすることは地域問わず必要かもしれない。（D）・都心型マンションの貯留槽は、対策を講じていない場合には雨水が無限に流入し、点検用マンホールから溢れ出る想定もできるので、マンションモデルプランにもマンホールを追加の方が望ましい。（F）・マンションモデルの想定について、昨今バリアフリー化が当たり前になっているので、1FLが50cmを越えることは想定しにくい。（F）
<p>【浸水経路について】</p> <ul style="list-style-type: none">・設備の配管に関しては、設計図と実際のものが違っている場合がある。設備に検査が無いので、そのあたりのチェックが入らない。商業施設が入っていると、ダクトやガラリなどを回していくので、図面上存在しない開口部が出来ていたりする。（A）・実際のマンションでは設備室に配管類が多く貫通しており、浸入経路のすべてを想定することは困難。（B）・浸水時は公共排水管も満水になるため、排水ポンプが機能しないことも考慮すべき。（C）・内水氾濫が起きる際の敷地周辺状況を考慮すると、降雨量が大きい場合には、浸水していなくても換気ダクト等に降雨が直接浸入するおそれがある。（D）・浸水時は土砂や流木などの障害物が排水口に詰まり、適切に排水されず、想定されなかった箇所でも浸水が発生することがある。（D）・過去の事例では、立地上の公共排水の状況にもよるが、専有部内のトイレや浴室からの雑排水・汚水が逆流して溢れそうになった例もある。（D）・マンションについて、浸水に特化したマニュアルは被災当時に無かった。道路が冠水したら土嚢を積み、という程度の手順が記載されており、実際にこの手順で地上からの浸水は防ぐことが出来ていた。（E）・浸水原因の調査方法については、CADデータを利用した。住民の中に建築に詳しい者がいたので、流入経路の列挙・有無の確認、記録写真などから浸水状況や地下潜水水位のシミュレーションを実施し、数字のデータと実際の浸水記録の整合性を確認した。（E）・トイレはできるだけ使わないよう住民にアナウンスしたので、被災後一週間のうちに汚水槽が溢れることは無

かった。(E)

- ・マンション低層部に店舗が入る場合、店舗ガラスについては、GL+50cm程度の浸水深では破損および漏水の恐れは低いと思われる。(F)
- ・排水管から貯水槽への雨水浸入を防ぐ止水弁のバルブは、配管ルートから屋外に設けるしかできないので、マンション周囲が浸水する前に天気予報をもとに止水弁を閉めるなど災害時の運用マニュアルが重要となる。(F)

【電気設備について】

- ・マンション戸数は東京都でも200万戸くらいある。現状のマンションの設計スペックから見ると、水害リスクの殆どは受電設備の脆弱さが原因ではないかと思う。ハザードマップの浸水深以上に分電盤があるケースは本当に見当たらない。(A)
- ・マシンレスエレベーターの場合、ピットに制御装置があるので僅かな浸水でも設備に被害を生じるおそれがある。エレベーターを更新する際に制御装置の位置を変える等、対策を採ることも有効である。(B)
- ・電気室を含めた設備関係を上階に移設することは、改修ではほぼ非現実的であり、新築時の設計でも住戸数確保のため上階に設置することは可能性として低い。(D)
- ・浸水した配電管、電線については、メーカーも浸水したものの再利用は推奨していないため取り換えた。川の水のため腐食が予想できないので、安全を重視して交換する必要がある。(E)
- ・地下設置の電力キャビネットは水密化されておらず、スペース的に下駄履きもできないため対策が困難。(E)
- ・設備関連室は温度調整のため第3種換気が採用されることが多い。設備関連室を止水扉に変える場合、給気を塞ぐことへの対策として、エアコン等で室内温度調整を図る方法も考えられる。(F)

【対策の優先順位について】

- ・水害対策は、現状認識が一番の問題だ。どのような可能性がどのくらいの確率で発生するか、という認識が基本にあり、その上でどのレベルの水害にどれくらいお金を要するか、という2段階の検討が必要になる。(A)
- ・対策の優先順位は電気室が最優先。機械式駐車場は、機器損害に加え個人負担の自動車損害も含めると高額となるが、事前の天気予報をもとに各自が自動車を移動する等、被害軽減対策を採ることが可能である。(C)
- ・管理組合では、浸水深さよりも浸水被害によって一定期間に渡って日常生活に支障を来すことに抵抗を持っているので、影響の大きい電気室を対策することが優先だと考える。(D)
- ・対策の優先順位は電気室が最優先。電気室が浸水するとマンション内のすべての供給がストップしてしまい、被害軽減のための排水ポンプも使用できなくなる為である。また、電気室内の設備はマンションごとの受注生産品が多いため、復旧までの期間に大きな影響を与える。(F)

【浸水対策について】

- ・新築マンションに対して、浸水対策の法制化が必要ではないか。現状の建築基準法には浸水対策に関する規定が無い。業務でも既築物件の浸水対策に携わると、完全な対策に数億円を要してしまうようなケースもあり、費用対効果の問題もあって対策が進まない。(A)
- ・敷地の周りにバンクを設けることで浸水対策することも可能。また、過去に扱った事例では、浸水した地下駐車場をすべて潰して平置きにすることで対策した。(A)
- ・管理組合側として百万円単位の対策は、日常で個人が扱う金額としては高額であるため、浸水に対して有効な対策でも導入に消極的になり、緊急性が無いものとして先送りになってしまう。長期修繕計画に盛り込むことが実施の前提となるので、導入に向けた管理組合の心理的ハードルを下げるのが有効である。(C)
- ・費用や取付け方法を考慮すると、既存マンションの改修工事では脱着止水板が導入しやすい。しかし、築20年程度のマンションでは3回目の大規模修繕工事を控えており、対策に費用を掛けるよりも大規模修繕工事に費用を掛けることが優先になることが多い。事前に別途予算を確保しておくなどの対応が必要である。(D)
- ・浸水被害を踏まえて今後対策が必要な点として、以下の点を検討している。(E)
 - ・地下駐車場の止水シート設置
 - ・給気口の止水。常時・冠水時で取り外し可能な方法で止水したい。
 - ・止水壁については、外周が公開空地のため建物周囲に設置できない課題がある。
 - ・1階共用部のガラスは浸水深800mm、サッシ部は900mmが許容水位。1mを超える浸水に対する対策は、費用対効果の問題で難しい。

- 住棟内での垂直避難を前提とした簡易避難所の設営の検討。
- 地下階の水位計設置、配管バルブの自動化、排水ポンプの流水計設置、受変電設備の地上化（屋上に新規設置し、2系統化）など、地下階の対策の充実。住民の直接利用しない防災上必要な施設であれば容積率不算入などになることが本来望ましい。
- ・ 郊外型の専有部の浸水対策は個人負担が原則と考え、共用部の浸水対策と併せて個人負担のオプション工事とすることが望ましい。（F）

【復旧対策について】

- ・ 浸水被害を完全に防ぐことは困難であり、特に浸水深 150 cm は尚更である。被害軽減や早期復旧を考慮した対策も有効である。（B）
 - エレベーターは水没を想定し、交換部品を保管しておくことで早期復旧に対応。
 - 現状が高圧受電の電気室タイプで 80 戸以内程度であれば、低圧受電のパットマウントに変更して復旧を円滑化するよう対応。電気設備更新時期に併せて行うことで合理的となる。
 - 大規模マンションでは電気室や受水槽・ポンプ室などの重要機能を守るために止水区画を多重にして、浸水時間を遅らせる対策。
 - 屋上ソーラー発電や蓄電池を導入し、避難場所となる集会室などに電気供給できるようにすることで災害が起きた際の緊急対応ができるようにする。
- ・ 対策・修復費用の試算については、国土交通省が公表している長期修繕計画で用いるマンション各部位の修繕費の参考概算と大幅なズレがなければ問題ないと思われる。（C）
- ・ 地下の浸水時に雑排水槽が浮き上がって落下し、接合部が破損した。（E）
- ・ 原状回復が必要な設備については、管理会社主導で復旧を進めた。どのように戻すか判断が必要なものを住民側で判断し、以下の通りとした。（E）
- 駐車場は、被災後に利用が減ったことから 1 区画を復旧しないことにした。
- エアコン室外機は、75cm の下駄履きをした上で復旧した。

【その他事項について】

- ・ 企業としては、浸水対策は単独でビジネスにならない。ビジネスとしては、あくまで総合的な検討の一環で行わないといけない。（A）
- ・ 浸水対策については管理会社も知識が追いついていないので、現状で管理組合に説明するのは難しい。（C）
- ・ マンションの損害保険料はハザードマップ等の立地条件でなく、築年数で決まることがほとんどである。一般的に保険対応として最も多いのが漏水のため、築年数によって配管が劣化し漏水リスクが上がるのが背景にある。（C）
- ・ 管理会社としては、修復費用を保険で賄う代わりに復旧までの生活が不安定となる場合と、高額な費用を掛けて浸水対策を行う場合を比較する際には、管理組合に対しては後者を推奨したい。マンションは一度水没してしまうと資産価値に影響するおそれがある。復旧までの期間についても地震災害であればある程度我慢できるが、水害では我慢することができないのが居住者の心情と思われる。（C）
- ・ 浸水対策については、資産価値を向上させる目的よりも資産価値を維持するために対策することが望ましい。水没してしまうと資産価値に影響するおそれがあるため。（C）
- ・ 管理組合目線では、浸水被害時の写真や設備類被害がどう日常生活に影響するのかを提示できると、対策の必要性が分かりやすい。（D）
- ・ 被害後に、原因調査・再発防止について、建築側の防水対策コンサルタントを探すのは困難であった。コンサル側も水害に関するビジネス経験が乏しかったため、住民中心で対策を検討することに。そもそも、住民自体もコンサル選定に関する知識不足があり、コンサル側から営業的なアプローチ等も特になかった。（E）

ヒアリングの内容を踏まえて、本検討では以下の通り検討条件を設定することとした。より詳しい条件設定については、次節以降で具体的に記述する。

- ・浸水経路については、敷地周辺の浸水状況を考慮して条件を設定することとした。例えば、中度浸水以上の場合には浸水継続時間が長時間に渡ることから、公共排水の処理能力を超過する状況が発生するものと想定して、浸水経路を特定するものとする。
- ・電気設備の浸水対策を最優先とする。ただし、既存分譲マンションにおいては、電気設備の上方階移設は費用やスペースの観点から現実的でないこと、電気室内での下駄履き（上方設置）による浸水回避策は有効性に疑問が呈されたことから、電気室内への浸水自体を未然に抑止する追加工事の実施を基本的対策として考えることとする。
- ・浸水対策については住民の合意形成が難航することが想定される為、比較的簡便且つ安価に導入できる手法を優先して検討するものとする。

補注

- 1) マンション改修工事を広く手掛ける建築設計事務所の協力を得て、同社の保有するデータベースを利用した。また、住宅着工統計データ（1989-2001年度）も用いて、大きな偏りが無いことを確認している。

3. 対策場所・対策方法・費用の設定条件

3.1 対策方法の想定

都心型・郊外型のマンションモデル2タイプを対象に、軽度浸水・中度浸水・重度浸水の浸水ハザード3タイプによる被害を想定して、企業・有識者等へのヒアリングの結果も踏まえ、浸水経路と被害範囲及び対策を検討した。併せて、ハザードの段階毎にメリハリをつけて、被害時に機能復旧の為に必要とする費用（以下、修復費用）と、浸水対策に必要とする工事費用（以下、対策費用）を試算した。都心型、郊外型マンションのそれぞれの想定は、以下の通りである。

【都心型】 エントランス、開放廊下、地下階、雨水貯留槽、屋内駐車場、店舗の区画に区分してそれぞれの浸水経路と必要な対策を検討した。エントランスホールとエレベーターホールは閉鎖型のため、管理室とエレベーターへの個別対策は不要となる。また、浸水深等に応じて、エントランス、開放廊下、ドライエリア、雨水貯留槽を経由して電気室や受水槽ポンプ室等のある地下階への浸水が発生しうる。

【郊外型】 エントランス、開放廊下、電気室、屋外地上置受水槽、別棟ポンプ室、屋外駐車場の区画に区分して検討した。エントランスへの対策により、管理室とエレベーターへの対策は不要となる。

止水対策（図Ⅲ-7）は、以下の比較検討により汎用的な手法を設定した。

簡易型の対策は土嚢袋（使い切りタイプの水嚢）を想定した（止水高さ：FL+30cm）。コンパクトで設置場所に条件がなく低コストで導入できることが採用理由であり、他の手法は設置条件の制限や止水性能の信頼性の不足から汎用性に劣ると判断した。

また、止水板による対策は、脱着式止水板を想定した（止水高さ：FL+30cm・50cm・150cmのいずれか）。設置が容易で導入しやすいことが採用理由であり、シート式止水板や起伏式止水板等他の手法は、設置に際して埋設工事等大掛かりな工事が発生するため汎用性に劣ると判断した。

その他の止水対策は、シャッター型、扉型を浸水箇所に応じて想定した。



図Ⅲ-7 止水対策の手法(左:水嚢、中:脱着式止水板、右:水密扉)

3.2 対策・修復費用の想定

対策費用・修復費用は、マンションの共用部分を対象に、以下の①～③の条件および④⑤の想定に基づいて、3つの浸水ハザードに対して推算した。対策・修復に要する費用額の考え方については、次頁以降で詳細に解説する。

- ①概算額は、類似事例の参照および設備メーカーへのヒアリング、(一社)マンション管理業協会の発行する「マンション維持修繕技術ハンドブック」に記載の物価⁽¹⁾によった(詳細は章末の補遺3に記載)。
- ②金額は直接工事費のみであり、諸経費及び消費税は別途とした。
- ③都心型、郊外型ともに設備・仕上げ材等は同等のものを計画し、復旧にあたっても既存と同等のもので行うことを想定した。
- ④管理室には、制御系機器(図Ⅲ-8左)として、ガス感知制御装置、火災受信盤、防犯警報盤、電灯分電盤の設置を想定した。
- ⑤電気室(図Ⅲ-8右)は、マンション管理範囲と電力会社管理範囲が明確に区画される設置方を想定し、マンション管理範囲として引込開閉器盤や動力制御盤、電力会社管理範囲として高圧受電盤や高圧負荷開閉器、変圧器(トランス)、コンデンサ等の設置を想定した。



図Ⅲ-8 電気設備関連(左:電気制御機器、右:電気室、一部情報秘匿のため黒塗り)

参考文献・資料

- (1) (一社)マンション管理業協会：マンション維持修繕技術ハンドブック [第4版]，2016.8

3.3 対策・修復費用の詳細検討

1) 都心型マンション

建物全体を浸水被害から守る対策を施した場合の対策費用と、対策を施さず被害を受けた場合の修復費用の総額を比較すると、表Ⅲ-4の通りに整理される（特に費用の低いものを青字、費用の高いものを赤字で示す）。軽度浸水において、安価な対策費用で修復費用を大きく抑えることができることから、低い浸水深でも止水対策を施すことが重要だと分かる。

修復費用においては、エレベーター準撤去更新、電気室機器交換、タンク、ポンプ交換が特に高額となる。ただし、電気や水はマンションにとって重要なインフラ設備であり、特に電気設備が損傷すると復旧に長期間を要するおそれがある為、浸水被害を受けた際の生活への影響も考慮し、対策の可否を検討する必要がある。また、機械式駐車場が浸水被害を受けた場合、個人所有の車両にも被害が生じる。共用部分の修復費用以外についても留意が必要である。

なお、その他に要する費用（改修実施時における修理清掃費用、居住生活継続のための仮設対策費用）については、章末の補遺2にて詳述しているため適宜参照されたい。

表Ⅲ-4 都心型マンションにおける想定浸水深と対策・修復費用の想定

(単位:千円)

ハザード	対策費用	修復費用	修復費用の主なもの
GL+ 30cm 軽度浸水	390	28,500	9,500 エレベーター部品交換 7,000 漏電ブレーカー、ケーブル交換 4,000 ポンプ交換 5,000 機械式駐車場部品交換
GL+ 50cm 中度浸水	17,750	54,500	9,500 エレベーター部品交換 17,000 電気室機器交換 11,000 タンク、ポンプ交換 9,000 機械式駐車場機器全交換
GL+150cm 重度浸水	30,650	73,000	20,000 エレベーター準撤去更新 17,000 電気室機器交換 11,000 タンク、ポンプ交換 9,000 機械式駐車場機器全交換

以下、浸水箇所毎の想定を順次示す。

① エントランス（管理室、エレベーター）

対策を講じない場合、エントランスに浸入した水は、エレベーターに浸水し、高額な修復費用が発生する（表Ⅲ-5）。軽度浸水において、安価な対策費用で、修復費用を大きく抑えることができることから、低い浸水深でも浸水を許さない対策を施すことが重要である。

表Ⅲ-5 都心型・エントランスの想定浸水深と対策・修復費用の想定

(単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	100	土嚢袋	11,000	内装清掃、ELV部品交換
中度浸水	3,000	脱着式止水板 高さ30cm	15,000	内装復旧、自動扉部品交換 ELV部品交換
重度浸水	5,400	脱着式止水板 高さ150cm	33,500	内装復旧、管理室制御盤更新、 自動扉全交換、ELV準撤去更新

修復費用の詳細について、軽度浸水では、管理室内を含むエントランス全体の清掃を費用に含めた。また、エレベーターはエレベーターピット内の浸水による水没した部品類の交換を見込んだ費用を算出した。

中度浸水では、管理室内を含むエントランス全体の内装復旧を費用に含めた。自動扉は故障等による不具合修理を見込んだ。エレベーターの被害想定は軽度浸水と同様とした。

重度浸水では、内装復旧に加えて、管理室内の壁面に設置された制御盤類が浸水により被害あるものとして復旧を見込んだ費用とした。自動扉は全交換を、エレベーターは準撤去相当と見込み、各種費用を算出した。

エントランス対策により管理室およびエレベーターの浸水を防ぐことは可能だが、管理室・エレベーターを個別に対策する場合についても別途費用算出を行った。費用算定の結果を表Ⅲ-6、Ⅲ-7に示す。管理室については対策費用と修復費用の差が小さく、費用対効果も小さいが、エレベーターについては浸水深さに関わらず修復費用が高額であり、浸水を許さない対策を施すことが重要である。

表Ⅲ-6 都心型・管理室の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	50	土嚢袋	500	内装清掃
中度浸水	600	脱着式止水板 高さ30cm	1,000	内装復旧
重度浸水	2,000	止水扉	6,000	内装復旧、管理室制御盤更新

表Ⅲ-7 都心型・エレベーターの想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	50	土嚢袋	9,500	ELV部品交換
中度浸水	1,200	脱着式止水板 高さ30cm	9,500	ELV部品交換
重度浸水	2,600	止水扉	20,000	ELV準撤去更新

次に、エントランス全体を対策した費用とそれぞれの室を対策した費用を比較する(表Ⅲ-8)。浸水深さに対する対策費用のみを比較すると、軽度浸水を除き、エントランス全体の対策費用の方が高額となる。しかし、管理室、エレベーターまで浸水を許したエントランスの修復費用を含めた費用と比較すると、いずれのハザードにおいても、エントランス全体で対策をする方が費用を抑えることが可能である。

表Ⅲ-8 都心型・エントランス対策案の比較 (単位:千円)

ハザード	エントランス全体を対策 対策費用	管理室とエレベーターを個別に対策				修復費用 エントランス	費用 合計
		対策費用			合計		
		管理室	エレベーター	合計			
軽度浸水	100	50	50	100	3,000	3,100	
中度浸水	3,000	600	1,200	1,800	4,500	6,300	
重度浸水	5,400	2,000	2,600	4,600	7,500	12,100	

②開放廊下

開放廊下は半屋外である為、対策を講じない場合、浸水時に外装清掃による修復費用が想定される（表Ⅲ-9）。軽度浸水では対策費用と修復費用の差が小さく、費用対効果も小さい。中度浸水以上になると、排水口からの逆流浸水対策が困難であるが、修復費用自体は低額に収まる。

表Ⅲ-9 都心型・開放廊下の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	100	土嚢袋	500	外装清掃程度
中度浸水	—	逆流浸水の対策が不可能	500	外装清掃程度
重度浸水	—	逆流浸水の対策が不可能	500	外装清掃程度

③地下階（電気室、受水槽室・ポンプ室）

地下階はライフラインに関わる設備が多くある為、対策を講じない場合には、浸水深さに関わらず修復費用が高額となる（表Ⅲ-10）。軽度浸水では、安価な対策費用で修復費用を大きく抑えることが可能であり、低い浸水深でも止水策を施すことが重要である。

表Ⅲ-10 都心型・地下階の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	50	土嚢袋	11,000	電気室漏電ブレーカー交換、ケーブル交換 受水槽室ポンプ交換、内装復旧
中度浸水	2,250	脱着式止水板 高さ30cmダクト延長、掃除口蓋 管路口防水装置	24,000	電気室機器交換、 受水槽室機器交換、 内装復旧
重度浸水	3,550	止水扉 ダクト延長、掃除口蓋 管路口防水装置	24,000	電気室機器交換、 受水槽室機器交換、 内装復旧

修復費用について、軽度浸水では、地上階段扉を経由して地下階へ浸水することから、電気室、受水槽・ポンプ室の内装復旧を金額に見込む。また、電気室は浸水を受けて漏電により一部の電気機器（ケーブル、ブレーカー）の交換が必要に、受水槽・ポンプ室は加圧ポンプの水没による交換が必要になる為、それら金額を修復費用に含めた。

中度浸水および重度浸水では、軽度浸水時の被害に加えて、電気室、受水槽・ポンプ室の全体が水没するため、全ての機器類交換が必要となる。それらの更新費用を修復費用に含めた。

地下階対策により電気室自体の浸水を防ぐことは可能だが、費用が高額であり全ての対策を行えない可能性もある。一方で電気設備はマンションにとって最重要の設備であり、浸水時に復旧まで長期間を要する可能性が高いことから、地下階のうち電気室のみを個別に対策する場合についても別途検討を行った（表Ⅲ-11）。

検討の結果、無対策の場合、軽度浸水時の修復費用は7,000千円（うち電力会社範囲は2,500千円）、中度浸水時以上の修復費用は17,000千円（うち電力会社範囲は12,000千円）と推計された。また、ハザードへの対策費用は重度浸水の場合、防水扉の設置のため高額な費用が想定される。

ただし、電気室は万が一浸水すると建物全体への影響が甚大である為、対策費用の金額だけでなく、浸水被害を受けた際の生活への影響も考慮し、対策の可否を検討する必要がある。

表Ⅲ-11 都心型・電気室の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	3,500	止水扉	7,000	電気室漏電ブレーカー交換、ケーブル交換、内装復旧
中度浸水	4,300	止水扉、ダクト延長、掃除口蓋、管路口防水装置	17,000	電気室機器交換、受水槽室機器交換、内装復旧
重度浸水	12,800	防水扉、ダクト延長、掃除口蓋、管路口防水装置	17,000	電気室機器交換、受水槽室機器交換、内装復旧

上記の電気室と同様、マンションにとっての重要インフラ設備である受水槽・ポンプ室についても個別対策時の費用算出を行った(表Ⅲ-12)。検討の結果、重度浸水対策においては、電気室と同様に防水扉の設置のため対策費用が高額となり、対策費用が修復費用を上回った。これについても、単純な金額のみではなく、浸水被害を受けた際の生活への影響も考慮し、対策の可否を検討する必要がある。

表Ⅲ-12 都心型、受水槽・ポンプ室の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	3,500	止水扉	4,000	受水槽室ポンプ交換、内装復旧
中度浸水	4,250	止水扉 ダクト延長、掃除口蓋	11,000	受水槽室機器交換、内装復旧
重度浸水	12,750	防水扉 ダクト延長、掃除口蓋	11,000	受水槽室機器交換、内装復旧

以上の検討結果を踏まえ、地下階全体を対策した費用と、それぞれの室を個別に対策した費用を比較する(表Ⅲ-13)。いずれのハザードにおいても、地下階全体を一括に対策した場合の費用の方が安価であり、地下階の浸水対策として非常に有効であることが判った。

表Ⅲ-13 都心型・地下階対策案の比較 (単位:千円)

ハザード	地下階全体を対策		電気室と受水槽・ポンプ室を個別に対策				
	対策費用		対策費用			修復費用 地下階	費用 合計
			電気室	受水槽・ポンプ室	合計		
軽度浸水	50		3,500	3,500	7,000	0	7,000
中度浸水	2,250		4,300	4,250	8,550	0	8,550
重度浸水	3,550		12,800	12,750	25,550	0	25,550

④雨水貯留槽

雨水貯留槽については、無対策でも被害を受けないが、雨水貯留槽を通して地階の他の室、ピットへの浸水に繋がるため、対策を施すことが重要である。ここでは中度浸水時以上の時に雨水貯留槽が満杯となるケースを想定し、止水弁を対策費用として計上した(表Ⅲ-14)。

表Ⅲ-14 都心型・エレベーターの想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	—	対策不要	—	雨水貯留槽自体に破損はない
中度浸水	8,000	止水弁	—	雨水貯留槽自体に破損はない
重度浸水	8,000	止水弁	—	雨水貯留槽自体に破損はない

⑤ピット式駐車場

軽度浸水時には、安価な対策費用で修復費用を大きく抑えることができる為、低い浸水深に対しても対策を施すことが重要である(表Ⅲ-15)。重度浸水時には、防水シャッターの設置のため対策費用が高額となるが、機械式駐車場が浸水被害を受けた場合、機器の交換費用だけでなく、個人所有の車両にも被害が発生する。共用部分の修復費用以外に個人が負担する費用が発生することに留意し、対策の可否を検討する必要がある。

なお、軽度浸水による被害想定では、ピット式駐車場機器の一部で浸水の影響による部品交換が生じるものとした。中度浸水以上では、ピット内の機器全体が水没するため全交換を必要と考え、必要な修復費用を算出した。

表Ⅲ-15 都心型・ピット式駐車場の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	140	土嚢袋	5,000	部品交換 (別途 個人所有車両被害)
中度浸水	4,500	脱着式止水板 高さ30cm耐圧式ロックマンホール掃除口蓋	9,000	機器全交換 (別途 個人所有車両被害)
重度浸水	13,700	防水シャッター 耐圧式ロックマンホール掃除口蓋	9,000	機器全交換 (別途 個人所有車両被害)

⑥1階店舗

店舗で想定される被害は内装被害が中心であり、店舗商品等は事業所形態によって差が大きい為、ここでは被害想定に含めていない。軽度浸水においては対策費用が修復費用を大きく下回る為、費用対効果が高いと見込まれる(表Ⅲ-16)。ただし、中度浸水においては対策費用と修復費用の差が小さく、費用対効果が小さい。重度浸水に対しては、防水シャッターの設置のため対策費用が高額となる。ただし、店舗が浸水被害を受けた場合、内装の修復費用だけでなく店舗商品にも被害が発生し、内装復旧までの期間に店舗営業をすることができない為、修復費用以外に発生する費用にも留意が必要である。

表Ⅲ-16 都心型・1階店舗の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	250	土嚢袋	2,000	内装清掃程度
中度浸水	3,500	脱着式止水板 高さ30cm	4,000	内装復旧
重度浸水	18,500	脱着式止水板 高さ150cm防水シャッター	4,000	内装復旧

2) 郊外型マンション

建物全体を浸水被害から守る対策を施した場合の対策費用と、対策を施さず被害を受けた場合の修復費用の総額を比較すると、表Ⅲ-17の通りに整理される（青字、赤字は都心型マンションと同じ）。郊外型マンションの修復費用において特に高額となるのは、エレベーター準撤去更新、電気室機器交換、タンク、ポンプ交換、機械式駐車場部品交換である。電気や水はマンションにとって重要なインフラ設備であり、特に電気設備が損傷した場合、復旧に長期間を要する可能性が高い。機械式駐車場が浸水被害を受けた場合も、機器の交換費用だけでなく、個人所有の車両に被害が発生する。対策費用の金額だけでなく、浸水被害を受けた際の生活への影響も広範に考慮し、対策の可否を検討する必要がある。

表Ⅲ-17 郊外型マンションにおける想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	修復費用	修復費用の主なもの
軽度浸水	4,050	25,000	3,000 ポンプ室ポンプ交換 22,000 機械式駐車場部品交換
中度浸水	21,700	66,500	9,500 エレベーター部品交換 7,000 漏電ブレーカー、ケーブル交換 3,000 ポンプ室ポンプ交換 44,000 機械式駐車場機器全交換
重度浸水	17,150 屋外ピット式駐車場 対策不可	105,000	20,000 エレベーター準撤去更新 15,000 電気室機器交換 8,000 屋外地上置受水槽タンク交換 3,000 ポンプ室ポンプ交換 44,000 機械式駐車場機器全交換

以下、浸水箇所毎の想定を順次示す。

① エントランス（管理室、エレベーター）

軽度浸水では床上浸水被害を受けないが、中度浸水以上において、対策を講じない場合、エントランスを経由してエレベーターに浸水し、高額な修復費用が発生する（表Ⅲ-18）。修復費用について、中度浸水では、管理室内を含むエントランス全体の清掃を費用として計上した。また、エレベーターはピット内の浸水により水没した部品類の交換を見込んだ。重度浸水では、管理室を含め、エントランス全体の内装復旧を費用に見込み、特に自動扉は全交換を想定した。この他、管理室内の制御盤類の浸水被害、エレベーターの準撤去更新を想定して費用を算出した。

対策費用と比較して修復費用が大幅に高くなることから、エントランスにおいて浸水対策を施すことの費用対効果は十分に高いと考えられる。

表Ⅲ-18 郊外型・エントランスの想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	—	対策不要	—	被害なし
中度浸水	4,500	脱着式止水板 高さ30cm	13,000	内装清掃程度 ELV部品交換
重度浸水	7,100	脱着式止水板 高さ150cm	34,500	内装復旧、管理室制御盤更新、自動扉全交換、ELV準撤去更新

エントランス対策により管理室およびエレベーターの浸水を防ぐことは可能だが、管理室・エレベーターを個別に対策する場合についても別途費用算出を行った。費用算定の結果を表Ⅲ-19、Ⅲ-20に示す。管理室においては、中度浸水の対策費用が修復費用を上回っている為、費用対効果がないものの、それ以外の管理室・重度浸水、エレベーター・中度浸水以上の場合においては、修復費用が対策費用を上回ることから一定の対策効果があると考えられる。

表Ⅲ-19 郊外型・管理室の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	—	対策不要	—	被害なし
中度浸水	600	脱着式止水板 高さ30cm	500	内装復旧
重度浸水	2,000	止水扉	6,000	内装復旧、管理室制御盤更新

表Ⅲ-20 郊外型・エレベーターの想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

浸水深さ	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	—	対策不要	—	被害なし
中度浸水	1,200	脱着式止水板 高さ30cm	9,500	ELV部品交換
重度浸水	2,600	止水扉	20,000	ELV準撤去更新

以上の検討を踏まえ、エントランス全体を対策した場合の費用と、それぞれの室を個別対策した場合の費用を比較する(表Ⅲ-21)。対策費用のみを比較すると、中度浸水を想定する場合にはエントランス全体の対策費用の方が高額となり、管理室、エレベーターを個別に対策する方が安価である。一方、重度浸水に対しては、エントランス全体で対策をすることが有効である。

表Ⅲ-21 郊外型・エントランス対策案の比較 (単位:千円)

ハザード	エントランス全体を対策		管理室とエレベーターを個別に対策			
	対策費用	対策費用			修復費用 エントランス	費用 合計
		管理室	エレベーター	合計		
軽度浸水	—	—	—	—	—	—
中度浸水	4,500	600	1,200	1,800	1,000	2,800
重度浸水	7,100	2,000	2,600	4,600	7,500	12,100

②開放廊下

郊外型マンションでは1FLがGL+40cmのため、軽度浸水では床上浸水被害を受けないが(表Ⅲ-22)、中度浸水以上の場合には、排水口からの逆流浸水のため対策をすることができず、浸水後に外装清掃が必要になると見込まれる。そのため、対策費用は見込まず、修復費用のみを表の通りに想定した。

表Ⅲ-22 郊外型・開放廊下の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	—	対策不要	—	被害なし
中度浸水	—	逆流浸水の対策が不可能	1,500	外装清掃程度
重度浸水	—	逆流浸水の対策が不可能	1,500	外装清掃程度

③電気室

開放廊下と同様、軽度浸水では床上浸水がなく被害を受けないが（表Ⅲ-23）、中度浸水以上で電気機器や内装の被害が想定される。特に重度浸水では全ての機器類が水没するため、復旧に当たっては全て交換を必要とし、費用も高額となる。中度浸水は修復費用7,000千円（うち電力会社範囲は2,500千円）、重度浸水は同15,000千円（うち電力会社範囲は10,000千円）と想定される。

これに対して、中度浸水の対策は脱着式止水板の設置、重度浸水の対策は止水扉の設置を計画する。いずれも修復費用より対策費用が大幅に安価であり、対策の費用対効果は高いと言える。

表Ⅲ-23 郊外型・電気室の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	—	対策不要	—	被害なし
中度浸水	1,000	脱着式止水板 高さ30cm	7,000	漏電ブレーカー交換、ケーブル交換、内装復旧
重度浸水	3,500	止水扉	15,000	電気室機器全交換、内装復旧

④屋外地上置受水槽

郊外型マンションでは受水槽が架台の上（GL+60cm）に設置されており、重度浸水のみで被害を受けることが想定される（表Ⅲ-24）。受水槽の浸水対策として塀で囲む対策を行うが、対策費用と修復費用の差は比較的小さく、費用対効果は大きくない。なお、無対策の場合には、重度浸水で受水槽が浸水するため交換を必要とし、修復費用を要する。

表Ⅲ-24 郊外型・屋外地上置受水槽の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	—	対策不要	—	被害なし
中度浸水	—	対策不要	—	被害なし
重度浸水	3,000	塀で囲む	8,000	タンク交換

⑤別棟ポンプ室

別棟に設置されたポンプ室はハザードに関わらず浸水被害を受け、内装復旧およびポンプ交換を修復費用に見込む必要がある（表Ⅲ-25）。これに対して対策は、軽度浸水時に土嚢袋のみと安価で済む一方、中度浸水以上は止水板や止水扉、防水装置など高額な設備設置が必要となり、特に重度浸水においては対策費用が修復費用を上回る。ただし、水はマンションにとって重要なインフラ設備であり、浸水被害を受けた際の生活への影響も考慮し、対策の可否を検討する必要がある。

表Ⅲ-25 郊外型・別棟ポンプ室の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	50	土嚢袋	3,000	ポンプ交換、内装復旧
中度浸水	1,200	脱着式止水板 高さ50cm	3,000	ポンプ交換、内装復旧
重度浸水	3,550	止水扉 管路口防水装置	3,000	ポンプ交換、内装復旧

⑥屋外ピット式駐車場

郊外型マンションの施設の中で浸水被害時の金額が最も大きい施設であり、軽度浸水時には部品交換、中度浸水以上では機器類全交換が発生し、高額な修復費用を要する（表Ⅲ-26）。これに対する浸水対策は、軽度浸水対策は駐車場出入口のハンプ設置、中度浸水対策は駐車場出入口の止水板設置と、周囲の花壇の嵩上げであり、特に後者は高額な対策費用となる。重度浸水の場合には浸水を止めることができず、対策が不可能である。

機械式駐車場が浸水被害を受けた場合、機器の交換費用だけでなく、個人所有の車両にも被害が発生する。共用部分の修復費用以外に個人が負担する費用が発生することに留意し、対策の可否を検討する必要がある。

表Ⅲ-26 郊外型・屋外ピット式駐車場の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	4,000	ハンプ	22,000	部品交換 (別途 個人所有車両被害)
中度浸水	15,000	脱着式止水板 高さ50cm 花壇嵩上げ	44,000	機器全交換 (別途 個人所有車両被害)
重度浸水	—	対策が不可能	44,000	機器全交換 (別途 個人所有車両被害)

⑦住戸（専有部分）

専有部分の住戸は、今回検討する共用部分の浸水対策の範囲外ではあるが、郊外型マンションの場合、1階住戸を経由して開放廊下等に浸水する可能性がある為、共用部分を浸水から守る上でも対策が必要となる。そのため、ここでは対策費用のみに焦点を絞って解説し、修復費用については（所有者負担であることから）詳述しないものとする（表Ⅲ-27）。

住戸はGL+40cmであることから、軽度浸水では被害を受けない。中度浸水以上の場合に浸水する為、脱着式止水板で対策を行う必要がある。なお、住戸単体では修復費用に対して対策費用が上回っているが、住戸浸水時には表Ⅲ-27に挙げた被害想定以外にも個人所有物の被害が想定され、生活継続に支障が生じると考えられること、浸水被害によって住戸の資産価値が低下することを勘案すると、対策には一定の合理性があるものと考えられる。

表Ⅲ-27 郊外型・専有部分の想定浸水深と対策・修復費用の想定 (単位:千円)

ハザード	対策費用	対策	修復費用	被害想定
軽度浸水	—	対策不要	—	被害なし
中度浸水	4,400	脱着式止水板 高さ 50 cm	4,000	専有部内装復旧 (別途 個人所有物被害)
重度浸水	6,700	脱着式止水板 高さ 150 cm	4,000	専有部内装復旧 (別途 個人所有物被害)

4. 都心及び駅周辺立地型に関する浸水想定別の検討

4.1 軽度浸水による浸水被害と対策費用

(1) 浸水経路と被害範囲

都心型マンションでは床高の設定を $GL+20\text{cm}$ としていることから、軽度浸水 ($GL+300\text{mm}$ / 継続時間 2hr) が発生する場合に床上 10cm の浸水となり、エントランス、開放廊下、駐車場、店舗の扉や開口部から浸水する。エントランスに浸入した水は、管理室やエレベーターに浸水する。開放廊下に浸入した水は、階段から地下階に流れ込み、電気室、受水槽ポンプ室に浸水する。地下階への浸水は、継続して流れ込む水によって一定量の浸水深に到達する。

なお、浸水経路に係る詳細検討内容は章末の補遺1にて詳述しているため、ここでは概要の説明に留めるものとする。

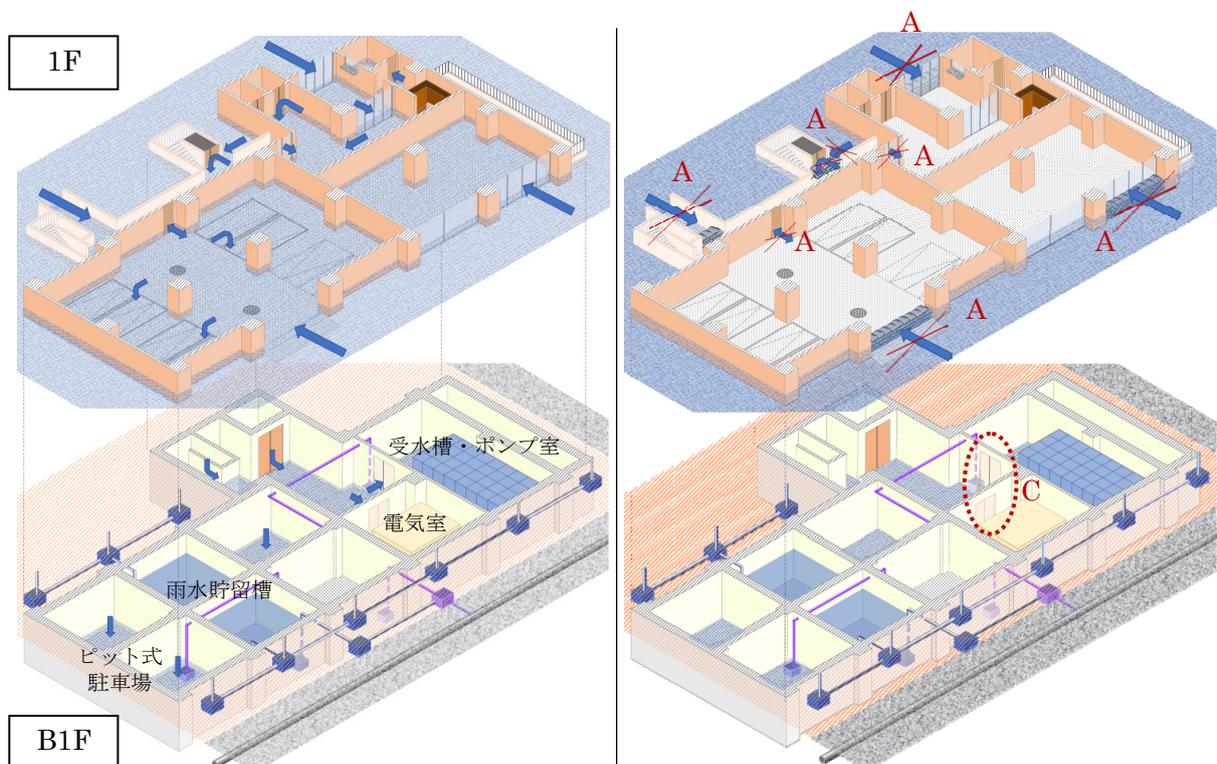
(2) 浸水対策内容と費用

浸水対策・修復費用は、前節「3.3 対策・修復費用の詳細検討」の内容に拠った（以下同じ）。

まず1階への浸水については、土嚢袋で対策する（図III-9：A）。止水板と比べると止水性能は劣るが、簡易に導入可能であり、対策費用も 390 千円と安価である（直接工事費のみ、諸経費、消費税は別途、専有部分の対策工事費は除く。以下同じ）。また、地下階の電気室及び受水槽ポンプ室は、止水扉での対策も考えられる（同 C）が、二重対策となるため費用の想定には含めない。

(3) 浸水時の修復費用

対策を実施しない場合の軽度浸水では、エレベーター部品、電気室ブレーカー等、受水槽ポンプ室ポンプ、機械式駐車場部品等の交換が発生することが見込まれ、修復費用は 19,000 千円と計上される（電力会社負担分及び専有部分を除く。以下同じ）。



図III-9 軽度浸水時の都心型マンションにおける対策(左:浸水経路、右:浸水対策)

4.2 中度浸水による浸水被害と対策費用

(1) 浸水経路と被害範囲

都心型マンションでは、中度浸水（GL+500mm / 継続時間 12hr）が発生すると床上 30cm の浸水が生じる為、軽度浸水の浸水経路に加えてドライエリアからも水が浸入する。ドライエリアに浸入した水は、換気口を通じて、電気室、受水槽ポンプ室へ浸水する。浸水継続時間 12 時間となる状況下では、公共排水が処理能力の限界を超え、雨水の敷地外への排出が不可能となる。その結果、地下階の雨水貯留槽が満水となり、点検口や排水口からも逆流浸水が発生する。また、配管貫通部や連通管を通じて、他の場所へ浸水する。

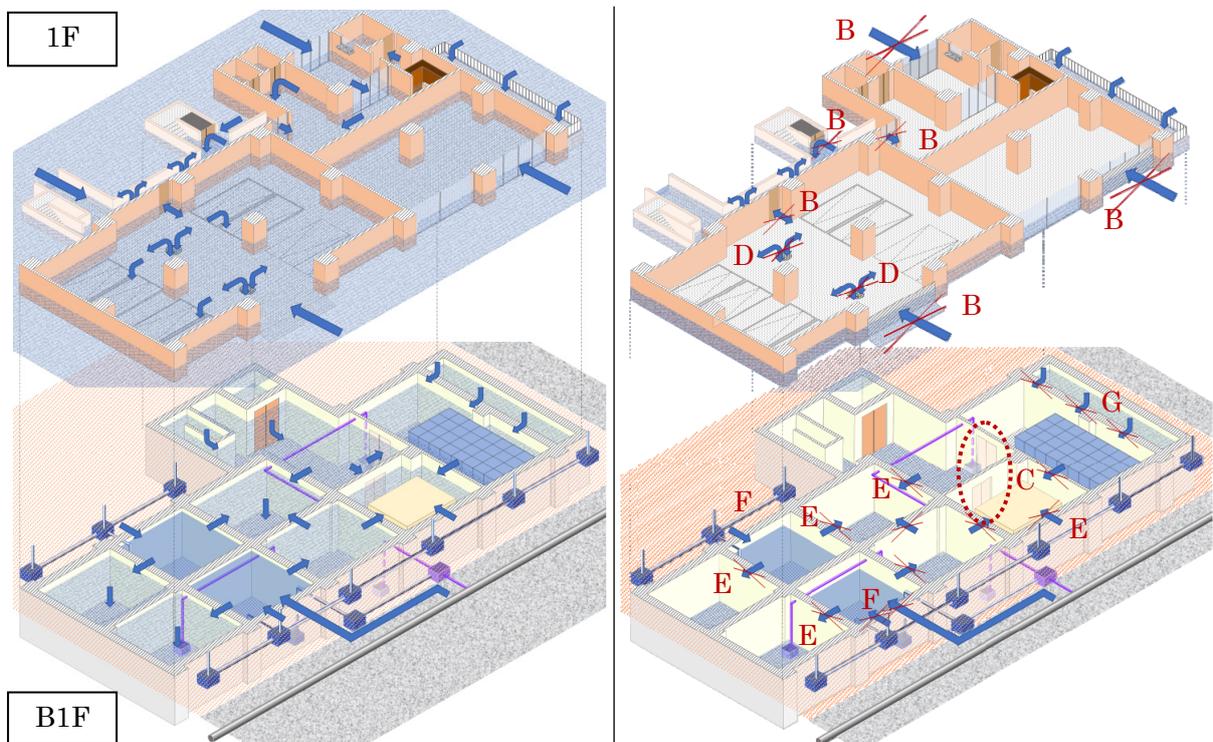
(2) 浸水対策内容と費用

1 階への浸水は、脱着式止水板で対策する(図Ⅲ-10 : B)。開放廊下排水口の逆流浸水への対策は、全ての樋の配管途中に逆流防止弁またはバイパス管の設置による対策が考えられるが、現実性が無く対策は困難である。雨水貯留槽からの浸水対策は、点検口からの逆流浸水に対し、耐水ロック式マンホールで対策する(D)。

地下階の浸水については、配管貫通部や連通管は、管路口防水装置や掃除口蓋で対策する(E)。雨水配管に止水弁を設置し、雨水の流入を止めることで満水を防ぎ、雨水貯留槽からの逆流浸水を対策する(F)。加えて、ドライエリアからの浸水に対し、換気口をダクトで浸水深より高い位置に延長することで対策する(G)。以上の対策費用の合計額として 17,750 千円が見込まれる。軽度浸水時と同様に、電気室及び受水槽ポンプ室の止水扉(C)の設置は、対策費用に含めない。

(3) 浸水時の修復費用

対策を実施しない場合の中度浸水では、エレベーター部品、電気室機器、受水槽ポンプ室ポンプ、機械式駐車場機器全ての交換などで、修復費用は 28,000 千円と計上される。



図Ⅲ-10 中度浸水時の都心型マンションにおける対策(左:浸水経路、右:浸水対策)

4.3 重度浸水による浸水被害と対策費用

1) 浸水経路と被害範囲

都心型マンションでは、重度浸水（GL+1500mm / 継続時間 24hr）が発生すると床上 130cm の浸水となる。中度浸水の浸水経路に加え、手摺壁を越えて開放廊下に浸水する。さらに店舗のガラス面が破損し、店舗内部へ浸水する。

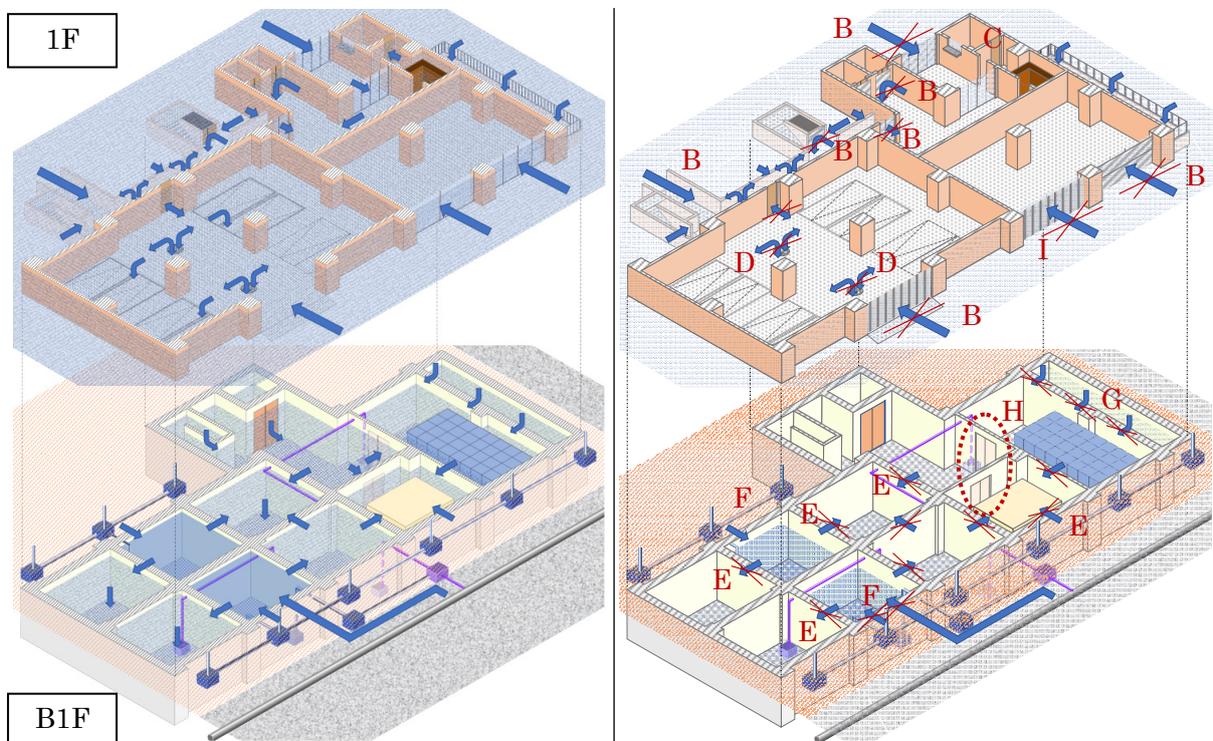
2) 浸水対策内容と費用

1階への浸水に対しては、脱着式止水板の高さを上げて対策する(図Ⅲ-11：B)と共に、管理室に止水扉を計画する(C)。利用頻度が高い開放廊下扉や駐車場扉は、止水扉とせず脱着式止水板で対策する(B)。また、中度浸水と同様に耐水ロック式マンホール(D)を設置し、店舗ガラス面の破損による浸水は、防水シャッターで対策する(I)。これらの対策費用に 30,650 千円が見込まれる。

地下階の対策は、基本的に中度浸水と同じものであり、管路口防水装置や掃除口蓋での対策 (E)、止水弁の設置 (F)、換気口の高所延長を行う(G)。なお、電気室及び受水槽ポンプ室への水深 3m 以上に対応できる水密扉の設置も考えられる (H)が、軽度浸水・中度浸水と同様に対策費用には含めないものとする。

3) 浸水時の修復費用

対策を実施しない場合の重度浸水では、エレベーターの準撤去更新に加え、電気室機器、受水槽、ポンプ室のポンプ及び、機械式駐車場機器全ての交換等により、修復費用総額は 61,000 千円と計上される。



図Ⅲ-11 重度浸水時の都心型マンションにおける対策(左:浸水経路、右:浸水対策)

4.4 浸水対策の費用及び浸水時の修復費用等

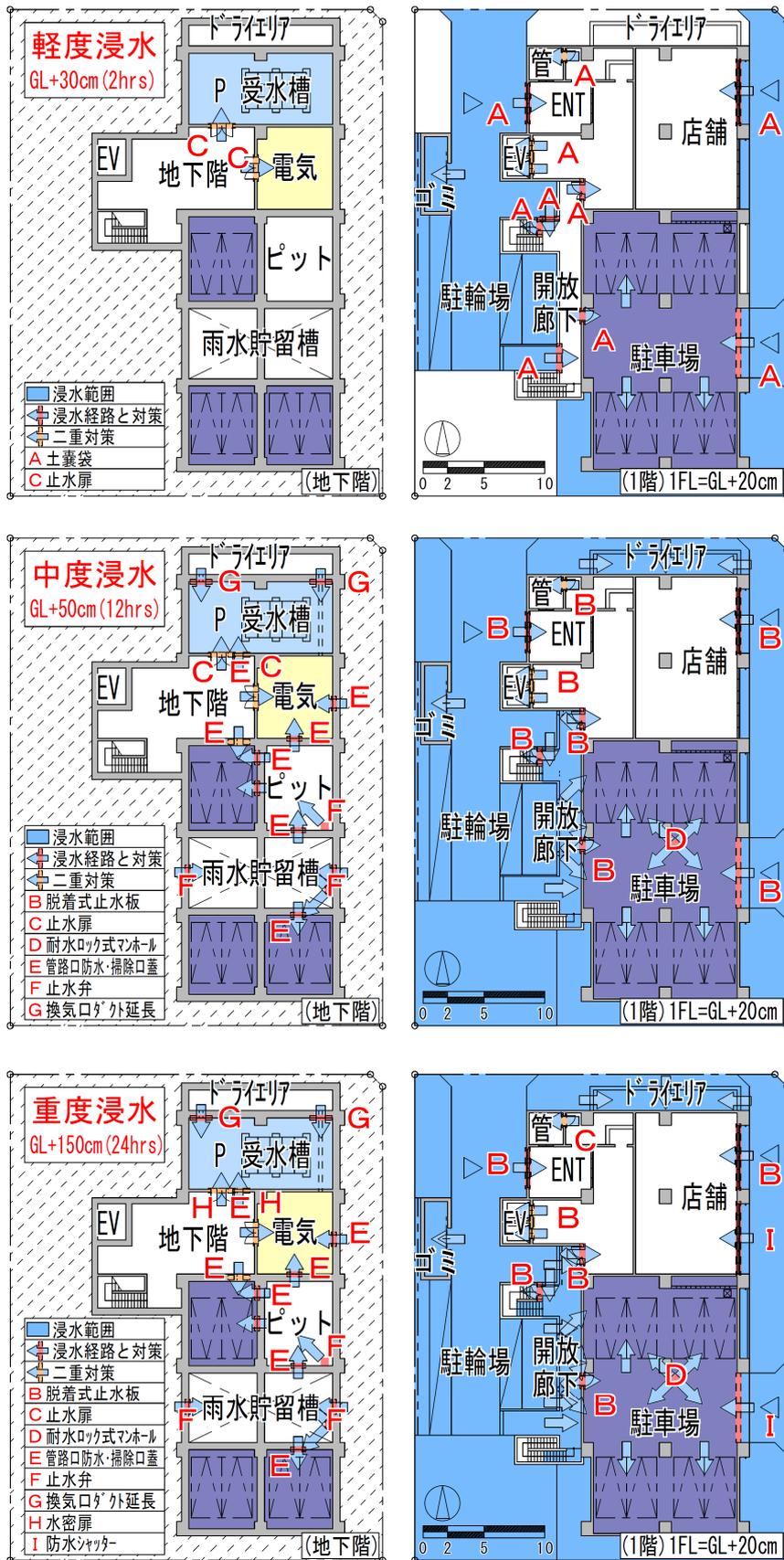
ここまで3つのハザード別に示した浸水経路および対策について、表Ⅲ-28 に比較表を作成した。また、図Ⅲ-12 でその位置を平面図にて整理した。軽度浸水に対しては全般的に土嚢袋での簡易な対策で十分な効果を発揮するが、中度浸水以上では浸水経路が複雑化すると共に、対策についても専門的な知識を要し、且つ手法が多岐に渡ることがわかる。

表Ⅲ-28 ハザード別の都心型マンションにおける対策の比較

ハザード	エントランス	開放廊下	地下階	雨水貯留槽	ピット式駐車場	1階店舗
軽度浸水 GL+30cm	・土嚢袋	・土嚢袋	・土嚢袋	対策不要	・土嚢袋	・土嚢袋
中度浸水 GL+50cm	・脱着式止水板	対策不可	・脱着式止水板 ・ダクト延長 ・掃除口蓋 ・管路口防水装置	・止水弁	・脱着式止水板 ・耐圧式ロックマ ンホール ・掃除口蓋	・脱着式止水板
重度浸水 GL+150cm	・脱着式止水板	対策不可	・止水扉 ・ダクト延長 ・掃除口蓋 ・管路口防水装置	・止水弁	・防水シャッター ・耐圧式ロックマ ンホール ・掃除口蓋	・脱着式止水板 ・防水シャッター

また、3つの浸水ハザードに対する検討内容と結果を敷衍することで、想定浸水深別に、浸水対策のための改修費用（対策費用）、浸水時に修復等に要する費用（浸水深別）、及び浸水対策に伴う修復等費用の軽減額を推計し、表Ⅲ-29 にまとめた。試算に際しては、①浸水深が床高や対策高さを10cm 超えた時点で浸水被害が発生、②設備機器の故障発生の不確実性に鑑み、エレベーター等の複数ある設備・機器は、10cm 毎に1機の修復が必要、と条件設定した。なお、軽度浸水対策案においては使い切りの水嚢の再購入費用を含むため、修復費用増となる場合もある。

表Ⅲ-29 によると、都心型マンションで浸水時の修復費用が最大となるのはエントランス部分である一方、対策費用を最も要するのはライフラインが集中する地下階であり、続いて地下に機器が置かれたピット式駐車場の対策が高額となる。浸水時に多額の修復費用を要する区画に関する浸水対策費用は大きく、また、事前対策による修復費用の軽減額も大きくなる傾向がみられる。



図III-12 ハザード別の都心型マンションにおける対策位置 (左:地下階、右:地上1階)

表Ⅲ-29 都心型マンションにおける対策費用、浸水深別の修復費用及び、修復費用の軽減額
(単位:千円。税・経費等を含まない。青線は対策浸水深)

対策 箇所 (基準高)	0. 対策なし					1. 軽度浸水対策案					計 ①-④ の 修復 費用 の 軽減				
	① エ ン ス ト ラ (GL+20cm)	② 開 放 廊 下 (GL+20cm)	③ 地 下 階 (GL+20cm)	④ 駐 車 場 ピ ット 式 (GL+20cm)	計 ①	① エ ン ス ト ラ	② 開 放 廊 下	③ 地 下 階	④ 駐 車 場 ピ ット 式	計 ④					
対策費用	-	-	-	-	-	100	100	50	140	390	-				
200	33,500	500	18,000	9,000	61,000	33,600	600	18,050	9,140	61,390	-390				
190	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑				
180	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑				
170	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑				
160	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑				
150	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑				
140	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑				
130	33,500	管理室	↑	↑	61,000	33,600	↑	↑	↑	61,390	↑				
120	31,000	自動扉	↑	↑	58,500	31,100	↑	↑	↑	58,890	↑				
110	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑				
100	28,000	ELV換	↑	↑	55,500	28,100	↑	↑	↑	55,890	↑				
90	23,000	ELV換	↑	↑	50,500	23,100	↑	↑	↑	50,890	↑				
80	17,500	管理室	↑	↑	45,000	17,600	↑	↑	↑	45,390	↑				
70	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑				
60	15,000	自動扉他	↑	18,000	受電機 &タンク	9,000	機器	9,140	7,140	40,890	-390				
50	↑	↑	↑	↑	7,000	↑	↑	↑	↑	↑	26,110				
40	11,000	ELV修	↑	↑	5,000	↑	↑	↑	↑	↑	24,110				
30	6,500	清掃、ELV修	500	清掃	9,500	受電部 &ボン	2,500	部品	19,000	1,100	100	50	640	1,890	17,110
20	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

対策 箇所 (基準高)	2. 中度浸水対策案					3. 重度浸水対策案					計 ①-④ の 修復 費用 の 軽減	
	① エ ン ス ト ラ	② 開 放 廊 下	③ 地 下 階	④ 駐 車 場 ピ ット 式	計 ④	①-④ の 修復 費用 の 軽減	① エ ン ス ト ラ	② 開 放 廊 下	③ 地 下 階	④ 駐 車 場 ピ ット 式		計 ④
対策費用	3,000	-	10,250	4,500	17,750	-	5,400	-	11,550	13,700	30,650	-
200	33,500	500	18,000	9,000	61,000	0	33,500	500	18,000	9,000	61,000	0
190	↑	↑	↑	↑	↑	↑	33,500	↑	18,000	9,000	61,000	↑
180	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	0
170	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
160	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
150	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
140	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
130	33,500	↑	↑	↑	61,000	↑	↑	↑	↑	↑	↑	56,500
120	31,000	↑	↑	↑	58,500	↑	↑	↑	↑	↑	↑	54,000
110	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
100	28,000	↑	↑	↑	55,500	↑	↑	↑	↑	↑	↑	51,000
90	23,000	↑	↑	↑	50,500	↑	2,000	↑	1,500	500	4,500	46,000
80	17,500	↑	18,000	9,000	45,000	0	↑	↑	↑	↑	↑	44,500
70	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
60	2,000	500	1,500	500	4,500	38,000	↑	↑	↑	↑	500	42,000
50	↑	↑	↑	↑	↑	28,000	↑	↑	↑	↑	↑	28,000
40	↑	↑	↑	↑	↑	26,000	↑	↑	↑	↑	↑	26,000
30	↑	↑	↑	↑	↑	19,000	↑	↑	↑	↑	↑	19,000
20	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
10	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5. 郊外住宅地立地型に関する浸水想定別の検討

5.1 軽度浸水による浸水被害と対策費用

1) 浸水経路と被害範囲

郊外型マンションでは床高の設定を $GL+40\text{cm}$ としていることから、軽度浸水では住棟への浸水が発生しない。ただし、屋外ではポンプ室の扉からの浸水、駐車場出入口からの水の浸入によるピット型機械式駐車場の浸水被害が発生する。

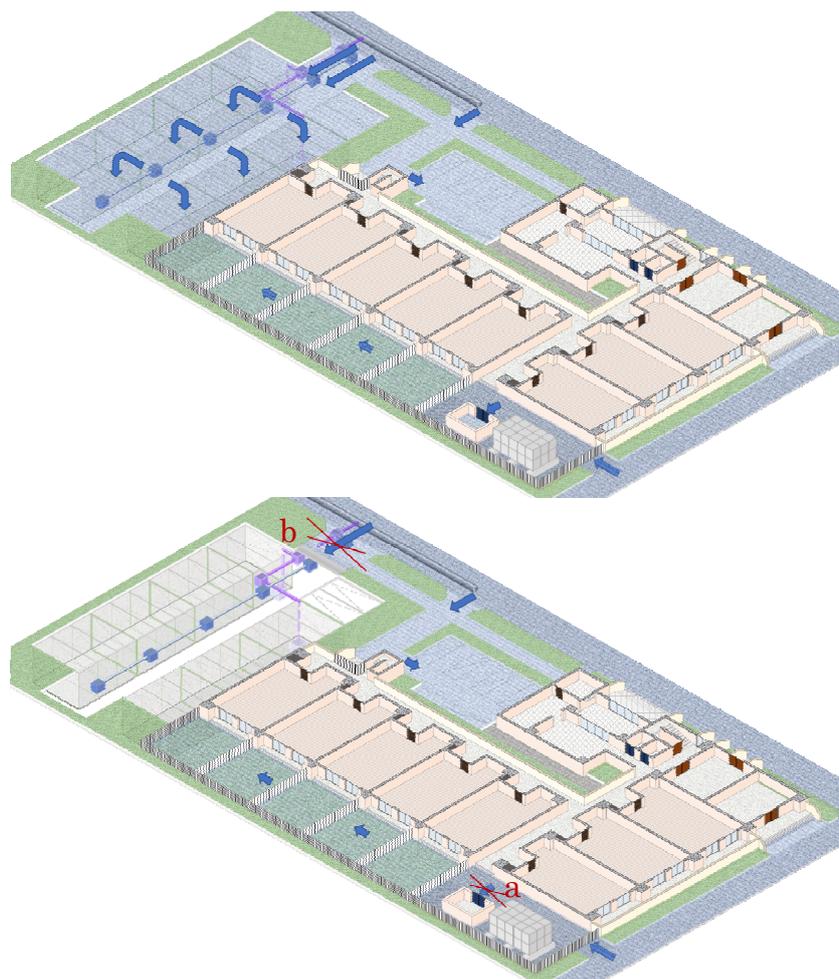
2) 浸水対策内容と費用

浸水対策・修復費用は、「3.3 対策・修復費用の詳細検討」の内容に拠った（以下同じ）。

ポンプ室への浸水は土嚢袋で対策する（図Ⅲ-13：a）。ピット型機械式駐車場の浸水は、駐車場出入口へのハンプの設置、ピット内への排水ポンプの設置で対策する（b）。対策費用の総額として4,050千円が見込まれる。

3) 浸水時の修復費用

対策を実施しない場合の軽度浸水では、ポンプ室ポンプ及び、機械式駐車場部品の交換などで、25,000千円の修復費用が見込まれる。



図Ⅲ-13 軽度浸水時の郊外型マンションにおける対策(上:浸水経路、下:浸水対策)

5.2 中度浸水による浸水被害と対策費用

1) 浸水経路と被害範囲

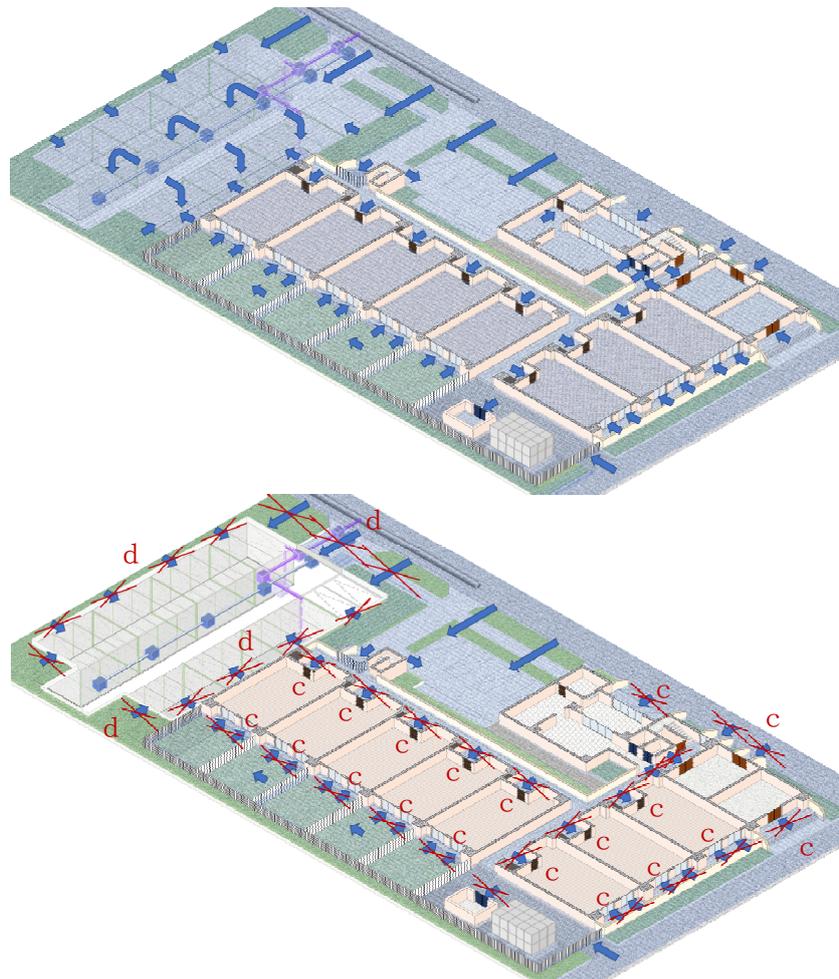
郊外型マンションでは、中度浸水で床上 10cm の浸水となる。エントランス、開放廊下、電気室、1階住戸における、扉や開口部からの浸水が発生する。浸水継続時間 12 時間の状況は、公共排水が処理能力の限界を超え、雨水の敷地外への排出が不可能となり、排水口からの逆流浸水が発生する。屋外では、駐車場は出入口に限らず全周から浸水が発生する。

2) 浸水対策内容と費用

中度浸水は床上 10cm の浸水であるが、長時間の浸水継続を考慮し、脱着式止水板で対策する(図Ⅲ-14:c)。住戸専有部分やポンプ室への浸水も同様に脱着式止水板で対策する(c)が、開放廊下の排水口からの逆流浸水は、都心型マンションと同様に対策が困難である。駐車場の浸水は、出入口への脱着式止水板の設置、全周花壇の嵩上げ、ピット内への排水ポンプの設置、車路集水枳における逆流浸水に対し配管接続部への鉄板の挟み込みで対策する(d)。対策費用は 21,700 千円が見込まれる。

3) 浸水時の修復費用

対策を実施しない場合の中度浸水では、エレベーター部品、電気室ブレーカー等、ポンプ室ポンプ、機械式駐車場機器全ての交換などで、修復費用は 48,500 千円が見込まれる。



図Ⅲ-14 中度浸水時の郊外型マンションにおける対策(上:浸水経路、下:浸水対策)

5.3 重度浸水による浸水被害と対策費用

1) 浸水経路と被害範囲

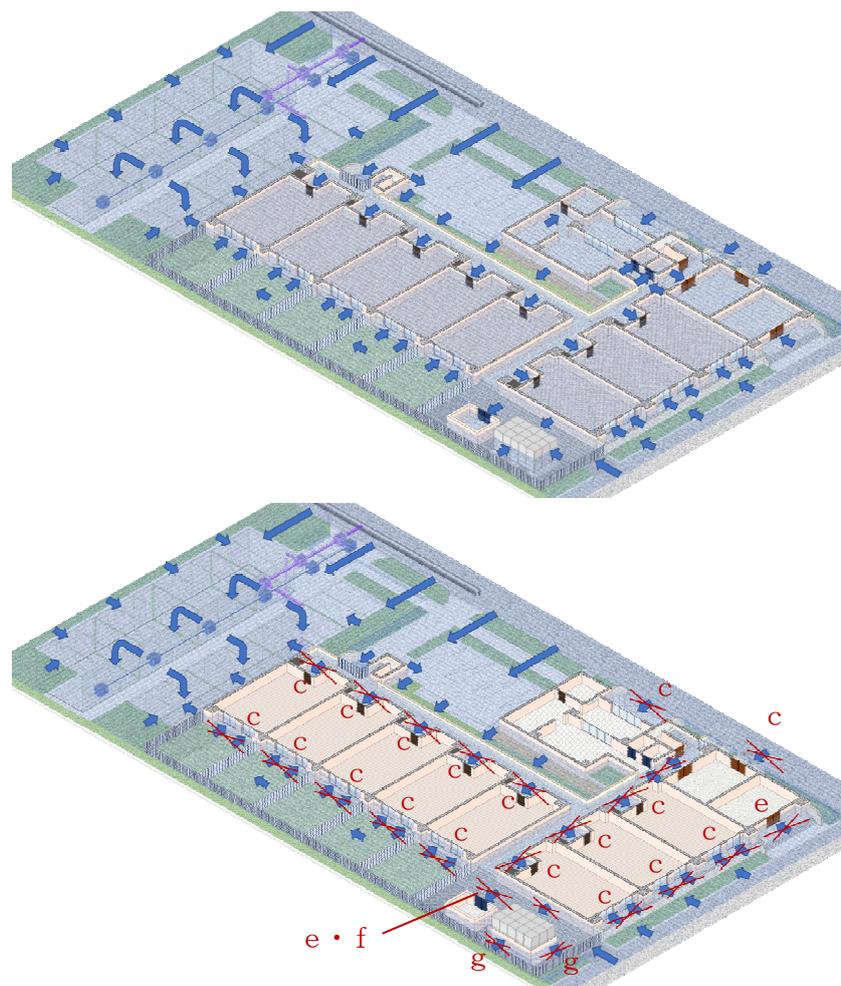
郊外型マンションでは、重度浸水で床上110cmの浸水となる。中度浸水の経路に加え、手摺壁を乗り越えて開放廊下やバルコニーに浸水する。屋外では、ポンプ室の配管貫通部からの浸水により、地上置受水槽が水没する。

2) 浸水対策内容と費用

脱着式止水板については中度浸水と同様の設置箇所であるが、浸水深に合わせて止水板自体の高さを上げて対策する(図Ⅲ-15:c)。電気室扉は止水扉として計画する(e)。ポンプ室の浸水は止水扉で対策する(e)ことに加え、配管貫通部は管路口防水装置で対策する(f)。受水槽は外周に塀を設置することで対策する(g)。対策費用の総額は32,150千円と見込まれる。なお、駐車場については重度浸水への対策が困難であるため、中度浸水対策の実施以上のことは行わない。

3) 浸水時の修復費用

対策を実施しない場合の重度浸水では、エレベーターの準撤去更新に加え、電気室機器、ポンプ室ポンプ、受水槽、機械式駐車場機器全ての交換などにより、修復費用は95,000千円が見込まれる。



図Ⅲ-15 重度浸水時の郊外型マンションにおける対策(上:浸水経路、下:浸水対策)

5.4 浸水対策の費用及び浸水時の修復費用等

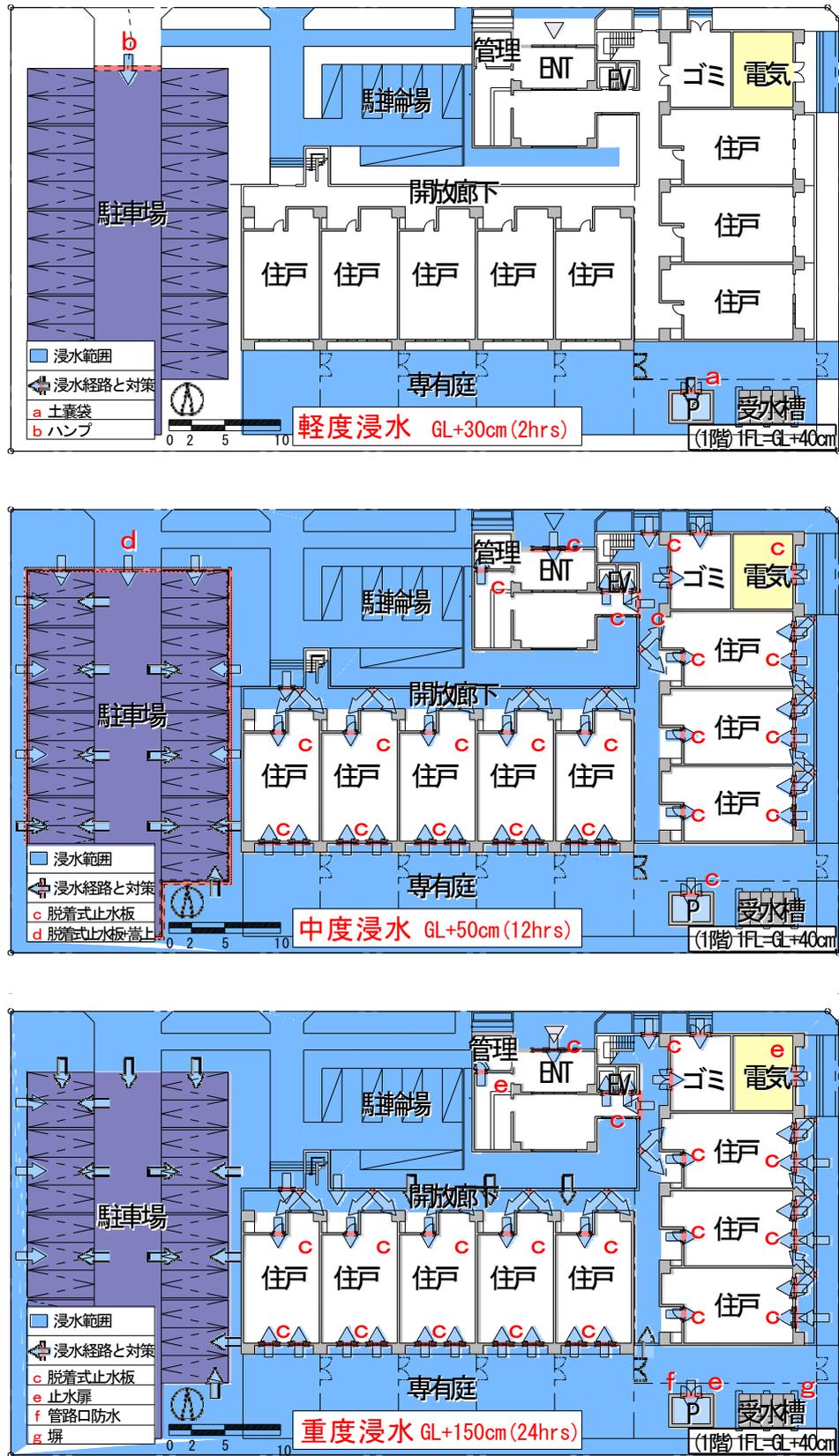
ここまで3つのハザード別に示した浸水経路および対策について、表Ⅲ-30 に比較表を作成した。また、図Ⅲ-16 でその位置を平面図にて整理した。軽度浸水までは駐車場等の一部施設における対策で済むが、中度浸水以上では1FLを超えて建物内部への浸水が生じる為、必要な対策範囲が多岐に拡がることわかる。また、都心型マンションと比較して対策不可の範囲が広く、特に駐車場は対策が出来ないものの修復費用も高額である為、被害を最低限とするには、事前に駐車車両を安全な場所へと避難させる等の対応が必要になってくる。

表Ⅲ-30 ハザード別の郊外型マンションにおける対策の比較

ハザード	エントランス	開放廊下	電気室	屋外地上置 受水槽	別棟ポンプ室	ピット式 駐車場	住戸 (専有部)
軽度浸水 GL+30cm	対策不要	対策不要	対策不要	対策不要	・土嚢袋	・ハンプ	対策不要
中度浸水 GL+50cm	・脱着式止水板	対策不可	・脱着式止水板	対策不要	・脱着式止水板	・脱着式止水板 ・花壇嵩上げ	・脱着式止水板
重度浸水 GL+150cm	・脱着式止水板	対策不可	・止水扉	・塀で囲む	・止水扉 ・管路口防水装置	対策不可	・脱着式止水板

3つの浸水ハザードに対する検討内容と結果を敷衍し、想定浸水深別に、浸水対策のための改修費用（対策費用）、浸水時に修復等に要する費用（浸水深別）、及び浸水対策に伴う修復等費用の軽減額を推計し、表Ⅲ-31 にまとめた。試算の条件は、前節の都心型と同じ設定としている。

郊外型マンションで浸水時の修復費用が最大となるのはピット式駐車場である。続いてエントランス部分の費用が高額となり、この2箇所修復費用の大半を占める。対策費用を最も要するのもピット式駐車場であり、GL から嵩上げされていないことから、相対的に軽度浸水でも大きな被害をもたらす脆弱箇所であり、事前対策による修復費用の軽減額も大きくなる。



図Ⅲ-16 ハザード別の郊外型マンションにおける対策位置

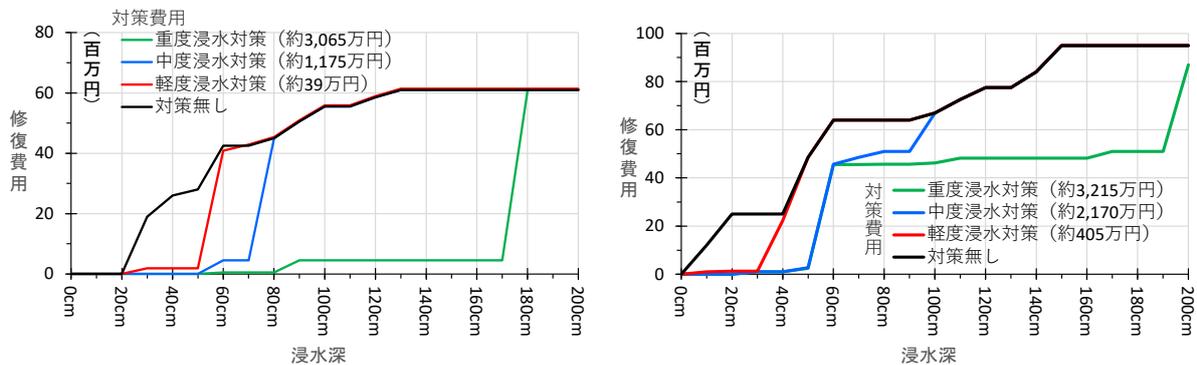
6. 浸水対策の費用対効果の検討

本節では、これまで検討した2つの建物タイプに応じた浸水対策案について、水害の浸水深別の発生頻度を考慮した費用対効果の試算を行う。

6.1 浸水深による建物被害額(修復費用)の変化のまとめ

4節の表Ⅲ-29 および5節の表Ⅲ-31 で整理した、浸水深別の建物被害額(修復費用)を鉛直方向に集計したものを図Ⅲ-17 に示す。また、凡例に示す金額は、各レベルの浸水対策を施した場合に要する費用の概算結果である。例えば、(GL+) 60cm の浸水深においては、対策なしの場合に都心型で 42,500 千円の被害額が生じるが、軽度浸水対策案を採用した場合の被害額は 40,890 千円、中度浸水対策案で 4,500 千円、重度浸水対策案で 500 千円の被害額となる。それぞれに要する対策費用との差額から被害軽減効果を見ると、軽度浸水対策案で 1,220 千円、中度浸水対策案で 26,250 千円、重度止水対策案で 11,350 千円の被害額軽減が見込まれることとなる。

以下、本推計結果を用いて、浸水対策の費用対効果を検証していく。

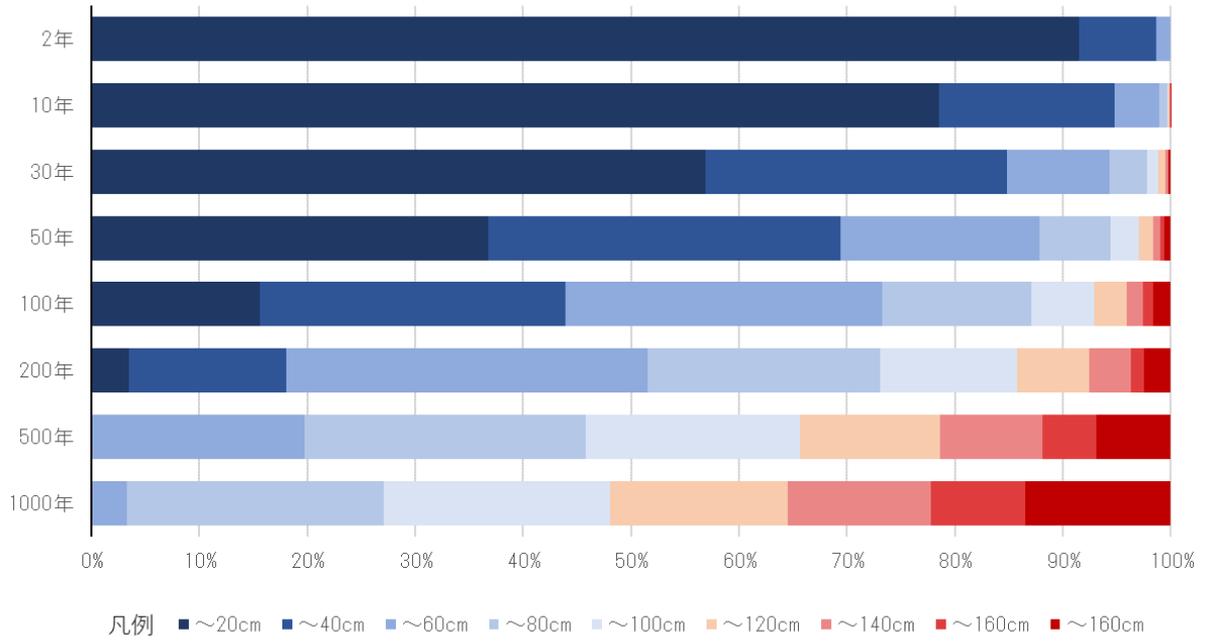


図Ⅲ-17 浸水深別の修復費用の比較(左:都心型、右:郊外型)

6.2 発生頻度を考慮した費用対効果の試算と適用性

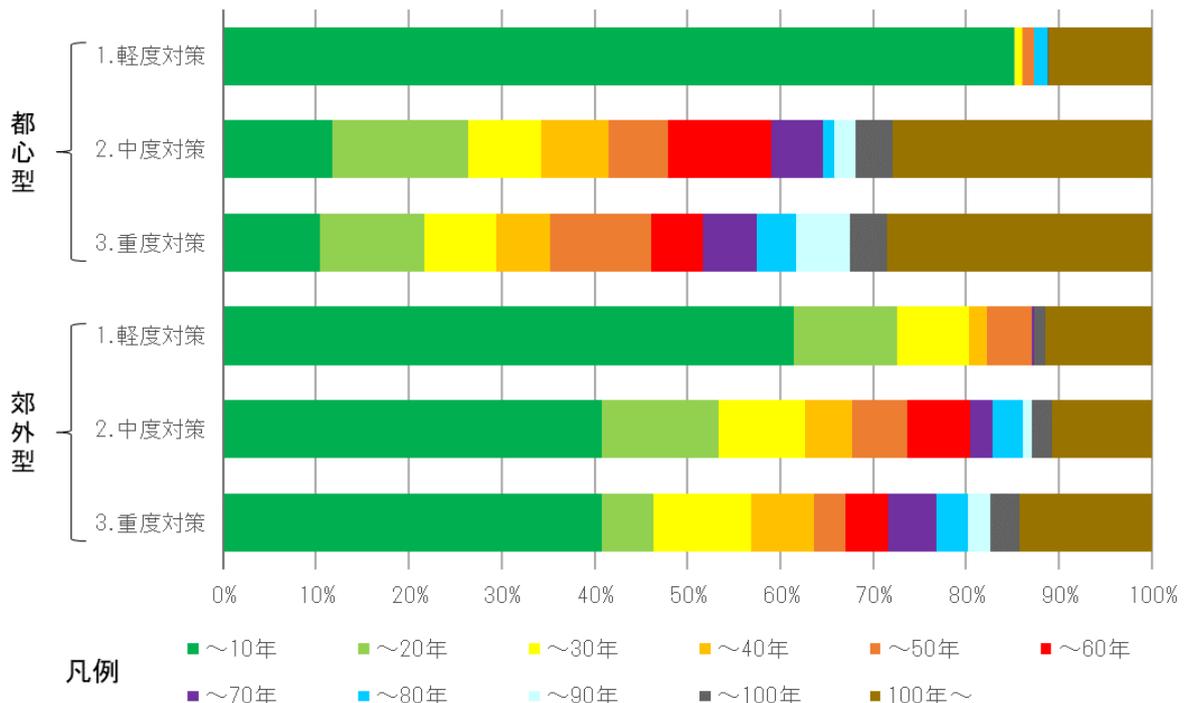
まず、発生頻度毎の最大浸水深の予測値を用いて、第Ⅱ章と同様に費用対効果を試算する。試算にあたっては、第Ⅰ章(2.2)記載の方法により、滋賀県「地先の安全度マップ」で公開される、異なる降雨確率に基づく内外水氾濫想定浸水深(50mメッシュ)に相当するデータを用いて、国土交通省水管理・国土保全局の「治水経済調査マニュアル(案)」に示された算定方法によった。

本稿ではマンションの浸水対策の費用対効果を検討する為、第Ⅱ章(5.2)で対象としたメッシュのうち「世帯数が5以上」のものを抽出して対象とした¹⁾。対象メッシュの確率年別の最大浸水深割合を図Ⅲ-18に示す。第Ⅱ章の検討と想定浸水深が異なるため個々の閾値は異なっているが、「世帯数が5以上」の市街化の進んでいるメッシュを対象とする為か、第Ⅱ章の図Ⅱ-17と比して、確率年に対する最大浸水深は浅くなっている。なお、100年確率で、最大浸水深が40cm以上(軽度浸水レベル)と想定されるメッシュが6割近く、最大浸水深が60cm以上(中度浸水レベル)と想定されるメッシュが約3割、最大浸水深が160cm以上(重度浸水レベル)と想定されるメッシュが1割未満となっており、100年確率で重度浸水が生じることが想定される地域は極めて少ないと考えられる。



図III-18 対象メッシュの確率年別の最大浸水深割合

続いて、第I章(2.2)の図I-8に記載した方法により、確率年区間毎の修復費用(被害額)に生起確率を乗じて合計することにより、年平均の要修復費用(期待値)の推算を行った。無対策の場合と対策を講じた場合の年平均の要修復費用の差額を「年間当りの被害軽減額」とみなし、浸水対策費用 ψ をこれで除することで、対策費用の平均回収年数が求まる。図III-19に浸水対策に要する費用の平均回収年数別の割合を示す。



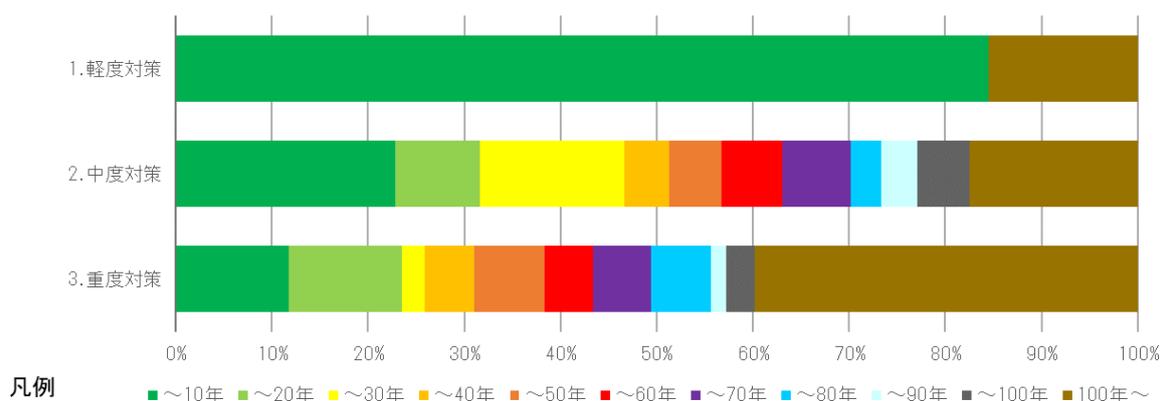
図III-19 改修費用の平均回収年数別メッシュ割合

都心型マンションが対象メッシュに立地すると仮定した場合に、軽度浸水を想定した対策では1/2以上、中度浸水を想定した対策でも1/4以上のメッシュで対策費用の回収が20年以内に期待できることとなり、浅い浸水への対策の効果が高いことが伺われた。ただし、中度浸水以上を想定した対策の場合、平均回収期間が100年以上となるメッシュも3割近くあり、立地によっては費用対効果が優れない場合もある。こうした立地のマンションでは、浸水対策に係る住民間の合意形成が困難なことも想定される。

一方の郊外型マンションでは、3タイプの浸水対策全てで費用対効果が大きくなっている。この主因はピット式駐車場であり、駐車場の浸水対策による費用対効果が大きいことが判る。全体的には、軽度浸水への対策費用の回収が20年以内に期待できるメッシュは7割を超え、重度浸水についても1/2近くのメッシュで期待できると推計される。

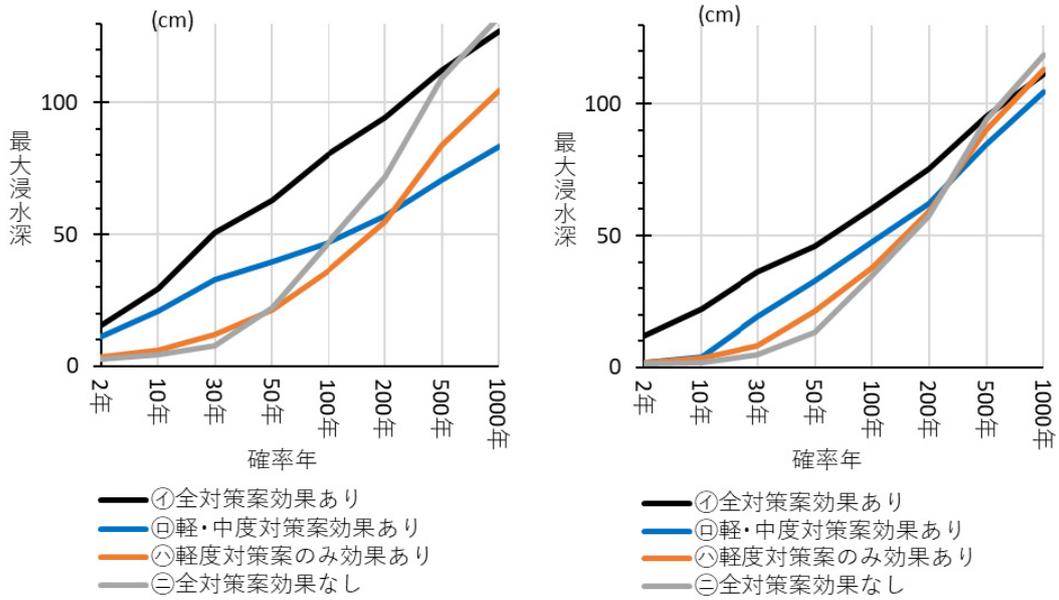
以上の通り、中度浸水以上では電気設備対策の必要から対策費用が比較的高額となること、その一方で（一定の世帯密度を有する）市街地部で中度浸水以上の浸水が高頻度で起きる地域が少ないことから、浸水対策改修費用の平均回収年数が長期化するメッシュが多くなる結果となった。

なお、郊外型マンションについては、参考までに、費用対効果が最も高いと考えられるピット式駐車場部分を除外して計算した結果を図III-20に示す。この場合、図III-19と比較して中度・重度浸水時の平均回収年数が伸びる傾向が見られ、駐車場を除く住棟部分の対策のみの場合には都心型マンションと大差のない推計結果となった。

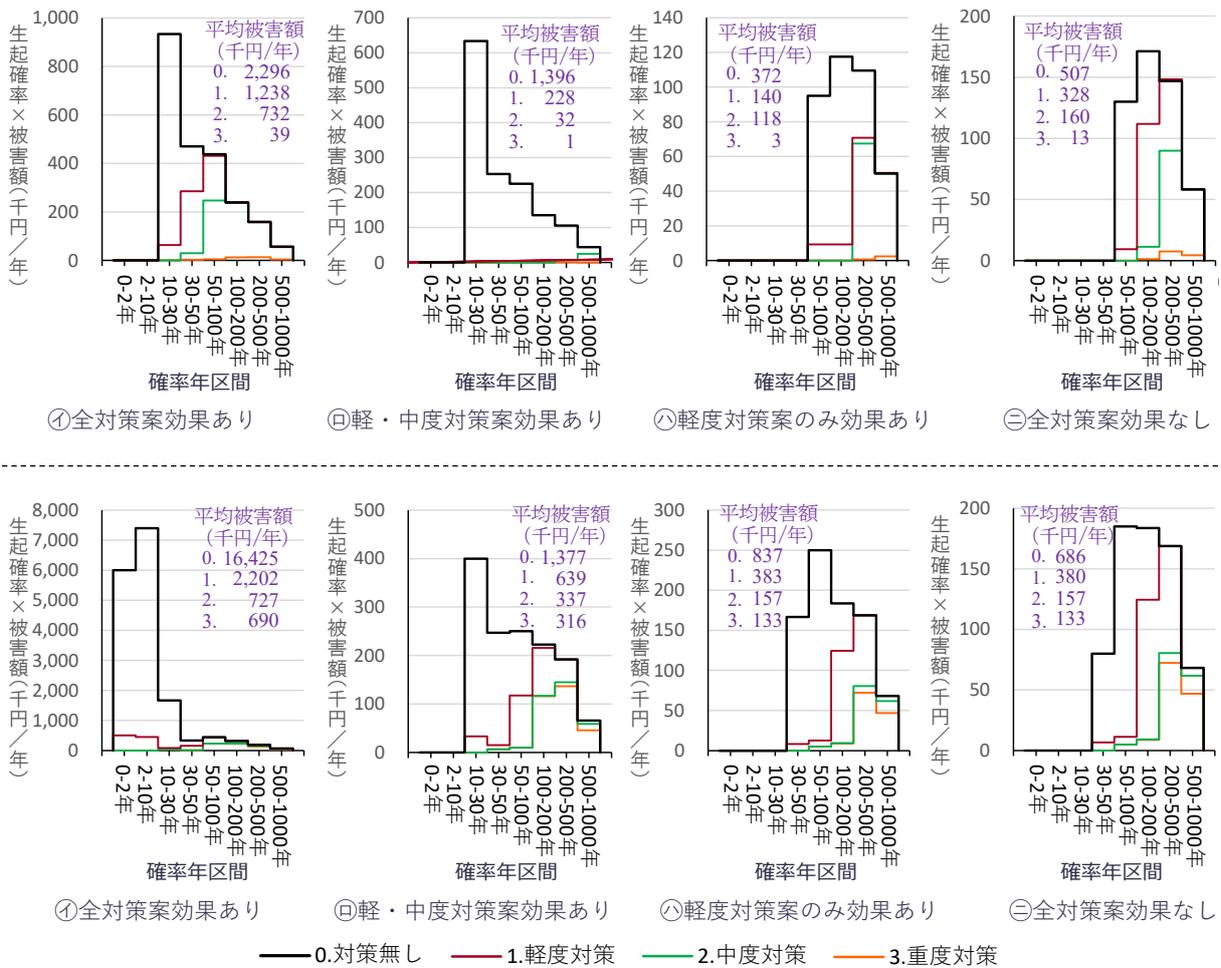


図III-20 改修費用の平均回収年数別メッシュ割合 (郊外型、ピット式駐車場を除外)

最後に、3つのハザードに応じた浸水対策案について、対策による費用対効果が比較的高いと考えられる「20年以内に対策費用の回収が見込めるメッシュ」を推計し、第II章(5.2)と同様の方法で、浸水対策案の適用性を評価する。推計の結果、僅かな例外を除いて対象メッシュは、①全対策案で効果あり、②軽・中度対策案で効果あり、③軽度対策案のみ効果あり、④全対策案で効果なし、の4タイプに分かれた³⁾。このメッシュタイプ毎に、確率年別に最大浸水深の平均値を求めたものを図III-21に示す。さらに、各メッシュタイプにおける期待被害額（及び期待被害低減効果）、それらがどのような浸水事象（頻度の低い稀な水害～頻度の高い日常的な水害）の期待被害額（及び被害低減効果）から構成されているかを、建築タイプ別に整理したものを図III-22に示す。



図Ⅲ-21 各メッシュタイプの浸水特性(左:都心型、右:郊外型)



図Ⅲ-22 各メッシュの浸水特性に基づく対策案の確率年区間別の生起確率×被害額
(上段:都心型、下段:郊外型)

このうち、中度浸水対策に着目して㊸のメッシュタイプについてみると、都心型・郊外型ともに確率年区間 10～30 年において最大浸水深の平均が、浸水対策が講じない場合において被害を生じる閾値となる、都心型 30cm、郊外型 10cm をまたがっている。「生起確率×被害額」及びその浸水対策による軽減額も全ての対策においてこの確率年区間で最大となっている。一方、これよりも低い頻度で浸水被害を生じる㊶や㊷のタイプでは、より頻度の低い確率年区間で「生起確率×被害額」及びその軽減額が最大となっている。

以上より、中度浸水対策について高い費用対効果が見込めるのは、確率年 10～30 年程度の降雨で浸水被害が予想されるマンションにおいて、その場合に想定される浸水に対して対策を講じる場合であると言える。

補注

- 1) 全 5,238 メッシュ。無破堤・越水破堤・計画高水位破堤の 3 シナリオの内、一般に 7 割を占めると言われる越水破堤のデータを使用した。
- 2) 主に 10～20 年の期間を想定しており、維持・更新費用等は捨象した。
- 3) 都心型での該当メッシュ数は、㊶1,053、㊷289、㊸3,115、㊹691（その他が 90）。郊外型では、㊶2,346、㊷356、㊸1,092、㊹1,332（その他が 112）。

7. 小結

7.1 検討手順のまとめ

本章では、立地特性の観点から一定の典型性を有する分譲マンション2タイプを想定して、浸水経路・被害範囲と修復費用・浸水対策箇所・浸水対策費用の検討、生起頻度別の最大浸水深情報を用いた費用対効果に基づく浸水対策の適用性の検証を行った。一連の手順を整理すると、以下の通りとなる。

・前提とする浸水ハザードの設定

市街地における近年の被害発生状況を考慮し、軽度浸水（GL+300mm / 2hr）、中度浸水（GL+500mm / 12hr）、重度浸水（GL+1,500mm / 24hr）の3つの浸水ハザードを設定した。

・対象とするマンションモデルの設定

実在するマンションのデータベースに基づき、都心型マンションと郊外型マンションの2タイプを設定した。前者は、地階に小規模店舗等が入る複合用途型の高層マンションを想定し、給水設備（受水槽・揚水ポンプ）及び電気設備は地下1階の設置、駐車場は地下ピットありの機械式駐車場とした。後者は、地下階のない単棟型中層マンションを想定し、給水設備は屋外別棟1階に、電気設備は屋内1階に設置、駐車場は住戸数と同規模の台数を確保した地下ピットありの機械式駐車場とした。

・検証における留意点の整理

分譲マンションに関わる管理会社及びディベロッパー、被災経験のある管理組合、改修工事施工関連団体、改修施工会社、建築設備に関する大学有識者へのヒアリングを通じて、浸水時の浸水経路、対策の優先順位、実施可能な止水対策、電気設備の防護策、被災後に想定される復旧対策等について意見を聴取した。

・浸水経路と浸水被害の想定

都心型・郊外型の2タイプを対象に、軽度・中度・重度の浸水ハザード3タイプによる被害を想定して、浸水経路と被害範囲及び対策を検討した。また、今回検討は既存物件の改修工事による対策を想定するため、止水対策については水囊や脱着式止水板等の汎用性の高い手法を中心とした。浸水被害による被害額は、「マンション維持修繕技術ハンドブック」やヒアリングに基づき設備価格を想定した。

・浸水被害額および復旧に要する費用の算定

都心型・郊外型の2タイプで各々、浸水経路と被害範囲、浸水対策とそれに要する費用、対策を取らない場合に必要な修復費用を算出した。都心型マンションでは、修復費用がエントランス部分、地下階、ピット式駐車場の順に高く、対策費用は地下階、ピット式駐車場の順に高額となった。郊外型マンションでは、修復費用と対策費用が共にピット式駐車場で最も大きくなった。

・浸水対策工事による費用対効果の検証

滋賀県「地先の安全度マップ」で公開されている、異なる降雨確率に基づく内外水氾濫の想定浸水深に係るデータを使用し、浸水深別の被害発生期待値に基づいた浸水対策工事の費用対効果を試算した。

7.2 検討結果のまとめ

1) 既存分譲マンションにおける浸水対策の適用性

以上の手順で進めた検討の結果、都心型・郊外型で共に、浅い浸水に対して脆弱な施設への被害を防ぐ対策の効果が高いことが判った。特に確率年10～30年程度の浸水事象の影響が大きいと推計されたが、これについては①都心型・郊外型共に機械式駐車場の浸水対策による修復費用の低減、②都心型においては重要設備の設置された地下階への浸水の阻止による被害回避、③浅い浸水深では止水対策に要する費用が比較的安く抑えられること、等が理由に挙げられる。一方で、深い浸水深をもたらす重度浸水への対策については、郊外型マンションで比較的高い費用対効果が見込まれるものの、都心型では早期の費用回収が見込まれない地域が大半を占めた。浸水時に多額の修復費用を要する設備が地下階に設置されていること、これを完全に防御するには多額の費用を要することがその理由であった。

なお、本検証を通じて、生起頻度別の最大浸水深情報が浸水対策の費用対効果の検討に役立つことも実証できたと考える。こうした検討過程と結果を示すことは、対策実施に向けた管理組合内での合意形成に資すると考えられ、リスクが見込まれる既存マンションにおいて、長期修繕計画を見直す際に本手順を参考に水害対策の検討が進展することに役立つと思われる。

2) 浸水対策検討時の留意点

今回の浸水経路特定・対策費用や費用対効果の算定などの一連の検討手順は、マンション管理組合が浸水対策を検討する際の参考とすることが可能である。一方で、マンションタイプにより検討条件に若干の差がある点に留意が必要である。例えば、郊外型マンションでは浸水・対策区画が明確に分かれるので、区画毎に費用対効果を判断して対策実施の可否を決めることが可能であるが、都心型マンションでは区画間で浸水経路を共有する場合がある為、浸水対策を一部区画に限定すると、非対策区画から対策済み区画に水が流入して対策が失敗に終わる可能性がある。浸水対策の検討に当たっては、浸水経路と対策を施す区画の関係性を慎重に精査し、必要不可欠な対策を遺漏なく行う必要がある。

7.3 今後の検討課題

本稿は管理組合が所管する共用部分についての費用面での検討を対象としており、これとは別に金額で示し難い停電や断水等に伴う影響の考慮や、専有部分や駐車車両の被害の問題も同等に重要である。特に電気設備に関して、今回は電力会社管轄分の時間・費用を計上していないが、建物の機能維持全般に関わる重要設備であり、復旧に長期を要した場合の生活への影響も考慮する必要がある。また、駐車場が浸水被害を受けた場合の個人所有の車両被害にも留意し、対策の可否を検討する必要がある。こうした点も含めて費用対効果が見込まれる対策がなされた場合、住宅市場における消費者の適切な評価や、災害保険料の引き下げなどのインセンティブにつながる事が望まれる。

対策の運用面からも留意点がある。今回の止水対策では、汎用性の観点から脱着式止水板や土嚢・水嚢等を多く想定しているが、これらの対策は浸水発生時点以前での設置が不可欠である。設置手順や設置時期の判断の誤り等的人為的ミスによる浸水の可能性にも留意し、個別の災害時運用マニュアルの作成と居住者への周知、定期的な防災訓練を実施することが望ましい。

補遺1. 浸水経路の詳細検討

1) 軽度浸水・都心型マンション

都心型マンションにおける軽度浸水時の想定浸水経路とその対策方法は、以下の通りである。

表. 浸水想定 GL+30cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案

浸水場所	浸水経路	対策方法	
エントランス	マンション出入口からの浸水	土嚢袋	
	開放廊下扉からの浸水	土嚢袋	
	管理室	管理室扉からの浸水	土嚢袋
	エレベーター	EV扉からの浸水	土嚢袋
開放廊下	出入口からの浸水	土嚢袋	
地下階	地上階段扉からの浸水	土嚢袋	
	電気室	地下階扉からの浸水	止水扉
	受水槽・ポンプ室	地下階扉からの浸水	止水扉
ピット式駐車場	駐車場出入口からの浸水	土嚢袋	
	開放廊下扉から浸水	土嚢袋	
店舗	店舗出入口からの浸水	土嚢袋	

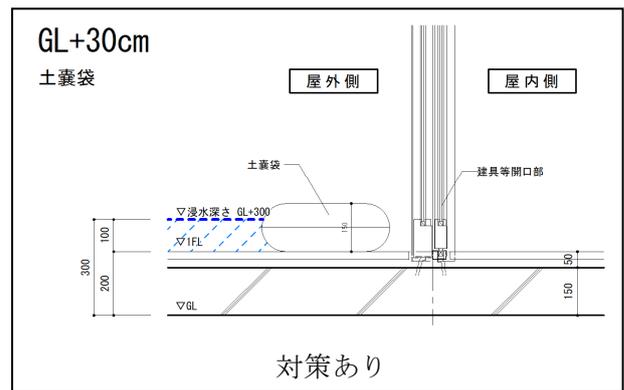
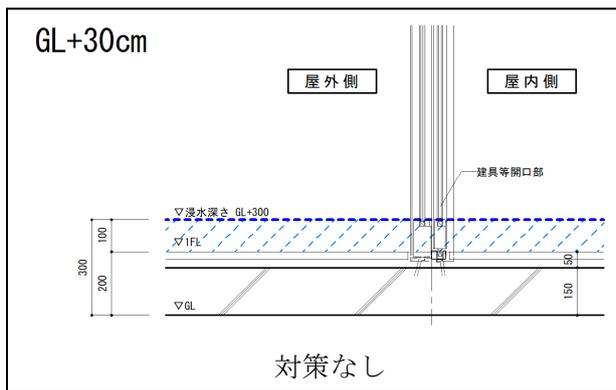


図. GL+30cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案 (土嚢袋)

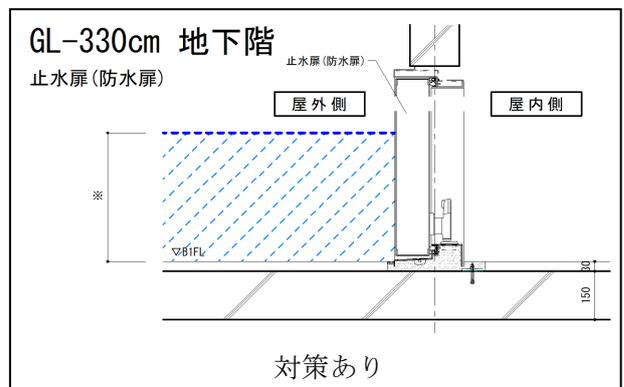
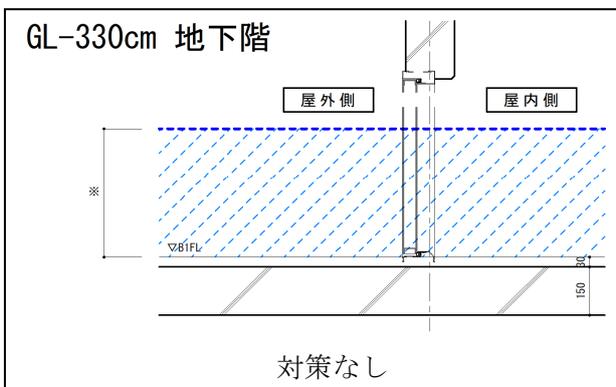


図. GL+30cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案 (止水扉)

2) 中度浸水・都心型マンション

都心型マンションにおける中度浸水時の想定浸水経路とその対策方法は、以下の通りである。

表. 浸水想定 GL+50cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案

浸水場所	浸水経路	対策方法	
エントランス	マンション出入口からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm	
	開放廊下扉からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm	
	管理室	管理室扉からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm
	エレベーター	EV扉からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm
開放廊下	出入口からの浸水	-	
	排水口からの逆流浸水	-	
地下階	地上階段扉からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm	
	ドライエリア換気口からの浸水	高い位置にダクト延長	
	連通管からの逆流浸水	掃除蓋設置、隙間モルタル詰め	
	電気ケーブル貫通部からの浸水	管路口防水処理	
	配管貫通部からの浸水		
	電気室	地下階扉からの浸水	止水扉
		★ドライエリア換気口からの浸水	高い位置にダクト延長
		★連通管からの逆流浸水	掃除蓋設置、隙間モルタル詰め
		★電気ケーブル貫通部からの浸水	管路口防水処理
	受水槽・ポンプ室	地下階扉からの浸水	止水扉
★ドライエリア換気口からの浸水		高い位置にダクト延長	
★配管貫通部からの浸水		管路口防水処理	
雨水貯留槽	敷地内配管からの浸水	止水弁	
	敷地外配管からの逆流浸水	止水弁	
ピット式駐車場	駐車場出入口からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm	
	開放廊下扉から浸水	脱着式止水板 高さ30cm	
	雨水貯留槽点検口からの逆流浸水	耐水圧ロック式マンホール	
	連通管からの逆流浸水	掃除蓋設置、隙間モルタル詰め	
	配管貫通部からの浸水	管路口防水処理	
店舗	店舗出入口からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm	

★は「地下階全体」の浸水経路と重複しているため、どちらか片方を対策すれば良い。
 色付け項目は浸水深さGL+30cmからGL+50cmとした場合に新たに追加された浸水経路を示す。

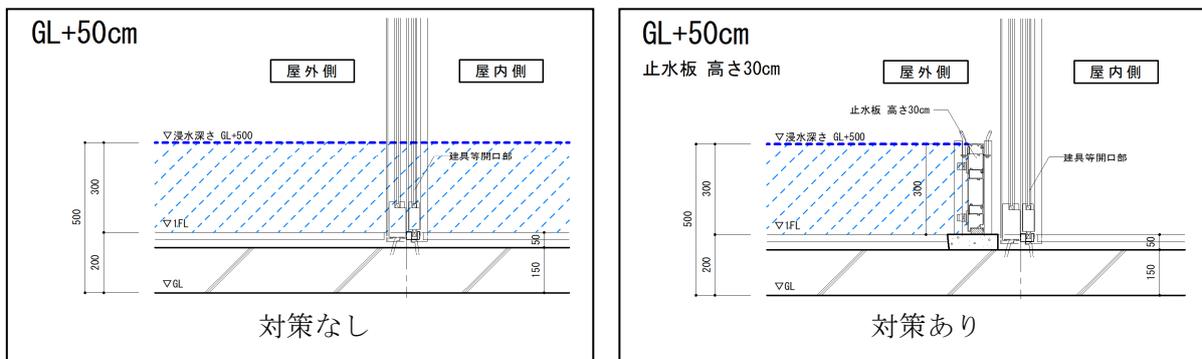


図. GL+50cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案（脱着式止水板）

3) 重度浸水・都心型マンション

都心型マンションにおける重度浸水時の想定浸水経路とその対策方法は、以下の通りである。

表. 浸水想定 GL+150cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案

浸水場所	浸水経路	対策方法	
エントランス	マンション出入口からの浸水	脱着式止水板 高さ150cm	
	開放廊下扉からの浸水	脱着式止水板 高さ150cm	
	管理室	管理室扉からの浸水	止水扉
	エレベーター	EV扉からの浸水	脱着式止水板 高さ150cm
開放廊下	出入口からの浸水	-	
	排水口からの逆流浸水	-	
	手摺壁からの浸水	-	
地下階	地上階段扉からの浸水	止水扉	
	ドライエリア換気口からの浸水	高い位置にダクト延長	
	連通管からの逆流浸水	掃除蓋設置、隙間モルタル詰め	
	電気ケーブル貫通部からの浸水 配管貫通部からの浸水	管路口防水処理	
	電気室	地下階扉からの浸水	水密扉
		★ドライエリア換気口からの浸水	高い位置にダクト延長
		★連通管からの逆流浸水	掃除蓋設置、隙間モルタル詰め
		★電気ケーブル貫通部からの浸水	管路口防水処理
	受水槽・ポンプ室	地下階扉からの浸水	水密扉
		★ドライエリア換気口からの浸水	高い位置にダクト延長
		★配管貫通部からの浸水	管路口防水処理
	雨水貯留槽	敷地内配管からの浸水	止水弁
敷地外は感からの逆流浸水		止水弁	
ピット式駐車場	駐車場出入口からの浸水	防水シャッター	
	開放廊下扉から浸水	脱着式止水板 高さ150cm	
	雨水貯留槽点検口からの逆流浸水	耐水圧ロック式マンホール	
	連通管からの逆流浸水	掃除蓋設置、隙間モルタル詰め	
	配管貫通部からの浸水	管路口防水処理	
店舗	店舗出入口からの浸水	脱着式止水板 高さ150cm	
	店舗ガラス破損による浸水	防水シャッター	

★は「地下階全体」の浸水経路と重複しているため、どちらか片方を対策すれば良い。
色付け項目は浸水深さGL+50cmからGL+150cmとした場合に新たに追加された浸水経路を示す。

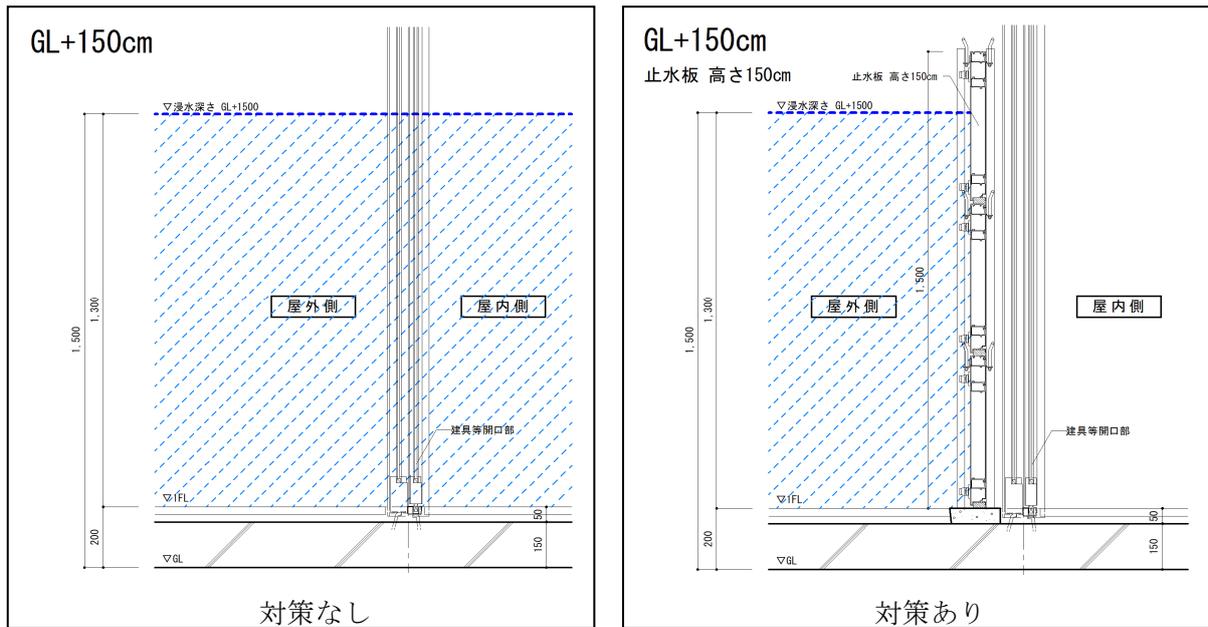


図. GL+150cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案（防水シャッター）

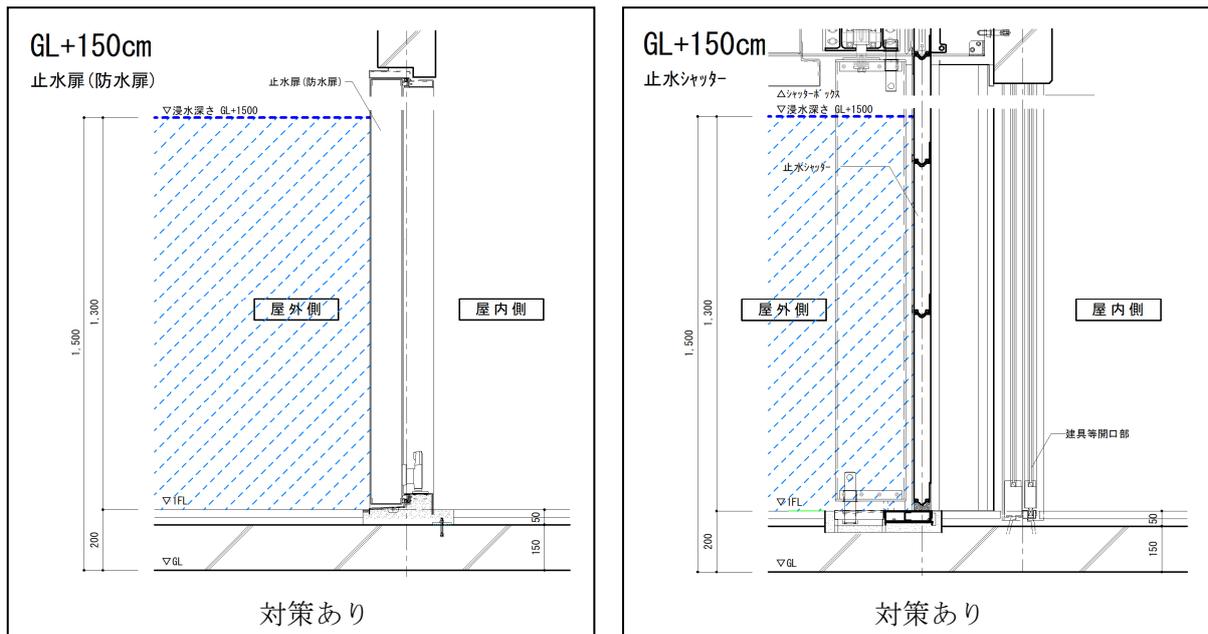


図. GL+150cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案（止水扉・防水シャッター）

4) 軽度浸水・郊外型マンション

郊外型マンションにおける軽度浸水時の想定浸水経路とその対策方法は、以下の通りである。

表. 浸水想定 GL+30cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案

浸水場所	浸水経路	対策方法
別棟ポンプ室	ポンプ室扉からの浸水	土嚢袋
屋外ピット式駐車場	ピット式駐車場の浸水	ハンブの設置

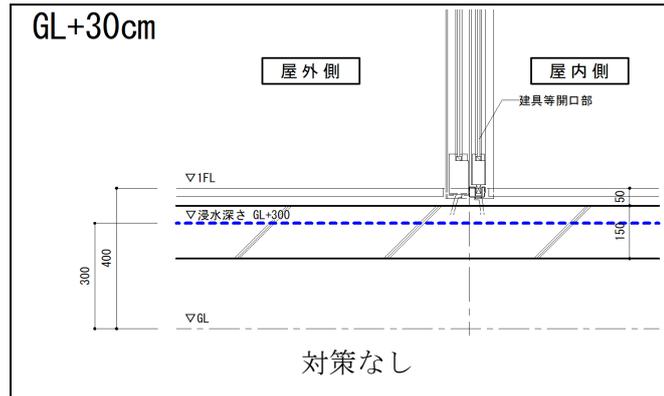


図. GL+30cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案（住棟部分/対策必要なし）

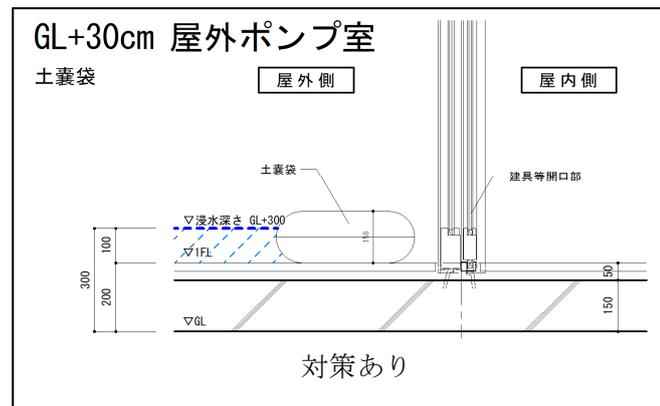


図. GL+30cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案（屋外ポンプ室/土嚢袋）

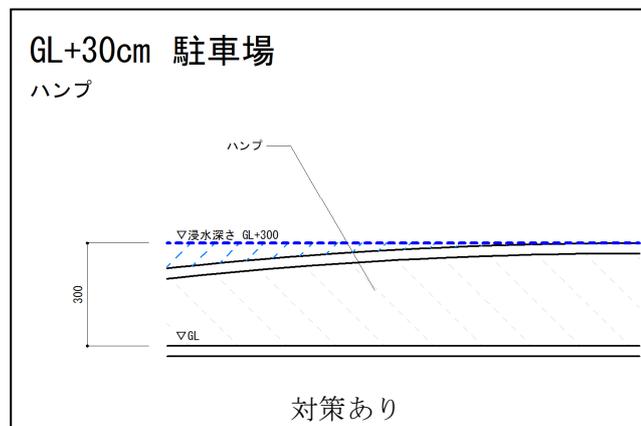


図. GL+30cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案（屋外ピット式駐車場/ハンブ）

5) 中度浸水・郊外型マンション

郊外型マンションにおける中度浸水時の想定浸水経路とその対策方法は、以下の通りである。

表. 浸水想定 GL+50cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案

浸水場所		浸水経路	対策方法
エントランス	全体	マンション出入口からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm
		開放廊下扉からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm
	管理室	メールコーナー扉からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm
	エレベーター	EV扉からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm
開放廊下	北側出入口からの浸水	-	
	駐輪場側出入口からの浸水	-	
	排水口からの逆流浸水	-	
電気室	電気室扉からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm	
別棟ポンプ室	ポンプ室扉からの浸水	脱着式止水板 高さ50cm	
屋外ピット式駐車場	ピット式駐車場の浸水	脱着式止水板 高さ50cm 花壇嵩上げ	
住戸（専有部）	玄関扉からの浸水	脱着式止水板 高さ30cm	
	掃出しサッシ窓からの浸水	脱着式止水板 高さ50cm	
	東側バルコニー	-	
	排水口からの逆流浸水	-	

色付け項目は浸水深さGL+30cmからGL+50cmとした場合に新たに追加された浸水経路を示す。

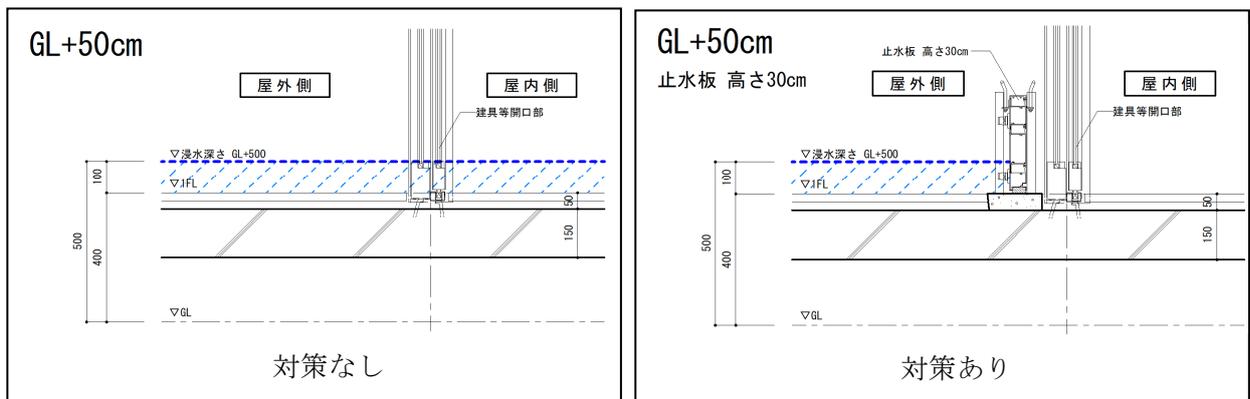


図. GL+50cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案(住棟部分/脱着式止水板)

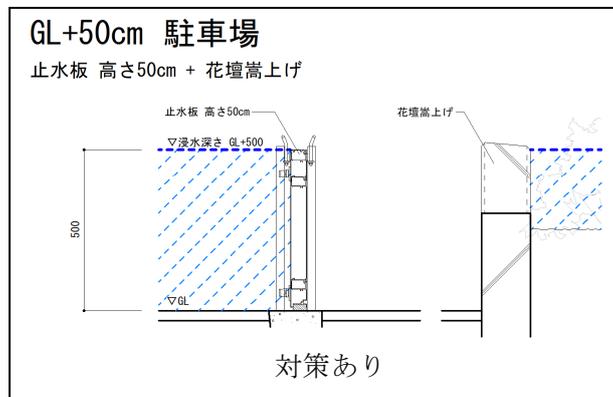


図. GL+50cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案
 (屋外ピット式駐車場/脱着式止水板・花壇嵩上げ)

■屋外ピット式駐車場 ピット内貯留水排出対策

以下の算出結果より、西側ピットおよび東側ピットにそれぞれ排水ポンプ1台ずつ設置することで降雨によるピット内貯留水を屋外へ直接排出する対策を計画する。

□降雨量の設定

①浸水想定 深さGL+30cm 継続時間2時間は50mm/hr
②浸水想定 深さGL+50cm 継続時間12時間は80mm/hr

□ピットの表面積

①西側駐車場は180㎡ (1台あたり2.5m×5m×11台=137.5㎡)
②東側駐車場は120㎡ (1台あたり2.5 m×5m×9台=112.5㎡)

□ピット内の1時間当たりの貯留量 (体積)

	①	②
①	0.05m×180㎡=9㎡/hr =0.15㎡/min	0.05m×120㎡=6㎡/hr =0.10㎡/min
②	0.08m×180㎡=14.4㎡/hr =0.24㎡/min	0.08m×120㎡=9.6㎡/hr =0.16㎡/min

□排水ポンプ能力 (全揚程3m)
株式会社A社製品 LB-800 0.3㎡/min

■屋外ピット式駐車場 雨水配管からの逆流浸水対策

車路に設置した雨水枡より逆流浸水するため、雨水枡を繋ぐ雨水配管と雨水枡の接合部に止水蓋を挟み逆流浸水を防ぐ対策を計画する。

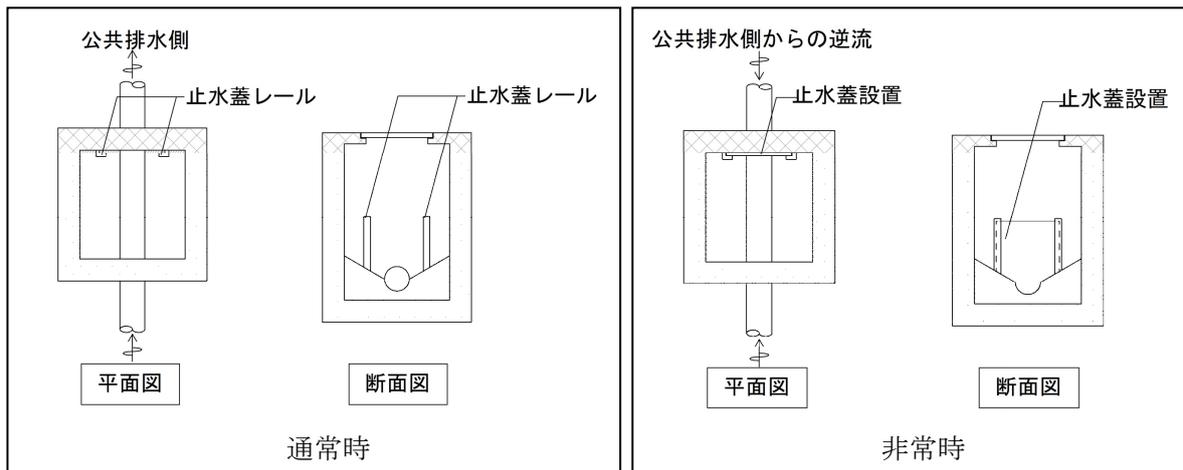


図. 雨水排水管からの逆流浸水対策 (雨水枡内に止水蓋設置)

6) 重度浸水・郊外型マンション

郊外型マンションにおける重度浸水時の想定浸水経路とその対策方法は、以下の通りである。

表. 浸水想定 GL+150cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案

浸水場所		浸水経路	対策方法
エントランス	全体	マンション出入口からの浸水	脱着式止水板 高さ150cm
		開放廊下通路からの浸水	脱着式止水板 高さ150cm
	管理室	メールコーナー扉からの浸水	止水扉
	エレベーター	EV扉からの浸水	脱着式止水板 高さ150cm
開放廊下	北側出入口からの浸水	-	
	駐輪場側出入口からの浸水	-	
	排水口からの逆流浸水	-	
	手摺壁からの浸水	-	
電気室	電気室扉からの浸水	止水扉	
屋外地上置受水槽	水没	塀で囲む	
別棟ポンプ室	ポンプ室扉からの浸水	止水扉	
	配管からの浸水	管路口防水処理	
屋外ピット式駐車場	ピット式駐車場の浸水	-	
住戸（専有部）	玄関扉からの浸水	脱着式止水板 高さ150cm	
	掃出しサッシ窓からの浸水	脱着式止水板 高さ150cm	
	東側バルコニー 排水口からの逆流浸水	-	
	東側バルコニー 手摺壁からの浸水	-	

色付け項目は浸水深さGL+50cmからGL+150cmとした場合に新たに追加された浸水経路を示す。

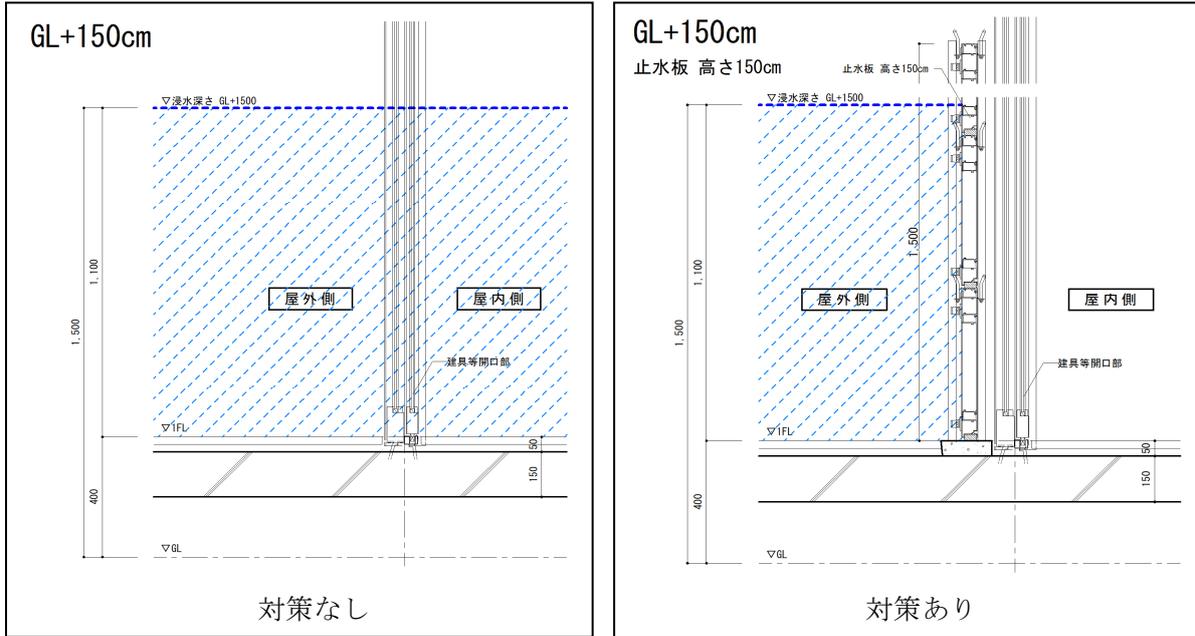


図. GL+150cmにおける 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案(住棟部分/脱着式止水板)

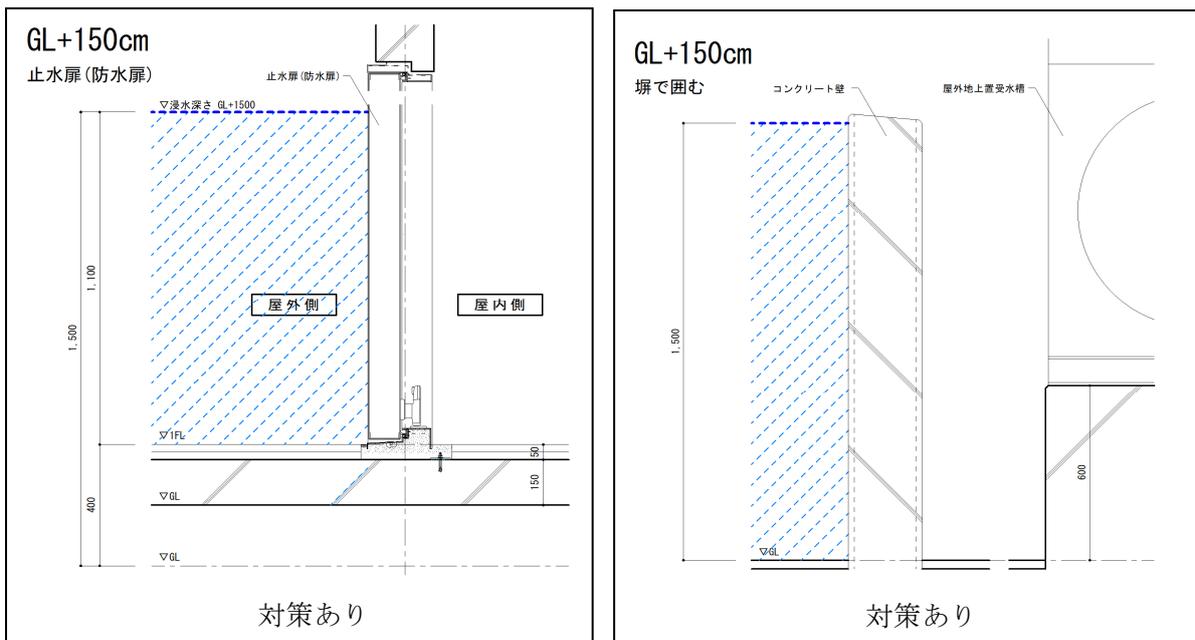


図. GL+150cmにおける
 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案
 (住棟部分/止水扉)

図. GL+150cmにおける
 浸水想定経路及び浸水対策改修計画案
 (屋外ピット式駐車場/塀で囲む)

補遺2. 改修実施時における修理清掃費用 及び 居住生活継続のための仮設対策費用

1) 改修実施時における修理清掃費用

脱着式止水板の止水性能を参考にすると、改修実施した場合でも各対策箇所から200 /h・m²以内の浸水がある可能性が想定されるため、浸水対策した場所それぞれの清掃費用を見込むことが必要である。また、浸水対策として用いる水嚢袋は、水に濡らすことで化学反応を起こさせ膨らむ製品であり、1回限りの使用であるため買替えの費用を見込む必要がある。

以下、今回検討した浸水対策改修を実施した場合において要する修理清掃費用を示す。

①都心及び駅周辺立地型

浸水深さに関係なく、一定の水量が浸水するものとして清掃は1階共用施設に加え、地下階共用施設が必要となる。軽度浸水は土嚢袋にて対策するため、買替え費用を算出した。

(千円単位)

ハザード	費用	対策したうえでの現状回復対策
軽度浸水	6,740	土嚢袋買替え、各所内装清掃費
中度浸水	6,000	屋内共用部清掃費
重度浸水	6,000	屋内共用部清掃費

②郊外住宅地立地型

軽度浸水では、住棟部分以外で一定の浸水があるものとして清掃費用を算出した。中度浸水以上では浸水深に関係なく、対策した場合でも一定の水量が浸入するものとし、1階共用施設の清掃が必要と想定される。軽度浸水で対策が必要となる別棟ポンプ室は土嚢袋にて対策するため、買替え費用を算出した。

(千円単位)

ハザード	費用	対策したうえでの現状回復対策
軽度浸水	1,250	土嚢袋買替え、ポンプ室清掃費、ピット内清掃費
中度浸水	4,000	屋内共用部清掃費、ピット内清掃費
重度浸水	4,000	屋内共用部清掃費、ピット内清掃費

2) 居住生活継続のための仮設対策費用

改修を実施しなかった場合は、修復費用に加えて、復旧までの仮設対策費用が発生する。復旧までの期間をマンション内で過ごすためには電気設備および給水設備のライフラインを仮設にて維持しなければならない為、以下において、検討上の条件を整理する。

- ・電気設備については機器入れ替えまでの期間に動作することが難しい為、仮設電源車にてマンション内に電気供給を行う必要がある。
- ・復旧までの期間はマンション周辺の災害範囲によって異なり、広域被害を及ぼす大規模な水害（本検討においては重度浸水）の場合には、復旧に相当の時間を要する。
- ・給水設備については、ポンプが破損した場合は各戸への給水は不可能である。一方で、受水槽からの直接給水は可能である。
- ・受水槽が水没した場合は、交換までの期間を移動給水車にて対応する必要がある。また、水害被害では公共給水側の断水は発生しないものとして今回想定している。

- ・復旧までの期間をマンション外で過ごさなければならない可能性もある。具体的には、ピット式駐車場や都心及び駅周辺立地型の1階店舗、郊外住宅地立地型の1階住戸は一時移転費用を見込む必要がある。

①都心及び駅周辺立地型

無対策の場合、中度浸水以上で浸水被害を受ける。電気設備の入れ替えまでは2週間を想定した。受水槽の入れ替えまで2日間を想定した。個別負担であるピット式駐車場更新期間中の外部駐車場借用を1か月、店舗内装復旧までの一時移転を2か月で想定した。駐車場は1台分を算出した。

(千円単位)

ハザード	費用	被害復旧までの日常生活維持想定
軽度浸水	—	被害なし
	—	被害なし
中度浸水	4,800	移動仮設電源車、移動給水車
	1,050	(個別負担 駐車場代金、店舗一時移転)
重度浸水	4,800	移動仮設電源車、移動給水車
	1,050	(個別負担 駐車場代金、店舗一時移転)

②郊外住宅地立地型

無対策の場合、中度浸水以上で浸水被害を受ける。電気設備の入れ替えまでは2週間を想定した。受水槽の入れ替えまで2日間を想定した。個別負担であるピット式駐車場更新期間中の外部駐車場借用を1か月、住戸内装復旧までの一時移転を2か月で想定した。駐車場であれば1台分、住戸であれば1戸分を算出した。

(千円単位)

ハザード	費用	被害復旧までの日常生活維持想定
軽度浸水	—	被害なし
	—	被害なし
中度浸水	—	被害なし
	1,250	(個別負担 駐車場代金、住戸一時移転)
重度浸水	4,800	移動仮設電源車、移動給水車
	1,250	(個別負担 駐車場代金、住戸一時移転)

補遺3. 設備等の概算被害額および復旧費の詳細について

1) 区画別の対策方法と直接工事概算

対策費用の算出(3.2)における、区画毎の対策方法別直接工事概算費用を浸水ハザード別に示す。併せて、対策なしの場合に要する復旧費用も記載する。

表. 浸水対策改修計画案の方法および工事費等(都心型マンション)

対策を必要とする区画	区画床高	浸水経路 (対策なしの場合は復旧対象)	経路幅 (浸水想定)	対策方法 (対策なしの場合は復旧方法)	直接工事概算 (諸経費30%、消費税10%抜)	浸水想定			備考	
						軽度 浸水	中度 浸水	重度 浸水		
全体	GL+20cm	A マンション出入口からの浸水	W320cm	土嚢袋(12列360cm×3段60cm)	¥50,000	○	×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥2,100,000	○	×	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥3,800,000	○	○	○		
		B 開放廊下扉からの浸水	W140cm	土嚢袋(4列120cm×3段60cm)	¥50,000	○	×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥900,000	○	○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥1,600,000	○	○	○		
	C 浸水時の被害軽減対策			コンセントからの漏電防止のため漏電遮断ブレーカー設置	¥100,000	○	○	○		
	対策なし	管理室、ELV×2基 自動扉×2か所	GL+30cm	エントランス内装清掃程度	¥1,000,000				全対策を実施時でも漏水があると仮定し清掃費用が発生するものと想定	
			GL+50cm	エントランス内装復旧、自動扉部品交換	¥4,500,000					
			GL+150cm	エントランス内装復旧、自動扉全交換	¥7,500,000					
	①エントランス	GL+20cm	A 管理室扉からの浸水	W90cm	土嚢袋(4列120cm×3段60cm)	¥50,000	○	×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難
					脱着式止水板 高さ30cm	¥600,000	○	○	×	
脱着式止水板 高さ150cm					¥1,300,000	○	○	○		
B 浸水時の被害軽減対策					コンセントからの漏電防止のため漏電遮断ブレーカー設置	¥100,000	○	○	○	
対策なし			管理室内の受信盤、 制御盤類	GL+30cm	管理室内装清掃程度	¥500,000				全対策を実施時でも漏水があると仮定し清掃費用が発生するものと想定
				GL+50cm	管理室内装復旧	¥1,000,000				
		GL+150cm		受信盤、制御盤類全交換、管理室内装復旧	¥6,000,000					
GL+20cm		A ELV扉からの浸水	W90cm ×2か所	土嚢袋(4列120cm×3段60cm)	¥50,000	○	×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥1,200,000	○	○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥2,600,000	○	○	○		
		対策なし	ELV各種部品	GL+30cm	ELV部品交換×2基	¥9,500,000				
				GL+50cm	ELV部品交換×2基	¥9,500,000				
	GL+150cm			ELV準撤去更新×2基	¥20,000,000					
②開放廊下	GL+20cm	A 出入口からの浸水	W200cm ×2か所	土嚢袋(8列240cm×3段60cm)	¥100,000	○	×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥2,600,000	○	×	×		
				脱着式止水板 高さ50cm	¥3,000,000	○	○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥4,600,000	○	○	○		
		B 排水口からの逆流浸水			配管経路途中に逆流防止弁・別バイパスにて雨樋内雨水外部直接排水			×	×	排水口からの逆流対策は困難
		C 手摺壁からの浸水							×	半屋外の開放廊下は対策困難
	D 浸水時の被害軽減対策			コンセントからの漏電防止のため漏電遮断ブレーカー設置	¥100,000	○	○	○		
	対策なし	外装	GL+30cm	外装清掃程度	¥500,000				全対策を実施時でも漏水があると仮定し清掃費用が発生するものと想定	
			GL+50cm	外装清掃程度	¥500,000					
			GL+150cm	外装清掃程度	¥500,000					

建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究
Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

対策を必要とする 区画	区画 床高	浸水経路 (対策なしの場合は 復旧対象)	経路幅 (浸水想定)	対策方法 (対策なしの場合は復旧方法)	直接工事概算 (諸経費30%、 消費税10%抜)	浸水想定 ○:対策可 ×:対策不可 斜線:被害なし			備考		
						軽度 浸水	中度 浸水	重度 浸水			
全体	GL -330cm	A 地上階扉からの浸水	W120cm	土嚢袋(5列150cm×3段60cm)	¥50,000	○	×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難		
				脱着式止水板 高さ30cm	¥700,000	○	○	×			
				脱着式止水板 高さ150cm	¥1,400,000	○	○	○			
				止水扉	¥2,000,000	○	○	○			
		B ドライエリア換気口からの 浸水	40cm x110cm x2か所	ダクトを延長し浸水深より高い位置に設置 (高さGL+150cmまで延長)	¥1,400,000	斜線	○	○			
		C 連通管からの逆流浸水	φ10cm x2か所	掃除口蓋設置及び隙間モルタル詰め	¥50,000	斜線	○	○	軽度浸水では逆流ないと想定		
		D 電気ケーブル管 排管貫通部からの浸水	φ20cm	管路口防水装置設置	¥100,000	斜線	○	○	腰高以上にあるため軽度浸水で被害なし 但し、地下のため中度浸水以上で被害		
		対策 なし	電気室、受水槽・ポンプ 室	GL+30cm	内装清掃程度(仕上げなしのため)	¥1,000,000	斜線	斜線	斜線	全対策を実施時でも漏水があると仮定し 清掃費用が発生するものと想定	
				GL+50cm	内装清掃程度(仕上げなしのため)	¥2,000,000	斜線	斜線	斜線		
				GL+150cm	内装清掃程度(仕上げなしのため)	¥2,000,000	斜線	斜線	斜線		
		③地下 陸	GL -330cm	A 地下階扉からの浸水	W180cm	土嚢袋	¥50,000	×	×	×	既存鉄扉が換気ガラリ付の場合、別途対 策が必要
						脱着式止水板 高さ30cm	¥1,000,000	×	×	×	
脱着式止水板 高さ50cm	¥1,200,000					○	○	×			
脱着式止水板 高さ150cm	¥1,800,000					○	○	○			
止水扉	¥3,500,000					○	○	×			
水密扉(浸水深300cm超対応可)	¥12,000,000					○	○	○			
B ドライエリア換気口からの 浸水	40cm x110cm			ダクトを延長し浸水深より高い位置に設置 (高さGL+150cmまで延長)	¥700,000	斜線	○	○			
C 連通管からの逆流浸水	φ10cm			掃除口蓋設置及び隙間モルタル詰め	¥50,000	斜線	○	○	軽度浸水では逆流ないものと想定 雨水貯留槽が満杯の際に被害あり		
D 電気ケーブル管からの浸 水	φ20cm			管路口防水装置設置	¥50,000	斜線	○	○	腰高以上にあるため軽度浸水で被害なし 但し、地下のため中度浸水以上で被害		
対策 なし	電気室機器			GL+30cm	漏電ブレーカー交換、ケーブル交換、内装復 旧 ※工事費会社範囲¥2,500,000-	¥7,000,000	斜線	斜線	斜線		
				GL+50cm	電気室機器交換、内装復旧 うち電力会社範囲¥12,000,000-	¥17,000,000	斜線	斜線	斜線		
				GL+150cm	電気室機器交換、内装復旧 うち電力会社範囲¥12,000,000-	¥17,000,000	斜線	斜線	斜線		
受水槽・ ポンプ室 個別対策 の場合	GL -330cm	A 地下階扉からの浸水	W180cm	土嚢袋	¥50,000	×	×	×	既存鉄扉が換気ガラリ付の場合、別途対 策が必要		
				脱着式止水板 高さ30cm	¥1,000,000	×	×	×			
				脱着式止水板 高さ50cm	¥1,200,000	○	○	×			
				脱着式止水板 高さ150cm	¥1,800,000	○	○	○			
				止水扉	¥3,500,000	○	○	×			
				水密扉(浸水深300cm超対応可)	¥12,000,000	○	○	○			
		B ドライエリア換気口からの 浸水	40cm x110cm	ダクトを延長し浸水深より高い位置に設置 (高さGL+150cmまで延長)	¥700,000	斜線	○	○			
		C 配管貫通部からの浸水	φ10cm	掃除口蓋設置及び隙間モルタル詰め	¥50,000	斜線	○	○	腰高以上にあるため軽度浸水で被害なし 但し、地下のため中度浸水以上で被害		
		対策 なし	タンク、ポンプ	GL+30cm	ポンプ交換、内装復旧	¥4,000,000	斜線	斜線	斜線		
				GL+50cm	タンク、ポンプ交換、内装復旧	¥11,000,000	斜線	斜線	斜線		
				GL+150cm	タンク、ポンプ交換、内装復旧	¥11,000,000	斜線	斜線	斜線		
		④雨水貯留槽	GL -330cm	A 敷地内配管からの浸水	φ20cm	止水弁	¥4,000,000	斜線	○	○	軽度浸水では雨水貯留槽が機能維持す ると想定
B 敷地外配管からの逆流浸 水	φ20cm			止水弁	¥4,000,000	斜線	○	○	軽度浸水では逆流がないと想定		
C 浸水時の被害軽減対策	斜線			排水ポンプで敷地外へ直接排出	¥100,000	○	○	×	重度浸水では敷地周辺も浸水するため 排水困難		
対策なし	斜線			雨水貯留槽自体に破損はない	-	斜線	斜線	斜線			

対策を必要とする 区画	区画 床高	浸水経路 (対策なしの場合は 復旧対象)	経路幅 (浸水想定)	対策方法 (対策なしの場合は復旧方法)	直接工事概算 (諸経費30%、 消費税10%抜)	浸水想定 ○:対策可 ×:対策不可 斜線:被害なし			備考	
						軽度 浸水	中度 浸水	重度 浸水		
⑤ピット式駐車場	GL +20cm	A 駐車場出入口からの浸水	W580cm	土嚢袋(21列630cm×3段60cm)	¥90,000	○	×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥3,500,000	○	○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥6,500,000	○	○	○		
				防水シャッター	¥12,000,000	○	○	○		
		B 開放廊下扉から浸水	W90cm	土嚢袋(4列120cm×3段60cm)	¥50,000	○	×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥600,000	○	○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥1,300,000	○	○	○		
		対策なし	バレット、制御装置	GL+30cm	部品交換	¥5,000,000	斜線	斜線	斜線	別途、個人所有駐車車両被害あり
				GL+50cm	機器全交換	¥9,000,000	斜線	斜線	斜線	別途、個人所有駐車車両被害あり
				GL+150cm	機器全交換	¥9,000,000	斜線	斜線	斜線	別途、個人所有駐車車両被害あり
C 雨水貯留槽 点検口からの逆流浸水	φ60cm	耐圧圧口式マンホール	¥300,000	斜線	○	○	軽度浸水では逆流がないと想定			
D 連通管からの逆流浸水	φ10cm	掃除口蓋設置及び隙間モルタル詰め	¥50,000	斜線	○	○	軽度浸水では逆流がないと想定			
E 配管貫通部からの浸水	φ10cm	掃除口蓋設置及び隙間モルタル詰め	¥50,000	斜線	○	○	腰高以上にあるため軽度浸水で被害なし 但し、地下のため中度浸水以上で被害			
⑥店舗	GL +20cm	A 店舗出入口からの浸水	W580cm	土嚢袋(21列630cm×3段60cm)	¥250,000	○	×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥3,500,000	○	○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥6,500,000	○	○	○		
		B 店舗ガラス面破損による浸水	W580cm	防水シャッター	¥12,000,000	斜線	斜線	○	重度浸水でガラス破損を想定	
				コンセントからの漏電防止のため 漏電遮断ブレーカー設置	¥100,000	○	○	○		
		対策なし	内装	GL+30cm	内装清掃程度	¥2,000,000	斜線	斜線	斜線	
				GL+50cm	内装復旧	¥4,000,000	斜線	斜線	斜線	
				GL+150cm	内装復旧	¥4,000,000	斜線	斜線	斜線	
		C 浸水時の被害軽減対策								

表. 浸水対策改修計画案における原状回復費用（都心型マンション、網掛けは対策なし）

対策を必要とする 区画	区画 床高	対策したうえでの現状回復 (復旧までの維持)	直接工事概算 (諸経費30%、 消費税10%抜)	浸水想定 ○:対策可 ×:対策不可 斜線:被害なし			備考	
				軽度 浸水	中度 浸水	重度 浸水		
①エントランス	全体	GL+20cm	土嚢袋買換え 内装清掃	¥50,000 ¥1,000,000	○ ○	×	×	
	管理室	GL+20cm	土嚢袋買換え 内装清掃	¥50,000 ¥500,000	○ ○	×	×	
	ELV	GL+20cm	土嚢袋買換え 内装清掃	¥50,000 ¥500,000	○ ○	×	×	
②開放廊下	GL+20cm	土嚢袋買換え	¥50,000	○	×	×		
③地下階	全体	GL-330cm	土嚢袋買換え 内装清掃	¥50,000 ¥500,000	○ ○	×	×	
	電気室	GL-330cm	土嚢袋買換え 内装清掃	¥50,000 ¥500,000	○ ○	×	×	
			移動電源車 電源復旧までを約2週間想定	¥4,200,000	斜線	斜線	斜線	復旧までの期間は災害範囲による
	受水槽・ ポンプ室	GL-330cm	土嚢袋買換え 内装清掃	¥50,000 ¥500,000	○ ○	×	×	
			給水車 タンク復旧までを約2日間想定	¥600,000	斜線	斜線	斜線	断水がない限り受水槽から個別に直接給水可とする
④雨水貯留槽	GL-330cm	特になし	-	斜線	斜線	斜線		
⑤ピット式駐車場	GL+20cm	土嚢袋買換え	¥140,000	○	×	×		
		ピット内清掃	¥500,000	○	○	○		
		個別で代替駐車場確保 約1か月想定	¥50,000	斜線	斜線	斜線	25000円/台+諸手続き費用	
⑥店舗	GL+20cm	土嚢袋買換え	¥250,000	○	×	×		
		内装清掃	¥2,000,000	○	○	○		
		個別で仮店舗・移転費用 約2か月想定	¥1,000,000	斜線	斜線	斜線		

表. 浸水対策改修計画案の方法および工事費等 (郊外型マンション)

対策を必要とする 区画	区画 床高	浸水経路 (対策なしの場合は 復旧対象)	経路幅 (浸水想定)	対策方法 (対策なしの場合は復旧方法)	直接工事概算 (諸経費30%、 消費税10%抜)	浸水想定 ○:対策可 ×:対策不可 斜線:被害なし			備考	
						軽度 浸水	中度 浸水	重度 浸水		
全体	GL +40cm	A マンション出入口からの浸水	W400cm	土嚢袋	-		×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥3,000,000		○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥4,800,000		○	○		
		B 開放廊下通路からの浸水	W200cm	土嚢袋	-		×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥1,500,000		○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥2,300,000		○	○		
	C 浸水時の被害軽減対策			コンセントからの漏電防止のため 漏電遮断ブレーカー設置	¥100,000		○	○		
	対策 なし	管理室、ELV×2基 自動扉×2か所	GL+50cm	エントランスの内装清掃程度	¥1,000,000					
			GL+150cm	エントランスの内装復旧、自動扉全交換	¥7,500,000					
	①エント ランス	GL +40cm	A メルコナー扉からの浸水	W90cm	土嚢袋	-		×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難
					脱着式止水板 高さ30cm	¥600,000		○	×	
					脱着式止水板 高さ150cm	¥1,300,000		○	○	
止水扉					¥2,000,000		○	○		
B 浸水時の被害軽減対策					コンセントからの漏電防止のため 漏電遮断ブレーカー設置	¥100,000		○	○	
対策 なし			管理室内の受信盤、 制御盤類	GL+50cm	内装清掃程度	¥500,000				
		GL+150cm		受信盤、制御盤類全交換	¥6,000,000					
ELV 個別対策 の場合		GL +40cm	A ELV扉からの浸水	W90cm ×2か所	土嚢袋	-		×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難
					脱着式止水板 高さ30cm	¥1,200,000		○	×	
					脱着式止水板 高さ150cm	¥2,600,000		○	○	
		対策 なし	ELV各種部品	GL+50cm	ELV部品交換×2基	¥9,500,000				
				GL+150cm	ELV準撤去更新×2基	¥20,000,000				
②開放廊下	GL +40cm	A 北側出入口からの浸水	W130cm	土嚢袋	-		×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥800,000		○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥1,500,000		○	○		
		B 駐輪場側出入口からの浸水	W130cm	土嚢袋	-		×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥800,000		○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥1,500,000		○	○		
	C 排水口からの逆流浸水			配管経路途中に逆流防止弁・別バイパスにて 雨樋内雨水外部直接排水			×	×	排水口からの逆流対策は困難	
	D 手摺壁からの浸水						×		半屋外の開放廊下は対策困難	
	E 浸水時の被害軽減対策			コンセントからの漏電防止のため 漏電遮断ブレーカー設置	¥100,000		○	○		
	対策 なし	外装	GL+50cm	外装清掃程度	¥1,500,000					
			GL+150cm	外装清掃程度	¥1,500,000					
	③電気室	GL +40cm	A 電気室扉からの浸水	W180cm	土嚢袋	-		×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難
脱着式止水板 高さ30cm					¥1,000,000		○	×		
脱着式止水板 高さ150cm					¥1,800,000		○	○		
止水扉					¥3,500,000		○	○	既存鉄扉が換気ガラリ付の場合、別途対策が必要	
B 浸水時の被害軽減対策					機器嵩上げ	¥10,000,000		○	×	
対策 なし			電気室機器	GL+50cm	漏電ブレーカー交換、ケーブル交換、内装復 旧	¥7,000,000				
	GL+150cm	電気室機器交換、内装復旧 うち電力会社範囲¥10,000,000-		¥15,000,000						
④屋外地上置受 水槽	GL +60cm	A 水没		塀で囲む	¥3,000,000			○		
		対策 なし	タンク	GL+150cm	タンク交換	¥8,000,000				

対策を必要とする 区画	区画 床高	浸水経路 (対策なしの場合は 復旧対象)	経路幅 (浸水想定)	対策方法 (対策なしの場合は復旧方法)	直接工事概算 (諸経費30%、 消費税10%抜)	浸水想定 ○:対策可 ×:対策不可 斜線:被害なし			備考	
						軽度 浸水	中度 浸水	重度 浸水		
⑤別棟ポンプ室	GL +10cm	A	W180cm	土嚢袋(7列210cm×2段60cm)	¥50,000	○	×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ30cm	¥1,000,000	○	×	×		
				脱着式止水板 高さ50cm	¥1,200,000	○	○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥1,800,000	○	○	○		
					止水扉	¥3,500,000	○	○	○	既存鉄扉が換気ガラリ付の場合、別途対策が必要
		B	配管から浸水	φ20cm	管路口防水装置設置	¥50,000				腰高以上にあるものとし中度浸水以下は被害なし
		C	浸水時の被害軽減対策		機器嵩上げ	¥5,000,000	○	○	×	
対策なし	ポンプ	GL+30cm	ポンプ交換、内装復旧	¥3,000,000						
			GL+50cm	ポンプ交換、内装復旧	¥3,000,000					
			GL+150cm	ポンプ交換、内装復旧	¥3,000,000					
⑥屋外ピット式駐 車場	GL ±0cm	A	W6000cm	ハンブの設置	¥4,000,000	○	×	×		
				脱着式止水板 高さ50cm 花壇嵩上げ	¥15,000,000	○	○	×		
		対策なし	バレット、制御装置	GL+30cm	部品交換	¥22,000,000				別途、個人所有駐車車両被害あり
					GL+50cm	機器全交換	¥44,000,000			
		GL+150cm	機器全交換	¥44,000,000				別途、個人所有駐車車両被害あり		
⑦住戸(戸あたり) 専有部のため個人 負担の場合あり	GL +40cm	A	W280cm	土嚢袋	-		×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ50cm	¥2,000,000		○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥3,100,000		○	○		
		B	W180cm ×2か所	土嚢袋	-		×	×	水漏れにより中度浸水以上は対応困難	
				脱着式止水板 高さ50cm	¥2,400,000		○	×		
				脱着式止水板 高さ150cm	¥3,600,000		○	○		
		C	東側バルコニー 排水口からの逆流浸水		配管経路途中に逆流防止弁・別バイパスにて 雨樋内雨水外部直接排水			×	×	軽度浸水では逆流がないと想定
		D	東側バルコニー 手摺壁からの浸水			-			×	
対策なし	専有部内装	GL+50cm	内装復旧	¥4,000,000					別途、個人所有物被害あり	
			GL+150cm	内装復旧	¥4,000,000					別途、個人所有物被害あり

表. 浸水対策改修計画における原状回復費用(郊外型マンション、網掛けは対策なし)

対策を必要とする 区画	区画 床高	対策したうえでの現状回復 (復旧までの維持)	直接工事概算 (諸経費30%、 消費税10%抜)	浸水想定 ○:対策可 ×:対策不可 斜線:被害なし			備考	
				軽度 浸水	中度 浸水	重度 浸水		
①エント ランス	全体	GL+40cm	内装清掃(管理室、エレベーターは除く)	¥1,000,000		○	○	
	管理室	GL+40cm	内装清掃	¥500,000		○	○	
	ELV	GL+40cm	内装清掃	¥500,000		○	○	
②開放廊下	GL+40cm	特になし	-		×	×		
③電気室	GL+40cm	内装清掃	¥500,000		○	○		
		移動電源車 電源復旧までを約2週間想定	¥4,200,000				復旧までの期間は災害範囲による	
④屋外地上置受 水槽	GL+40cm	特になし	-			○		
		給水車 タンク復旧までを約2日間想定	¥600,000				断水がない限り受水槽から個別に直接給水可とする	
⑤別棟ポンプ室	GL+10cm	土嚢袋買換え	¥50,000	○	×	×		
		内装清掃	¥200,000	○	○	○		
⑥屋外ピット式駐 車場(1台あたり)	GL±0cm	ピット内清掃	¥1,000,000	○	○	×		
		個別で代替駐車場確保 約1か月想定	¥50,000				25000円/台+諸手続き費用	
⑦住戸(戸あたり)	GL+40cm	内装清掃	¥300,000		○	○		
		個別で仮住まい・移転費用 約2か月想定	¥1,200,000				家賃15万円程度仮定 (敷金礼金計4か月+引越し費用)	

2) 概算費用等の出典情報

前項に続き、対策費用の算出(3.2)における、区画毎の対策方法別の直接工事費用単価を浸水ハザード別に示す。併せて、備考欄には当該費用の算出根拠とした出典情報等を記す。

表. 浸水対策改修計画案における原状回復費用(都心型マンション、軽度浸水)

項目	仕様/範囲	数量	単位	単価	金額	備考		
エントランス	内装	エントランス、メールコーナー	清掃程度	1	式	1,000,000	1,000,000	
管理室	内装	清掃程度	1	式	500,000	500,000		
エレベーター	エレベーター	部品交換	2	基	4,545,455	9,090,909	2019年工事見積参考 全面交換の半額を計上	
地下室	内装復旧	内装清掃程度	1	式	1,000,000	1,000,000		
受変電設備	配線用遮断器	専用住戸5系統+共用部系統	MCB3P 400A	6	個	177,000	1,062,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	漏電遮断器	専用住戸5系統+共用部系統	ELB3P 400A	6	個	202,000	1,212,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	更新に伴う雑工事費	電力会社範囲の内装含む		1	式	2,000,000	2,000,000	
	【以下、電力会社範囲】							
	接地端子盤			1	面	87,000	87,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
受水槽設備	高圧ケーブル	6kv CVT38		30	m	6,500	195,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	更新に伴う雑工事費			1	式	2,000,000	2,000,000	
	加圧給水ポンプユニット	【10階建100戸程度】500L/min*60m*5.5kw*2 SUS製推定末端圧一定制御給水ユニット・交互並列運転		1	組	2,750,000	2,750,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
開放廊下	内装復旧	清掃程度	1	式	500,000	500,000		
	外装復旧	清掃程度	1	式	500,000	500,000		
機械式ピット駐車場	バレット	3段式	4	基	550,000	2,200,000	2020年工事見積参考 部品一部交換のため半額計上	
	せり上がりゲート		4	箇所	125,000	500,000	2020年工事見積参考 部品一部交換のため半額計上	
	基準対応		12	台	75,000	900,000	2020年工事見積参考 部品一部交換のため半額計上	
	ブザー仕様		1	箇所	10,000	10,000	2020年工事見積参考 部品一部交換のため半額計上	
	工事費	撤去解体		1	式	587,840	587,840	2020年工事見積参考 部品一部交換のため半額計上
	店舗	内装	清掃程度	1	式	2,000,000	2,000,000	

表. 浸水対策改修計画案における原状回復費用(都心型マンション、中度浸水)

項目	仕様/範囲	数量	単位	単価	金額	備考		
エントランス	自動扉	部品交換	2	箇所	699,301	1,398,601	2019年工事見積参考 全面交換の1/3程度を計上	
	内装	エントランス、メールコーナー内装復旧	1	式	3,000,000	3,000,000		
管理室	内装	内装復旧	1	式	1,000,000	1,000,000		
エレベーター	エレベーター	部品交換	2	基	4,545,455	9,090,909	2019年工事見積参考 全面交換の半額を計上	
地下室	内装復旧	内装清掃程度	1	式	2,000,000	2,000,000		
受変電設備	引込開閉器盤		1	面	470,000	470,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	動力制御盤		1	面	250,000	250,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	配線用遮断器	専用住戸5系統+共用部系統	MCB3P 400A	6	個	177,000	1,062,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	漏電遮断器	専用住戸5系統+共用部系統	ELB3P 400A	6	個	202,000	1,212,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	更新に伴う雑工事費	電力会社範囲の内装含む		1	式	2,000,000	2,000,000	
	【以下、電力会社範囲】							
	高圧受電盤			1	面	1,210,000	1,210,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	高圧負荷開閉器	LBS 6kv 200A		1	台	270,000	270,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	零相変流器・地路継電器			1	組	290,000	290,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	トランス	動力用 3相50kVA		1	台	1,250,000	1,250,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	トランス	電灯・コンセント用 1相100kVA		1	台	1,770,000	1,770,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	高圧コンデンサ	50kVA		1	台	700,000	700,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	断路器	DS200A		1	組	50,000	50,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
直列リアクトル	50kVA		1	台	1,700,000	1,700,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
接地端子盤			1	面	87,000	87,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
高圧ケーブル			30	m	6,500	195,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
更新に伴う雑工事費	地下運搬手間含む		1	式	4,000,000	4,000,000		
受水槽設備	水槽	呼称31㎡【50戸程度】FRP製、1.0G、単板、H鋼平架台		1	基	7,310,000	7,310,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	加圧給水ポンプユニット	【10階建100戸程度】500L/min*60m*5.5kw*2 SUS製推定末端圧一定制御給水ユニット・交互並列運転		1	組	2,750,000	2,750,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	内装復旧		1	式	500,000	500,000		
開放廊下	外装復旧	清掃程度	1	式	500,000	500,000		
機械式ピット駐車場	バレット	3段式	4	基	1,100,000	4,400,000	2020年工事見積参考	
	せり上がりゲート		4	箇所	250,000	1,000,000	2020年工事見積参考	
	基準対応		12	台	150,000	1,800,000	2020年工事見積参考	
	ブザー仕様		1	箇所	20,000	20,000	2020年工事見積参考	
	工事費	撤去解体		1	式	1,175,680	1,175,680	2020年工事見積参考
店舗	内装		1	式	4,000,000	4,000,000		

表. 浸水対策改修計画案における原状回復費用（都心型マンション、重度浸水）

項目	仕様/範囲	数量	単位	単価	金額	備考	
エントランス	自動扉	2	箇所	2,097,902	4,195,804	2019年工事見積参考	
	内装	1	式	3,000,000	3,000,000		
管理室	ガス感知制御装置	1	面	439,000	439,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	火災受信盤	1	面	2,665,000	2,665,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	連動制御盤	1	面	703,000	703,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	防犯警報盤	1	面	443,000	443,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	電灯分電盤	1	面	410,000	410,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	内装	1	式	1,000,000	1,000,000		
エレベーター	エレベーター	2	基	9,545,455	19,090,909	2019年工事見積参考	
地下室	内装復旧	1	式	2,000,000	2,000,000		
受変電設備	引込開閉器盤	1	面	470,000	470,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	動力制御盤	1	面	250,000	250,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	配線用遮断器	6	個	177,000	1,062,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	漏電遮断器	6	個	202,000	1,212,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	更新に伴う雑工事費	1	式	2,000,000	2,000,000		
	【以下、電力会社範囲】						
	高圧受電盤		1	面	1,210,000	1,210,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	高圧負荷開閉器	LBS 6kv 200A	1	台	270,000	270,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	零相変流器・地路継電器		1	組	290,000	290,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	トランス	動力用 3相50kVA	1	台	1,250,000	1,250,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	トランス	電灯・コンセント用 1相100kVA	1	台	1,770,000	1,770,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	高圧コンデンサ	50kVA	1	台	700,000	700,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	断路器	DS200A	1	組	50,000	50,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	直列リアクトル	50kVA	1	台	1,700,000	1,700,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
接地端子盤		1	面	87,000	87,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
高圧ケーブル		30	m	6,500	195,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
更新に伴う雑工事費	地下運搬手間含む	1	式	4,000,000	4,000,000		
受水槽設備	水槽	1	基	7,310,000	7,310,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	加圧給水ポンプユニット	1	組	2,750,000	2,750,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	内装復旧	1	式	500,000	500,000		
開放廊下	外装復旧	1	式	500,000	500,000		
機械式ピット駐 車場	バレット	4	基	1,100,000	4,400,000	2020年工事見積参考	
	せり上がりゲート	4	箇所	250,000	1,000,000	2020年工事見積参考	
	基準対応	12	台	150,000	1,800,000	2020年工事見積参考	
	ブザー仕様	1	箇所	20,000	20,000	2020年工事見積参考	
	工事費	撤去解体	1	式	1,175,680	1,175,680	2020年工事見積参考
店舗	内装	1	式	4,000,000	4,000,000		

表. 浸水対策改修計画案における原状回復費用（郊外型マンション、軽度浸水）

項目	仕様/範囲	数量	単位	単価	金額	備考
別棟ポンプ室	加圧給水ポンプユニット	1	組	1,880,000	1,880,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	内装	1	式	1,000,000	1,000,000	
機械式ピット駐 車場	バレット	21	基	550,000	11,550,000	2020年工事見積参考 部品一部交換のため半額計上
	せり上がりゲート	21	箇所	125,000	2,625,000	2020年工事見積参考 部品一部交換のため半額計上
	基準対応	63	台	75,000	4,725,000	2020年工事見積参考 部品一部交換のため半額計上
	ブザー仕様	1	箇所	10,000	10,000	2020年工事見積参考 部品一部交換のため半額計上
	工事費	撤去解体	1	式	3,086,160	3,086,160

表. 浸水対策改修計画案における原状回復費用（郊外型マンション、中度浸水）

項目	仕様/範囲	数量	単位	単価	金額	備考
エントランス	自動扉	2	箇所		被害なし	
	内装	1	式	1,000,000	1,000,000	
管理室	内装	1	式	500,000	500,000	
エレベーター	エレベーター	2	基	4,545,455	9,090,909	2019年工事見積参考 全面交換の半額を計上
開放廊下	外装復旧	1	式	1,500,000	1,500,000	
受変電設備	配線用遮断器	6	個	177,000	1,062,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	漏電遮断器	6	個	202,000	1,212,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	更新に伴う雑工事費	1	式	2,000,000	2,000,000	
	【以下、電力会社範囲】					
	接地端子盤	1	面	87,000	87,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	高圧ケーブル	30	m	6,500	195,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第5版]
	更新に伴う雑工事費	1	式	2,000,000	2,000,000	
別棟ポンプ室	加圧給水ポンプユニット	1	組	1,880,000	1,880,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	内装	1	式	1,000,000	1,000,000	
機械式ピット駐 車場	バレット	21	基	1,100,000	23,100,000	2020年工事見積参考
	せり上がりゲート	21	箇所	250,000	5,250,000	2020年工事見積参考
	基準対応	63	台	150,000	9,450,000	2020年工事見積参考
	ブザー仕様	1	箇所	20,000	20,000	2020年工事見積参考
	工事費	撤去解体	1	式	6,172,320	6,172,320
郊外型 専有部						
エントランス	内装	1	戸	4,000,000	4,000,000	

建築物の浸水対策案の試設計に基づくその費用対効果に関する研究
Studies on Floodproofing Plans of Buildings and Their Cost-effectiveness

表. 浸水対策改修計画案における原状回復費用（郊外型マンション、重度浸水）

項目	仕様/範囲	数量	単位	単価	金額	備考	
エントランス	自動扉	2	箇所	2,097,902	4,195,804	2019年工事見積参考	
	内装	1	式	3,000,000	3,000,000		
管理室	ガス感知制御装置	1	面	439,000	439,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	火災受信盤	1	面	2,665,000	2,665,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	連動制御盤	1	面	703,000	703,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	防犯警報盤	1	面	443,000	443,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	電灯分電盤	1	面	410,000	410,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	内装	1	式	1,000,000	1,000,000		
エレベーター	エレベーター	2	基	9,545,455	19,090,909	2019年工事見積参考	
開放廊下	外装復旧	1	式	1,500,000	1,500,000		
受変電設備	引込開閉器盤	1	面	470,000	470,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	動力制御盤	1	面	250,000	250,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]	
	配線用遮断器	専用住戸5系統+共用部系統 MCB3P 400A	6	個	177,000	1,062,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	漏電遮断器	専用住戸5系統+共用部系統 ELB3P 400A	6	個	202,000	1,212,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	更新に伴う雑工事費	電力会社範囲の内装含む	1	式	2,000,000	2,000,000	
	【以下、電力会社範囲】						
	高圧受電盤		1	面	1,210,000	1,210,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	高圧負荷開閉器	LBS 6kV 200A	1	台	270,000	270,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	零相変流器・地路継電器		1	組	290,000	290,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	トランス	動力用 3相50kVA	1	台	1,250,000	1,250,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	トランス	電灯・コンセント用 1相100kVA	1	台	1,770,000	1,770,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	高圧コンデンサ	50kVA	1	台	700,000	700,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	断路器	DS200A	1	組	50,000	50,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	直列リアクトル	50kVA	1	台	1,700,000	1,700,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	接地端子盤		1	面	87,000	87,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	高圧ケーブル		30	m	6,500	195,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
更新に伴う雑工事費		1	式	2,000,000	2,000,000		
屋外受水槽設備	水槽	呼称31㎡【50戸程度】FRP製、1.0G、単板、H鋼平架台	1	基	7,310,000	7,310,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
別棟ポンプ室	加圧給水ポンプユニット	【10階建50戸程度】300L/min*55m*3.7kw*2 SUS製推定未端圧一定制御給水ユニット・交互並列運転	1	組	1,880,000	1,880,000	マンション維持修繕技術ハンドブック[第4版]
	内装	内装復旧	1	式	1,000,000	1,000,000	
機械式ピット駐 車場	バレット	3段式	21	基	1,100,000	23,100,000	2020年工事見積参考
	せり上がりゲート		21	箇所	250,000	5,250,000	2020年工事見積参考
	基準対応		63	台	150,000	9,450,000	2020年工事見積参考
	プザー仕様		1	箇所	20,000	20,000	2020年工事見積参考
	工事費	撤去解体	1	式	6,172,320	6,172,320	2020年工事見積参考
郊外型 専有部							
エントランス	内装	内装復旧	1	戸	4,000,000	4,000,000	

IV. RC造建物 1 階に入居する事業所の浸水対策 に関する検討

1. 序

近年の水災害の頻発化・激甚化によって、氾濫を前提とした都市づくりや建築分野における対応の必要性が増大している。これまで、浸水リスクを踏まえた建築・土地利用とその誘導のあり方に関して示唆を得ることを目的として、第Ⅱ章で木造戸建て住宅の新築時及び、第Ⅲ章で既存分譲マンションの改修時において、浸水対策の計画案を検討した上で、浸水対策の適用性を費用対効果等の観点から分析した。

これらの検討は住宅を対象としているが、水害被災地の復旧・復興の観点からは、住まいや生活を守るだけでなく、地域の経済や賑わいを支える事業所の浸水対策も重要となる。関連の既存研究には、中山間地の商店の被災後の復興動態を調査したもの⁽¹⁾や、事業所内の什器等を対象とした浸水被害及び対策効果の評価手法に関するもの⁽²⁾⁽³⁾はあるが、内装を含む建築物の浸水対策を中心に検討した例はみられない。そこで本章では、都市部の RC 造建物 1 階に入居する小規模な事業所を想定し、その浸水対策と費用対効果のモデルスタディを実施することとした。

検討は、第Ⅰ章の 2.2 にしたがって、次の手順により進めた。

- ① 浸水被害を受けた事業所及び事業所のリスク対策の専門家へのヒアリングにより、浸水被害と対策状況の情報を収集する。
- ② 検討の前提条件となる入居建物や業種、浸水ハザード、浸水対策手法の考え方等を設定する。
- ③ 費用対効果の比較対象となる基準案の試設計を行った上で、これをベースにした浸水対策案（2案）を検討し、試設計を実施。
- ④ 基準案及び浸水対策案の実現コストから浸水対策の追加的費用を算定し、また各案において浸水時の復旧に必要となる修復費用等を推計する。
- ⑤ 浸水ハザードと発生頻度に関する具体の地域のデータを用いて、期待値に基づいた水害対策工事の費用対効果を試算し、浸水対策の適用性を考察する。

参考文献・資料

- (1) 徳田光弘（2014）「浸水被害商店における復興過程の特性 豪雨災害における復興の動態に関する研究」日本建築学会計画系論文集 79(699)、2014.5、pp.1273-1282
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aija/79/699/79_1273/_pdf/-char/ja
- (2) 山本陽子・柳川一博・深見和彦・木内望ほか（2017）「建物用途別の資産鉛直分布及び浸水確率を踏まえた都市における家屋・事業所の資産被害評価の検討と試行」河川技術論文集 (23)、pp.91-96、2017.6
https://www.jstage.jst.go.jp/article/river/23/0/23_91/_pdf/-char/ja
- (3) 気候変動適応研究本部（2019）「気候変動下の都市における戦略的水害リスク低減手法の開発」国土技術政策総合研究所資料 No.1080、2019.7（「3.1 建物の浸水被害及び対策効果の評価手法の開発」 pp. 51-86）
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1080.htm>

2. 浸水被害と対策に関する調査

2.1 浸水被害・復旧事例のヒアリング

近年に浸水被害を受けた、1階に存する事業所に被災時及び復旧の状況等をヒアリングし、浸水時の被害内容及び本検討における被害額推計の適切性についても聴取した。対象は、令和2年7月豪雨で被災した総合建設会社事務所（熊本県人吉市、外水氾濫・浸水深460cm）、工務店事務所（福岡県大牟田市、内水氾濫・浸水深90cm）、居酒屋（大牟田市、内水氾濫・浸水深40cm）、平成30年7月豪雨（西日本豪雨）で被災した歯科医院（広島県東広島市、内水氾濫・浸水深80cm）である（表IV-1）。

表IV-1 浸水被害・復旧等のヒアリング調査概要

	水害事象	実施日	ヒアリング対象	所在地
ア — イ ウ	令和2年7月豪雨	2022年3月	事務所（地域工務店）	福岡県大牟田市
			事務所（建設・不動産）	熊本県人吉市
			飲食店（居酒屋）	福岡県大牟田市
エ	平成30年7月豪雨	2022年2月	小規模診療所（歯科）	広島県東広島市

浸水被害・復旧等に関する指摘事項を表IV-2に記載したが、内容をまとめると以下となる。

- ① いずれも被災以前に、敷地周辺での軽度の浸水を経験している。
- ② 被災時は過去に経験のない降雨に異常を感じ、就業者の帰宅や避難を促したが、浸水深の予想はつかず対応の判断はぎりぎりとなり、帰宅の機を逸した例もある。
- ③ 止水や備品の移動などはしていないか、間に合わず、また下水の逆流防止等の対策はなされていない。被災前に被害軽減措置を講じることの難しさがうかがわれた。
- ④ 被害の様相は外水氾濫と内水氾濫で異なり、前者では泥の堆積が多く、軽鉄下地材の内側にまで溜まって洗浄除去も困難な状況が、後者では泥は少なく、汚水混入による悪臭被害が聞かれた。
- ⑤ 復旧に際しては、浸水した機材の再利用は長期的な信頼性や衛生面の危惧などがあり、部材の再利用も事業の早期再開の点で手間を要する場合は避ける、衛生面で顧客の目に見える部分は更新を行うなどが聞かれた。
- ⑥ いずれの事例でも設備機械類の浸水対策はなく、被害を生じている。
- ⑦ 事務所ではPCのサーバーのデータ喪失、歯科医院ではカルテや診療模型の損害など、事業上、物的な被害額には現れない情報喪失の損害が大きいことも指摘された。

表IV-2 浸水被害・復旧等に関する指摘事項

<p>ア 被災当時の様子</p> <ul style="list-style-type: none"> ・被災以前から雨は降っていたが、台風と異なり事前の予想がされておらず、車を移動する以外に浸水への事前準備は殆どされていない。 ・急激に雨量が増し、過去に経験したことのない降り方で、明らかな異常を感じて、（営業時間中の事例では、）営業及び診療の中止、就業者の帰宅・避難を促している。 ・いずれも水位上昇速度が速く、避難を優先し、物品・家具等の上方移動は時間的な余裕もなく、行われていない。始業時間前に、前夜から待機していた人員でPCの上階への移動を試みた事例でも、全数の運搬は間に合わず、サーバー機が特定できず水没した。 ・ブレーカーが遮断され、感電等は生じていないが、被災後の乾燥が不十分な状態で濡れた手で電路の開閉を試みた事例があり、混乱した状況では冷静な対応はし難いことがうかがえる。 ・被災以前から雨は降っていたが、台風と異なり事前の予想がされておらず、車を移動する以外に浸水への事前準備は殆どされていない。 ・台風のように事前に警告が発せられていない豪雨の場合、過去に経験がないため、異常事態としての対応の判断はぎりぎりまで難しく、その後の水位上昇までの時間的余裕は残らず、被災前に被害軽減の応急措置を講じることが現実的には困難であることがうかがわれた。
--

- ・帰宅した場合でも辛うじて間に合うようなタイミングで、帰宅できなくなった就業者もいる。

イ 復旧時の様子

- ・水が引くまでは被災場所に接近できないため、水位の下降の速かった外水氾濫の事例では早期に復旧に着手している一方、水位低下に時間を要した内水氾濫の事例では被災 2 日後に水が引いてからの着手となっている。
- ・氾濫水の水質、臭気、土砂の量は様々で、土砂の多い外水氾濫で臭いの少ないもの、土砂は少なく汚水の混入した内水氾濫で悪臭の残るものと、復旧後にも違いが見られる。
- ・土砂が多い外水氾濫では浸水継続時間は短いものの、床には 30cm 厚で泥が堆積し、天井野縁なども含め、細かい粒子が隅々に浸入し下地の LGS（軽量鉄骨）内部にも泥がつもり、高圧洗浄も困難で少なからず形状が変形し、交換となっている。再利用の可能なサッシ枠からは、掃除のたびに、長期に渡り泥の粒子が出てくる状況が見られた。
- ・土砂の少ないが汚水の混入した内水氾濫では、臭気の影響が長く残り、吸水した材を交換しないと解消できない様子が見られる。
- ・いずれのケースでも吸水せず、洗浄容易な仕上材や、サッシ、タイル、石材等は再利用がなされている。
- ・資材類は汚水を含む内水氾濫では、少しでも浸水したものは、廃棄されている。水濡れに強い素材であっても、洗浄後の品質の低下や信頼性の問題もあり、工務店の金物類でも廃棄されており、商材については浸水許容型の **Wet Floodproofing** 的な対応はできない。
- ・初期のゴミ出しから洗浄、応急的な業務再開までに、腰高の浸水の事務所（100m²）で 1 週間、天井まで水没の事務所（1 階、2 階各 190m²）で 3 週間を要している。両社とも建築施工会社であり、資材、人員の手配のしやすい業種であることと、顧客の復旧のために不完全でも早期に事業再開の必要があるための早期再開の日数で、その他の業種ではこれより長くかかることが考えられる。歯科診療所では、週末の被災で週明けすぐに機械の交換ができ、2 階で診療を実施しつつ、1 階の片付けで 10 日を要している。完全な復旧は、営業しながら半年後など、更に時間を要している。
- ・早期の初期対応は、いずれも家族、従業員、協力業者など「身内主体」で行われている。
- ・昇降機などの大型の設備の復旧に最も時間を要している。

ウ 被災後の対策

- ・室内のコンセントの位置、PC 関係の配線、床に PC は置かず、サーバーを天井付近に設置など、可能な範囲で高く上げるなどの対策が見られる。
- ・仕上材の耐水化はさほど行われていない。
- ・地面に置かれ、浸水し故障した室外機は、可能な場合は高所に新設する例が見られるが、設置場所がない場合は、従前の位置に再設置している。大型の室外機などの機械類の上方への移設や、浸水対策に優れた機種（昇降機など）への交換などは、スペースや構造の都合上、実施困難なものもある。
- ・止水板・止水シートの導入は見られない。
- ・保険の加入により損害をカバーし早期復旧の見通しを立てるといふ、ハードの対策より保険での対処を重視する指摘も聞かれた。

2.2 浸水対策のヒアリング

コンビニエンスストアのリスク対策の専門家に、現状で実施されている浸水対策の考え方と具体的対策についてヒアリングを行った（2022 年 3 月実施）。内容をまとめると以下ようになる。

- ① 浸水リスクの高い立地への出店は抑制した上で、一定のリスクがある敷地では、敷地内の排水と床レベルの設定に注意した上で、浸水リスクに応じた設備配置（室外機を架台に載せるか屋根上に設置する等）、機材の選定を行い、内装、什器備品は浸水しても洗浄利用可能な部材でつくり、1m 程度の浸水であれば 4 日程度で業務再開可能な仕様と体制が既に整えられている。
- ② 出店コストに影響する費用対効果の低い浸水対策は避けており、また、アルバイト主体の不慣れな従業員が逃げ遅れる可能性を生む止水板の設置や商材の移動などの人的介入を要する対策は講じない。
- ③ 災害による被害と対策に係る情報と対策技術は、業界内で共有される仕組みとしている。
- ④ コンビニエンスストアは仕様の更新速度が速く、浸水対策だけでなく、災害対策、車の衝突事故、維持管理しやすさなど総合的な視点で採用の適否を判断している。各社各店舗の 5 年次及び 10 年次の部分または全面改修の際に、最新の仕様に基づき対策が実施され、強靱性が増している。

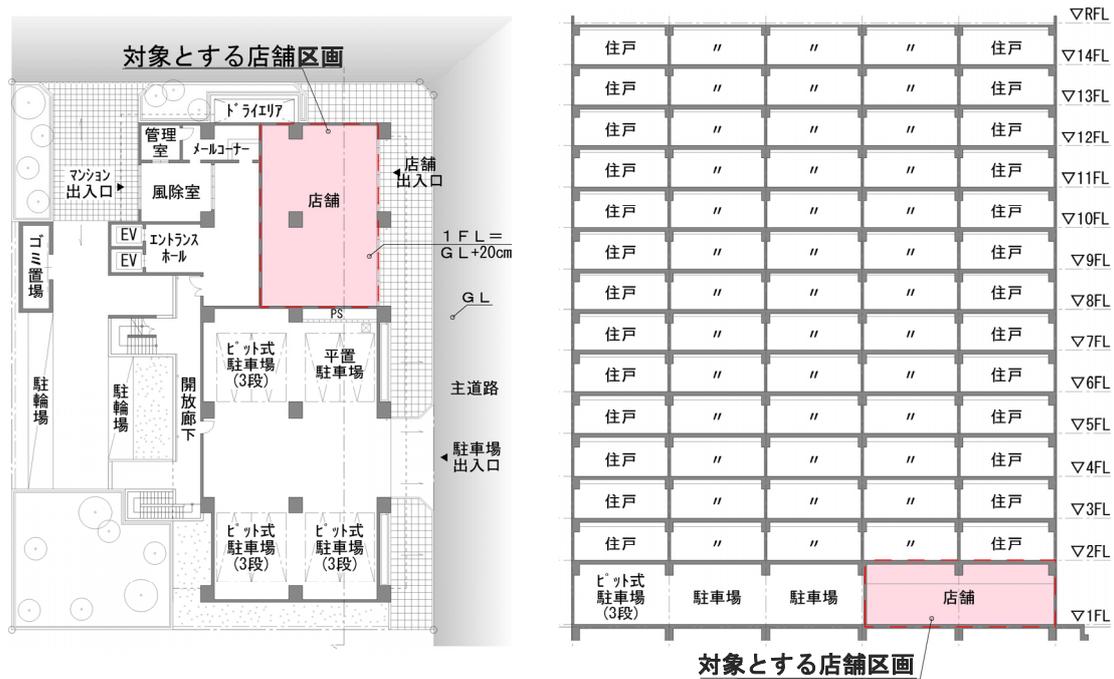
3. 検討の前提条件の整理

3.1 入居建物、区画及び業種

対象とする事業所がテナントとして入居する RC 造建物とその区画については、第三章における「都心及び駅前立地型マンションモデル」の1階店舗区画（図IV-1）を想定した。仕様の概略は次の通りである。

- ① 都市部の商業地域に立地する築 20 年程度の高層集合住宅。
- ② 入居区画は概ね、14m×9m・120m²の整形な区画。
- ③ 沿道の歩道状空地沿いの1面が開口、他3面は RC 造壁により区画される。
- ④ 床面高さ（基準 FL）は、前面道路高さ（GL）より 20cm 高い。

対象の業種は、内装や設備、什器備品等の初期費用の多寡を考慮し、事務所、物販店、飲食店、小規模診療所の4種類を想定した。具体的には、事務所モデルについて不動産取引仲介業店舗を、物販店モデルについて食品雑貨等小売店を、飲食店モデルについて洋食レストランを、小規模診療所モデルについて歯科医院を、それぞれ設定し、試算に必要な内装・設備・什器等を想定することとした。また主道路側の壁面を含めて、スケルトンの状態からの工事の実施を想定する。



図IV-1 対象建物と区画（左：平面図、右：断面図(地下部分省略)）

3.2 浸水ハザードと浸水対策レベルの想定

マンションが立地する市街地での水害発生状況を踏まえると、ゲリラ豪雨などによる比較的浸水深の浅い内水氾濫と、水路・支川から本川への排水困難に伴う湛水型の（内水）氾濫、河川からの外水氾濫など一定の浸水深と継続時間となる氾濫、また、特に後2者で下水（雨水管等）からの水の逆流が想定される。

試設計に際しては、調査結果及びテナント工事の技術的制約、コストを考慮し、大掛かりかつ高価な止水シャッター等ではなく、事業者が現状で導入しやすい止水板等で対応できる浸水高さ

を考慮し、対策高さを基準 FL+100cm までと想定し、以下の対策レベルを設定した。

- A. 基準案：対策なし
- B. 浸水対策案1：止水高さの上限 50cm。比較的小さな浸水想定（床高 50cm 以下・水流少・高頻度）を対象とした対策
- C. 浸水対策案2：止水高さの上限 100cm。比較的中程度の浸水想定（床高 100cm 以下・水流中・中頻度）を対象とした対策

3.3 浸水対策の考え方

浸水対策案1（B）については、比較的高頻度で発生する小さな浸水事象（最大 50cm の浸水深）を対象として、費用を抑えた最小限の対策内容となるようにした。ファサード（道路側外壁面）ラインでの腰壁及び出入口止水板により屋内への浸水を防ぐ（一次止水区画を形成）ことを基本とする。内装については基準案と同様の仕様とし、逆流防止措置と室外機の高所設置を行う。

浸水対策案2（C）については、比較的中頻度で発生し中程度の水流が想定される浸水事象（最大 100cm の浸水深）を対象として、漂流物等により出入口止水板等が機能しない可能性も想定した。ファサードラインでの止水（一次止水区画）に加え、設定可能な業種では室内の高価な機材が集中する区画の境界部で二段階目の止水ライン（二次止水区画を形成）を設けた。また、室内の腰壁部の仕上げ材の耐水化、床仕上げ及び下地の復旧の容易化、電気配線や設備等の高所設置など、より慎重な対策を想定した。（表IV-3）

表IV-3 基準案と浸水対策案の考え方の比較

目的・方法	A.基準案 (比較の基準)	浸水対策案(基準案と異なる対策)	
		B.浸水対策案1 (軽度浸水対象)	C.浸水対策案2 (中度浸水対象)
a.浸水の防止			
a1.止水	<ul style="list-style-type: none"> ・腰壁なし (掃出し窓中心) ・止水板なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・ファサードの止水腰壁 (h100cm) ・出入口の止水板 (h50cm) 	<ul style="list-style-type: none"> ・二段階の止水腰壁 (h100cm) ・出入口の止水板 (h100cm) ・二次止水区画の止水板 (h100cm)
a2.逆流防止	<ul style="list-style-type: none"> ・対策なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・逆流防止弁 	<ul style="list-style-type: none"> ・逆流防止弁
a3.設備の高所配置	<ul style="list-style-type: none"> ・室外機の床置き ・通常高さの配線 ・機器・機材の低所配置 	<ul style="list-style-type: none"> ・室外機の高所設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・室外機の高所設置 ・電気配線の高所配置と回路分離 ・可能な機器/機材の高所設置
b.復旧の円滑化			
b1.復旧容易な仕上げ	<ul style="list-style-type: none"> ・非耐水仕上げの床 ・LGS 下地石膏ボード・クロス 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・洗浄可能なタイル直貼り床/塗床 ・フリーアクセスフロア ・間仕切り壁下部の耐水化
b2.復旧範囲の限定化	<ul style="list-style-type: none"> ・上下一体の家具 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・家具の上下分離 ・固定カウンター下部の耐水化

4. 計画検討と試設計

4.1 基準案(A)に関する検討と試設計

設定した事業所モデルの基準案について、所要室、各室の床面高さ、内装・下地仕様、什器等を検討し試設計を行った。内装仕上げ・下地は一般的な仕様とし、店舗前面開口部は基準 FL±0cm まで開口の掃出し形式とし、什器等についても業態の実態を踏まえて設定することとした。

① 事務所モデル（不動産取引仲介業店舗）

所要室は受付、接客スペース、応接室、事務所スペース、倉庫、トイレ及び湯沸室で構成し、床面の高さは全室を基準 FL±0cm として計画した。

主な内装及び下地の仕様の想定を表IV-4に、主な什器等の想定を表IV-5に示す。

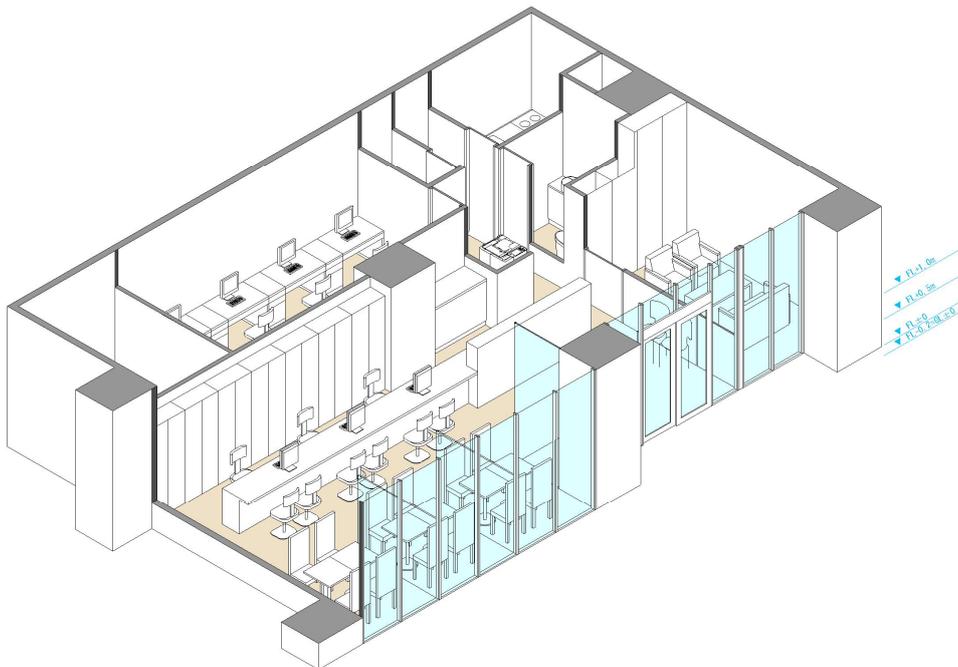
表IV-4 内装及び下地仕様の想定(事務所モデル)

	仕様
床	[仕上] タイルカーペット、一部ビニル床シート [下地] 直床
壁	[仕上] ビニルクロス [下地] 軽量鉄骨下地組・石こうボード
天井	[仕上] 化粧石こうボード [下地] 軽量鉄骨下地組

表IV-5 主な什器等の想定(事務所モデル)

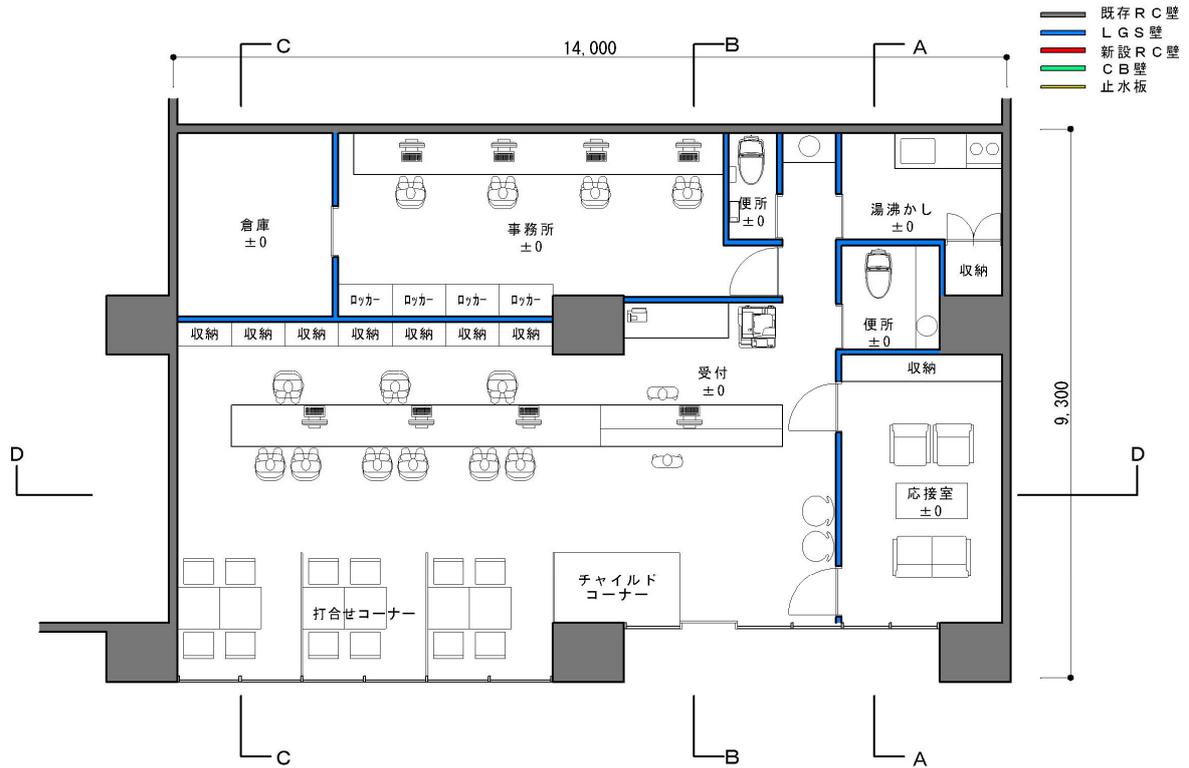
	什器等
受付	パソコン、電話機
接客スペース	打合せテーブル・イス、ローカウンター用イス、収納棚、ローパーティション、パソコン、空気清浄機
応接室	応接セット、電話機、空気清浄機
事務所スペース	デスク・イス、更衣ロッカー、複合機、パソコン、プリンター、電話機、シュレッダー、空気清浄機
倉庫	アングルラック

また、試設計により作成したアイソメ図、平面図、立面図・断面図を示す。

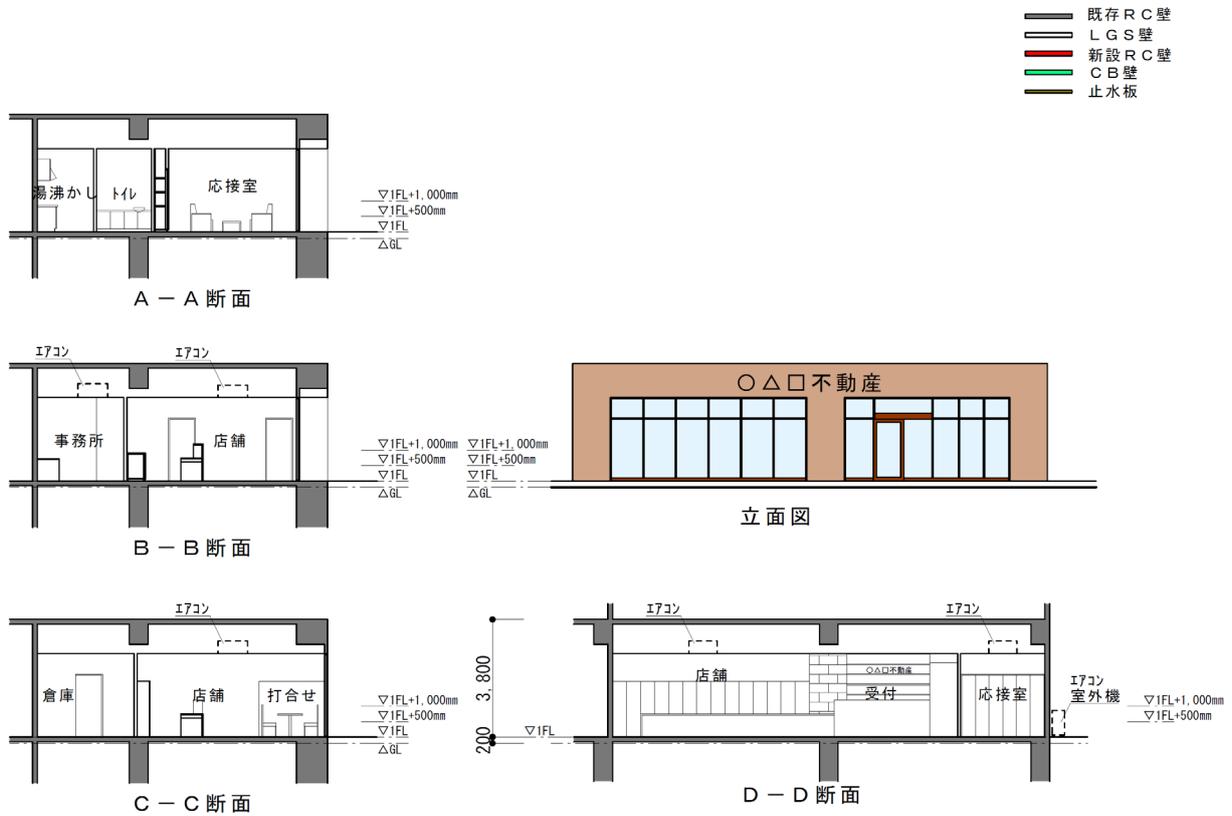


図IV-2 アイソメ図(事務所モデル・基準案)

※内部がわかるように壁の一部を削除した



図IV-3 平面図(事務所モデル・基準案)



図IV-4 立面図・断面図(事務所モデル・基準案)

② 物販店モデル（食品等小売店）

食品、飲料、雑誌、日用品等を主に扱う小売店を想定した。所要室は売場、受付、トイレ・洗面、倉庫及びウォークインスペースで構成し、店内の床面高さは全て基準 FL ±0cm とした。

主な内装及び下地の仕様の想定を表IV-6に、主な什器等の想定を表IV-7に示す。

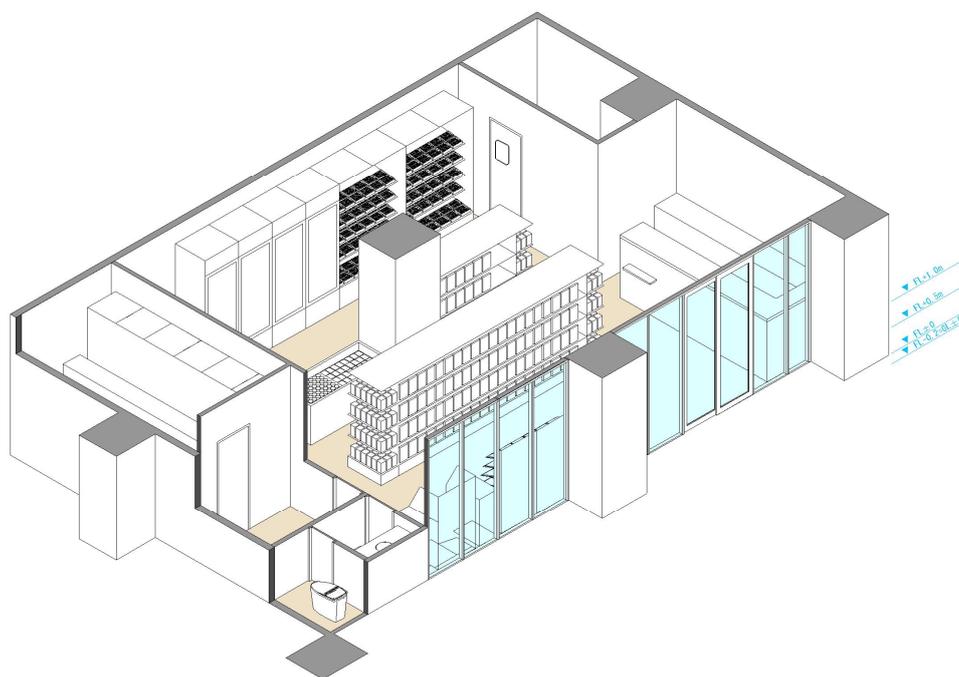
表IV-6 内装及び下地仕様の想定(物販店モデル)

仕様	
床	[仕上] 大判タイル
	[下地] 直床
壁	[仕上] ビニルクロス
	[下地] 軽量鉄骨下地組・石こうボード
天井	[仕上] 化粧石こうボード
	[下地] 軽量鉄骨下地組

表IV-7 主な什器等の想定(物販店モデル)

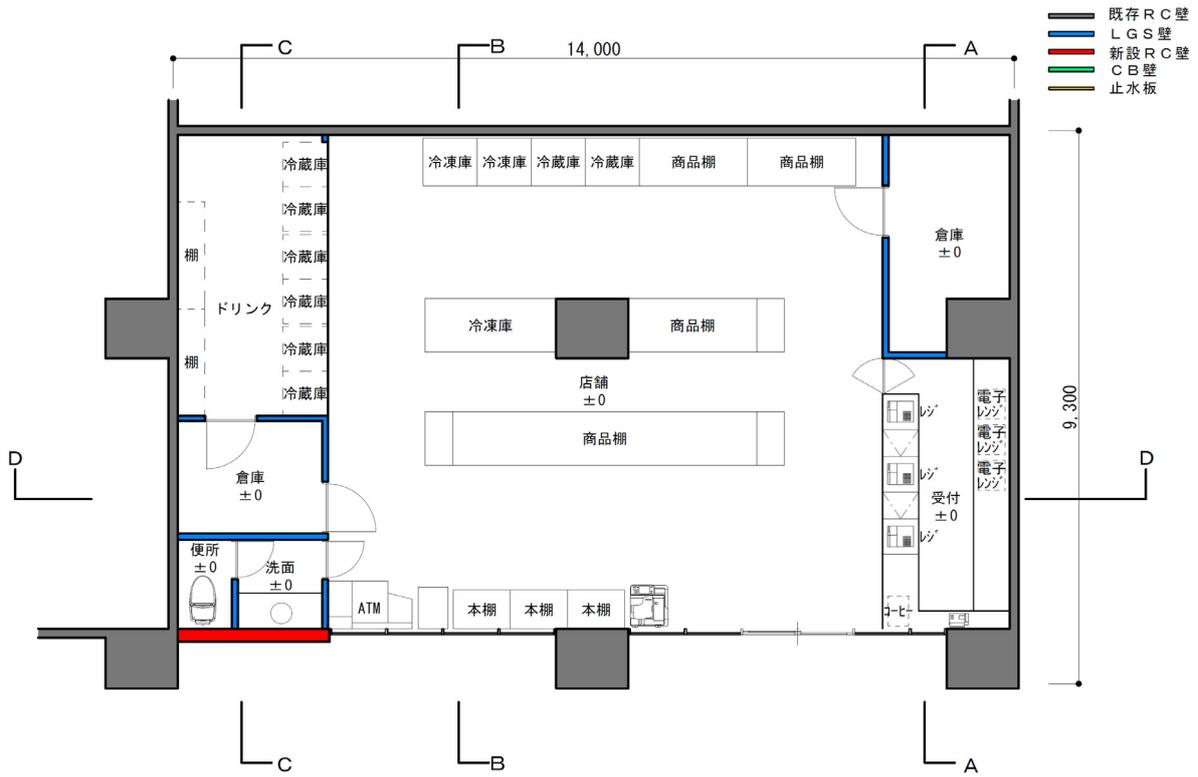
什器等	
売場	商品棚、本棚、冷蔵庫、冷凍庫、ATM、マルチコピー機
受付	システムカウンター、レジ、電子レンジ、電気ポット、パソコン、電話・FAX、プリンター
倉庫	アングルラック、コールドテーブル

また、試設計により作成したアイソメ図、平面図、立面図・断面図を示す。

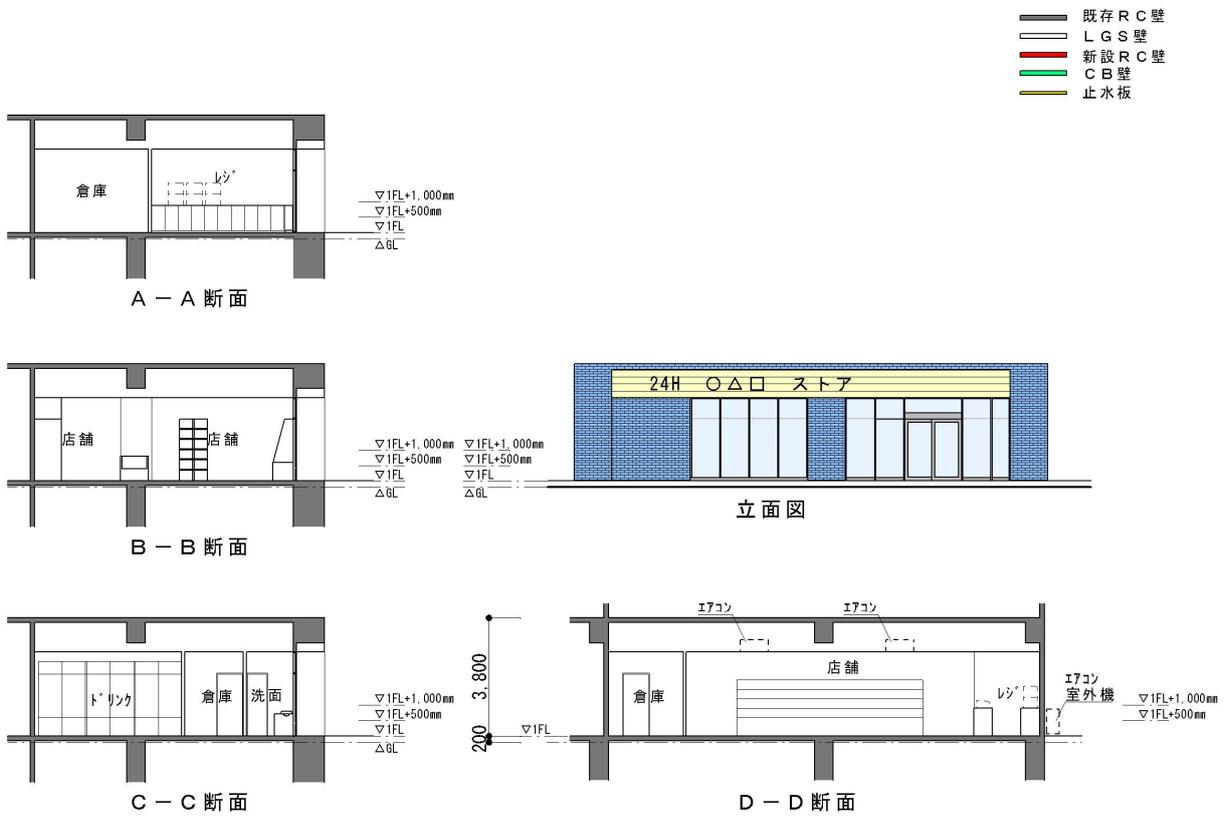


図IV-5 アイソメ図(物販店モデル・基準案)

※内部がわかるように壁の一部を削除した



図IV-6 平面図(物販店モデル・基準案)



図IV-7 立面図・断面図(物販店モデル・基準案)

③ 飲食店モデル (洋食レストラン)

洋食を提供するレストランを想定して、所要室は受付、客席、厨房及びトイレで構成した。店内の床面高さは受付及び客席を基準 FL±0cm、厨房及びトイレを基準 FL+25cm とした。厨房は床にグリーストラップを設置するための高さを確保する必要から軽量コンクリートを増し打ちし、客席より床面を 25cm 高く設定した。飲食店が貸店舗に入居する場合に一般的に見られる方法である。厨房及びトイレの排水管スペース確保を想定し、トイレの床面も 25cm 高く設定した。

表IV-8 内装及び下地仕様の想定(飲食店モデル)

		仕様
床	客席	[仕上] ビニル床タイル [下地] 直床
	厨房	[仕上] ビニル床シート [下地] 直床 (軽量コンクリート増し打ち)
壁	客席	[仕上] 水性ペンキ [下地] 軽量鉄骨下地組・石こうボード
	厨房	[仕上] ツヤ有水性ペンキ [下地] 軽量鉄骨下地組・ケイカル板
天井	壁仕様と同じ	

主な内装及び下地の仕様の想定を表IV-8に、主な什器等の想定を表IV-9に示す。

表IV-9 主な什器等の想定(飲食店モデル)

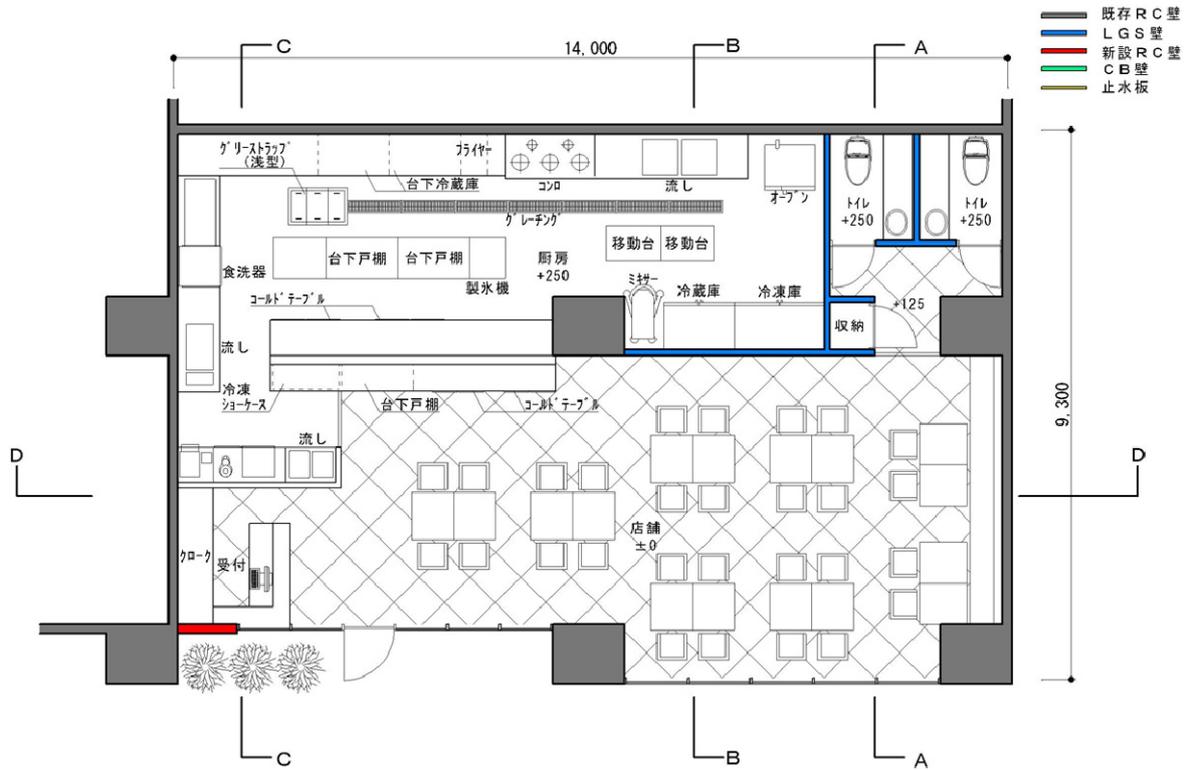
	什器等
客席	テーブル、イス、空気清浄機
受付	電話機、レジ、シュレッダー、ノートパソコン、プリンター
厨房	縦型冷蔵庫・冷凍庫、台下冷蔵庫・冷凍庫、ミキサー、ブラストチラー、スチームコンベクションオーブン、ガステーブル、ガスフライヤー、シンク、調理台、作業台、移動台、製氷機、食器洗浄機、クリーンテーブル、ディッシュウオーマーテーブル、冷蔵ショーケース、エスプレッソマシン、エスプレッソミル、パイプ棚、吊戸棚

また、試設計により作成したアイソメ図、平面図、立面図・断面図を示す。

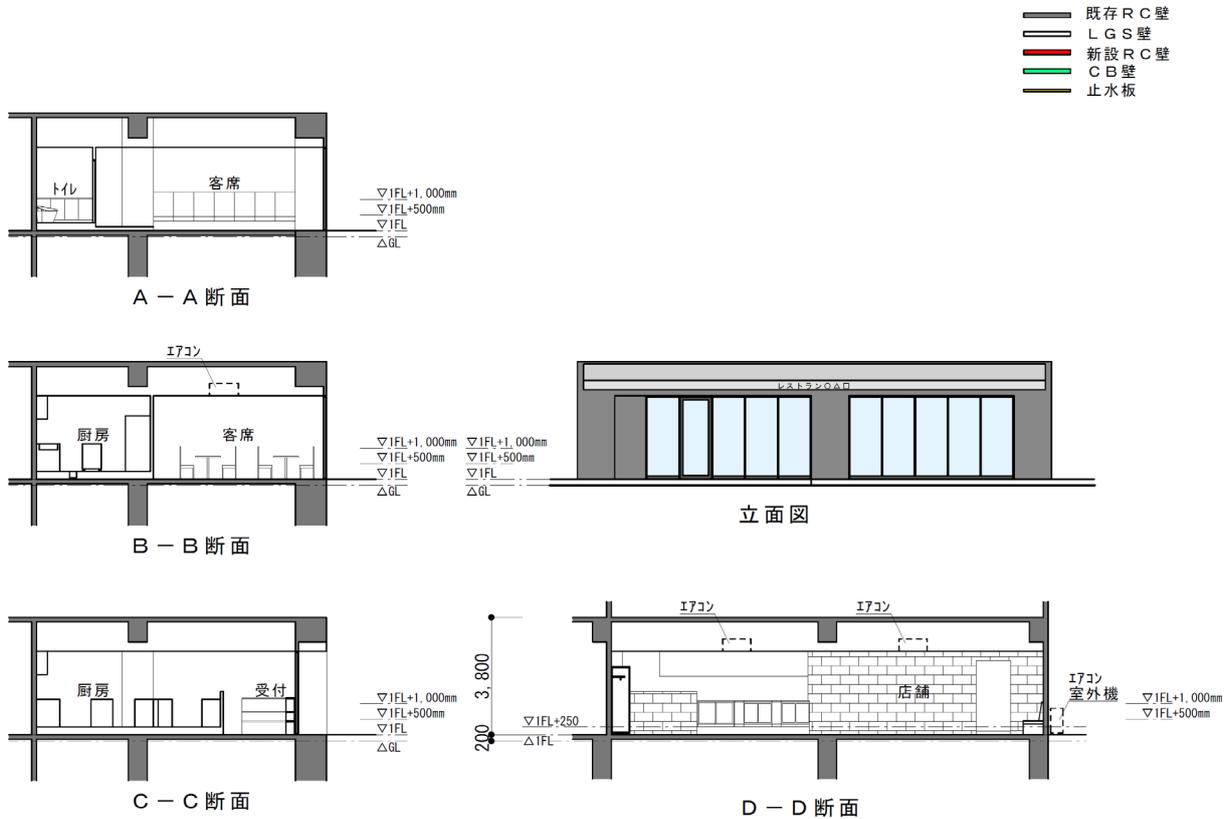


図IV-8 アイソメ図(飲食店モデル・基準案)

※内部がわかるように壁の一部を削除した



図IV-9 平面図(飲食店モデル・基準案)



図IV-10 立面図・断面図(飲食店モデル・基準案)

④ 小規模診療所モデル（歯科医院）

診療ユニット5台程度の歯科医院を想定し、所要室は受付、待合室、カウンセリングルーム、診察室、レントゲン室、消毒準備印象室、院長室、スタッフルーム、トイレ、倉庫及び機械室で構成した。床面高さは受付、待合室及びトイレを基準 FL±0cm、その他の室を基準 FL+25cm とした。診療ユニット用の床下配管・配線や、機械室に設置するバキュームやコンプレッサーから診察室までの配管並びに、消毒準備印象室の床下排水管スペースのため、診察室及び配管経路に関わる室の床は二重床とした。

表IV-10 内装及び下地仕様の想定(小規模診療所モデル)

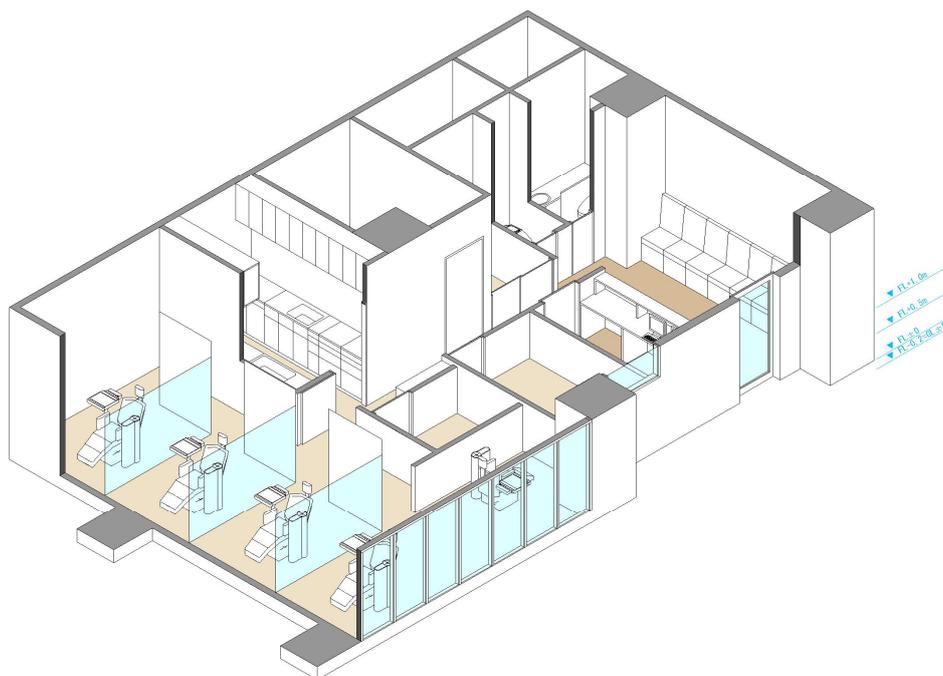
		仕様
床	受付、待合室、トイレ	[仕上] ビニル床シート [下地] 直床
	上記外の診察室等	[仕上] ビニル床シート [下地] 乾式二重床
壁		[仕上] ビニルクロス [下地] 軽量鉄骨下地組・石こうボード
天井		[仕上] 水性ペンキ [下地] 軽量鉄骨下地組

主な内装及び下地の仕様の想定を表IV-10に、主な什器等の想定を表IV-11に示す。

表IV-11 主な什器等の想定(小規模診療所モデル)

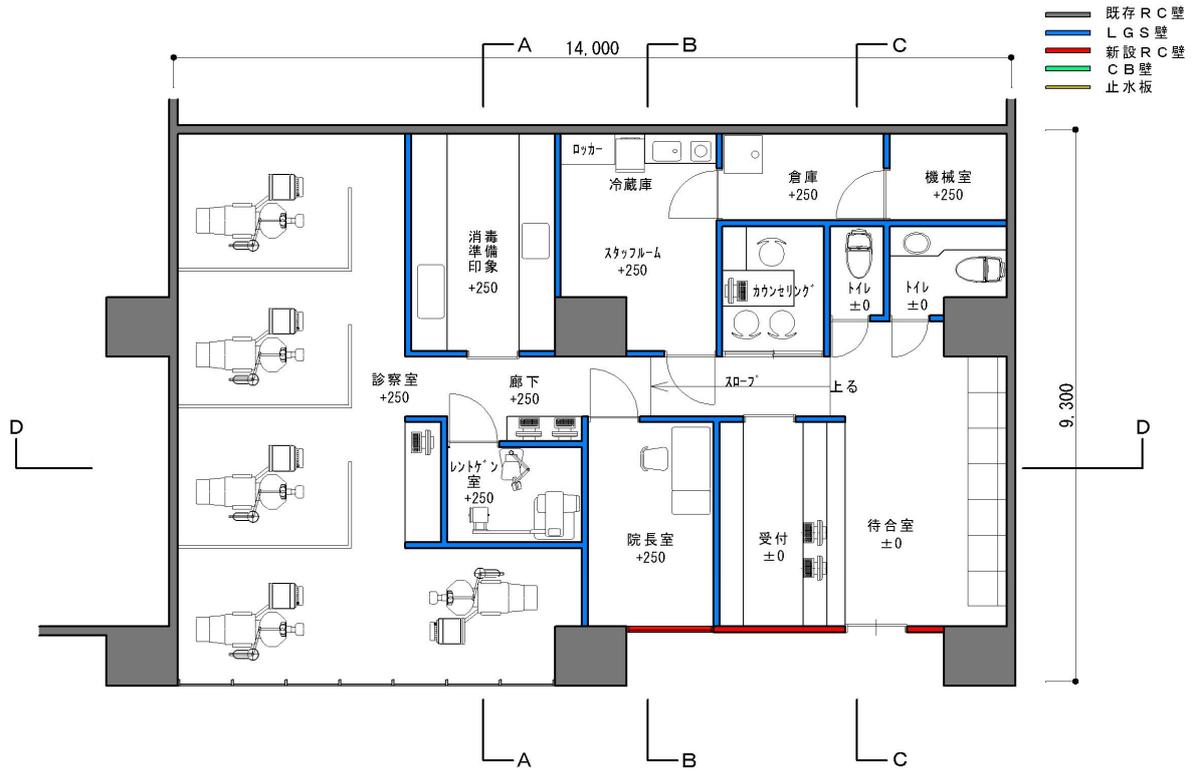
	什器等
受付	電話機、複合機、レジ、シュレッダー
待合室	空気清浄機
カウンセリングルーム	空気清浄機
診察室	診療ユニット、口腔外バキューム、画像診断デジタル機器、歯科用コンピュータ、空気清浄器
レントゲン室	パノラマレントゲン、デンタルレントゲン
消毒準備印象室	消毒準備機器、技工機器
院長室	電話機、ノートPC、プリンター、デスク、イス、スチールキャビネット
スタッフルーム	更衣ロッカー、テーブル、イス、冷蔵庫、電子レンジ
倉庫	アングルラック
機械室	バキューム、コンプレッサー

また、試設計により作成したアイソメ図、平面図、立面図・断面図を示す。

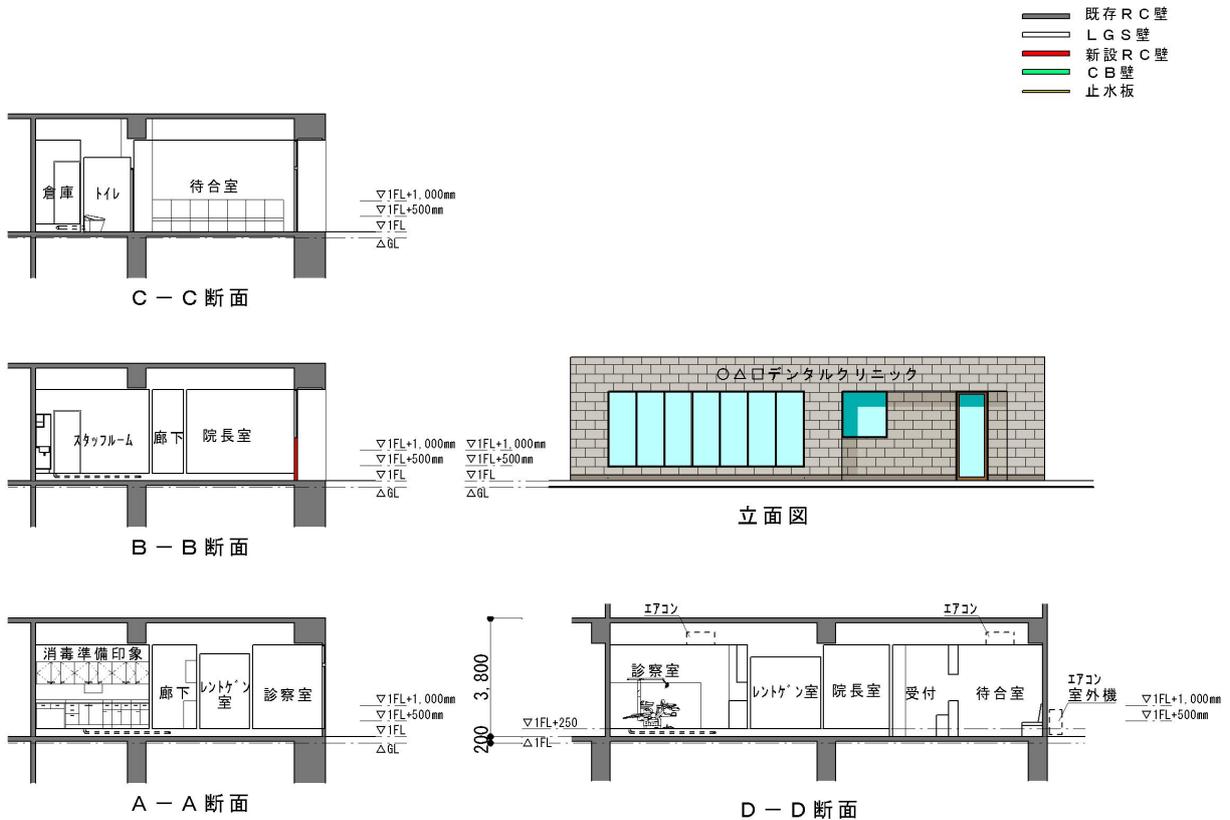


図IV-11 アイソメ図(小規模診療所モデル・基準案)

※内部がわかるように壁の一部を削除した



図IV-12 平面図(小規模診療所モデル・基準案)



図IV-13 立面図・断面図(小規模診療所モデル・基準案)

4.2 浸水対策案の検討と試設計

4.1 で作成した基準案をもとに、3.3 で検討した浸水対策の考え方により、洪水時の財産等被害の低減を意図した「浸水対策案」の試設計を行った。浸水事象を想定した対策案を事業所モデル毎に2通りずつ作成した。

浸水対策案の検討と試設計における前提条件として、浸水は歩道に面する開口面において発生し、他3面のRC造の壁からは浸水が無いものとし、その他の浸水として排水管からの逆流の発生の可能性があるものと想定した。その上で、一般の工務店等が市場に流通する汎用品を用いて、汎用的な技術で施工できるよう留意した。来客及び従業員に関わる機能・見栄え等は基準案に対して大きく変わらないものとし、床面高さ、所要室構成及び什器等の想定は基準案と同じとした。なお、浸水深さは道路面（GL）を基準（浸水深0cm）とし、基準FLを浸水深20cmとした。

1) 浸水対策案1（B）の共通の仕様と計画内容

深さ50cm程度の浸水に対して屋内への浸水を防ぐことに主眼をおき、「ファサードライン（屋内外境界面）における止水」のみを行うもので、全モデルとも内装仕上げ・下地を基準案と同じ設えとする。

止水に関しては、歩道に面する事業所出入口（GL+20cm）に高さ50cmの止水板を設置できる設えとする。上記出入口以外の外壁面は腰壁部分を設け、水深1m程度の水圧を考慮した厚さ22cm程度のRC造とする。なお、既存躯体との打継面は止水対策を施す。

また、排水管部分に屋内浸水防止を目的として逆流防止弁を設置し、室外機を高所に設置する。

2) 浸水対策案2（C）の共通の仕様と計画内容

深さ1m程度の浸水への対策として、「ファサードラインにおける止水」並びに「事業所復旧時の費用・コストの負担軽減を期待できる屋内の設え」を基本的な方針とする。

止水に関しては、歩道に面する事業所出入口（GL+20cm）に高さ100cmの止水板を設置できる設えとし、上記出入口以外の外壁面の仕様や逆流防止弁は、浸水対策案1と同様とする。

また、浸水後の補修、清掃のしやすさの向上のため、屋内の間仕切壁下部、基準FL+100cmまでの範囲は浸水後に洗浄しやすいよう、コンクリートブロック積み腰壁とし、仕上げは水性ペンキとする。屋内の床は浸水後、洗浄しやすいようタイル張り仕上げ又は塗床とし、二重床とする場合はフリーアクセスフロアによる床下地組みとし、浸水後に床下を清掃しやすい設えとする（フリーアクセスフロア下地への仕上げはタイルカーペット）。さらに、壁面収納造作家具は上部と下部の2つのパーツに予め分割して製作し、浸水被害を受けた場合も水深が浅い場合は下部パースのみの修理・交換でとどめることができる作り方とする。カウンターは天板以外の立上り面をRC造に塗装仕上げとして洗浄・消毒で復旧できる部分を増やし、修理・交換部分を少なくする。なお設備については、分電盤、コンセント、空調室外機は床面から高い位置に設置。

さらに、平面計画により高額な機器等を設置する室を区画しやすい、事務所、飲食店、小規模診療所の各モデルでは、屋内に二次止水区画を設ける。間仕切壁下部をコンクリートブロック積みに変えRC造とし、区画の出入口には高さ100cmの止水板を設置する（接地面の床高は、事務所はGL+20cm。飲食店及び小規模診療所はGL+45cm）。なお、基準案は浸水対策案における二次止水区画の設定を考慮した平面計画としている。

3) モデル毎の試設計の具体的内容

各モデルについて、2つの浸水対策案の試設計により作成した図面等を示す。なお、所要室の構成及び、床面高さ、主な什器等の想定は基準案と同じである。

①事務所モデル

浸水対策案1

- ・共通の仕様と計画内容の通り（高さ 50cm の止水板の設置及び外壁腰壁部分を高さ 100cm・厚さ 22cm の RC 造にした）。

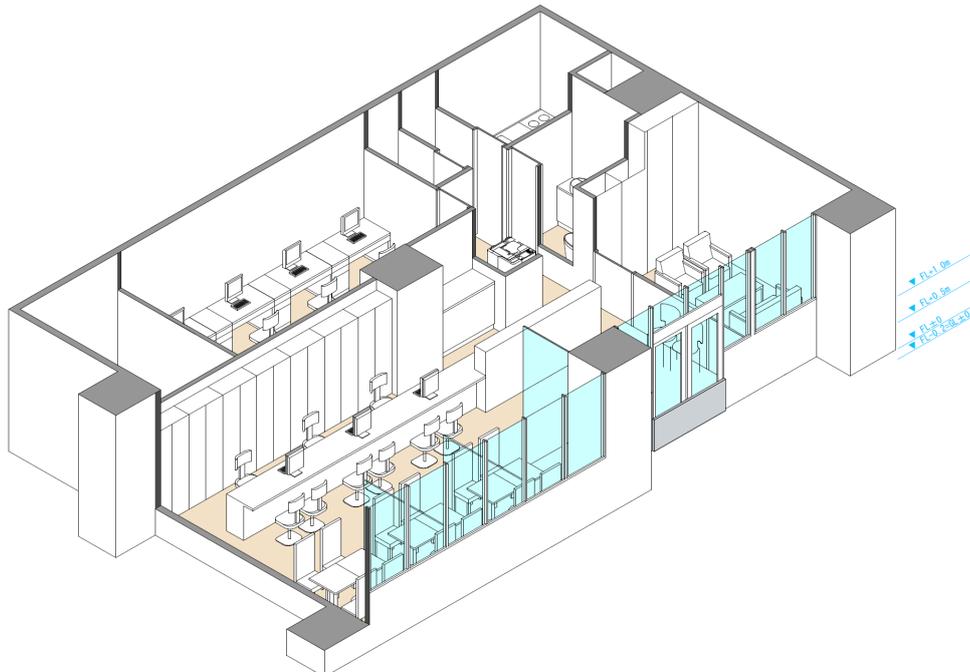
浸水対策案2

- ・二次止水区画は接客スペースから奥の部分に設定し、物件及び顧客情報等の重要情報を保管する事務所、倉庫等のスペース等を対象とした。接客スペースからの経路上1カ所に止水板を設置する計画とし、二次止水区画を形成する間仕切壁の腰壁は RC 造とした。
- ・壁面収納造作家具を、下部パーツを交換しやすいよう分割し、受付カウンターは立上り部分を RC 造とし洗浄しやすい設えとした。
- ・内装及び下地仕様は、表IV-12 の通り。
- ・その他は、共通の仕様と計画内容の通り。

表IV-12 浸水対策案2の内装及び下地仕様の想定（事務所モデル）

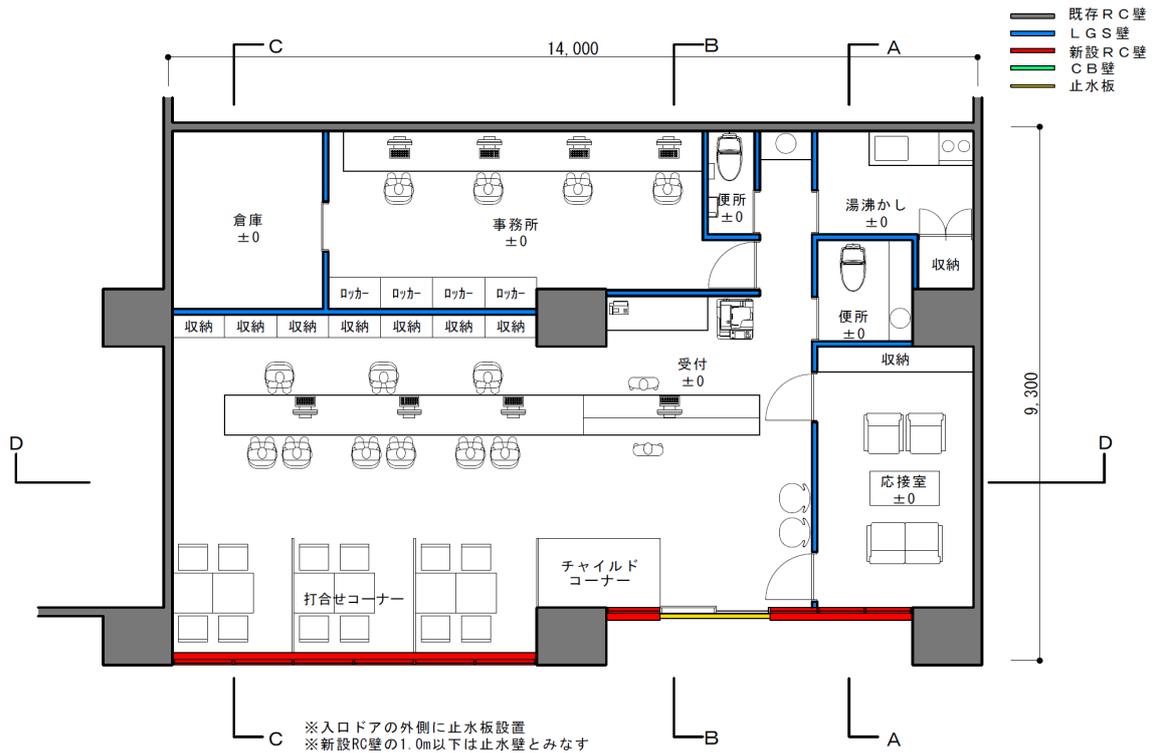
	仕様
床	[仕上] 大判タイル [下地] 直床
壁	FL+0~100cm [仕上] 水性ペンキ [下地] コンクリートブロック又はコンクリート
	FL+100~270cm [仕上] ビニルクロス [下地] 軽量鉄骨下地組・石膏ボード
天井	[仕上] 化粧石膏ボード [下地] 軽量鉄骨下地組

※下線部は基準案と異なる部分

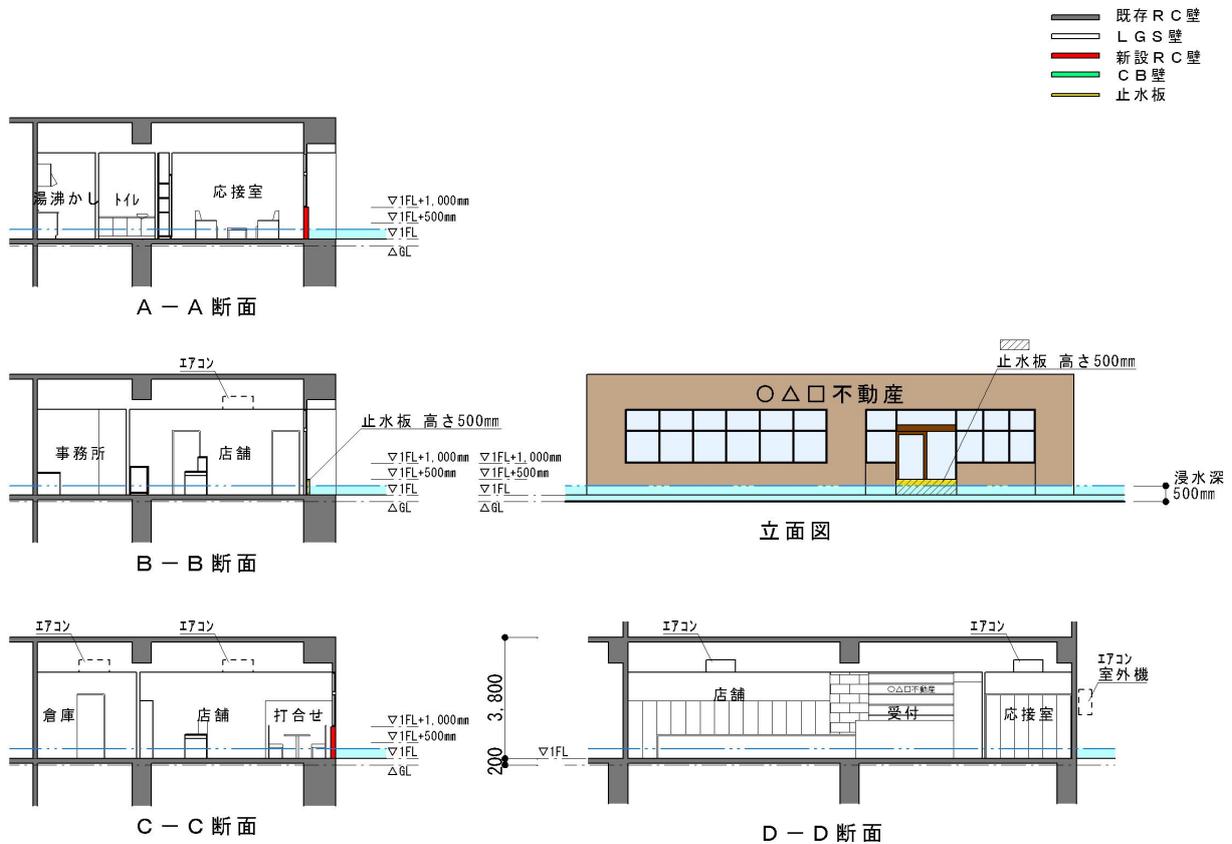


図IV-14 アイソメ図(事務所モデル・浸水対策案1)

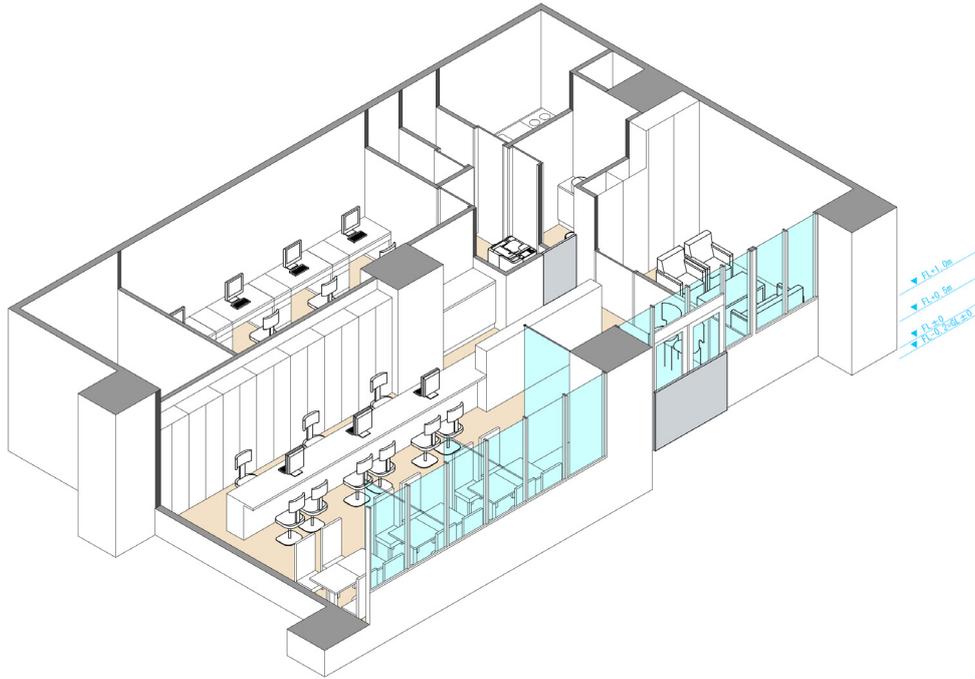
※内部がわかるように壁の一部を削除した



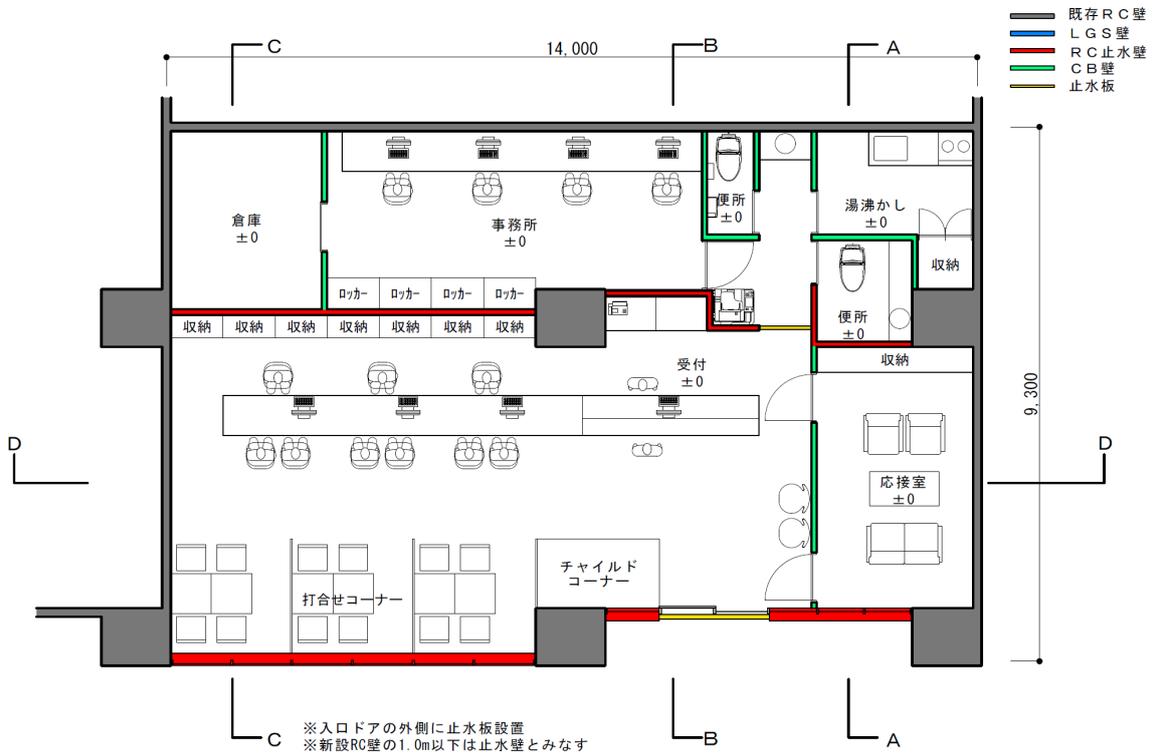
図IV-15 平面図(事務所モデル・浸水対策案1)



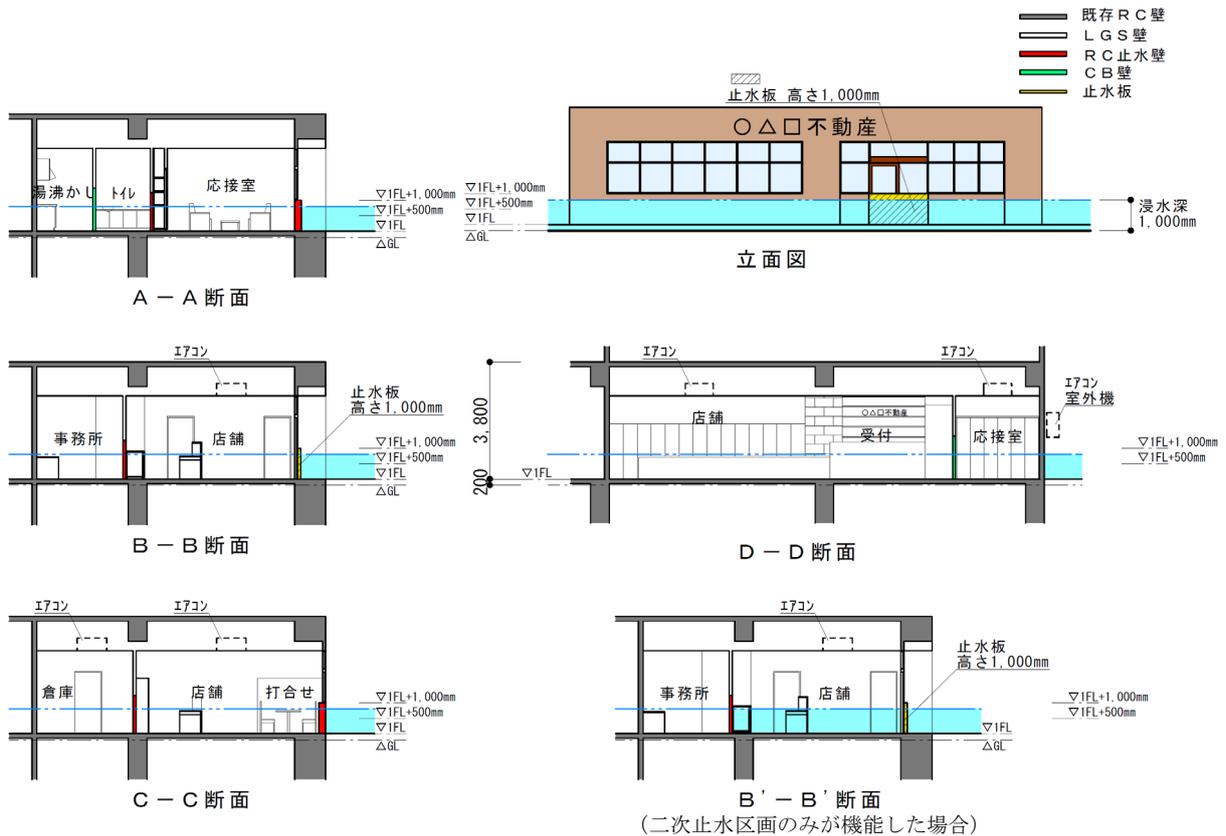
図IV-16 立面図・断面図(事務所モデル・浸水対策案1)



図IV-17 アイソメ図(事務所モデル・浸水対策案2)
※内部がわかるように壁の一部を削除した



図IV-18 平面図(事務所モデル・浸水対策案2)



図IV-19 立面図・断面図(事務所モデル・浸水対策案2)

②物販店モデル

浸水対策案1

- ・共通の仕様と計画内容の通り（高さ 50cm の止水板の設置及び外壁腰壁部分を高さ 100cm ・厚さ 22cm の RC 造にした）。

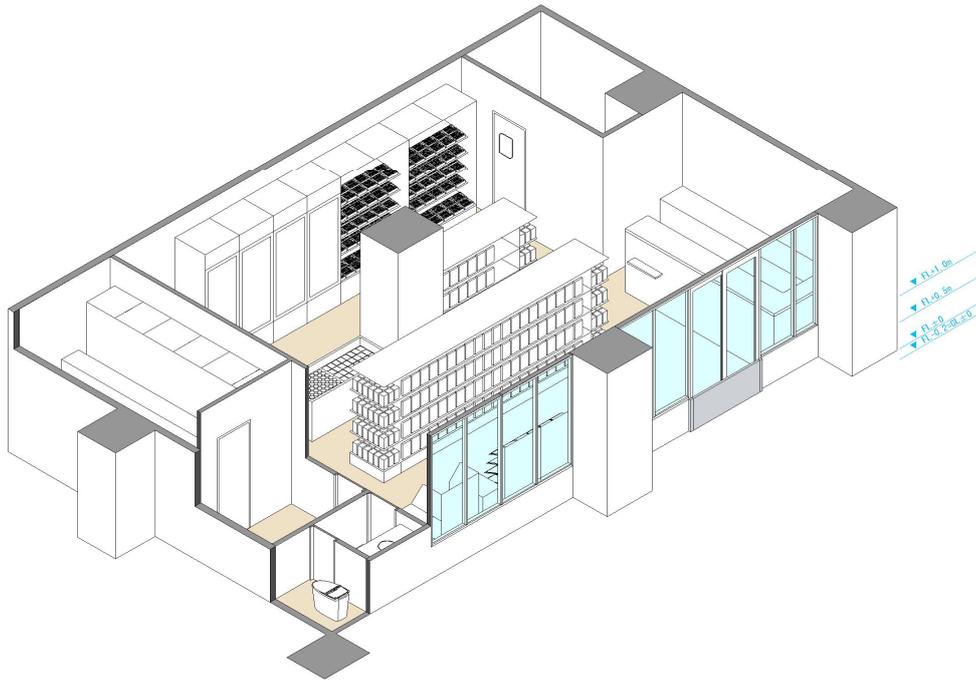
浸水対策案2

- ・冷蔵・冷凍ショーケース等の高額機器はその殆どが売場に設置されており、物販店としての機能を損なわずに二次止水区画を設定するのには適さない、と判断した。
- ・そのため、出入口の止水板高さを 100cm とした点と、内壁 100cm 以下の仕上げを水性ペンキとした以外は、浸水対策案1 と大きな違いはない。
- ・内装及び下地仕様は、表IV-13 の通り。
- ・その他は、共通の仕様と計画内容の通り。

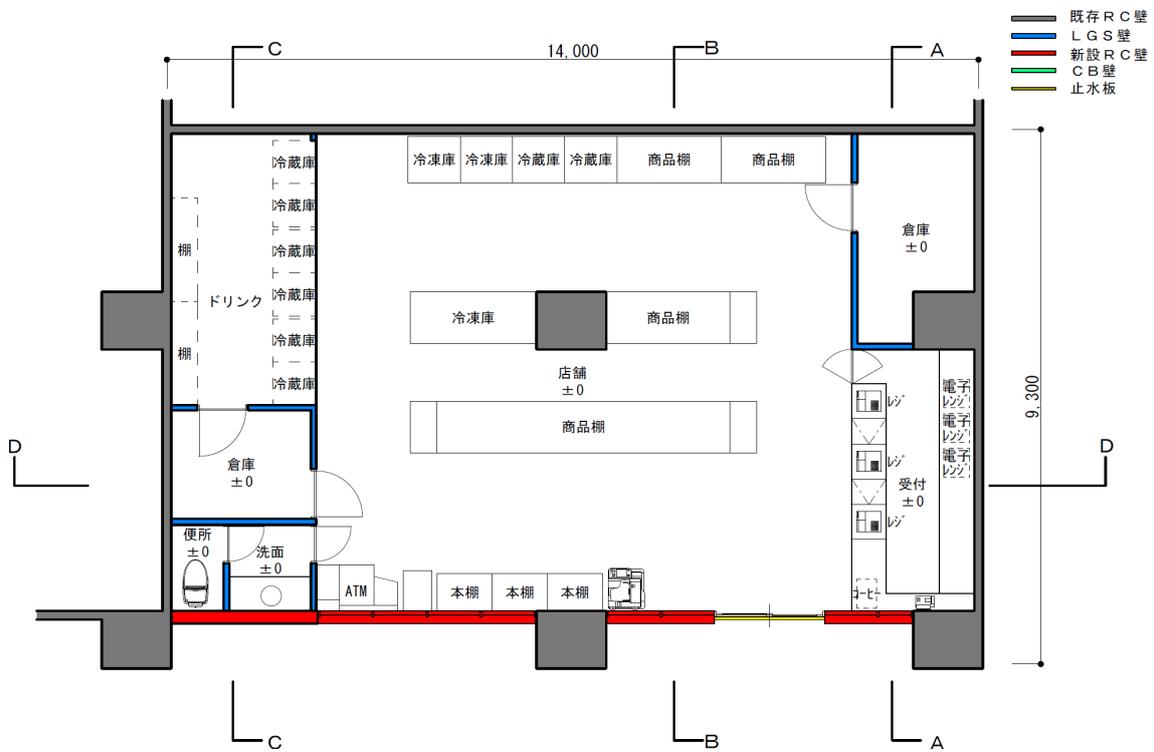
表IV-13 浸水対策案2の内装及び下地仕様の想定 (物販店モデル)

	仕様
床	[仕上] 大判タイル [下地] 直床
壁	FL+0~100cm [仕上] 水性ペンキ [下地] コンクリートブロック又はコンクリート
	FL+100~270cm [仕上] ビニルクロス [下地] 軽量鉄骨下地組・石こうボード
天井	[仕上] 化粧石こうボード [下地] 軽量鉄骨下地組

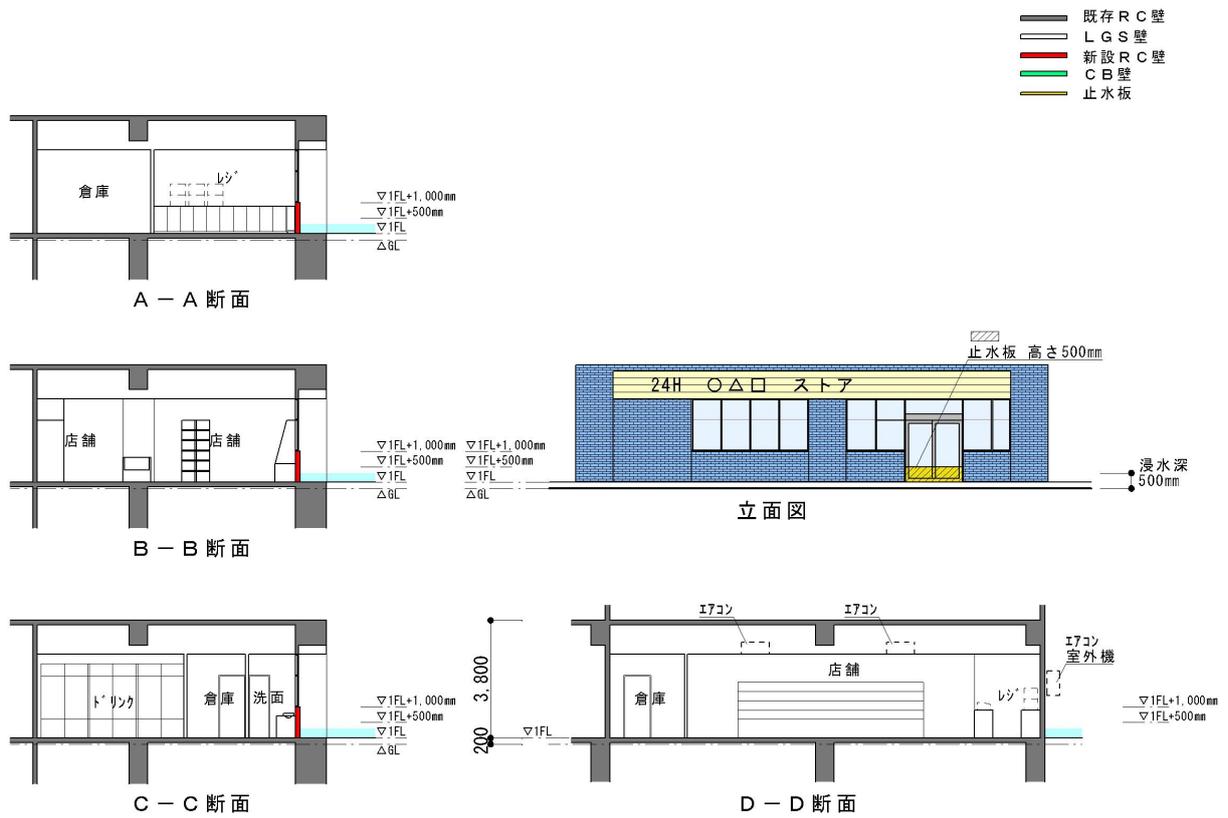
※下線部は基準案と異なる部分



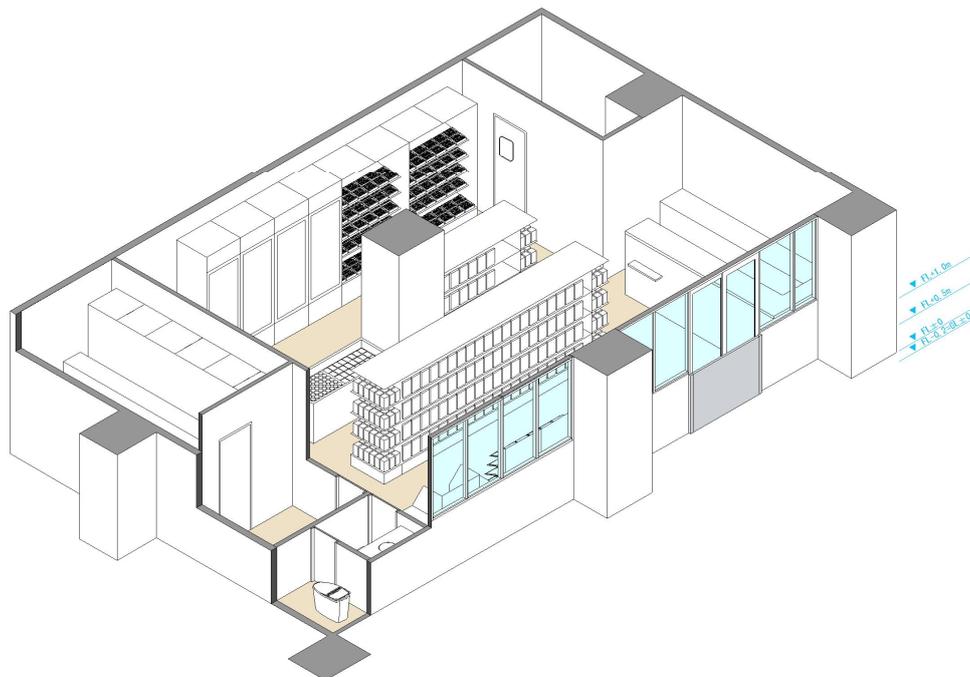
図IV-20 アイソメ図(物販店モデル・浸水対策案1)
 ※内部がわかるように壁の一部を削除した



図IV-21 平面図(物販店モデル・浸水対策案1)

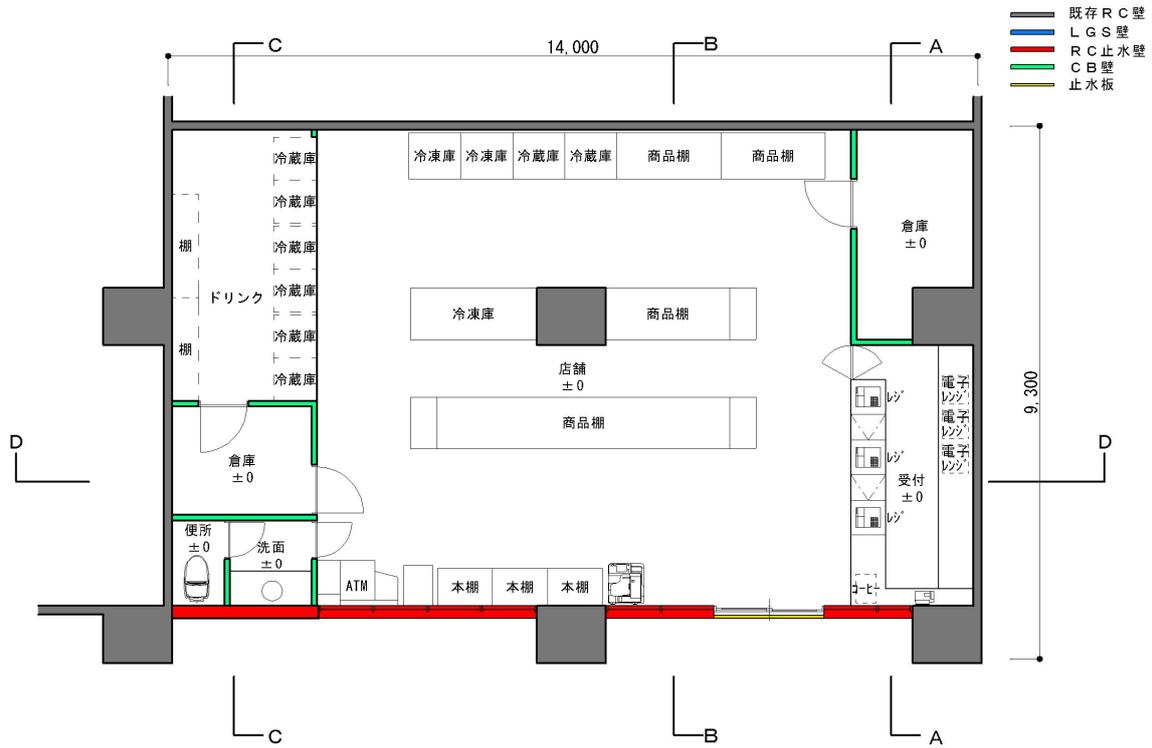


図IV-22 立面図・断面図(物販店モデル・浸水対策案1)

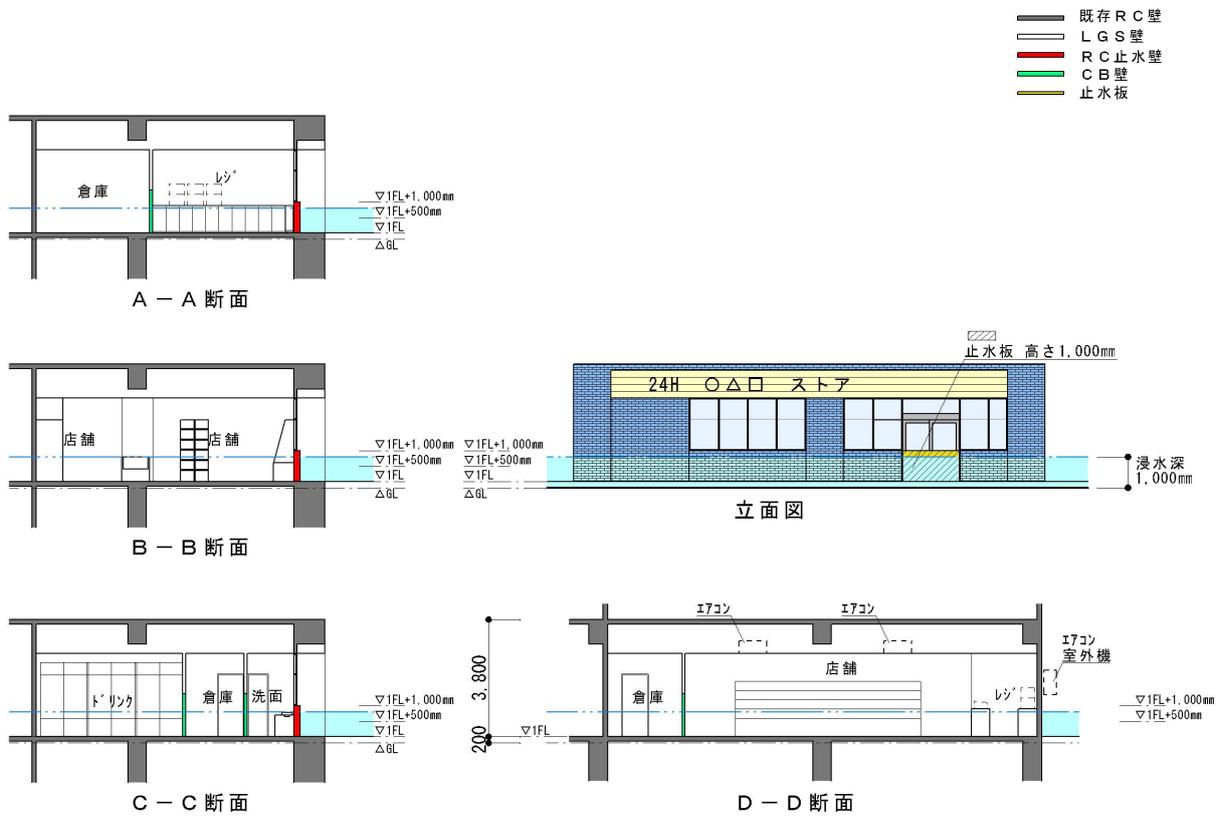


図IV-23 アイソメ図(物販店モデル・浸水対策案2)

※内部がわかるように壁の一部を削除した



図IV-24 平面図(物販店モデル・浸水対策案2)



図IV-25 立面図・断面図(物販店モデル・浸水対策案2)

③飲食店モデル

浸水対策案1

- ・ 共通の仕様と計画内容の通り（高さ 50cm の止水板の設置及び外壁腰壁部分を高さ 100cm ・ 厚さ 22cm の RC 造にした）。

浸水対策案2

- ・ 高額の調理等機器が集まる厨房を二次止水区画とし、止水板を1箇所を設置することで実現可能な平面計画とした。
- ・ 厨房床面は基準 FL+25cm の高さがあり、その上に設置する高さ 100cm の止水板の天端は基準 FL+125cm となる。そのため、止水区画を形成する間仕切壁腰壁部分のコンクリートの高さとその他のコンクリートブロックの腰壁の高さを、止水板の天端高さ以上で、コンクリートブロック 7 段分に相当する基準 FL+140cm に統一した。
- ・ その他は、共通の仕様と計画内容の通り（受付カウンターは立上り部分を RC 造にした）。

表IV-14 浸水対策案2の内装及び下地仕様の想定
 （飲食店モデル）

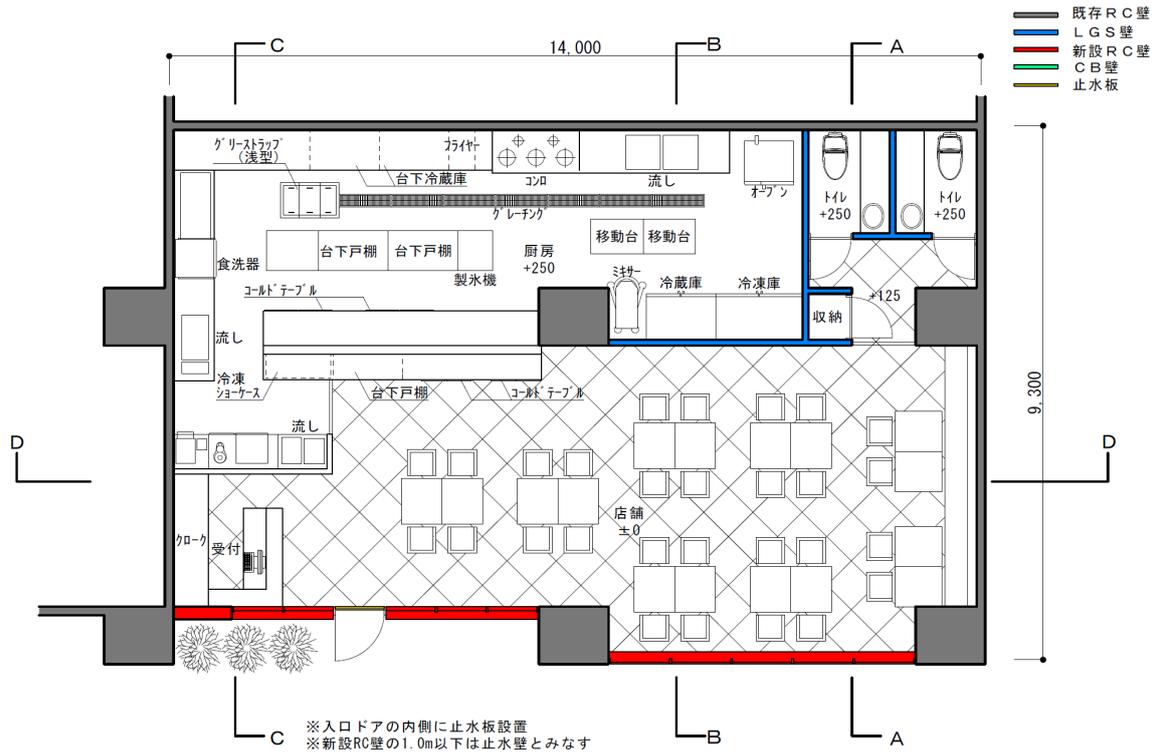
		仕様
床	客席 ほか	[仕上] 大判タイル [下地] 直床
	厨房	[仕上] 塗床 [下地] 直床（軽量コンクリート増し打ち）
壁	客席 ほか	FL+0～100cm [仕上] 水性ペンキ [下地] コンクリートブロック又はコンクリート
		FL+100～270cm [仕上] 水性ペンキ [下地] 軽量鉄骨下地組・石こうボード
	厨房	FL+0～140cm [仕上] ツヤ有水性ペンキ [下地] コンクリートブロック又はコンクリート
		FL+140～270cm [仕上] 水性ペンキ [下地] 軽量鉄骨下地組・ケイカル板
天井	壁 FL+100～270cm の部分と同じ	

※下線部は基準案と異なる部分

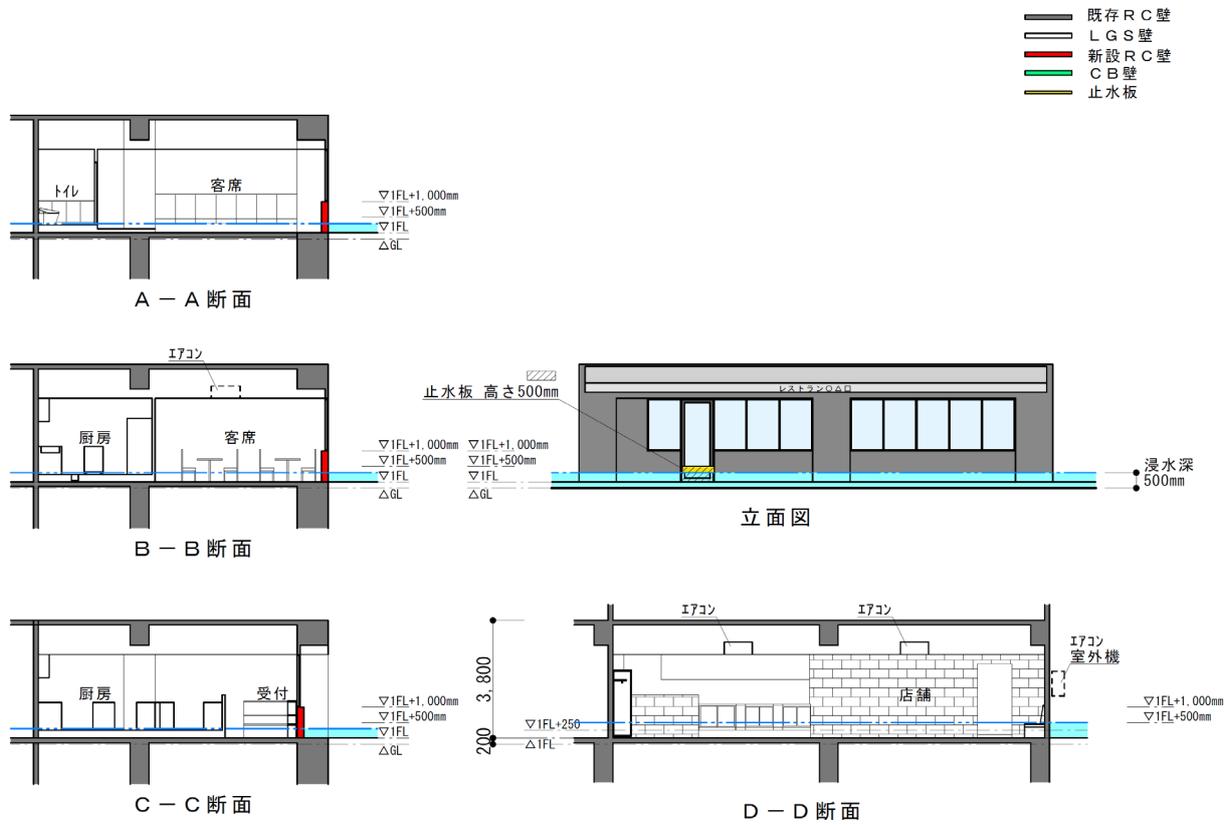


図IV-26 アイソメ図(飲食店モデル・浸水対策案1)

※内部がわかるように壁の一部を削除した



図IV-27 平面図(飲食店モデル・浸水対策案1)

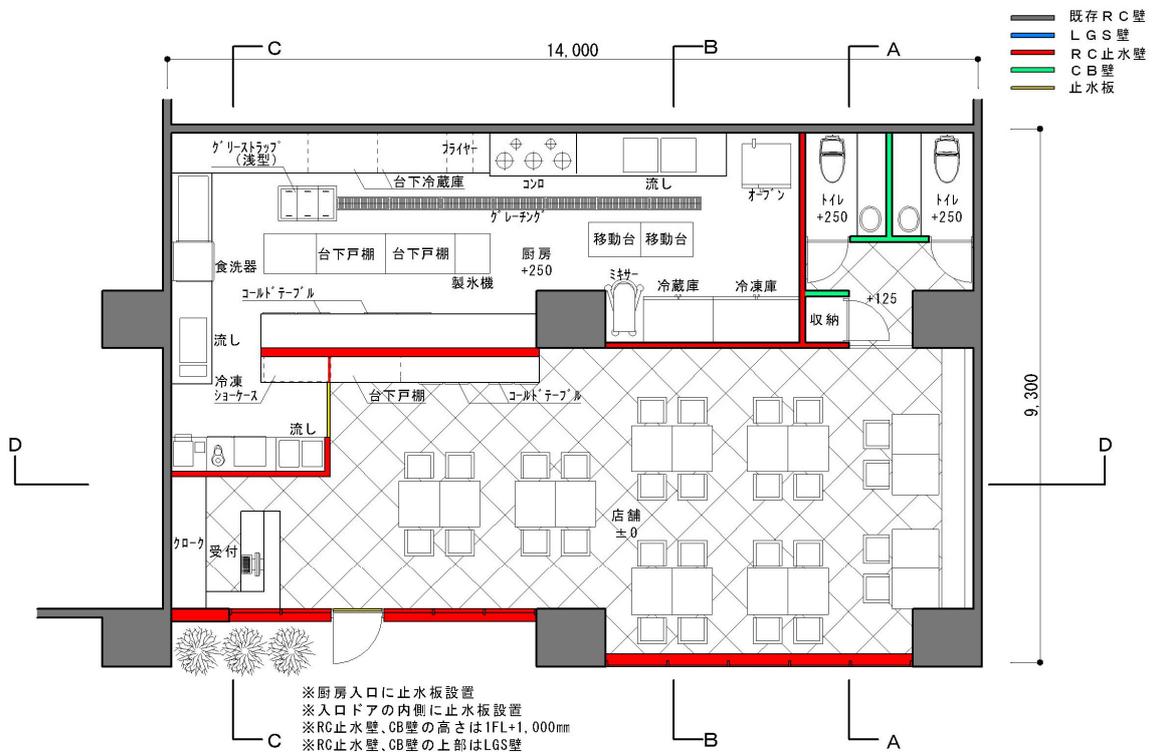


図IV-28 立面図・断面図(飲食店モデル・浸水対策案1)

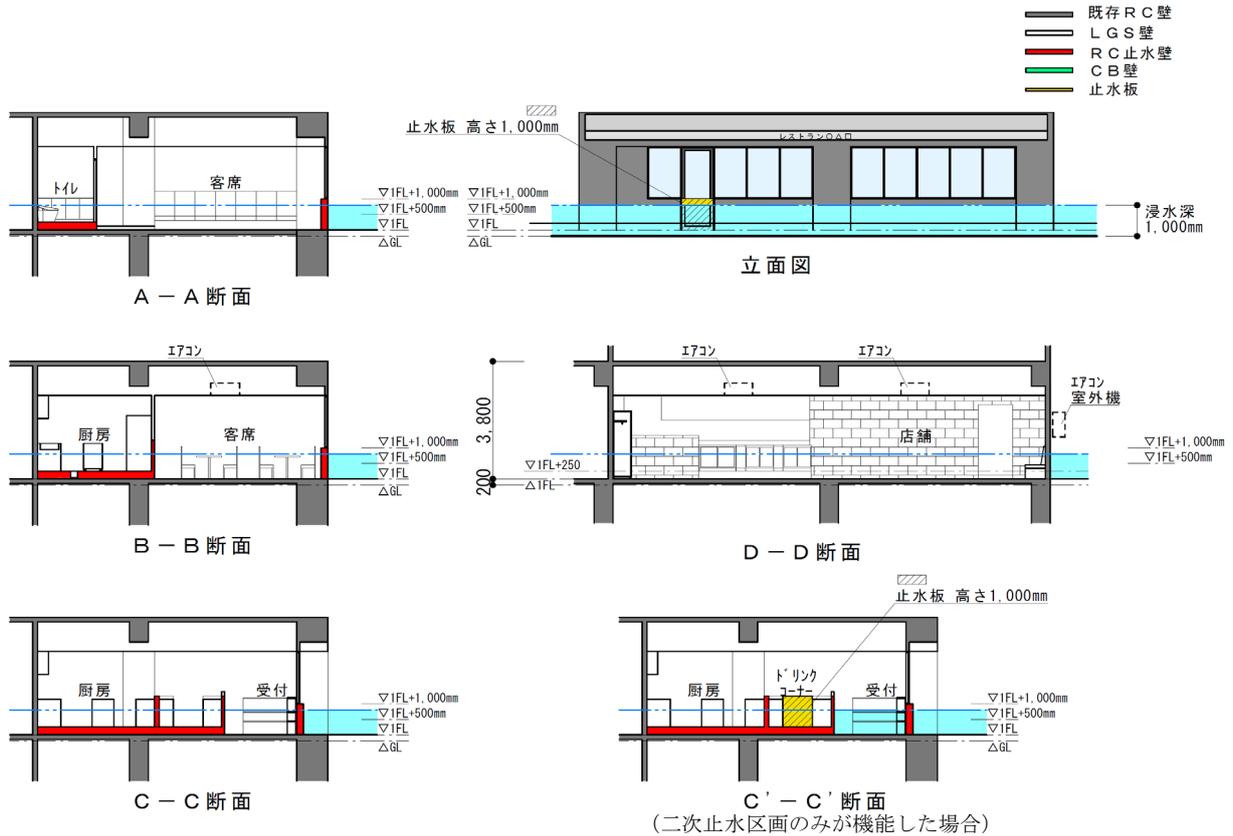


図IV-29 アイソメ図(飲食店モデル・浸水対策案2)

※内部がわかるように壁の一部を削除した



図IV-30 平面図(飲食店モデル・浸水対策案2)



図IV-31 立面図・断面図(飲食店モデル・浸水対策案2)

④小規模診療所モデル

浸水対策案1

- ・共通の仕様と計画内容の通り（高さ 50cm の止水板の設置及び外壁腰壁部分を高さ 100cm ・厚さ 22cm の RC 造にした）。

浸水対策案2

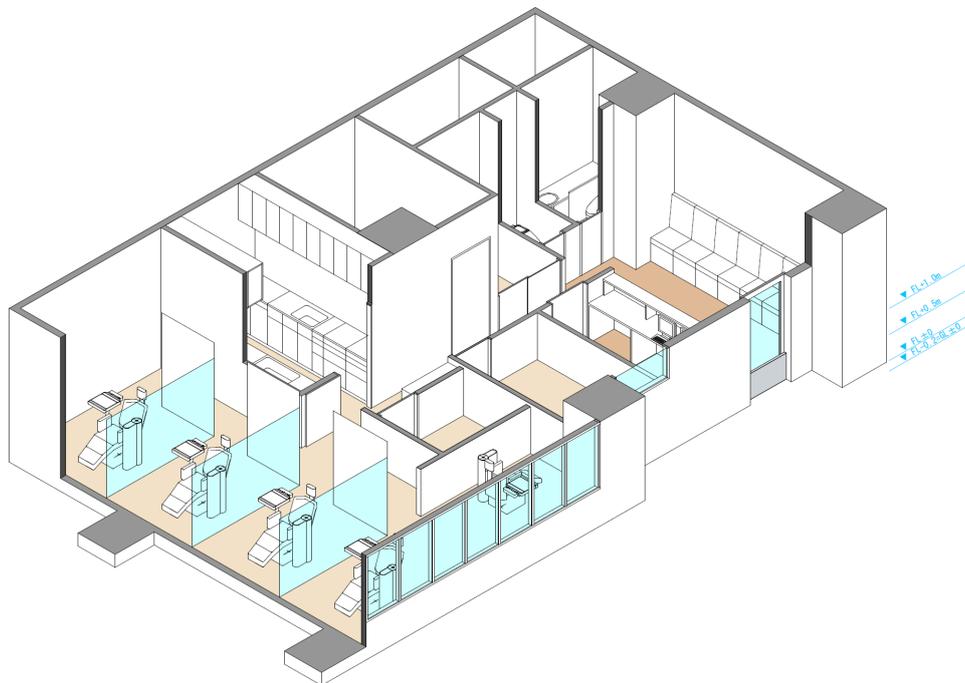
- ・高額の特機が集中して設置される診察室、レントゲン室、消毒準備印象室を含む範囲を二次止水区画に設定した。
- ・区画内床面は 1FL+25cm の高さであり、高さ 100cm の止水板の天端は 1FL+125cm となる。そのため、止水区画を形成する間仕切壁腰壁部分のコンクリートの高さとその他のコンクリートブロックの腰壁の高さを、コンクリートブロック 7 段分に相当する基準 FL+140cm に統一した。止水区画を形成する間仕切壁の給排水管路や医療用管路の壁貫通部（床下）周りは、止水措置を講じる。
- ・機械室のコンプレッサー及びバキュームは架台を設け、1FL+100cm 以上の位置に設置した。

表IV-15 内装及び下地仕様の想定(小規模診療所モデル)

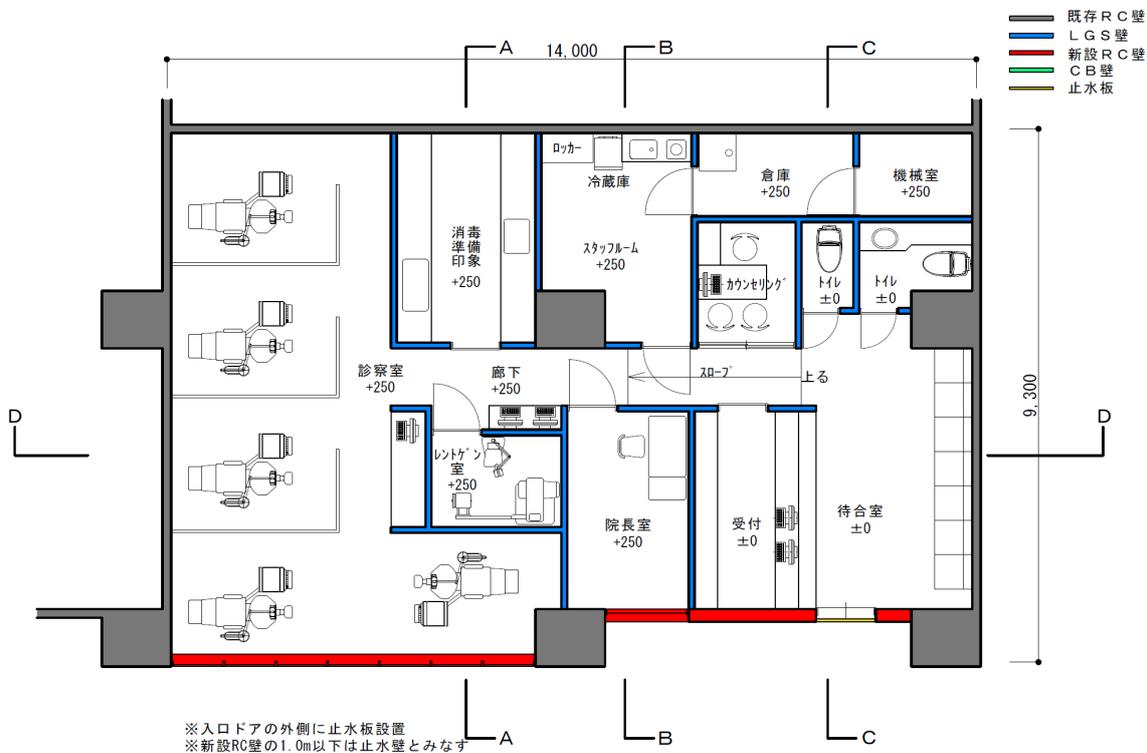
		仕様
床	受付、待合室、トイレ	[仕上] 大判タイル [下地] 直床
	上記外の診察室等	[仕上] タイルカーペット [下地] フリーアクセスフロア
壁		FL+0~100cm [仕上] 水性ペンキ [下地] コンクリートブロック又はコンクリート
		FL+100~270cm [仕上] 水性ペンキ [下地] 軽量鉄骨下地組・石こうボード
天井		[仕上] 水性ペンキ [下地] 軽量鉄骨下地組

※下線部は基準案と異なる部分

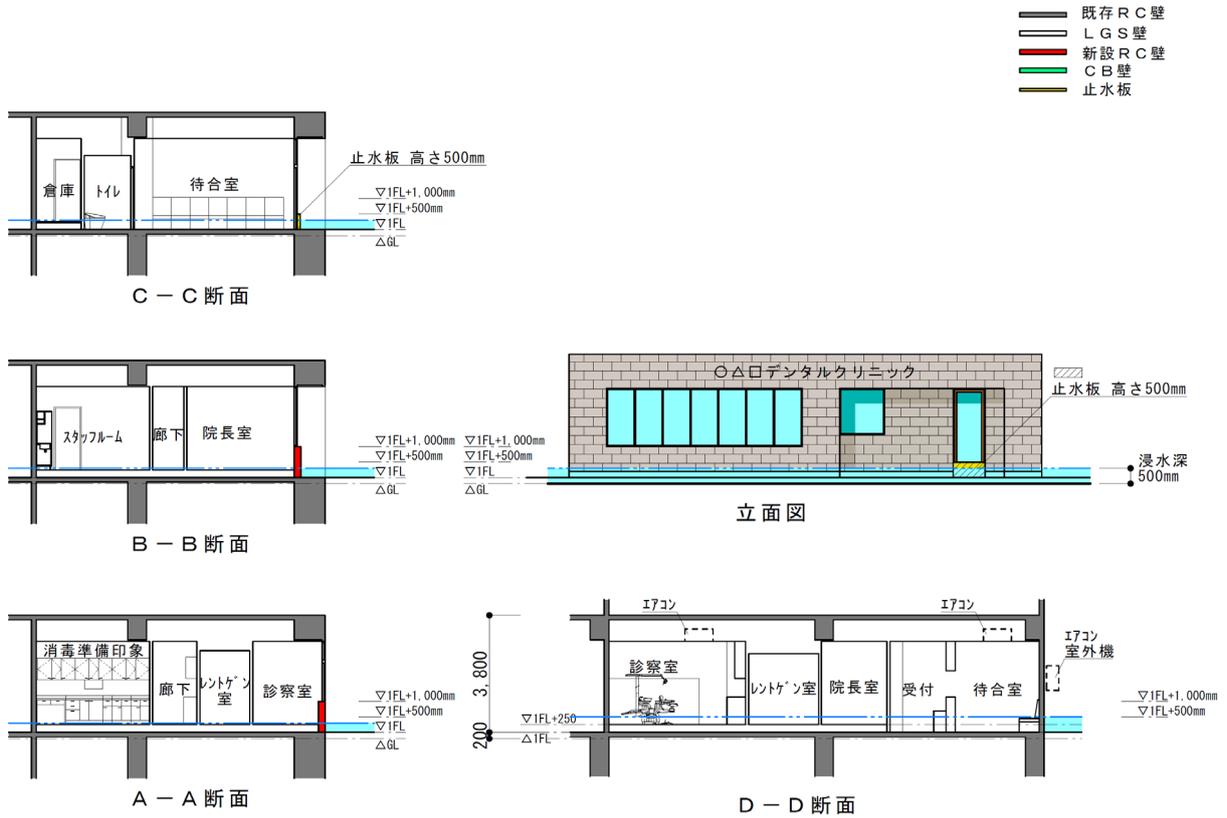
- ・壁面収納造作家具（カルテ棚）は下部を交換できるように分割し、最上段にサーバーを設置する。
- ・高床は床下空間を容易に確認・清掃できるように取外しの容易な仕様の床下地とした。
- ・その他は、共通の仕様と計画内容の通り（受付カウンターは立上り部分をRC造にした）。



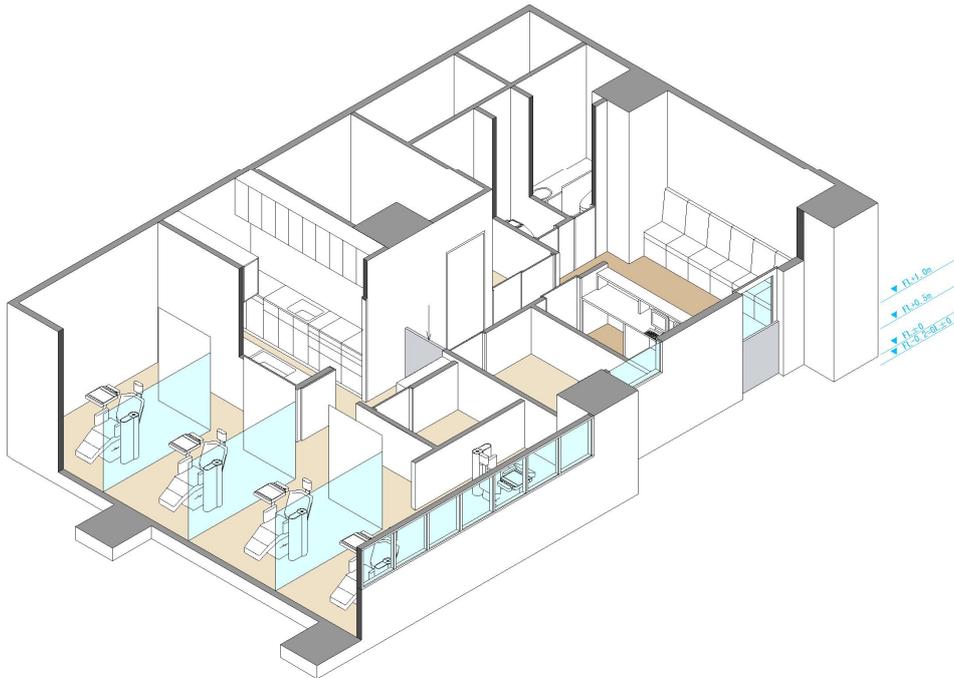
図IV-32 アイソメ図（小規模診療所モデル・浸水対策案1）
 ※内部がわかるように壁の一部を削除した



図IV-33 平面図（小規模診療所モデル・浸水対策案1）

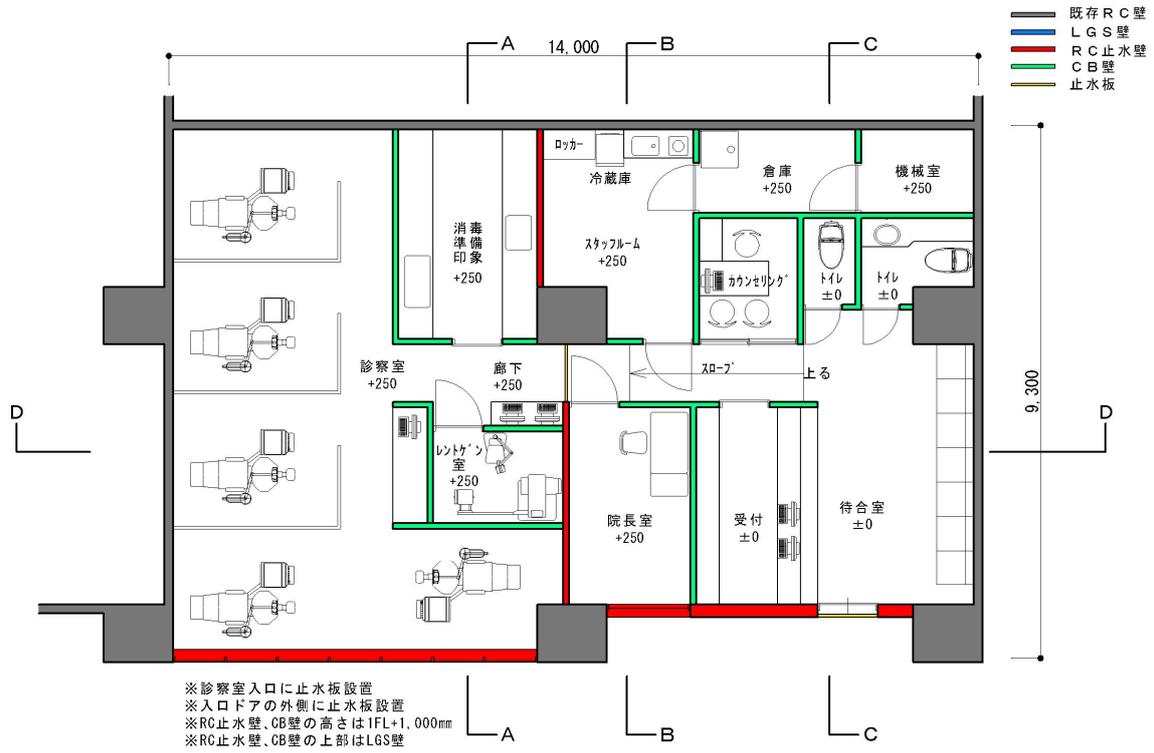


図IV-34 立面図・断面図(小規模診療所モデル・浸水対策案1)

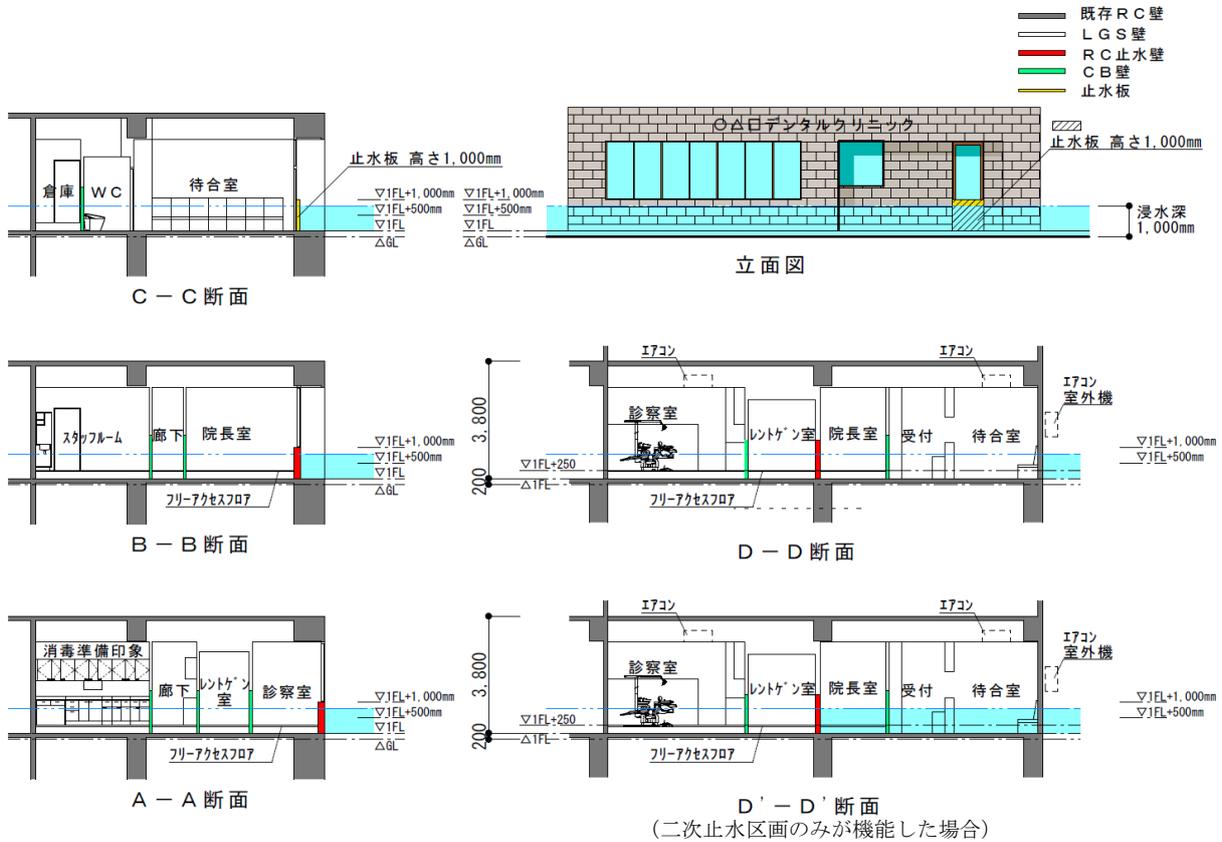


図IV-35 アイソメ図(小規模診療所モデル・浸水対策案2)

※内部がわかるように壁の一部を削除した



図IV-36 平面図(小規模診療所モデル・浸水対策案2)



図IV-37 立面図・断面図(小規模診療所モデル・浸水対策案2)

5. 実現コストと修復費用の推計

5.1 試設計の実現コストの算出

1) 基準案の実現コスト

基準案及び浸水対策案の試設計に基づき、店舗内装工事等の経験豊富な工務店の協力を得て、建築コストを算出した¹⁾。物販店モデル及び小規模診療所モデルについては、同程度の規模の工事費に関する既存資料も参考とした。なお、建築コストには設計費用等を含めていない。結果を、工事項目毎の内訳のモデル間の差異がわかる形で、表IV-16に示す。また参考として、前節(4.1)で想定した、事業所に置かれる主な什器等の取得に要する費用も外数として示す。

コストの内訳をみると業種・業態により異なっている。直接工事費の中で、事務所モデル及び小規模診療所モデルは造作家具・木製建具工事費の占める割合が大きく、前者は既製品の建具及び壁面収納家具、後者は収納等の造作家具及びパーティションなどに代表される。物販店モデル及び飲食店モデルは空調換気設備工事費の占める割合が大きく、前者は冷凍機関連設備工事及びショーケース室外機、後者は客席空調設備及び排気設備などに代表される。

建築コストと什器等費用との関係を見ると、物販店モデル（冷蔵庫等）及び小規模診療所モデル（医療機器等）で什器等費用の方が多くなっている。全体として、小規模診療所モデルの実現コストが最大で、事務所モデルが最小となる。

表IV-16 事業所モデル(A.基準案)の建築費用・実現コスト

項目	①事務所モデル (不動産取引仲介店舗)	②物販店モデル (食品等小売店)	③飲食店モデル (洋食レストラン)	④小規模診療所 モデル(歯科医院)
仮設工事	687,050 (4.5%)	687,050 (4.3%)	835,500 (3.9%)	835,500 (3.0%)
軽鉄ボード工事	1,400,300 (9.2%)	1,235,100 (7.8%)	1,280,100 (6.0%)	2,326,300 (8.3%)
左官タイル工事	161,000 (1.1%)	1,178,000 (7.4%)	1,429,700 (6.7%)	326,000 (1.2%)
塗装工事	315,000 (2.1%)	315,000 (2.0%)	1,351,000 (6.3%)	1,007,000 (3.6%)
内装仕上工事	1,477,600 (9.7%)	311,250 (2.0%)	1,067,600 (5.0%)	2,790,900 (9.9%)
造作家具・木製建具工事	2,981,000 (19.6%)	763,050 (4.8%)	2,807,000 (13.2%)	9,773,660 (34.7%)
サッシ・ガラス工事	1,601,000 (10.6%)	1,601,000 (10.1%)	1,433,000 (6.7%)	1,601,000 (5.7%)
看板・サイン工事	558,000 (3.7%)	2,272,700 (14.3%)	478,000 (2.2%)	478,000 (1.7%)
電気設備工事	1,950,000 (12.9%)	2,243,370 (14.2%)	2,415,000 (11.3%)	2,659,870 (9.4%)
空調換気設備工事	2,330,000 (15.4%)	3,201,300 (20.2%)	4,425,000 (20.8%)	2,812,010 (10.0%)
給排水衛生設備工事	1,035,000 (6.8%)	1,364,300 (8.6%)	3,088,000 (14.5%)	2,864,900 (10.2%)
防災設備工事	675,000 (4.4%)	675,000 (4.3%)	675,000 (3.2%)	675,000 (2.4%)
直設工事費	15,170,950 (100%)	15,847,120 (100%)	21,284,900 (100%)	28,150,140 (100%)
諸経費(直工10%想定)	1,517,100	1,584,710	2,128,490	2,815,010
工事価格	16,688,050	17,431,830	23,413,390	30,965,150
消費税相当額	1,668,805	1,743,183	2,341,339	3,096,510
総額	18,356,855	19,175,013	25,754,729	34,061,660
総額(丸目)	18,400,000	19,200,000	25,800,000	34,100,000
参考: 什器等費用(外数)	5,200,000	9,600,000	9,000,000	38,300,000

2) 浸水対策案の建築コスト

同様にして、浸水対策案の建築コストを算出した。浸水対策案の什器等取得費用は基準案と同額のため、建築コストの増分が実現コストの増分となる。表IV-17に業種を比較できる形で、基準案(A)からの増分の形で示した。業種に関係なく、止水区画の設定にかかわる左官タイル工事及び止水板に係わる費用が増大し、代わりに軽鉄ボード及び塗装の費用が減少している。

浸水対策案1 (B) の追加的建築コストの割合は約 8~14%で、追加的コスト自体の差は比較的少なく、分母となる基準案の建築コストが小さいと追加的コストの割合が大きくなる（特に事務所モデル及び物販店モデル）。浸水対策案2 (C) の追加的建築コストの割合は約 17~37%で、物販店モデルは二次止水区画を設定しないことから、追加的コストとその割合が小さくなる。

表IV-17 基準案及び浸水対策案の実現コストの比較（内数も含めて諸経費及び消費税10%相当額を加算）

①事務所モデル(不動産取引仲介業店舗)				②物販店モデル(食品等小売店)			
	A. 基準案	B. 浸水対策案1	C. 浸水対策案2		A. 基準案	B. 浸水対策案1	C. 浸水対策案2
建築コスト	18,400千円	20,900千円	25,200千円	建築コスト	19,200千円	21,800千円	22,400千円
追加的コスト 左官タイル工事 止水板(内数※)		+2,500千円 (+1,445千円) (+1,210千円)	+6,800千円 (+4,690千円) (+3,146千円)	追加的コスト 左官タイル工事 止水板(内数※)		+2,600千円 (+1,445千円) (+1,210千円)	+3,200千円 (+1,747千円) (+1,573千円)
コスト比	100%	113.6%	137.0%	コスト比	100%	113.5%	116.7%

③飲食店モデル(洋食レストラン)				④小規模診療所モデル(歯科医院)			
	A. 基準案	B. 浸水対策案1	C. 浸水対策案2		A. 基準案	B. 浸水対策案1	C. 浸水対策案2
建築コスト	25,800千円	28,500千円	33,100千円	建築コスト	34,100千円	36,700千円	42,700千円
追加的コスト 左官タイル工事 止水板(内数※)		+2,700千円 (+1,500千円) (+1,210千円)	+7,300千円 (+4,190千円) (+3,146千円)	追加的コスト 左官タイル工事 止水板(内数※)		+2,600千円 (+1,445千円) (+1,210千円)	+8,600千円 (+4,145千円) (+3,146千円)
コスト比	100%	110.5%	128.3%	コスト比	100%	107.6%	125.2%

※左官タイル工事費が増える一方で、軽鉄ボード及び塗装の工事費は減少するため追加的コストを上回る場合が多い

以下では、モデル毎に実現コストの内訳を工事項目別に示す。

① 事務所モデル（不動産取引仲介業店舗）

不動産取引仲介業店舗（事務所モデル）の試設計実現コスト概算額、基準案を1とした時の比率及び基準案との差額は、浸水対策案1で約 20,900千円、基準案の約 1.14倍、差額約 2,500千円、浸水対策案2で約 25,200千円、基準案の約 1.37倍、差額 6,800千円となる。

表IV-18 事務所モデルにおける浸水対策費用

項目	基準案	浸水対策案1	浸水対策案2
仮設工事	687,050	±0	±0
軽鉄ボード工事	1,400,300	±0	-165,200
左官タイル工事	161,000	+1,194,000	+3,876,000
塗装工事	315,000	±0	+210,600
内装仕上工事	1,477,600	±0	-831,600
造作家具・木製建具工事	2,981,000	±0	±0
サッシ・ガラス工事	1,601,000	-148,000	-148,000
看板・サイン工事	558,000	±0	±0
止水板	0	+1,000,000	+2,600,000
電気設備工事	1,950,000	±0	±0
空調換気設備工事	2,330,000	±0	±0
給排水衛生設備工事	1,035,000	+96,000	+96,000
防災設備工事	675,000	±0	±0
直設工事費	15,170,950	+2,142,000	+5,637,800
建築コスト(経費・税込・丸目)※	18,400,000	+2,500,000	+6,800,000
コスト比	(1.00)	(1.14)	(1.37)

※元の額で計算した上で差額を算出しているため、差額での計算結果と一致しない場合がある

② 物販店モデル（食品等小売店）

食品等小売店（物販店モデル）の試設計実現コスト概算額、基準案を1とした時の比率及び基準案との差額は、浸水対策案1で約21,800千円、基準案の約1.14倍、差額約2,600千円、浸水対策案2で約22,400千円、基準案の約1.17倍、差額3,200千円となる。食品等小売店の浸水対策案2には二次止水区画の計画がされていないため、他のモデルと比較して浸水対策案2の差額が小さくなる。

表IV-19 物販店モデルにおける浸水対策費用

項目	基準案	浸水対策案1	浸水対策案2
仮設工事	687,050	±0	±0
軽鉄ボード工事	1,235,100	±0	-106,400
左官タイル工事	1,178,000	+1,194,000	+1,444,000
塗装工事	315,000	±0	+215,800
内装仕上工事	311,250	±0	-99,000
造作家具・木製建具工事	763,050	±0	±0
サッシ・ガラス工事	1,601,000	-148,000	-148,000
看板・サイン工事	2,272,700	±0	±0
止水板	0	+1,000,000	+1,300,000
電気設備工事	2,243,370	±0	±0
空調換気設備工事	3,201,300	±0	±0
給排水衛生設備工事	1,364,300	+96,000	+96,000
防災設備工事	675,000	±0	±0
直設工事費	15,847,120	+2,142,000	+2,702,400
建築コスト(経費・税込・丸目)	19,200,000	+2,600,000	+3,200,000
コスト比	(1.00)	(1.13)	(1.17)

※元の額で計算した上で差額を算出しているため、差額での計算結果と一致しない場合がある

③ 飲食店モデル（洋食レストラン）

洋食レストラン（飲食店モデル）の試設計実現コスト概算額、基準案を1とした時の比率及び基準案との差額は、浸水対策案1で約28,500千円、基準案の約1.10倍、差額約2,700千円、浸水対策案2で約33,100千円、基準案の約1.28倍、差額7,300千円となる。

表IV-20 飲食店モデルにおける浸水対策費用

項目	基準案	浸水対策案1	浸水対策案2
仮設工事	835,500	±0	±0
軽鉄ボード工事	1,280,100	±0	-197,800
左官タイル工事	1,429,700	+1,240,000	+3,463,000
塗装工事	1,351,000	+105,000	+318,000
内装仕上工事	1,067,600	±0	-45,600
造作家具・木製建具工事	2,807,000	±0	±0
サッシ・ガラス工事	1,433,000	-144,000	-144,000
看板・サイン工事	478,000	±0	±0
止水板	0	+1,000,000	+2,600,000
電気設備工事	2,415,000	±0	±0
空調換気設備工事	4,425,000	±0	±0
給排水衛生設備工事	3,088,000	+96,000	+96,000
防災設備工事	675,000	±0	±0
直設工事費	21,284,900	+2,297,000	+6,089,600
建築コスト(経費・税込・丸目)	25,800,000	+2,700,000	+7,300,000
コスト比	(1.00)	(1.10)	(1.28)

※元の額で計算した上で差額を算出しているため、差額での計算結果と一致しない場合がある

④ 小規模診療所モデル（歯科医院）

歯科医院（小規模診療所モデル）の試設計実現コスト概算額、基準案を1とした時の比率及び基準案との差額は、浸水対策案1で約36,700千円、基準案の約1.08倍、差額約2,600千円、浸水対策案2で約42,700千円、基準案の約1.25倍、差額8,600千円となる。

表IV-21 小規模診療所モデルにおける浸水対策費用

項目	基準案	浸水対策案1	浸水対策案2
仮設工事	835,500	±0	±0
軽鉄ボード工事	2,326,300	±0	-424,100
左官タイル工事	326,000	+1,194,000	+3,425,250
塗装工事	1,007,000	±0	+522,600
内装仕上工事	2,790,900	±0	+1,047,800
造作家具・木製建具工事	9,773,660	±0	±0
サッシ・ガラス工事	1,601,000	-148,000	-148,000
看板・サイン工事	478,000	±0	±0
止水板	0	+1,000,000	+2,600,000
電気設備工事	2,659,870	±0	±0
空調換気設備工事	2,812,010	±0	±0
給排水衛生設備工事	2,864,900	+96,000	+96,000
防災設備工事	675,000	±0	±0
直設工事費	28,150,140	+2,142,000	+7,119,550
建築コスト(経費・税込・丸目)	34,100,000	+2,600,000	+8,600,000
コスト比	(1.00)	(1.08)	(1.25)

※元の額で計算した上で差額を算出しているため、差額での計算結果と一致しない場合がある

5.2 浸水時の原状復旧費用の算出

1) 算出の方法及び考え方

原状復旧費用を算出する際に想定するケースとして次の4通りを設定した。なお、浸水対策として講じた工夫・対策は意図通りに機能することを前提とする。

- ・ケースA：試設計「基準案」で浸水被害を受けた場合。
- ・ケースB：試設計「浸水対策案1」が機能する場合。
- ・ケースC：試設計「浸水対策案2」の一次止水区画が機能する場合。
- ・ケースD：試設計「浸水対策案2」の一次止水区画は機能せずに、二次止水区画が機能する場合。出入口の止水板が設置できない場合または漂流物により破損した場合等を想定した。

浸水後の原状復旧に要する費用を被害額とし、建物及び什器等に区分して補修費用及び再調達価格を算出し、その合計額として定義して算出した¹⁾²⁾。仕上げ、造作家具、設備、什器（物販店モデルでは商品も）など、それぞれについて水没又は補修や交換が発生する浸水高さを設定し、浸水深10cm毎の被害額を算出した³⁾。建物及び什器等の被害額及び仮設、清掃、消毒等の現状復旧に必要な費用の算出方法については、主な考え方を次に示す。

① 建物

- ・試設計の実現コスト概算時の項目・単価・数量をベースに被害を受ける部分について金額を算出した。該当は軽鉄ボード工事、内装仕上げ工事、造作家具・木製建具工事、電気設備工事、空調換気設備工事、給排水衛生設備工事とした。上記以外の工事項目は、復旧時の軽微な補修

または点検程度が発生するものと想定し、各モデル・各ケース共通して左官タイル工事約 8 万円、塗装工事約 15 万円、サッシ・ガラス工事約 30 万円、看板・サイン工事約 8 万円、防災設備工事約 15 万円を見込んだ。施工業者概算による。

- ・復旧時の仮設工事として各モデル・各ケース共通して約 40 万円を見込んだ。施工業者概算による。また、復旧時の清掃・消毒等は約 65 万円を見込んだ（事業所面積 120m²に対し 32 人日程度、労務費 2 万円/人日程度）。
- ・軽鉄ボード工事において、間仕切壁の軽量鉄骨下地は洗浄し既存のまま使用することを想定した。既存の石こうボード下地は一般的なサイズである 3×6 版（910×1,820mm）の縦張りを想定し、撤去時は床から 180cm の高さまでは 1 枚丸ごと撤去することを想定した。
- ・内装仕上げ工事において、壁のビニルクロス仕上は水に浸かった時点で天井まで全て張り替えることを想定した。床仕上げ及び乾式二重床組は、基準案及び浸水対策案 1 について被害額に計上した。
- ・造作家具・木製建具工事において、カウンター類は水没するまでは工事費の半額を補修費とみなした。浸水対策案 2 については、立上り面を RC 造としたため、カウンター天板廻りのみ交換が発生するものとし、水没時点で工事費の半額を交換費とみなした。木製建具は水に浸かった時点で全て交換とした。金属製建具は洗浄して既存のまま使用するものとした。
- ・電気設備工事において、配線・配管は既存のまま使用するものとみなし、コンセント・スイッチ類は被害額に計上した。
- ・空調換気設備工事において、空調機は室外機が被害を受けるが、室内機は受けないものとみなした。室外機の交換に伴い発生する冷媒配管、ドレン配管、保温工事、機器取付の工事費も被害額とみなした。
- ・給排水衛生設備工事において、腰掛便器の本体は洗浄して使用し、便座は水没した場合は交換することを想定した。トイレ紙巻器、洗面台の水栓金具は洗浄して既存のまま使用することを想定した。給水配管、排水配管についても既存のまま使用とみなした。

② 什器等

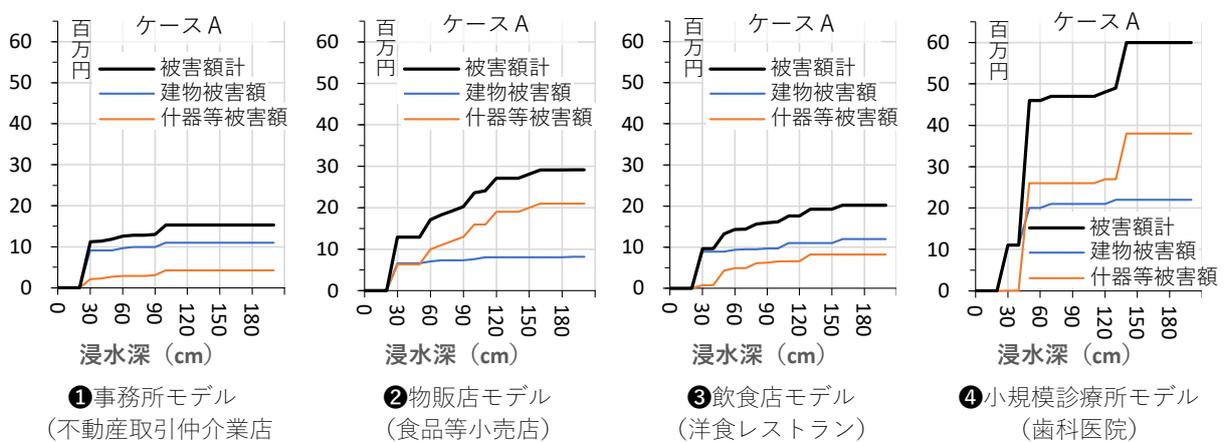
- ・デスク、ロッカー、キャビネット等のスチール製のオフィス家具類は、洗浄して使える場合と修理・交換が必要となる場合が想定されるため、購入金額の約 20%を交換費として計上した。
- ・倉庫等に置かれるアングルラック（スチールキャビネット）は、洗浄して使用するものとした。
- ・食品等小売店の商品棚及びシステムカウンターはスチール製であることが一般的なことから、スチール製のオフィス家具類と同様に購入金額の約 20%を交換費として計上した。
- ・食品等小売店の冷蔵・冷凍ショーケース類は水に浸かった時点で全損とみなして、購入金額を被害額に計上した。
- ・洋食レストランの冷蔵・冷凍庫類、食洗器は排水ホース接続部分が床面に近接しているため、室における設置高を 0cm とした。厨房什器のほとんどがステンレス製であるが、ガステーブル、ガスフライヤー、床置ミキサーは脚部が水に浸かる程度の場合は洗浄して使用し、本体が水に浸かった時点で全損とみなした。作業台、シンクは水没しても洗浄して使用できるとした。
- ・歯科医院の診療機器類は水に浸かった時点で全損として購入金額を被害額に計上した。

2) 原状復旧費用の算出

上記の考え方にに基づき、原状復旧費用を算出した¹⁾。算定の詳細は補遺3に示す。

まず、図IV-38に事業所モデル毎の、ケースAにおける浸水深別の原状復旧費用を建物被害額及び什器等被害額の別に示した。全体として、建物内部に浸水を生じる浸水深より上の水位での、建物被害額の違いは比較的少ない。什器等被害額は業種による違いが大きい。事務所及び飲食店モデルでは、建物被害額が什器等被害額を上回り、物販店（商品の被害額を含む）及び小規模診療所モデルにおいては、什器等被害額が建物被害額を上回る。

また、小規模診療所モデルにおける被害額が建物及び什器等の両被害額に関して突出しており、50cm程度の浸水深で計45百万円超の被害額が見込まれる。浸水深による被害額の増加は、20~30cmの間よりも、40~50cmの間の方が大きい。



図IV-38 浸水深別の原状復旧費用(ケースA)

以下、事業所モデル毎の結果を示す。

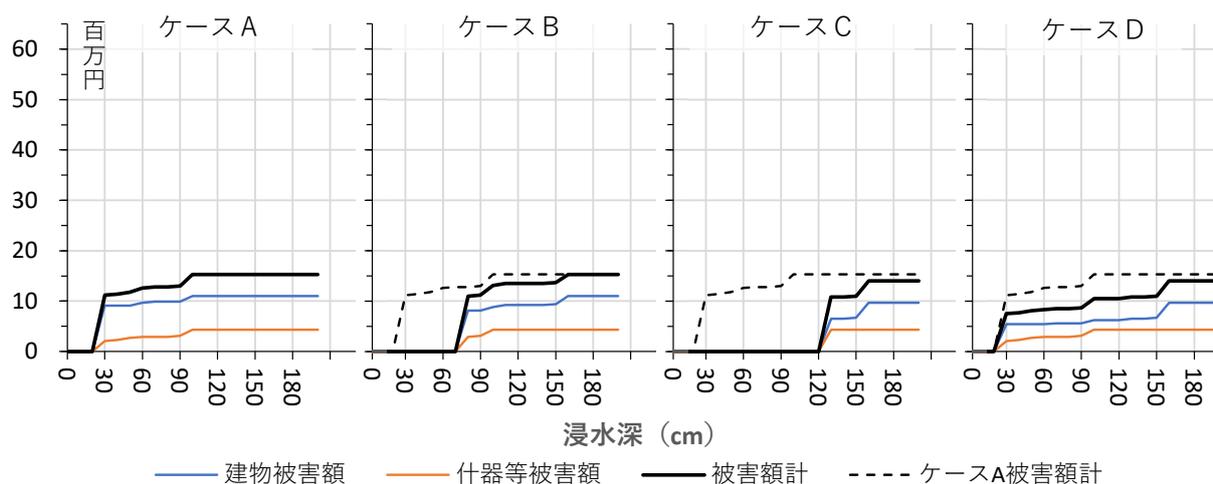
① 不動産取引仲介業店舗（事務所モデル）

不動産取引仲介業店舗（事務所モデル）の原状復旧費用は、浸水深50cmでは、ケースAが約11,800千円、ケースB及びケースCが0円（浸水せず）、ケースDは約7,700千円となった。浸水深100cmでは、ケースAが約15,300千円、ケースBは約13,100千円、ケースCが0円（浸水せず）、ケースDは約9,500千円となり、浸水深150cmでケースAは約15,300千円、ケースBは約13,700千円、ケースC及びケースDは約11,000千円となった。

建物内への浸水が生じる場合の原状復旧費用の比較では、浸水深100cm及び150cmでのケースAとケースBの差額は、主に空調換気設備工事により生じており、これは空調室外機の高所設置の効果となる。浸水深100cmでのケースBとケースD及び、浸水深150cmでのケースBと、ケースC及びケースDとの差額は、主に内装仕上工事及び造作家具・木製建具工事、電気設備工事により生じており、これは浸水時に交換ややり替えを不要にしたり少なくしたりするための対策による効果となる。

表IV-22 事務所モデルにおける浸水深・浸水対策ケース別の原状復旧費用 (単位：千円)

想定 ケース	ケースA 基準案			ケースB 浸水対策案1が機能する			ケースC 浸水対策案2が機能する			ケースD 浸水対策案2において 二次止水区画のみ機能		
	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用計
50cm	9,100	2,700	11,800	0	0	0	0	0	0	5,400	2,700	8,100
100cm	11,000	4,300	15,300	8,800	4,300	13,100	0	0	0	6,200	4,300	10,500
150cm	11,000	4,300	15,300	9,400	4,300	13,700	6,700	4,300	11,000	6,700	4,300	11,000



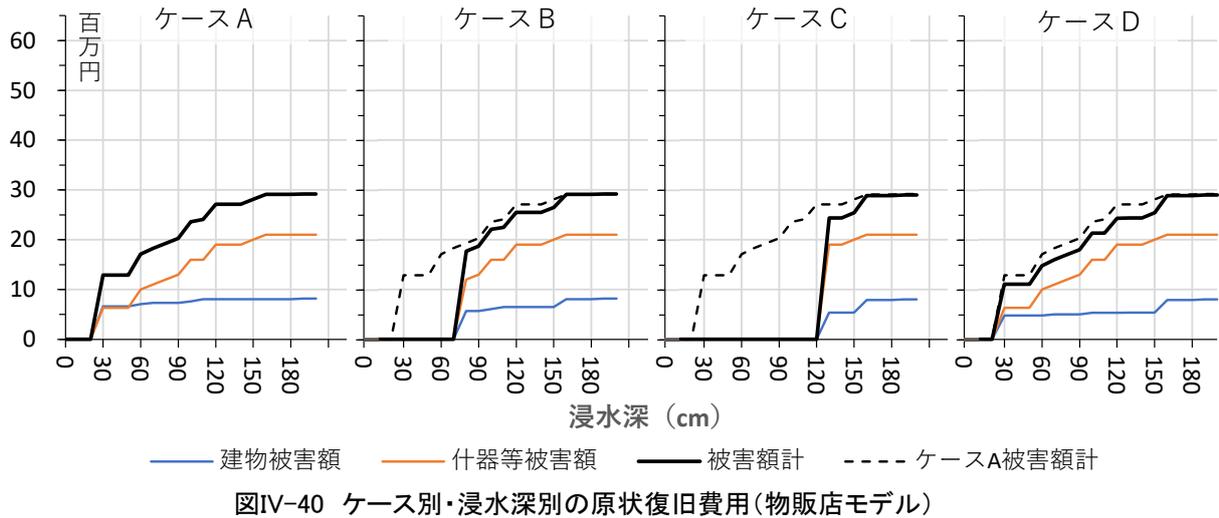
図IV-39 ケース別・浸水深別の原状復旧費用(事務所モデル)

② 食品等小売店 (物販店モデル)

食品等小売店 (物販店モデル) においては、什器等の原状復旧費用の相当部分を商品在庫の被害が占め、陳列された各棚の高さに応じて計上されている。原状復旧費用は、浸水深 50cm でケースAは約 12,900 千円、Dは約 11,100 千円となった (B・Cは浸水せず)。浸水深 100cm でAは約 23,600 千円、Bは約 22,100 千円、Dは約 21,300 千円となり (Cは浸水せず)、浸水深 150cm でAは約 28,100 千円、Bは約 26,500 千円、C・Dは約 25,400 千円となった。止水板で対応できる水深まではケース間で現状復旧費の差異は生じるが、一旦浸水してしまうと4ケースの現状復旧費の差異は小さい結果となった。

表IV-23 物販店モデルにおける浸水深・浸水対策ケース別の原状復旧費用 (単位：千円)

想定 ケース	ケースA 基準案			ケースB 浸水対策案1が機能する			ケースC 浸水対策案2が機能する			ケースD 浸水対策案2において 二次止水区画のみ機能		
	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用計
50cm	6,600	6,300	12,900	0	0	0	0	0	0	4,800	6,300	11,100
100cm	7,600	16,000	23,600	6,100	16,000	22,100	0	0	0	5,300	16,000	21,300
150cm	8,100	20,000	28,100	6,500	20,000	26,500	5,400	20,000	25,400	5,400	20,000	25,400

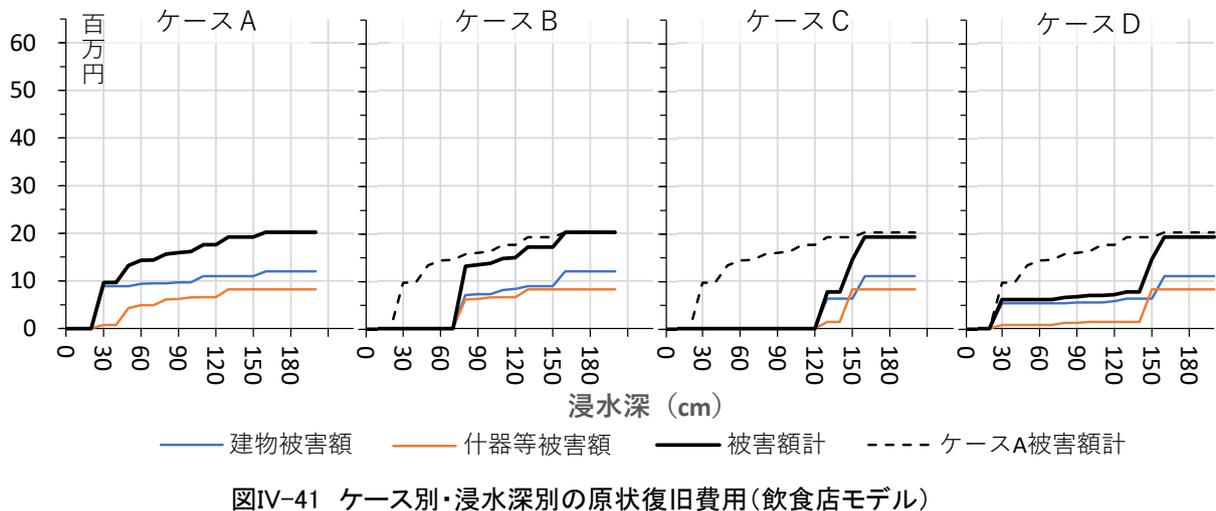


③ 洋食レストラン (飲食店モデル)

洋食レストラン (飲食店モデル) の原状復旧費用は、浸水深 50cm でケースAは約 13,200 千円、Dは約 6,030 千円となった (B・Cは浸水せず)。浸水深 100cm でAは約 16,200 千円、Bは約 13,700 千円、Dは約 6,900 千円となり (Cは浸水せず)、浸水深 150cm でAは約 19,200 千円、Bは約 17,100 千円、C・Dは約 14,500 千円となった。浸水深 50cm 及び 100cm では、ケースA・BとケースC・Dとの比較において什器等被害額に大きな差があり、高額什器等を多く有する事業所においては外部出入口の止水や二次止水区画が機能する場合に対策効果が大きいことを示している。

表IV-24 飲食店モデルにおける浸水深・浸水対策ケース別の原状復旧費用 (単位：千円)

想定 ケース	ケースA 基準案			ケースB 浸水対策案1が機能する			ケースC 浸水対策案2が機能する			ケースD 浸水対策案2において 二次止水区画のみ機能		
	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用計
浸水深 (cm)												
50cm	8,900	4,300	13,200	0	0	0	0	0	0	5,300	730	6,030
100cm	9,700	6,500	16,200	7,200	6,500	13,700	0	0	0	5,500	1,400	6,900
150cm	11,000	8,200	19,200	8,900	8,200	17,100	6,300	8,200	14,500	6,300	8,200	14,500

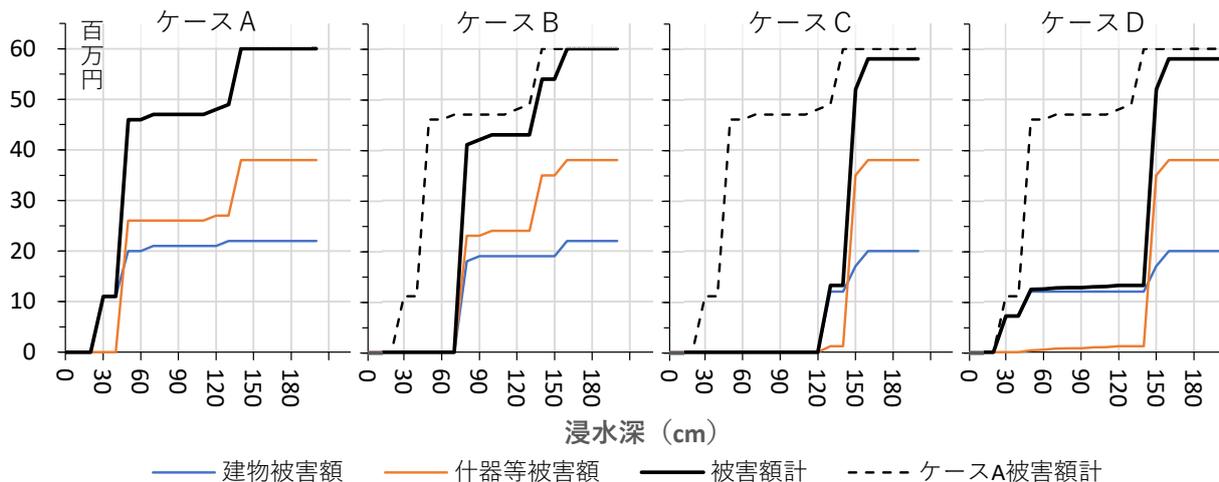


④ 歯科医院（小規模診療所モデル）

歯科医院（小規模診療所モデル）の原状復旧費用は、浸水深 50cm でケースAは約 46,000 千円、D は約 12,390 千円となった（B・C は浸水せず）。浸水深 100cm でAは約 47,000 千円、B は約 45,000 千円、D は約 12,930 千円となり（C は浸水せず）、浸水深 150cm でAは約 60,000 千円、B は約 57,000 千円、C・D は約 55,000 千円となった。洋食レストランと同様に浸水深 50cm 及び 100cm では、ケースA・Bグループと C・D グループとの比較において什器等被害額に大きな差がある。高価な医療用機器が置かれていることから、浸水深 100cm 前後の浸水に対して二重に対策することの効果は大きいと言える。

表IV-25 小規模診療所モデルにおける浸水深・浸水対策ケース別の原状復旧費用（単位：千円）

想定 ケース	ケースA 基準案			ケースB 浸水対策案1が機能する			ケースC 浸水対策案2が機能する			ケースD 浸水対策案2において 二次止水区画のみ機能		
	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用計	建物	什器等	原状復旧 費用
50cm	20,000	26,000	46,000	0	0	0	0	0	0	12,000	390	12,390
100cm	21,000	26,000	47,000	19,000	24,000	43,000	0	0	0	12,000	930	12,930
150cm	22,000	38,000	60,000	19,000	35,000	54,000	17,000	35,000	52,000	17,000	35,000	52,000



図IV-42 ケース別・浸水深別の原状復旧費用(小規模診療所モデル)

補注

- 1) 浸水対策の実現コスト及び修復費用の算出に当たっては、店舗内装工事等の経験豊富な工務店に見積もりを依頼し、同規模の実際の実業種事業所の工事内訳書をもとに、面積と仕様に応じた補正を加え、積算した。
- 2) ヒアリング結果に示したように、浸水に伴う情報損失や営業損失も重大であるが、事業所毎の個別性が強いことから含めていない。また、減価償却の影響も被災時期を設定困難なため、考慮していない。
- 3) 試設計の実現コスト概算時の項目・単価・数量をベースに被害を受ける部分の金額を算出した。該当は軽鉄ボード、内装仕上げ、造作家具・木製建具、電気設備、空調換気設備、給排水衛生設備の各工事とした。上記以外の項目は、復旧時の軽微な補修・点検程度を想定した費用を、施工業者概算により見込んだ。その他、仮設工事、清掃・消毒等費用を見

込んだ。また、浸水後の復旧工事範囲や設備・什器等の再利用については、ヒアリングを踏まえて実態に近い想定とした（腰掛便器本体は洗浄して再使用、歯科医院の診療機器類は水に浸かった時点で全損とするなど）。

6. 浸水対策の費用対効果に関する試算

6.1 浸水1回当たりの原状復旧費用と対策による被害軽減効果

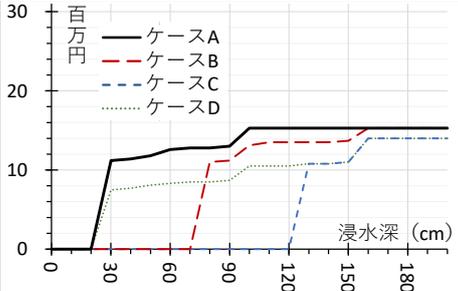
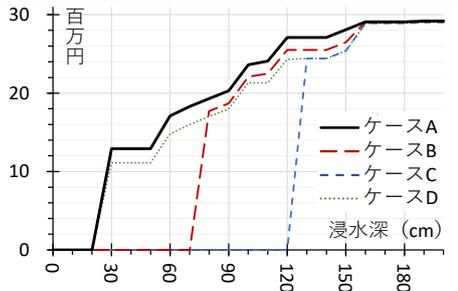
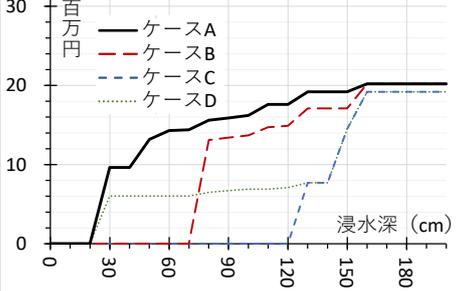
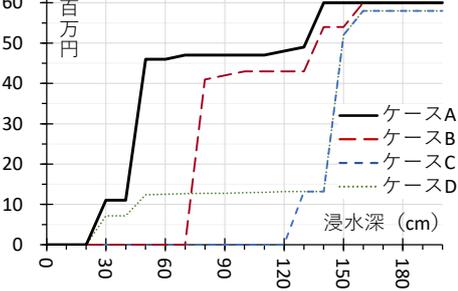
前節での検討を踏まえて浸水レベル別に、浸水1回当たりの原状復旧費用と対策による被害軽減効果を算定し、浸水対策費用の概算額と併せて表IV-26に示した。

これによれば、ケース B 及びケース C において、全ての業種で対策費用を上回る被害軽減効果を浸水深 100cm 程度以下の浸水に対して得られることがわかる。特に、浸水対策案 1（ケース B）における GL+50cm 前後の浸水深の場合と、浸水対策案 2（ケース C）における GL+100cm 前後の浸水深の場合において、意図通りの効果が現れていると言える。ケース D の場合は、事務所及び物販店モデルにおいては対策費用を上回る効果は得られてないが、飲食店モデルにおいては GL+100cm 前後の浸水深で効果が上回り、小規模診療所モデルにおいては GL+50cm 及び GL+100cm 前後の浸水深で対策費用を大幅に上回る効果が得られる試算となっている。飲食店モデル及び小規模診療所モデルのケース D のグラフから、二次止水区画の効果を読み取ることができる。

一方で、止水レベルを超える GL+150cm 前後の浸水深においては、全ての場合において、対策費用を上回る被害軽減効果は得られてない。

表IV-26 浸水レベル別の浸水時の原状復旧費用と浸水対策案の被害軽減効果

(単位：千円。ケース B~D の金額はケース A との差分)

想定ケース	ケースA	ケースB	ケースC	ケースD	ケースA	ケースB	ケースC	ケースD	
モデル	1. 事務所(不動産屋)				2. 物販店(小売店)				
浸水対策費用概算	—	2,500	6,800	6,800	—	2,600	3,200	3,200	
浸水レベル別の合計被害額	GL+50cm	11,800	▼11,800	▼11,800	▼3,700	12,900	▼12,900	▼12,900	▼1,800
	GL+100cm	15,300	▼2,200	▼15,300	▼4,800	23,600	▼1,500	▼23,600	▼2,300
	GL+150cm	15,300	▼1,600	▼4,300	▼4,300	28,100	▼1,600	▼2,700	▼2,700
浸水深別の合計被害額(原状復旧費用)の変化									
	モデル	3. 飲食店(レストラン)				4. 小規模診療所(歯科医院)			
	浸水対策費用概算	—	2,700	7,300	7,300	—	2,600	8,600	8,600
浸水レベル別の合計被害額	GL+50cm	13,200	▼13,200	▼13,200	▼7,170	46,000	▼46,000	▼46,000	▼33,610
	GL+100cm	16,200	▼2,500	▼16,200	▼9,300	47,000	▼4,000	▼47,000	▼34,070
	GL+150cm	—	▼2,600	▼4,700	▼4,700	60,000	▼6,000	▼8,000	▼8,000
浸水深別の合計被害額(原状復旧費用)の変化									

6.2 シナリオ別の被害軽減効果の推計

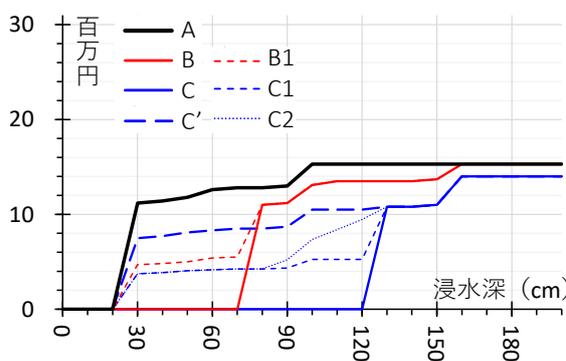
ヒアリング結果にもあるように、浸水前に止水板を設置することは、避難も考慮したタイミング及び従業員の技量・経験により必ずしも簡単ではなく、設置できるか否かを事前に予測することは難しい。ケースDのように止水板を設置した場合でも、特に大きな浸水深において漂流物の衝突により破損するなど、一次止水区画が機能しない場合も同様である。一方で、二次止水区画を設ける意味合いを評価するには、一次止水区画が機能しない場合を想定する必要がある¹⁾。

そこで、一次止水区画の止水板を設置できる／できない、設置した止水板が機能する／しない、が一定確率により生じるとの前提を置いて、費用対効果の評価を行うものとする。具体的には、前節までに検討した「ケース」を「シナリオ」と読みかえた上で、新たにケースB（浸水対策案1）及びケースC（浸水対策案2）において、一次止水区画の止水板を設置できるか否かが半々の確率で決まるとしたシナリオ B1 及びシナリオ C1 を想定する。また、このシナリオ C1 の GL+80~130cm の浸水深において、浸水深が大きいほど止水板が機能しない確率が高まるとしたシナリオ C2 を想定する。対象とするシナリオをまとめると、以下のようになる（表 IV-27）。

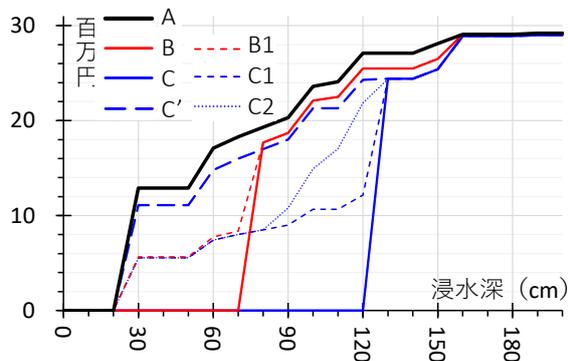
- ・シナリオ A：基準案（浸水対策なし）を前提とする（ケース A）。
- ・シナリオ B：浸水対策案1を前提とする。浸水時に事前に止水板が設置でき、一次止水区画が機能する（ケース B）。
- ・シナリオ B1：浸水対策案1を前提とする。浸水時に事前に止水板を設置して一次止水区画が機能するかどうかの確率は50%。
- ・シナリオ C：浸水対策案2を前提とする。浸水時に事前に止水板が設置でき、一次止水区画が機能する（ケース C）。
- ・シナリオ C1：浸水対策案2を前提とする。浸水時に事前に止水板を設置して一次止水区画が機能するかは確率50%。計画されている二次止水区画は機能する（止水板を設置できる）。
- ・シナリオ C2：浸水対策案2を前提とする。浸水時に事前に止水板を設置して一次止水区画が機能するかは確率50%。また、GL+80~130cmの浸水深の範囲において、浸水深が大きいほど一次止水区画が機能しない²⁾。計画されている二次止水区画は機能する。
- ・シナリオ D：浸水対策案2を前提とする。浸水時に事前に止水板が設置できるか否かにかかわらず、一次止水区画が機能しない。計画されている二次止水区画は機能する（ケース D）。

表IV-27 ケース・シナリオの設定

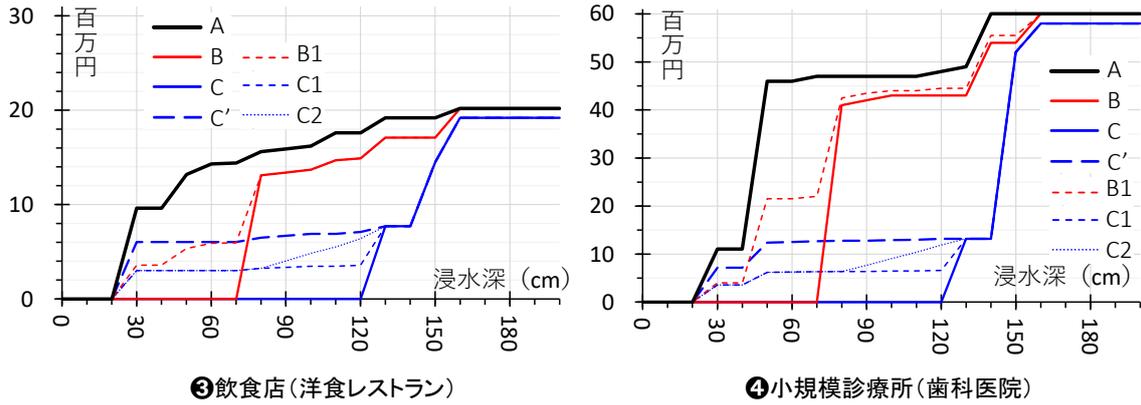
	基準案	浸水対策案1	浸水対策案2
浸水対策なし	A		
一次止水対策が機能		B	C
出入口の止水板を設置できる確率が50%		B1	C1
出入口の止水板が機能しない可能性を見込む			C2
二次止水対策が機能（一次止水は機能せず）			D



①事務所(不動産取引仲介業店舗)



②物販店(食品等小売店)



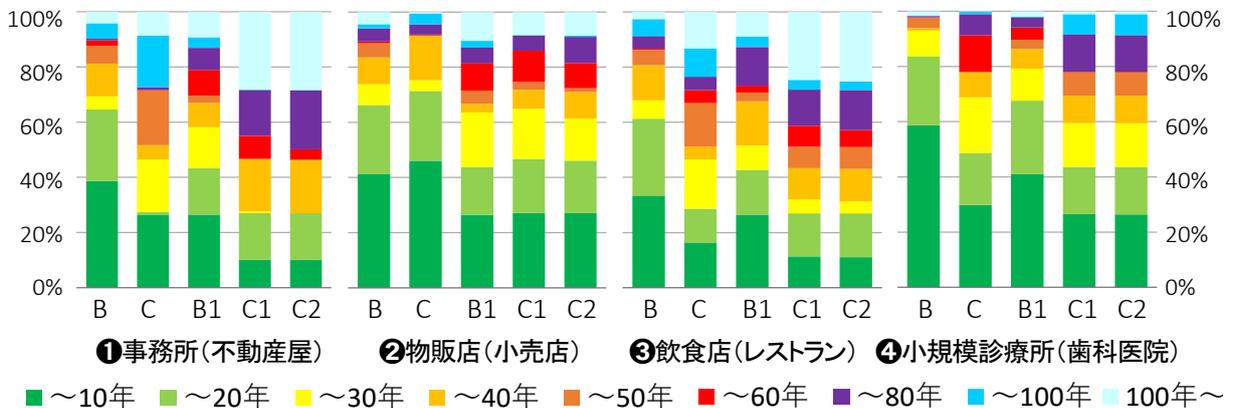
図IV-43 業種別のシナリオ別・浸水深別の浸水被害額

ここで、シナリオの B1 と、C1、C2 は確率事象なので、これらのシナリオに基づいた被害額の算定は、期待値の考え方に基づく算定となる。結果を図IV-43 にグラフで示した。

6.3 発生頻度を考慮した費用対効果の試算

第 I 章 (2.2) で示した考え方と計算方法により、第 II 章 (5.2)、第 III 章 (6.2) と同様に、滋賀県「地先の安全度マップ」相当のデータを用いて、浸水対策の費用対効果を試算した。対象メッシュは、事業所が入居する RC 造建物での第 III 章の検討に用いたものと同じ「世帯数が 5 以上」のものとし、対象メッシュに該当の事業所が立地する場合を仮定した計算となる。確率年区間毎の原状復旧費用 (被害額) に生起確率を乗じて合計することにより、年平均の被害額の期待値が推算できる。浸水対策なし (シナリオ A) の場合と対策を講じた場合の年平均の期待被害額の差額を年間当たりの期待被害軽減額とみなし、浸水対策に要する費用をこれで除することで、浸水対策費用の平均回収年数が求まる。そのメッシュ別割合を図 V-44 に示した。

シナリオ B では、歯科医院モデルで平均回収年数 10 年以内のメッシュが半数以上となり、他モデルでは 3～4 割である。物販店モデルでは、ケース B よりもケース C の方が対策の費用対効果は高く、歯科医院モデルでもケース C の費用対効果が比較的高い。止水板が設置できない場合を見込む (シナリオ B1・シナリオ C1) と、見込まない場合よりも対策の費用対効果が下がるが、一次止水区画を形成する止水板が機能しない可能性を一定程度見込んだ場合においても (シナリオ C2)、費用対効果はあまり下がらない結果となった。



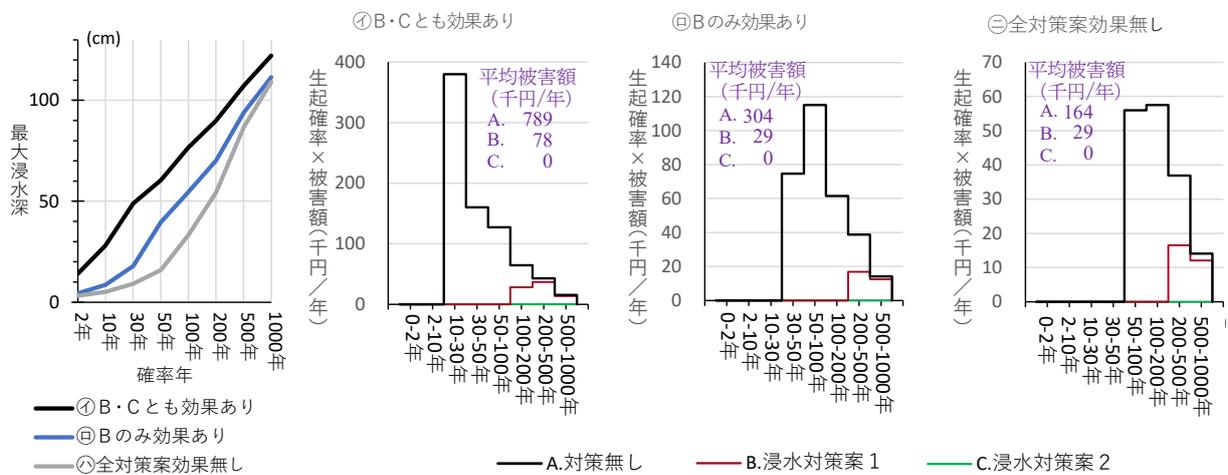
図IV-44 浸水対策費用の平均回収年数別メッシュ割合

以下では、モデル別に詳細を確認する。なお、ケース・シナリオ D は、一次止水区画が機能する確率を0とした極端な（計算便宜上の）想定となるため、対象から除く。

①事務所モデル（不動産取引仲介業店舗）

以下、事務所モデルの業態を踏まえて、図IV-44 の計算において 15 年で浸水対策費用の回収が期待されるメッシュを「浸水対策の効果あり」としてケース・シナリオ別に抽出した。

まず、浸水対策案の前節でのケース別に、その効果（費用の回収見込み）の有無によりメッシュを3つのタイプに区分すると、ケース B（浸水対策案1）及びケース C（浸水対策案2）の両者とも効果が見られるもの（㊦）が 1,388 メッシュとなった。また、ケース B のみ効果が見られるもの（㊧）が 942 メッシュ、ケース B 及びケース C の両者とも効果がみられないもの（㊨）が 2,881 メッシュとなった（その他の例外的なものが 27 メッシュ）。



図IV-45 浸水対策の効果別
各メッシュタイプの浸水特性
(事務所モデル・ケース別)

図IV-46 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の
確率年区間別の生起確率×被害額
(事務所モデル・ケース別)

この3つのメッシュタイプ毎に、確率年別の最大浸水深の平均値を求めたものが図IV-45 となる。また、各メッシュタイプにおける期待被害額（及び期待被害低減効果）と、それらがどのような浸水事象（頻度の低い稀な水害～頻度の高い日常的な水害）の期待被害額（及び期待被害低減効果）から構成されているかを確率年区間毎に整理したものを図IV-46 に示す。

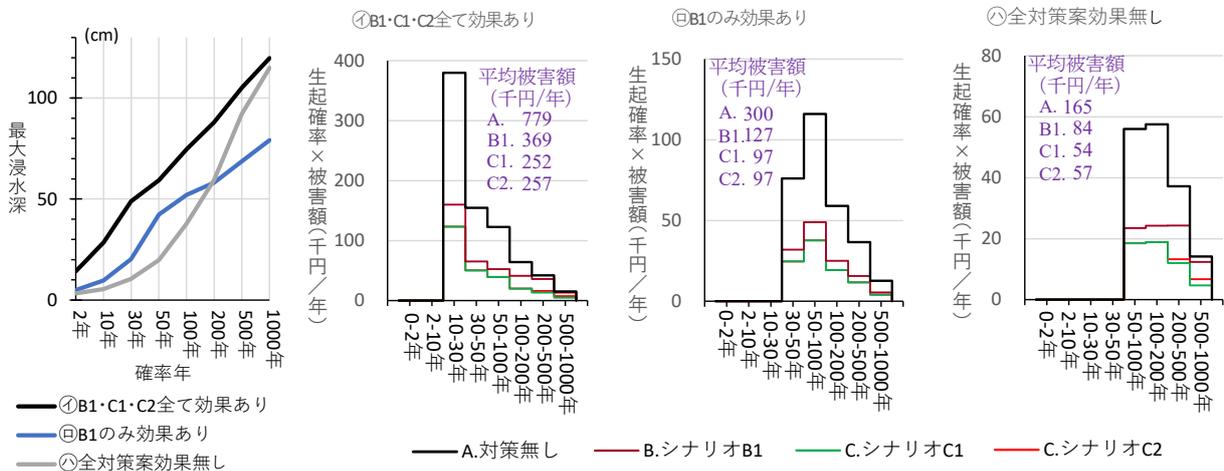
確率年区間の 2～1000 年の全てにおいて、㊦の浸水深が最も大きく、㊧が中間で、㊨で最も小さくなる。基準案（A）では浸水深 30cm 以上、浸水対策案 1（B）では浸水深 80cm 以上、浸水対策案 2（C）では浸水深 130cm 以上で浸水による資産被害が生じることに着目し、最大浸水深 30cm 以上となる確率年区間を求めると、㊦で 10～30 年（年 1/10～1/30）、㊧で 30～50 年（年 1/30～1/50）、㊨で 50～100 年（年 1/50～1/100）と、徐々に大きく（低頻度に）なる。

㊦では、基準案（A）で 10～30 年確率程度の降雨規模から浸水被害が生じ、浸水対策案 1（B）で 100～200 年確率程度の降雨規模から被害が生じる。浸水対策案 2（C）では 1000 年確率以上の降雨規模においても被害が生じない。基準案（A）での年平均被害額は 789 千円で、その大部分が確率年区間 10～30 年での被害となる。

㊸では、基準案（A）で 30～50 年確率程度の降雨規模から浸水被害が生じ、浸水対策案 1（B）で 200～500 年確率程度の降雨規模から被害が生じる。基準案（A）での年平均被害額は 304 千円と㊸の場合より少なく、その大部分が確率年区間 50～100 年での被害となる。

㊹では、基準案（A）で 100 年確率程度の降雨規模から浸水被害が生じ、浸水対策案 1（B）で 200～500 年確率程度の降雨規模から被害が生じる。基準案での年平均被害額は 164 千円で、浸水対策案 1 の対策費用に満たない。なお、年平均被害額の最大大部分が確率年区間 100～200 年での被害となる。

次に、浸水対策案が機能しない場合を含めた前節でのシナリオ別に、その効果（費用の回収見込み）の有無によりメッシュをタイプ区分すると、全対策シナリオ（B1・C1・C2）で効果が見られるもの（㊸）が 1,361 メッシュとなった。また、シナリオ B1 のみ効果がみられるもの（㊹）が 448 メッシュ、どのシナリオでも効果がみられないもの（㊺）が 3,401 メッシュとなった（その他の例外的なものが 28 メッシュ）。



図IV-47 浸水対策の効果別
各メッシュタイプの浸水特性
(事務所モデル・シナリオ別)

図IV-48 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の
確率年区間別の生起確率×被害額
(事務所モデル・シナリオ別)

この3つのメッシュタイプ毎に、確率年別の最大浸水深の平均値を求めたものが図IV-47 となる。また、各メッシュタイプにおける期待被害額と、それらがどのような浸水事象の期待被害額から構成されているかを確率年区間毎に整理したものを図IV-48 に示す。

確率年区間の 2 年から 100 年において、㊸の最大浸水深が最も大きく、㊹が中間で、㊺で最も小さくなるが、200 年から 1000 年においては、㊸と㊹が逆転している。最大浸水深 30cm 以上となる確率年区間を求めると、㊸で 10～30 年（年 1/10～1/30）、㊹で 30～50 年（年 1/30～1/50）、㊺で 50～100 年（年 1/50～1/100）と、前述のケース別の場合とあまり変わらない。

㊸では、シナリオ A で 30 年確率程度の降雨規模から浸水被害が生じ、対策シナリオ全て（B1・C1・C2）でも同様であるが、止水板を設置できてかつ機能する場合も見込むので、期待被害額は少なくなっている。シナリオ A での年平均被害額の 779 千円に対して、シナリオ B1 で 369 千円、シナリオ C1 で 252 千円、シナリオ C2 で 257 千円となり、シナリオ A と各対策シナリオとの差の大部分は、確率年区間 10～30 年での被害となる。

㊸では、シナリオ A で 50 年確率程度の降雨規模から浸水被害が生じ、対策シナリオ全てで同様であるが期待被害額は少なくなっている。シナリオ A での年平均被害額の 300 千円は㊸の場合よりも少なく、シナリオ B1 で 127 千円、シナリオ C1 で 97 千円、シナリオ C2 で 97 千円となる。シナリオ A と各対策シナリオとの差の最大部分は、確率年区間 50～100 年で生じている。

㊹では、シナリオ A で年 100 年確率程度の降雨規模から浸水被害が生じ、対策シナリオ全てで同様であるが期待被害額は少なくなっている。シナリオ A での年平均被害額は 165 千円で、浸水対策案 1 の対策費用に満たない。なお、年平均被害額の最大部分が確率年区間 100～200 年で発生する。

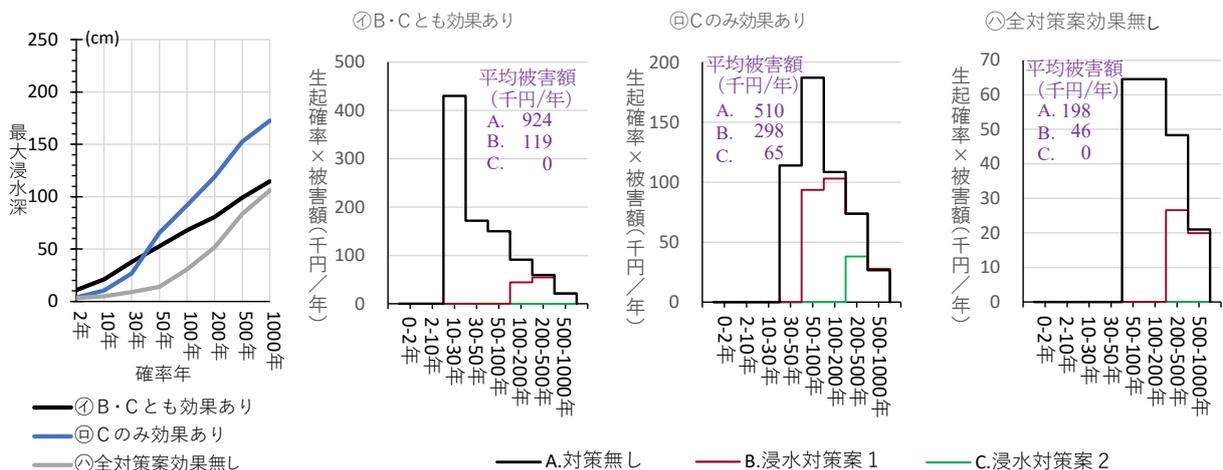
また、全対象メッシュにおける、基準案（A）での年平均期待被害額は 803 千円である。

全体に、浸水対策案 1 は年 1/10～1/30 規模までの降雨による浸水被害への対策、浸水対策案 2 は年 1/50～1/100 規模までの降雨による浸水被害への対策、としての費用効果が高いと言える。

② 物販店モデル（食品等小売店）

物販店モデルを対象に、事務所モデルと同様に検討する。ここでは、新規に立地する食品等小売店の業態を踏まえて、浸水対策費用の回収期間を 10 年と想定し、期間内に回収が期待されるメッシュを「浸水対策の効果あり」として、他モデルと同様にケース・シナリオ別に抽出した。

まず、浸水対策案（止水対策が機能する前提）の前節でのケース別に、その効果（費用の回収見込み）の有無によりメッシュをタイプ区分すると、ケース B（浸水対策案 1）及びケース C（浸水対策案 2）の両者とも効果が見られるもの（㊸）が 2,134 メッシュとなった。また、ケース C のみ効果がみられるもの（㊹）が 277 メッシュ、ケース B 及びケース C の両者とも効果がみられないもの（㊺）が 2,796 メッシュとなった（その他の例外的なものが 31 メッシュ）。



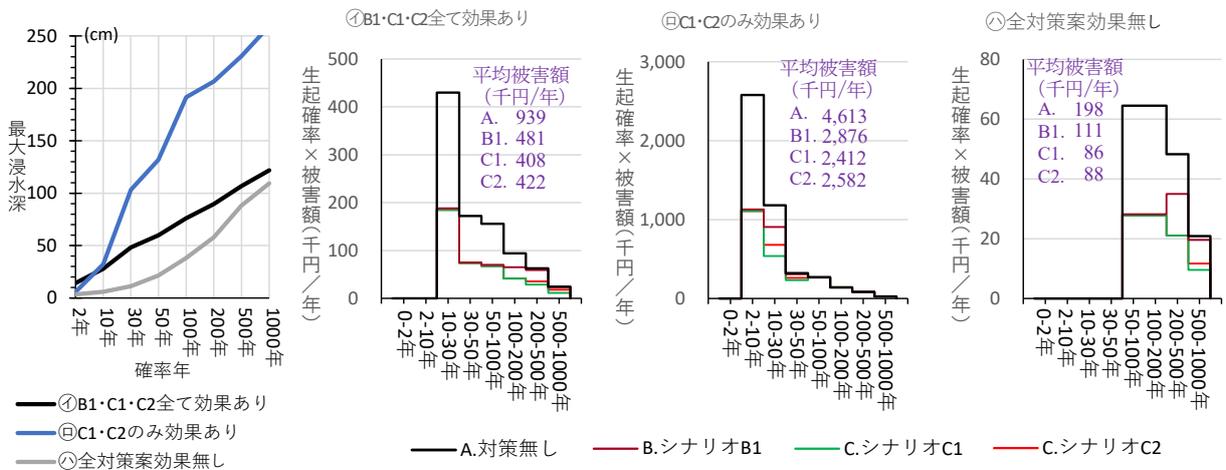
図IV-49 浸水対策の効果別
各メッシュタイプの浸水特性
(物販店モデル・ケース別)

図IV-50 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の
確率年区間別の生起確率×被害額
(物販店モデル・ケース別)

この3つのメッシュタイプ毎に、確率年別の最大浸水深の平均値を求めたものが図IV-49となる。また、各メッシュタイプにおける期待被害額と、それらがどのような浸水事象の期待被害額から構成されているかを確率年区間毎に整理したものを図IV-50に示す。

30年を超える確率年において、㊸の最大浸水深が㊿の最大浸水深を上回っている。これ以外の、確率年区間別の最大浸水深の傾向、基準案（A）において資産被害がはじめて生じる浸水深（30cm）の発生確率と、年平均被害額の最大を占める確率年区間別などの傾向は事務所モデル（不動産取引仲介業店舗）の場合と大きく変わらない。

次に、浸水対策案が機能しない場合を含めた前節でのシナリオ別に、その効果（費用の回収見込み）の有無によりメッシュをタイプ区分すると、全対策シナリオ（B1・C1・C2）で効果が見られるもの（㊿）が 1,385 メッシュとなった。また、シナリオ C1・C2 で効果がみられるもの（㊸）が 31 メッシュ、どのシナリオでも効果がみられないもの（㊿）が 3,812 メッシュとなった（その他の例外的なものが 10 メッシュ）。



図IV-51 浸水対策の効果別 各メッシュタイプの浸水特性 (物販店モデル・シナリオ別)

図IV-52 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の 確率年区間別の生起確率×被害額 (物販店モデル・シナリオ別)

この3つのメッシュタイプ毎に、確率年別の最大浸水深の平均値を求めたものが図IV-51 となる。また、各メッシュタイプにおける期待被害額と、それらがどのような浸水事象の期待被害額から構成されているかを確率年区間毎に整理したものを図IV-52 に示す。

10年を超える確率年において、㊸の最大浸水深が㊿の最大浸水深を上回っている。これ以外の、確率年区間別の最大浸水深の傾向、基準案（A）において資産被害がはじめて生じる浸水深（30cm）の発生確率と、年平均被害額の最大を占める確率年区間別などの傾向は事務所モデル（不動産取引仲介業店舗）の場合と大きく変わらない。また全対象メッシュにおける、基準案（A）での年平均期待被害額は 971 千円である。過半を商品の被害額が占める。

③飲食店モデル（洋食レストラン）

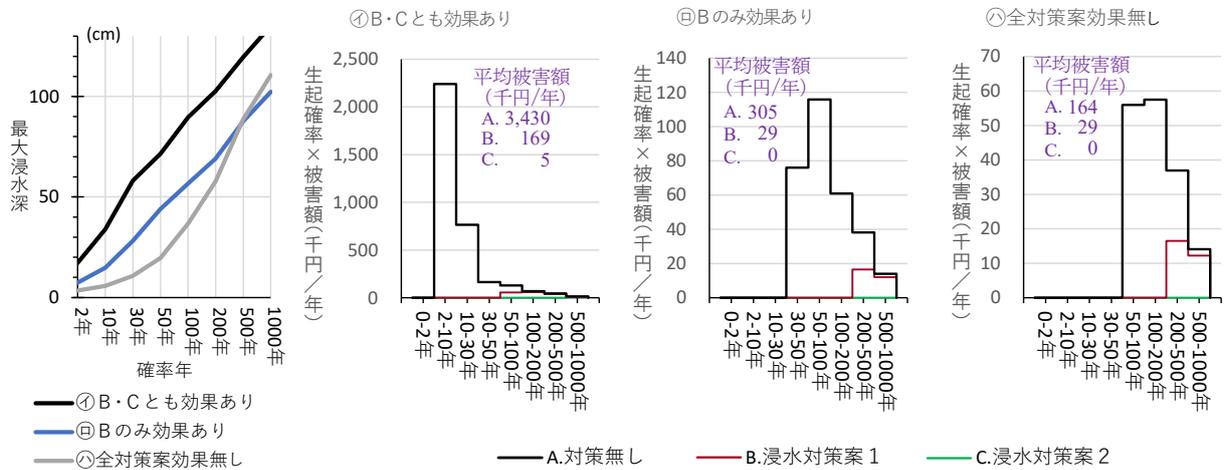
飲食店モデルを対象に、同様に検討する。新規に立地する飲食店の業態を踏まえて、浸水対策費用の回収期間を 10 年と想定し、期間内に回収が期待されるメッシュを「浸水対策の効果あり」として、他モデルと同様にケース・シナリオ別に抽出した。

まず、浸水対策案（止水対策が機能する前提）の前節での「ケース」別に、その効果（費用の回収見込み）の有無によりメッシュをタイプ区分すると、ケース B（浸水対策案 1）及びケース

C（浸水対策案2）の両者とも効果が見られるもの（㊦）が835メッシュとなった。また、ケースBのみ効果がみられるもの（㊧）が909メッシュ、ケースB及びケースCの両者とも効果がみられないもの（㊨）が3,470メッシュとなった（その他の例外的なものが24メッシュ）。

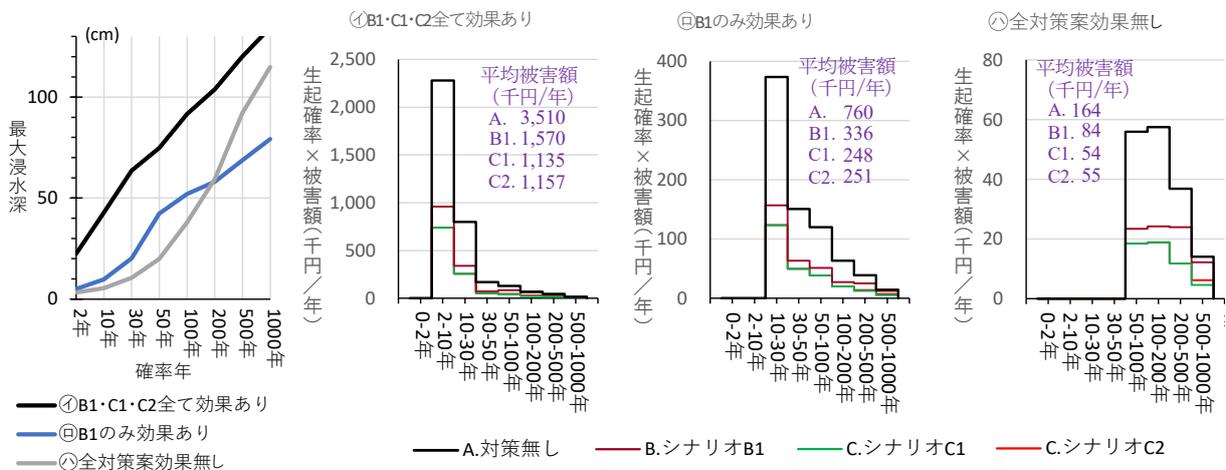
次に、浸水対策案が機能しない場合を含めた前節での「シナリオ」別に、その効果（費用の回収見込み）の有無によりメッシュをタイプ区分すると、全対策シナリオ（B1・C1・C2）で効果が見られるもの（㊦）が571メッシュとなった。また、シナリオB1でのみ効果がみられるもの（㊧）が806メッシュ、どのシナリオでも効果がみられないもの（㊨）が3,839メッシュとなった（その他の例外的なものが22メッシュ）。

その他、確率年区間別の最大浸水深の傾向、基準案（A）において資産被害をはじめて生じる浸水深（30cm）の発生確率と、年平均被害額の最大を占める確率年区間別などの傾向は事務所モデルや物販店モデルと比較して大きく変わらない（図IV-53～図IV-56）。また全対象メッシュにおける、基準案（A）での年平均期待被害額は761千円である。



図IV-53 浸水対策の効果別
各メッシュタイプの浸水特性
(飲食店モデル・ケース別)

図IV-54 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の
確率年区間別の生起確率×被害額
(飲食店モデル・ケース別)



図IV-55 浸水対策の効果別
各メッシュタイプの浸水特性
(飲食店モデル・シナリオ別)

図IV-56 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の
確率年区間別の生起確率×被害額
(飲食店モデル・シナリオ別)

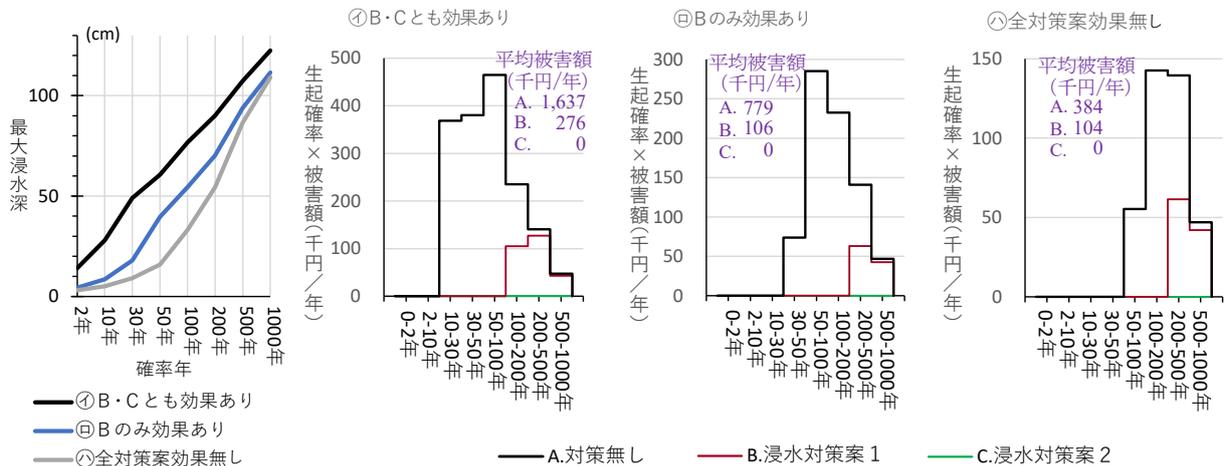
④小規模診療所モデル（歯科医院）

小規模診療所を対象に、同様に検討する。新規に立地する小規模診療所の業態を踏まえて、浸水対策費用の回収期間を15年と想定し、期間内に回収が期待されるメッシュを「浸水対策の効果あり」として、他モデルと同様にケース・シナリオ別に抽出した。

まず、浸水対策案（止水対策が機能する前提）の前節での「ケース」別に、その効果（費用の回収見込み）の有無によりメッシュをタイプ区分すると、ケースB（浸水対策案1）及びケースC（浸水対策案2）の両者とも効果が見られるもの（㊦）が2,142メッシュと比較的多い。ケースBのみ効果がみられるもの（㊧）も1,633メッシュで、ケースB及びケースCの両者とも効果がみられないもの（㊨）は1,359メッシュとなった（その他の例外的なものが104メッシュ）。

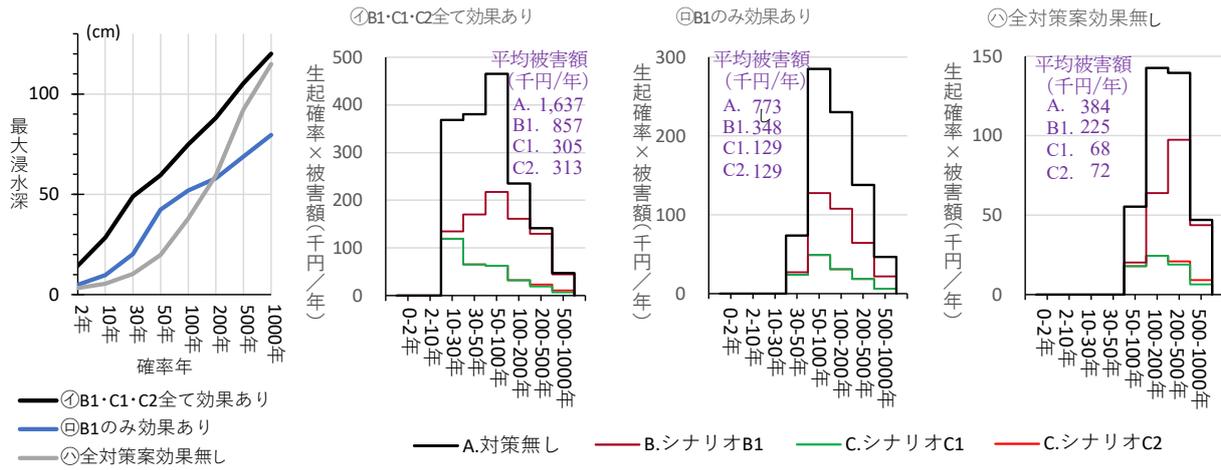
次に、浸水対策案が機能しない場合を含めた前節での「シナリオ」別に、その効果（費用の回収見込み）の有無によりメッシュをタイプ区分すると、全対策シナリオ（B1・C1・C2）で効果が見られるもの（㊦）がやはり1,795メッシュと比較的多い。シナリオB1でのみ効果がみられるもの（㊧）は870メッシュ、どのシナリオでも効果がみられないもの（㊨）が2,498メッシュとなった（その他の例外的なものが75メッシュ）。

その他、確率年区間別の最大浸水深の傾向、基準案（A）において資産被害をはじめて生じる浸水深（30cm）の発生確率と、年平均被害額の最大を占める確率年区間別などの傾向は事務所モデルや物販店モデルと比較して大きくは変わらない（図IV-57～図IV-60）。ただ、浸水被害により大きな損害をもたらすおそれのある什器等資産が多いことから、より低頻度の降雨事象による浸水被害への対策としても浸水対策案の効果がみられることがわかる。また、全対象メッシュにおける基準案（A）での年平均期待被害額は1,485千円であり、対象としたモデルの中で最大である。



図IV-57 浸水対策の効果別
各メッシュタイプの浸水特性
(小規模診療所モデル・ケース別)

図IV-58 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の
確率年区間別の生起確率×被害額
(小規模診療所モデル・ケース別)



図IV-59 浸水対策の効果別
各メッシュタイプの浸水特性
(小規模診療所モデル・シナリオ別)

図IV-60 各メッシュタイプの浸水特性に基づく浸水対策案の
確率年区間別の生起確率×被害額
(小規模診療所モデル・シナリオ別)

補注

- 1) 止水板を対象としているが、その他の要因でファサードライン（一次止水区画）での止水が機能しない場合を含められていると考えることもできる。一方、二次止水区画については、事業所からの退出よりも早めに止水板を設置できる可能性もあることから、検討の対象とはしなかった。
- 2) 便宜的に、浸水深が GL+80～130cm の間で確率 0～100%で機能しないとした。浸水深 80cm で機能しない確率が 0%、90cm で 20%、100cm で 40%、110cm で 60%、120cm で 80%、140cm で 100%、と設定した。

7. 小結

本章では、RC 造建物 1 階に入居する事業所の浸水対策について、机上の検討ではあるが、4 つの業種・モデルを想定して試設計と費用対効果の試算を行った。本節では、検討の内容と結果を概括したうえで、この建築タイプにおける浸水対策の方向性について考察を加える。

7.1 事業所モデルの浸水対策と費用対効果の概括

本章では、小さな浸水想定（床高 50cm 程度・水流少・高頻度）を対象とした浸水対策案 1 と中程度の浸水想定（床高 100cm 程度・水流中・中頻度）を対象とした浸水対策案 2 を検討した。前者は通りに面するファサードの 50cm までの静水圧を考慮した RC 造の腰壁と出入口に設ける床高+50cm の止水板で止水する対策である。後者は 100cm の静水圧を考慮した腰壁と床高+100cm の止水板で止水を行い、その上で漂流物の衝突等により出入口の止水板が機能しなくなった場合に備え、高価な機材の集まる区画に RC 造の腰壁と床高+100cm の止水板による第二の止水ラインを設ける、二段構えの慎重な対策を講じるものとしている。

対策による追加的コストの主たるものは、止水のための RC 造腰壁と出入口に設置する止水板が占める。浸水対策案 2 では室内にも止水ラインを設け、2 枚目の止水板を設置し、室内に設ける止水板の外に位置する間仕切り壁は浸水を想定し、下部を防水措置と耐水性の高い塗装を施したコンクリートブロック造の腰壁とする対策をも加えており、コスト的には高めの想定としている。止水板自体も現時点で最も止水性の高い高価な製品で試算を行っている。以上の想定で、浸水対策案 1 で 7~14%の追加、浸水対策案 2 で 17~37%の追加となっている。

基準案の工事費は不動産取引仲介業店舗（1.00）<食品等小売店（1.04）<洋食レストラン（1.40）<歯科医院（1.85）と想定され、対策の追加コストの占める比率は、基準案の工事費が増加するにつれて低下する。中程度の浸水時にも、ファサードの止水のみで対応し、二次止水ラインを省略する場合には、追加的コストは低減され、浸水の態様によっては効果が高く支障のない対策と想定される。想定される氾濫の態様に応じて過剰とされない選択を行えば、負担の軽減を図ることが可能となる。

また、歯科医院のように小部屋や作り付け家具が多く工事費が高く、かつ極度に高価な医療機器が集中する事業所では、一定の浸水が想定される場合には、追加的なコストの大きな浸水対策案 2 でも、比較的短時間で対策費用を回収することが可能と考えられる。一方、不動産取引仲介業店舗などの高価な機材がない業種では高度な浸水対策は、想定される営業年数内で投下した対策費用を回収しきれない可能性も生じ、現実的な選択ではなくなるため、一般的には追加的なコストの少ない軽度な対策が適していると考えられる。

7.2 事業所の効果的な浸水対策の方向に関する考察

モデルスタディにおいては、追加的建築コストと被害からの復旧費用の比較のために、業種ごとの平面形状は変えず、対策も二段階に絞り、対策レベルに応じた平面や仕様の細かい変更などは行わず、大きな傾向を把握するものとした。

水害により浸水の特性が異なることはヒアリングからもうかがわれ、実際の浸水対策の計画等の場面においては、当該敷地での浸水頻度と浸水深の想定、氾濫の発生形態と水流等の態様の予

測、浸水時の水の汚染度や土砂の混入の状況などについて、予想される浸水の内容を把握することが重要となる。そして、これに対し、展開する業種、就業者の特性、将来的な業種の動向や追加的な投資の可否、期待される売上高、予定工事費、業種ごとに負担可能な追加コスト等に応じ、過度に人的介入を要する対策を避け、無理の少ない対策を選択することが望ましいと考えられる。以下に、具体的な考え方の例を示す。

1) 浸水を前提とした仕上げ材や家具の選定

浸水が想定される場合には、出店コストに大きな影響を与えない範囲で、浸水後の被害を抑える効果のある耐水性を有する洗浄再利用が可能な金属や樹脂、多孔質ではない無機系素材を使用し、洗浄で済ませる仕様とするなど、「浸水を許容する設え」とすることが基本となると考えられる。その上で、設置場所による工事費の違いの少ないコンセントやスイッチ、設備機器類を、浸水位より上部に設置し、難しいものについても、高さに応じた回路の分離を行い、浸水による被害の軽減と、復旧の早期化を図ることが望まれる。

これらの対策はコンビニエンスストア各社で既に共通して実施されている事項となっている。

2) 初期投資の少ない業種は追加的なコストを抑えた浸水対策

特別な設えを要せず、高価な機材の少ない事務所などにおいては、電源やPC等の機器の浸水を避ける高所配置、サーバーの高所設置やクラウド化など、追加的なコストの少ない配慮を行うことで被害を抑えることが出来る可能性が高い。また、低水位で、高い浸水頻度の想定される場合には、浸水対策案1のファサード面での止水措置を講じることは効果的な投資となる。初期費用の低減のためには、腰壁を設けず嵌め殺しサッシ外部に止水シートを設置する止水方式の採用も考えられる。ただし、同種製品類の止水性能、漏水量の確認は現時点では情報が限られ、漂流物による損傷リスクもあるため、大きな水流や浸水深が予想される場合には適していない。

食品等小売店も、什器類は多いものの、間仕切り壁など建築的な作り込みは少なく、初期コストを抑える業種であることから、同様の対応と考えられる。ただし、薬局や書籍など商材の内容によっては高性能の止水板の設置が、被害額の軽減の上で、合理的となることも予想される。

3) 高価な設備や機器を設ける業種では、浸水対策案1ないし2の柔軟な選択

浸水頻度の高い地区に立地し、開業後、20年以上の長期の運用が想定され、一基で数100万から1千万を超える高価な医療機器が集積する歯科医院では、浸水対策案2や二重の止水ラインを設置する浸水対策の合理性がある。こうした業種では、就業者はアルバイト等の比較的短期で入れ替わる人員ではなく、固定的な人員であるため、浸水対策への理解を高めることも可能と想定される。夜間の豪雨が予想される際や休前日の閉院時には、ドアの施錠と同様に止水板を設置することの習慣化などで人的介入の不確実性を解消することなども考えられる。

飲食店は一般に資金回収が10年程度と短いと言われ、大きな初期投資のしにくい業種である一方、高価な調理器具が多数設置され、浸水による被害が大きな業種である。被災経験のある飲食店経営者へのヒアリングでは、1割程度のコスト増、200万～300万円程度の追加コストは許容できるとの指摘もあった。厨房は高床化がなされることが多いことから、これに浸水対策案1ないし、ファサード位置のみでの1.0m止水対策などは、事業的に許容しうる対策の方向と考え

られる。

4) 物品の移動など事前対策は困難な場合が多い

欧米の大陸を流れる欧米等の河川の氾濫では、浸水の発生が前日から予想でき、水位情報が緩やかで、浸水までに物品の上方移動などの措置が出来る余地があることが少なくないと言われる。一方、わが国の河川の水位の上昇・下降の速度は速く、事業所内での被害防止措置は間に合わず、就業者の避難の遅れにもつながる危険性もある。資材の上方移動などの対策は実施が難しいことがヒアリングからもうかがわれる。

浸水して困る資材は上方設置を基本とし、下部には収納を設けないことによって自然と上方に什器等の配置がなされるよう、誘導する手法も考えられる。

5) 浸水対策の限界と日常的な運用への影響への配慮

比較的に止水性の高い RC 造の建物の 1 階でも床高 1m を超える浸水を阻止することは、通常の方法では困難で、機材や商材の浸水は免れない点には留意する必要がある。また、高い浸水深に備えた腰壁の設置は、飲食店などの事業所の場合、窓の開放性、通りとの一体性を阻害し、閉鎖的な店構えともなるため、事業所としての発信力の低下や、空間的な快適性の低下を招く可能性もある。業種により対策方法によっては、売り上げの低下につながるおそれもあり、単純に浸水被害額の軽減のみで対策を検討することは適切でない場合もある点に注意を要する。

そのため、浸水リスク、予想される被害の規模等とのバランスの上で過剰とならない浸水対策を講じることが望ましく、また同様に、バリアフリー性能への配慮、日常の運用性の低下や、地震や火災など他の災害時の安全性の低下をもたらさないよう留意することも必要となる。

補遺1. 造作家具の計画図

① 事務所モデル（不動産取引仲介業店舗）

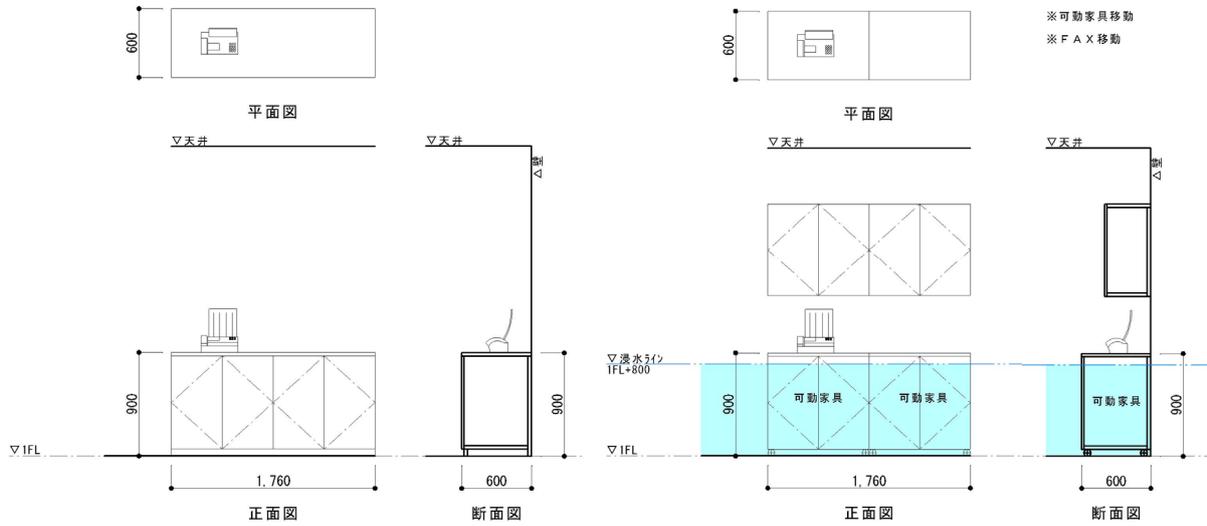


図 棚 (左: 基準案及び浸水対策案1、右: 浸水対策案2)

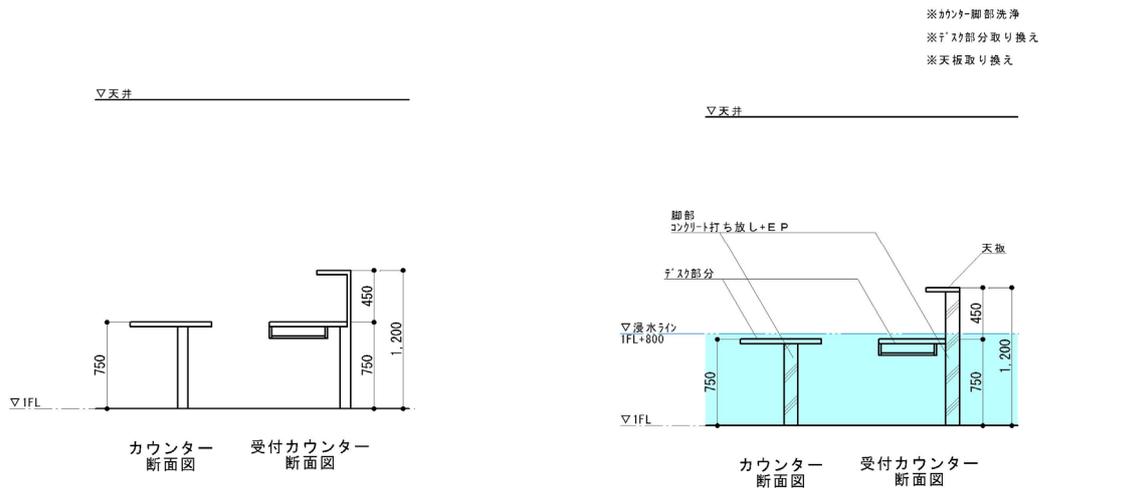


図 カウンター (左: 基準案及び浸水対策案1、右: 浸水対策案2)

② 物販店モデル（食品等小売店）

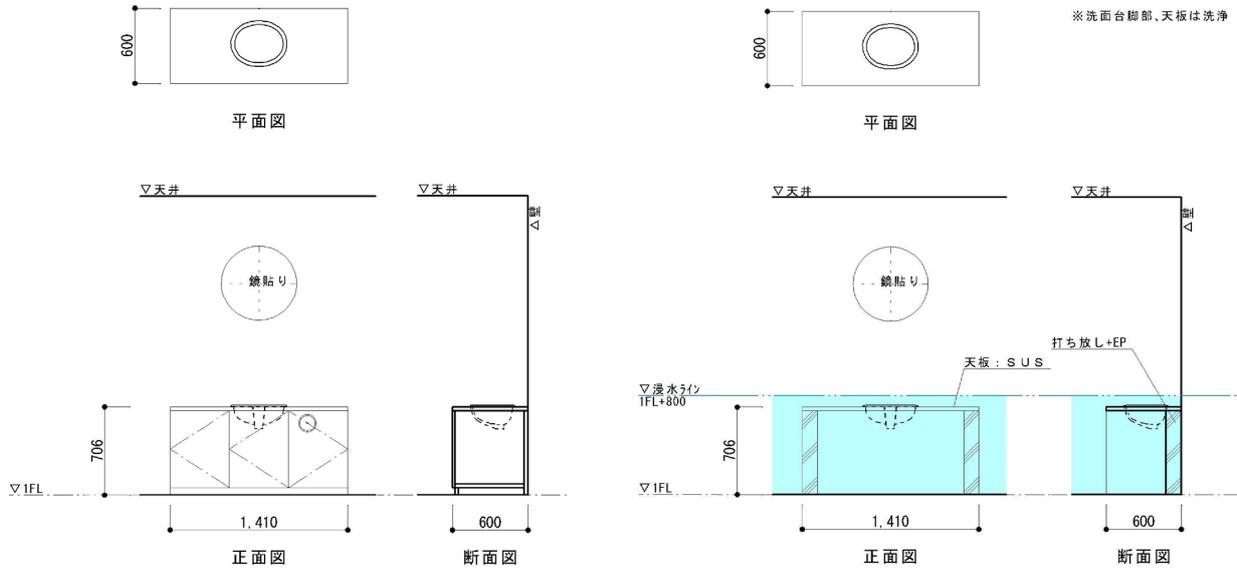


図 洗面台（左：基準案及び浸水対策案1、右：浸水対策案2）

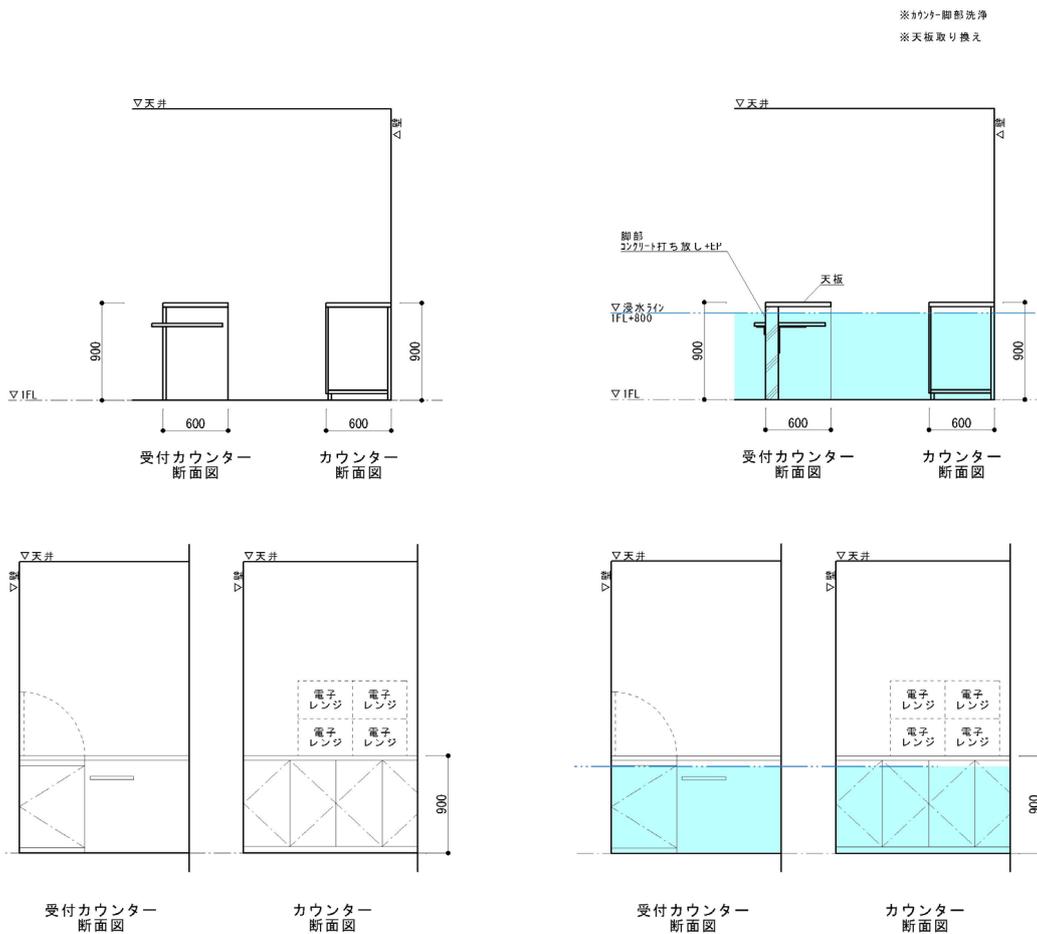


図 カウンター（左：基準案及び浸水対策案1、右：浸水対策案2）

③ 飲食店モデル (洋食レストラン)

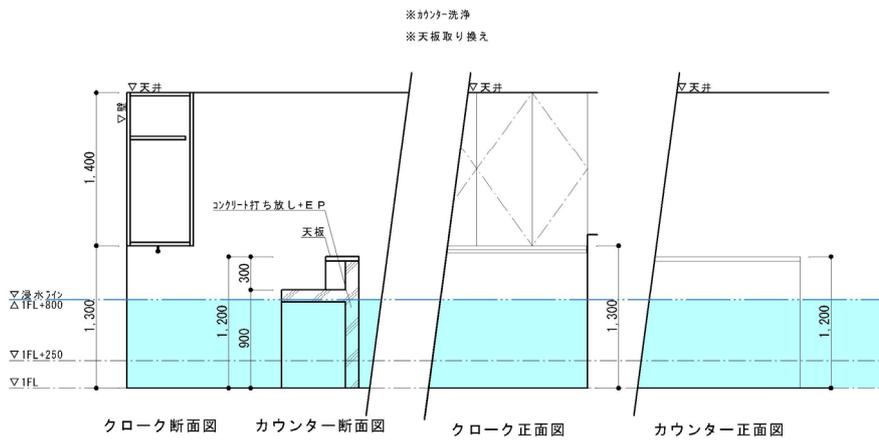
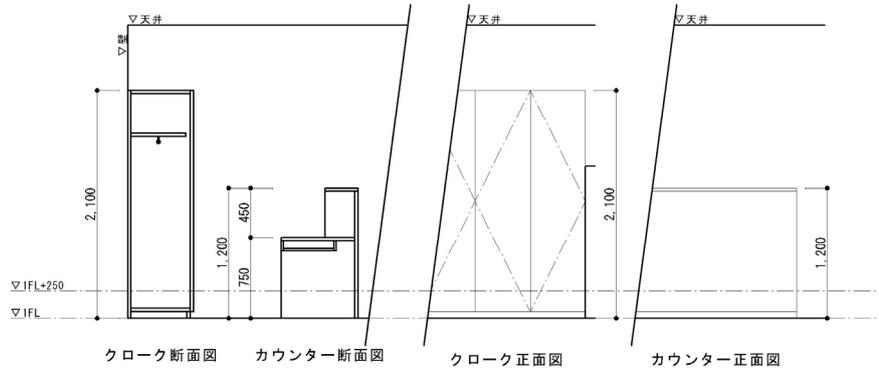


図 クロック及びカウンター (上: 基準案及び浸水対策案1、下: 浸水対策案2)

④ 小規模診療所モデル（歯科医院）

※カウチ-脚部洗浄
※フタ部分取り換え
※天板取り換え

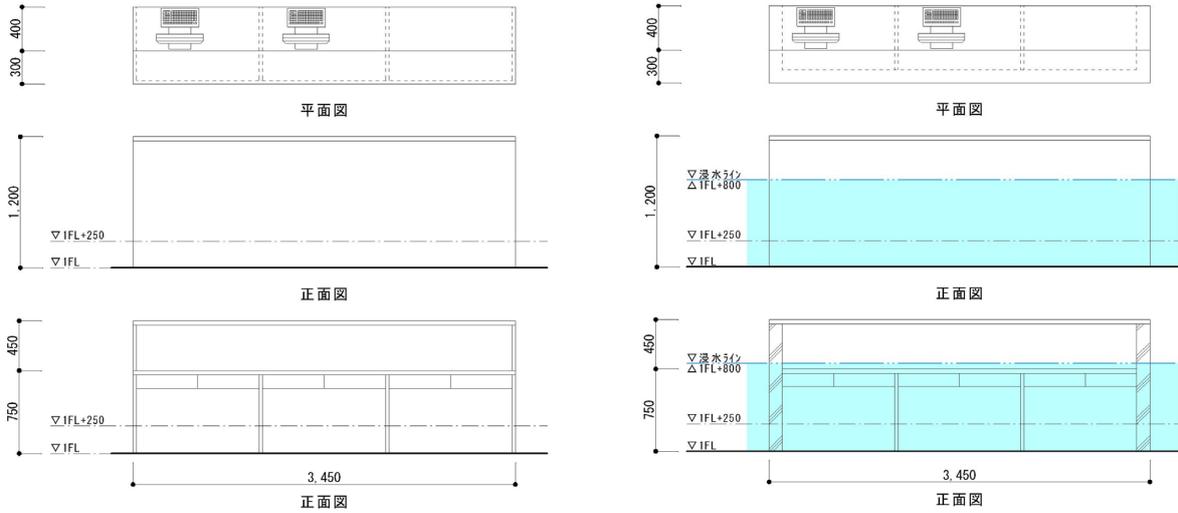
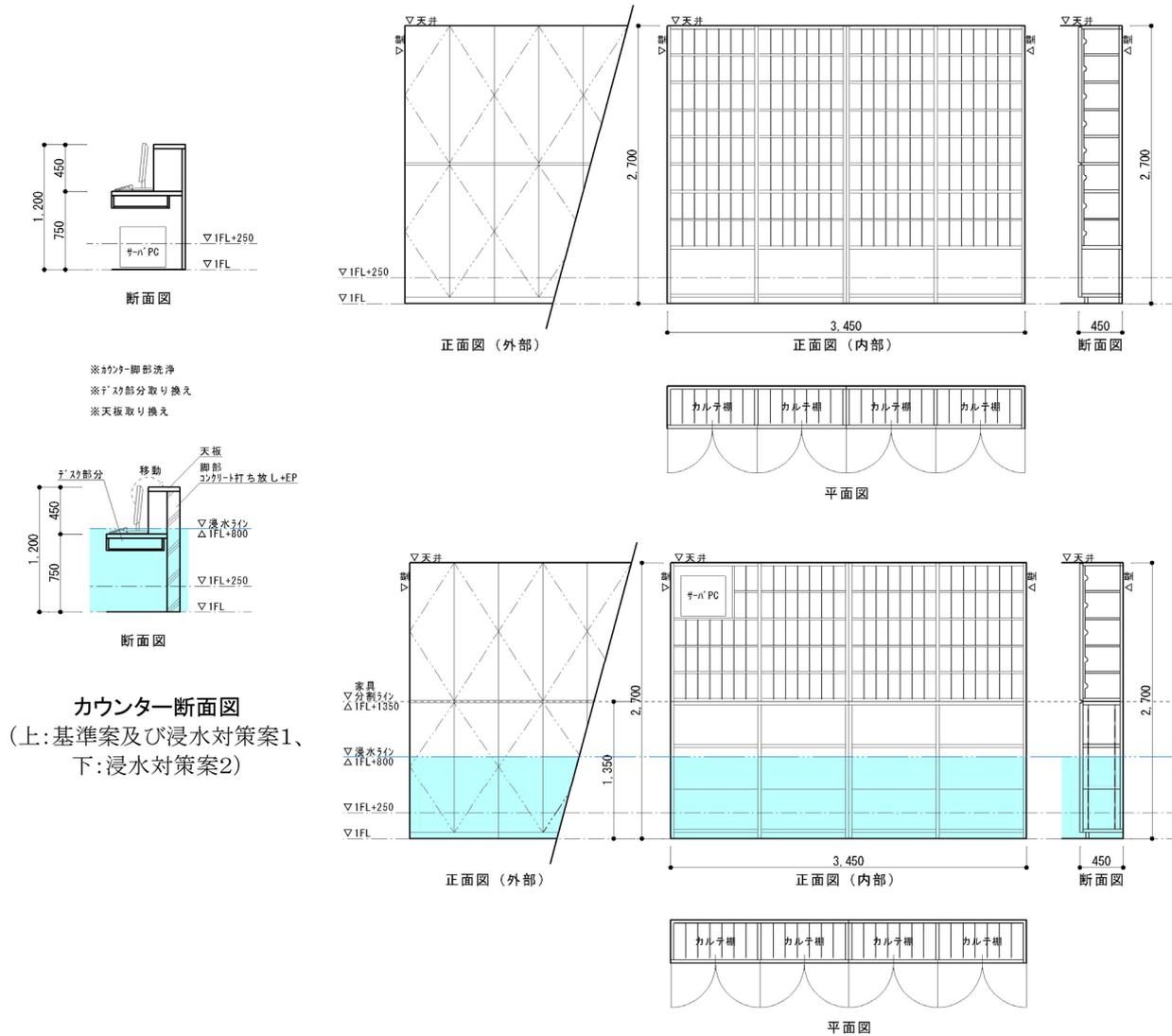


図 カウンター平面図及び立面図（左：基準案及び浸水対策案1、右：浸水対策案



カウンター断面図
（上：基準案及び浸水対策案1、
下：浸水対策案2）

図 カルテ棚（上：基準案及び浸水対策案1、下：浸水対策案2）

補遺2. 設備計画図

① 事務所モデル（不動産取引仲介業店舗）

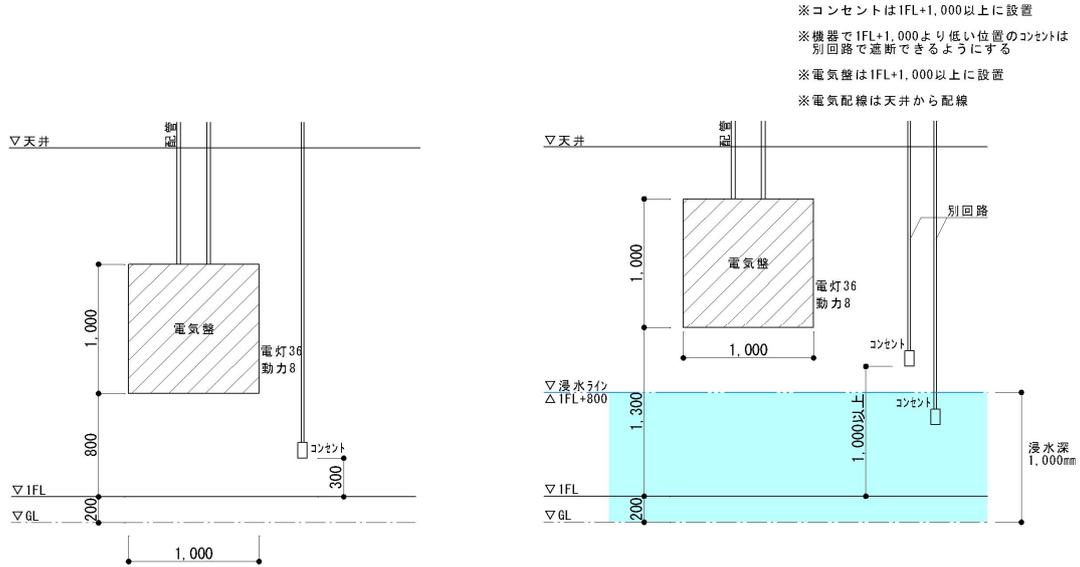


図 電気盤及び電気配線関係（左：基準案及び浸水対策案1、右：浸水対策

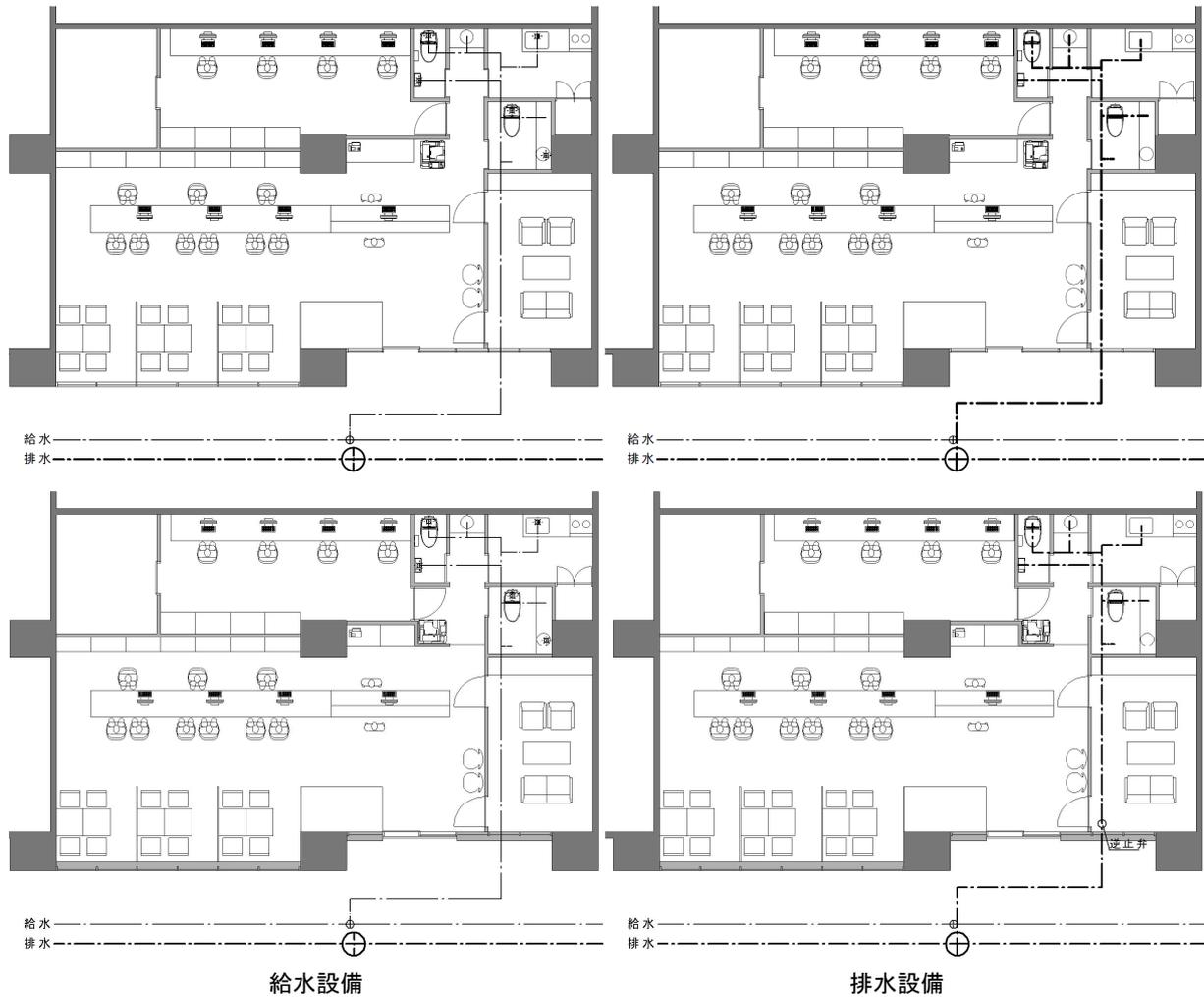


図 給排水設備プロット図（上：基準案、下：浸水対策案1及び浸水対策案2）

② 物販店モデル（食品等小売店）

- ※コンセントは1FL+1,000以上に設置
- ※機器で1FL+1,000より低い位置のコンセントは別回路で遮断できるようにする
- ※電気盤は1FL+1,000以上に設置
- ※電気配線は天井から配線

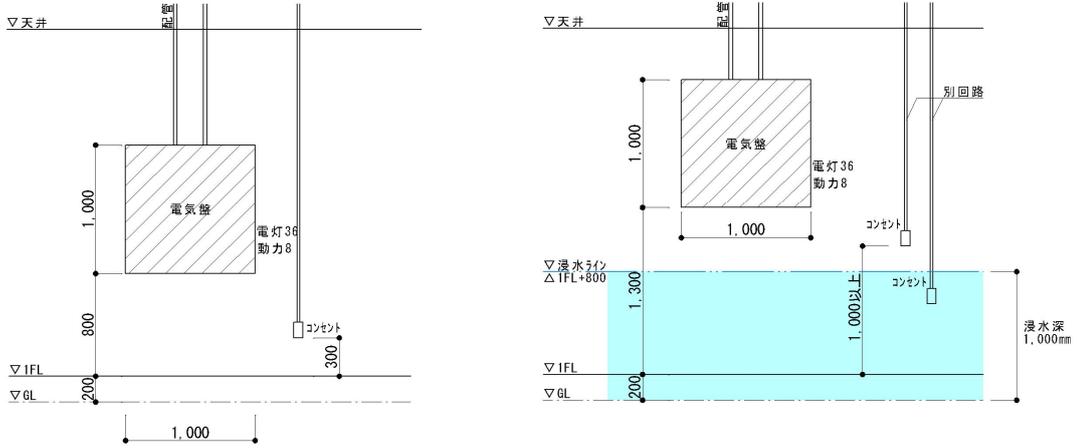


図 電気盤及び電気配線関係（左：基準案及び浸水対策案1、右：浸水対策案2）

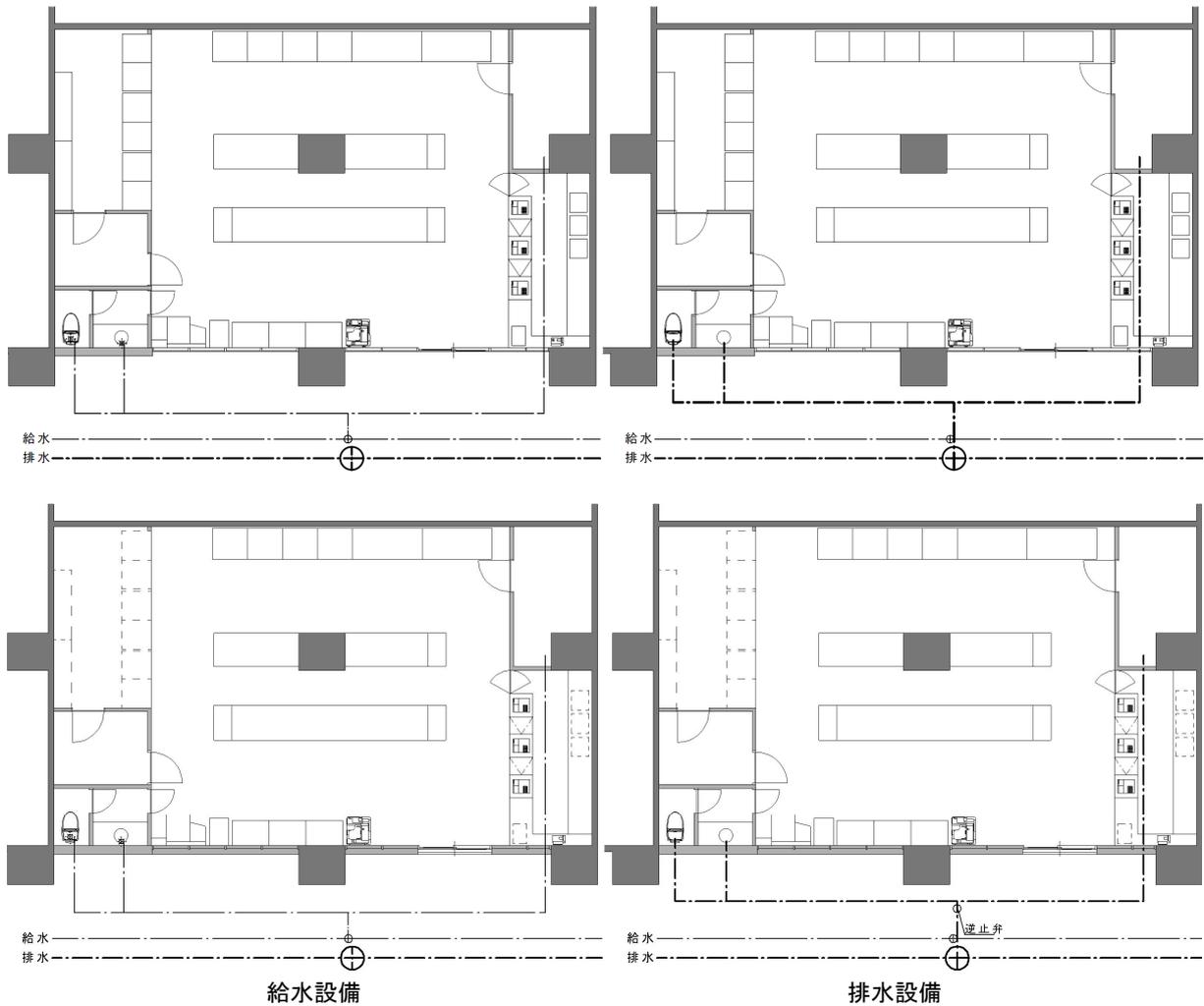


図 給排水設備プロット図（上：基準案、下：浸水対策案1及び浸水対策案2）

③ 飲食店モデル (洋食レストラン)

- ※コンセントは1FL+1,000以上に設置
- ※機器で1FL+1,000より低い位置のコンセントは別回路で遮断できるようにする
- ※電気盤は1FL+1,000以上に設置
- ※電気配線は天井から配線

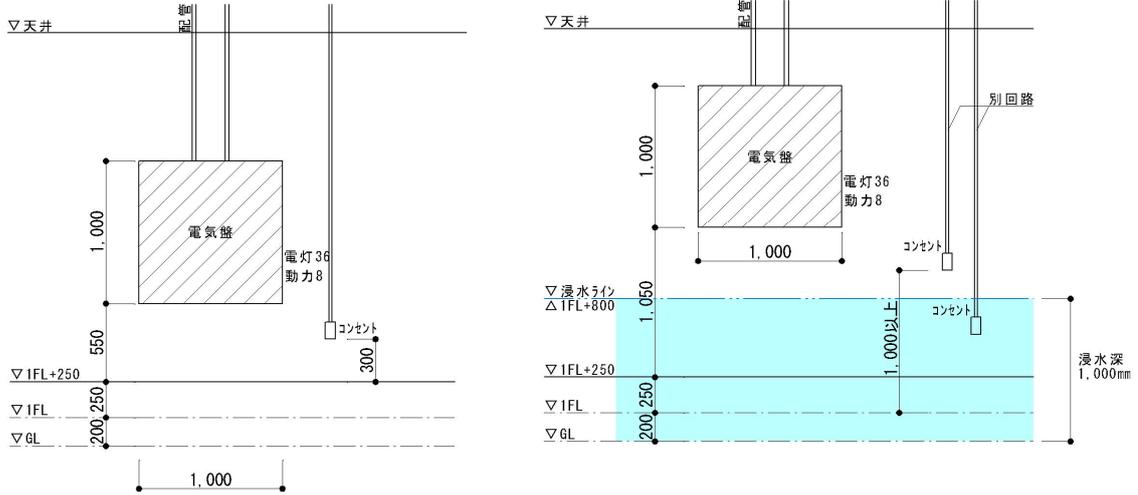


図 電気盤及び電気配線関係 (左:基準案及び浸水対策案1、右:浸水対策案2)

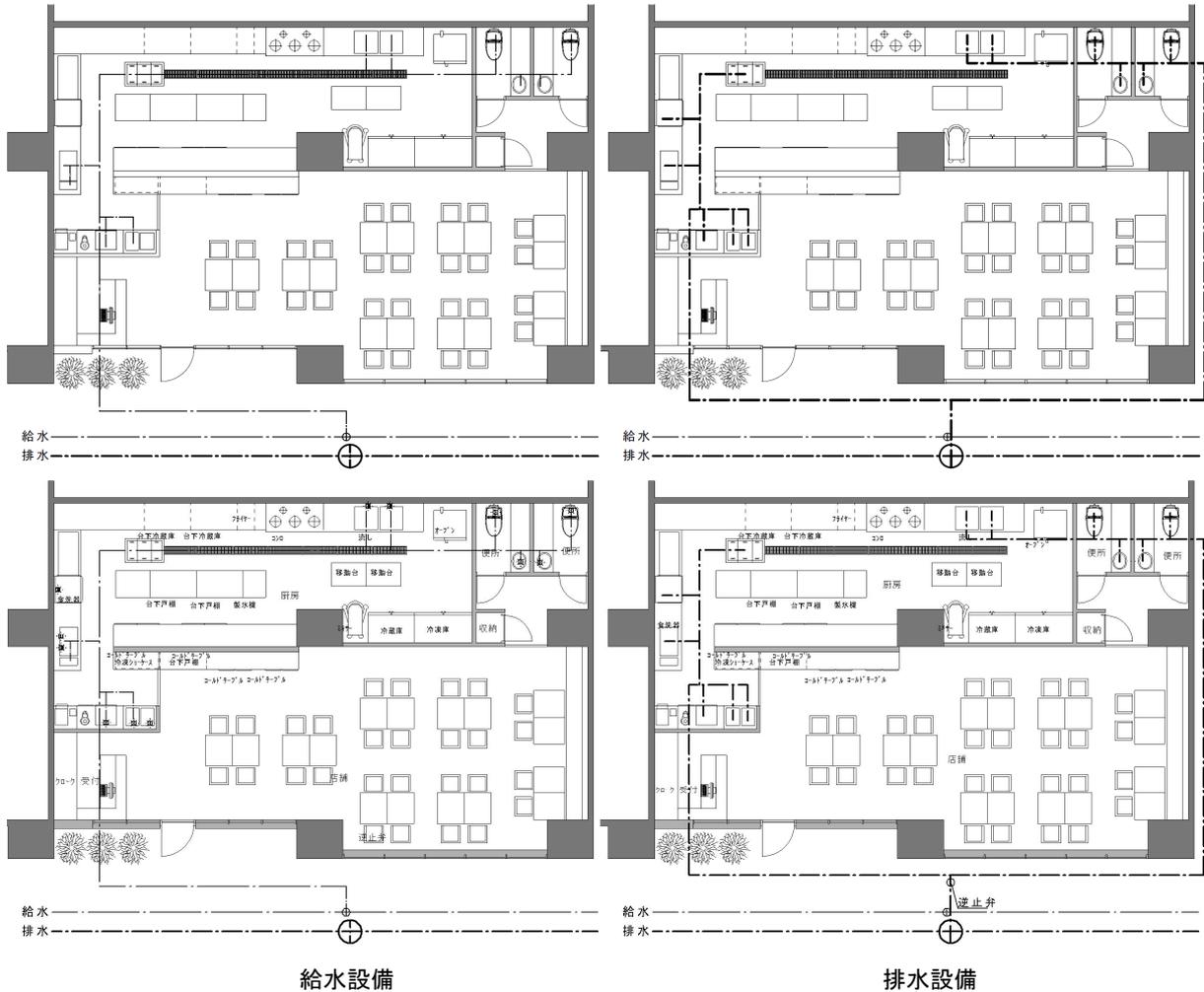


図 給排水設備プロット図 (上:基準案、下:浸水対策案1及び浸水対策案2)

④ 小規模診療所モデル（歯科医院）

※コンセントは1FL+1,000以上に設置
※機器で1FL+1,000より低い位置のコンセントは別回路で遮断できるようにする
※電気盤は1FL+1,000以上に設置
※電気配線は天井から配線

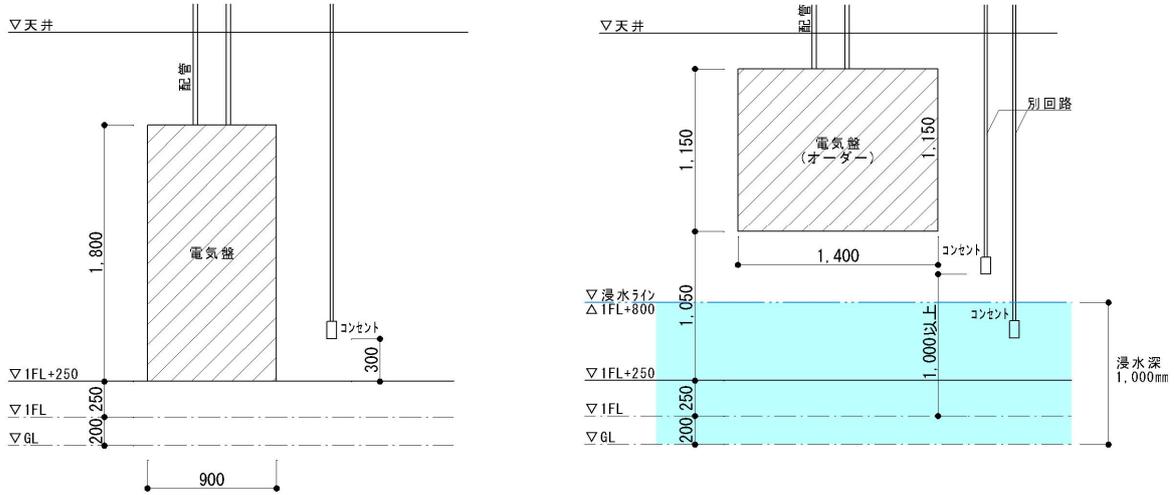


図 電気盤及び電気配線関係（左:基準案及び浸水対策案1、右:浸水対策案2）

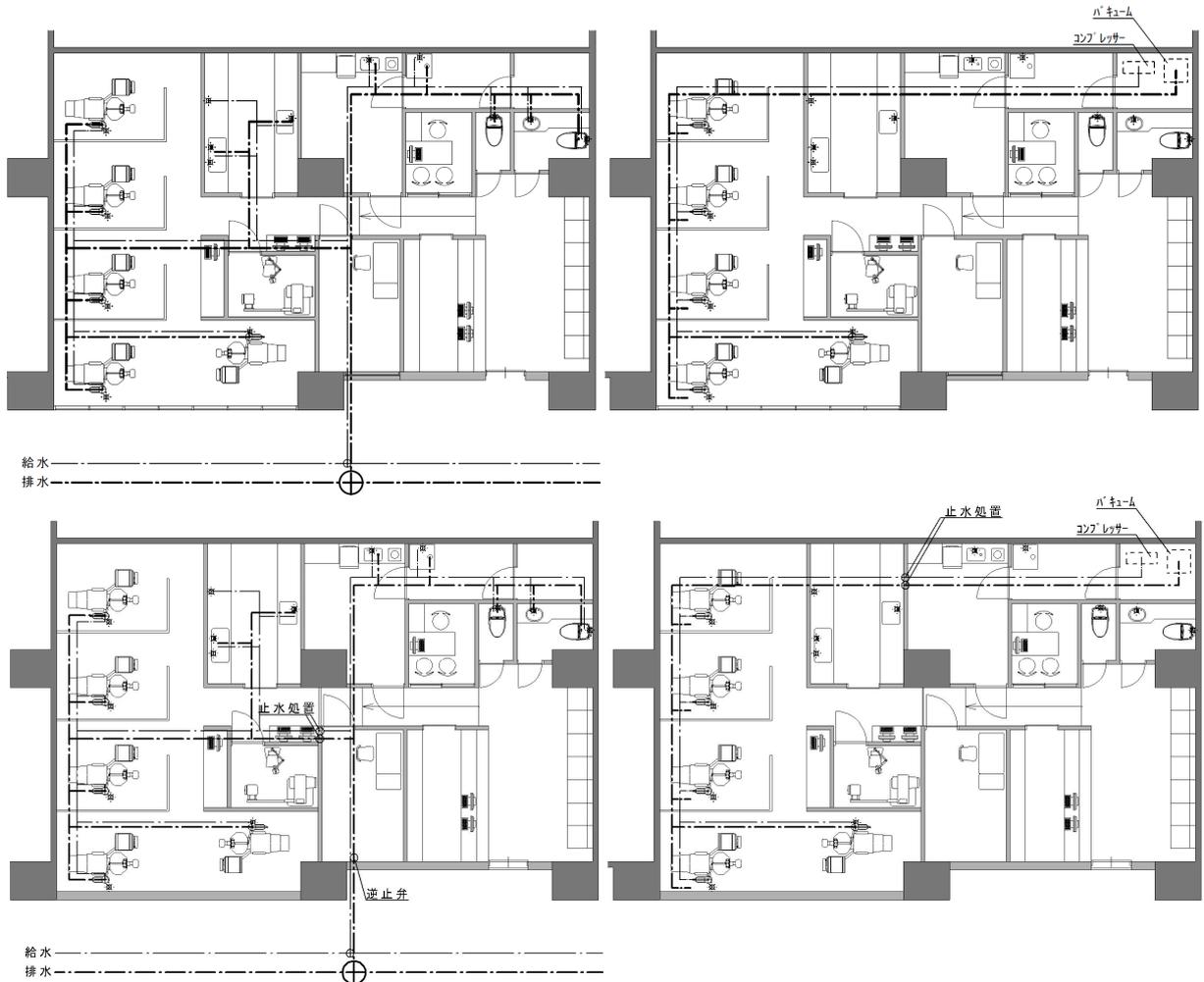


図 給排水設備プロット図
(上:基準案、下:浸水対策案2)

図 医療配管プロット図
(上:基準案及び浸水対策案1、下:浸水対策案2)

補遺3. 什器等の概算被害額について

原状復旧費用の算出（5.1 2）における、建物修復費用及び什器等の再取得価格等の浸水深（3通り）別の被害額を示す。

① 事務所モデル（不動産取引仲介業店舗）

表 建物修復費用概算

	ケースA 基準案			ケースB 浸水対策案1が機能		ケースC 浸水対策案 2が機能	ケースD 浸水対策案2において 2次止水区画のみ機能		
	50cm	100cm	150cm	100cm	150cm	150cm	50cm	100cm	150cm
仮設工事	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000
軽鉄ボード工事	322,100	322,100	322,100	322,100	322,100	303,000	135,000	135,000	303,000
左官タイル工事	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
塗装工事	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
内装仕上工事	1,276,600	1,276,600	1,276,600	1,276,600	1,276,600	445,000	445,000	445,000	445,000
造作家具・木製建具工事	2,469,000	2,824,000	2,949,000	2,824,000	2,949,000	2,544,000	1,964,000	2,319,000	2,544,000
サッシ・ガラス工事	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
看板・サイン工事	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
電気設備工事	0	475,000	830,000	475,000	830,000	0	0	0	0
空調換気設備工事	1,559,000	1,559,000	1,559,000	115,000	115,000	0	0	0	0
給排水衛生設備工事	107,000	433,000	433,000	433,000	433,000	433,000	107,000	433,000	433,000
防災設備工事	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
直接工事費計	7,543,700	8,699,700	9,179,700	7,255,700	7,735,700	5,535,000	4,461,000	5,142,000	5,535,000
修復費用計 (経費・税込・丸目)	9,100,000	11,000,000	11,000,000	8,800,000	9,400,000	6,700,000	5,400,000	6,200,000	6,700,000

表 什器等の被害額概算

物品名	合計価格 (円)	設置室	設置高(cm)		浸水深毎の被害額			備考
			対FL	対GL	50 (cm)	100 (cm)	150 (cm)	
※以下は概算見積参考								
打合せテーブル 700*700	180,000	接客スペース	60	80	0	180,000	180,000	
打合せイス	240,000	接客スペース	30	50	0	240,000	240,000	
ロ-カウンター お客様イス	150,000	接客スペース	20	40	150,000	150,000	150,000	
デスクチェア	108,000	接客スペース	20	40	108,000	108,000	108,000	
収納棚(2段)	279,000	接客スペース	0	20	279,000	279,000	279,000	
収納棚(1段)	252,000	接客スペース	0	20	252,000	252,000	252,000	
ロ-パーティション	540,000	接客スペース	0	20	108,000	108,000	108,000	20%交換発生想定
応接セット	250,000	応接室	0	20	250,000	250,000	250,000	
デスク	168,000	事務所	10	30	168,000	168,000	168,000	
デスクチェア	144,000	事務所	20	40	144,000	144,000	144,000	
更衣ロッカー	192,000	事務所	0	20	38,400	38,400	38,400	20%交換発生想定
ア-ングルラック	270,000	倉庫	0	20	0	0	0	洗って使用
※以下の価格は資産登録参考								
パソコン	132,000	受付	70	90	0	132,000	132,000	
電話機	18,000	受付	70	90	0	18,000	18,000	
パソコン	396,000	接客スペース	70	90	0	396,000	396,000	
空気清浄器	70,000	接客スペース	0	20	70,000	70,000	70,000	
電話機	18,000	応接室	70	90	0	18,000	18,000	
空気清浄器	35,000	応接室	0	20	35,000	35,000	35,000	
複合機	1,000,000	事務所	0	20	1,000,000	1,000,000	1,000,000	
パソコン	528,000	事務所	70	90	0	528,000	528,000	
プリンター	100,000	事務所	70	90	0	100,000	100,000	
電話機	72,000	事務所	70	90	0	72,000	72,000	
シュレッダー	20,000	事務所	0	20	20,000	20,000	20,000	
空気清浄器	35,000	事務所	0	20	35,000	35,000	35,000	
合計	5,197,000				2,657,400	4,341,400	4,341,400	

② 物販店モデル（食品等小売店）

表 建物修復費用概算

	ケースA 基準案			ケースB 浸水対策案1が機能		ケースC 浸水対策案 2が機能	ケースD 浸水対策案2において 2次止水区画のみ機能		
	50cm	100cm	150cm	100cm	150cm	150cm	50cm	100cm	150cm
仮設工事	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000
軽鉄ボード工事	252,600	252,600	252,600	252,600	252,600	240,600	135,000	135,000	240,600
左官タイル工事	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
塗装工事	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
内装仕上工事	311,250	311,250	311,250	311,250	311,250	212,250	212,250	212,250	212,250
造作家具・木製建具工事	431,050	431,050	431,050	431,050	431,050	431,050	431,050	431,050	431,050
サッシ・ガラス工事	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
看板・サイン工事	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
電気設備工事	0	415,200	789,200	415,200	789,200	0	0	0	0
空調換気設備工事	2,342,000	2,342,000	2,342,000	1,062,000	1,062,000	1,062,000	1,062,000	1,062,000	1,062,000
給排水衛生設備工事	310,200	724,800	724,800	724,800	724,800	724,800	310,200	724,800	724,800
防災設備工事	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
直接工事費計	5,457,100	6,286,900	6,660,900	5,006,900	5,380,900	4,480,700	3,960,500	4,375,100	4,480,700
修復費用計 (経費・税込・丸目)	6,600,000	7,600,000	8,100,000	6,100,000	6,500,000	5,400,000	4,800,000	5,300,000	5,400,000

表 什器等の被害額概算（*印は類似で設置高が同じものを一括した）

物品名	合計価格 (円)	設置室	設置高(cm)		浸水深毎の被害額			備 考
			対FL	対GL	50 (cm)	100 (cm)	150 (cm)	
※以下は同規模店舗見積を参考								
両面ゴンドラ*	150,420	売場	0	20	30,084	30,084	30,084	ESA313HC(M)メッシュ 20%交換発生想定
エトゴンドラ	92,400	売場	0	20	18,480	18,480	18,480	ESB313KS(M)メッシュ 20%交換発生想定
片面ゴンドラ*	28,580	売場	0	20	5,716	5,716	5,716	ESB316KCIほか 20%交換発生想定
棚板各種*	224,640	売場	0	20	44,928	44,928	44,928	20%交換発生想定
フックバー-900ほか*	27,500	売場	0	20	5,500	5,500	5,500	20%交換発生想定
フック5φ200	20,090	売場	0	20	4,018	4,018	4,018	20%交換発生想定
マガジスタットD460タイプ	130,000	売場	0	20	26,000	26,000	26,000	5段、下台なし 20%交換発生想定
コミックスタット	35,000	売場	0	20	7,000	7,000	7,000	20%交換発生想定
ハンタガラスラック900x300	45,000	売場	0	20	9,000	9,000	9,000	転びとめ付 20%交換発生想定
ハンラック900x350	36,000	売場	0	20	7,200	7,200	7,200	転びとめ付 20%交換発生想定
ハン台用床板900x30	1,500	売場	0	20	300	300	300	転びとめネット 20%交換発生想定
薄棚用前面仕切900	53,760	売場	0	20	10,752	10,752	10,752	20%交換発生想定
バック傘ハンガー	13,000	売場	0	20	2,600	2,600	2,600	2段ハンガータイプ 20%交換発生想定
レジ休止板	3,000	売場	0	20	0	0	0	洗って使用
買い物籠	22,500	売場	0	20	0	0	0	洗って使用
買い物籠置き台	5,100	売場	0	20	0	0	0	BC-D3 洗って使用
サイドメッシュ	35,000	売場	0	20	7,000	7,000	7,000	20%交換発生想定
新聞什器W564xD450xH960	18,700	売場	0	20	3,740	3,740	3,740	20%交換発生想定
Liハネル	4,350	売場	0	20	870	870	870	20%交換発生想定
アングル中量棚各種*	90,680	倉庫	0	20	0	0	0	1800x300x1500 洗って使用
システムカウンター*	443,950	受付	0	20	88,790	88,790	88,790	CVC-60(棚のみ)等 20%交換発生想定
カウンターダイノクシート	45,000	受付	0	20	45,000	45,000	45,000	
同上貼り手間	35,000	受付	0	20	35,000	35,000	35,000	
ステンレス幅木 材工共	27,000	受付	0	20	27,000	27,000	27,000	
組立工事	55,000	受付	0	20	55,000	55,000	55,000	
ショーケース関係								
別置式冷凍リチン	447,000	売場	0	20	447,000	447,000	447,000	RIF-CP277M
同上棚板	130,000	売場	0	20	130,000	130,000	130,000	RIF-RGE
オープンケー-スライト棚各種*	1,571,000	売場	0	20	1,571,000	1,571,000	1,571,000	RAS-CP373Y-Gほか
ミラー側板	128,000	売場	0	20	128,000	128,000	128,000	RAS-EVB73MR/L
中間側板	46,000	売場	0	20	46,000	46,000	46,000	RAS-EV73C
アクリル仕切板	7,200	売場	0	20	7,200	7,200	7,200	
ウォークイン6枚扉D1800	1,060,000	売場	0	20	1,060,000	1,060,000	1,060,000	床付、スノ、スキッド、標準扉 (有効660mm)1枚
ケルグコイル	113,000	ドリンク	220	240	0	0	0	CC-D5020
プ-スタ-ユニット	230,000	外部	0	20	230,000	230,000	230,000	CVU-NR20B
マスターコントロール	150,000	倉庫	130	150	0	0	0	SEC-1014CP
コントローラ	41,400	倉庫	130	150	0	0	0	SEC-EV1B02
ファンスイッチ	4,400	倉庫	130	150	0	0	0	SEC-SWFN
電子膨張弁	31,400	ドリンク	220	240	0	0	0	SEC-SEV15VD
防露ヒーターコントローラ	92,000	倉庫	130	150	0	0	0	SEC-H3200
マスターコントローラ-架台	3,500	倉庫	130	150	0	0	0	SEC-1014BASE

(前ページから続く)

物品名	合計価格 (円)	設置室	設置高(cm)		浸水深毎の被害額			備 考
			対FL	対GL	50 (cm)	100 (cm)	150 (cm)	
ドリンク冷蔵ケース	360,000	売場	0	20	360,000	360,000	360,000	SAR-S345TVB
デザートラウトケース	853,700	売場	0	20	853,700	853,700	853,700	SAR-D393A
アイランドアイスケース(壁面)	695,000	売場	0	20	695,000	695,000	695,000	SCR-WF1800
冷凍スツカ-	89,300	倉庫	0	20	89,300	89,300	89,300	SCR-R28V
コートテーブル	201,500	倉庫	0	20	201,500	201,500	201,500	SUF-G1561CA
事務所ファイル棚	22,280	受付	0	20	4,456	4,456	4,456	20%交換発生想定
成人雜誌区分仕器	15,740	売場	0	20	3,148	3,148	3,148	20%交換発生想定
※価格・数量・設置高は資産登録参考								
飲料①(冷蔵棚②)	550,000	売場	30	50	0	550,000	550,000	
飲料②(冷蔵棚②)	550,000	売場	52	72	0	550,000	550,000	
飲料③(冷蔵棚②)	550,000	売場	72	92	0	550,000	550,000	
酒類①(冷蔵棚②)	550,000	売場	90	110	0	0	550,000	
酒類②(冷蔵棚②)	550,000	売場	112	132	0	0	550,000	
酒類②(冷蔵棚②)	550,000		132	152	0	0	0	
酒類②(冷蔵棚②)	550,000		152	172	0	0	0	
栄養ドリンク(冷蔵棚①)	750,000		30	50	0	750,000	750,000	
紙パック飲料、食品(冷蔵棚④)	900,000		30	50	0	900,000	900,000	
紙パック飲料、惣菜(冷蔵棚⑤)	900,000		60	80	0	900,000	900,000	
生菓子(冷蔵棚③)	750,000		45	65	0	750,000	750,000	
惣菜(冷蔵棚⑥)	900,000		90	110	0	0	900,000	
アイス(冷凍棚②)	750,000		70	90	0	750,000	750,000	
食品、おにぎり等(冷蔵棚⑦)	900,000		30	50	0	900,000	900,000	
食品、惣菜等(冷蔵棚⑧)	900,000		60	80	0	900,000	900,000	
食品、野菜等(冷蔵棚⑨)	900,000		90	110	0	0	900,000	
飲み物、肉まん(冷蔵・保温棚)	750,000		30	50	0	750,000	750,000	
冷凍食品(冷凍棚①)	110,000		50	70	0	110,000	110,000	全7段1段目
冷凍食品(冷凍棚①)	110,000		70	90	0	110,000	110,000	全7段2段目
冷凍食品(冷凍棚①)	110,000		90	110	0	0	110,000	全7段3段目
冷凍食品(冷凍棚①)	110,000		105	125	0	0	110,000	全7段4段目
冷凍食品(冷凍棚①)	110,000		120	140	0	0	110,000	全7段5段目
冷凍食品(冷凍棚①)	110,000		138	158	0	0	0	全7段6段目
冷凍食品(冷凍棚①)	110,000		153	173	0	0	0	全7段7段目
電気ホット*	14,000	受付	80	100	0	0	14,000	【参考:価格コム】
電子レンジ*	288,000	受付	80	90	0	0	288,000	2台重ね×2
PC	132,000	受付	70	90	0	132,000	132,000	
電話・FAX	18,000	受付	70	90	0	18,000	18,000	
プリンター	30,000	受付	110	130	0	0	30,000	机の上から0.4うえ位置
※以下の価格はその他資料参考								
レジ	150,000	受付	70	90	0	150,000	150,000	レストラン参照
業務用全自動コヒ-マシン	1,000,000	受付	70	90	0	1,000,000	1,000,000	BONMACのサイト参照
什器等被害額計	9,567,590				6,260,282	7,560,282	7,892,282	
商品被害額系	13,020,000				0	8,470,000	11,700,000	
合 計	22,587,590				6,260,282	16,030,282	19,592,282	

③ 飲食店モデル (洋食レストラン)

表 建物修復費用概算

	ケースA 基準案			ケースB 浸水対策案1が機能		ケースC 浸水対策案 2が機能	ケースD 浸水対策案2において 2次止水区画のみ機能		
	50cm	100cm	150cm	100cm	150cm	150cm	50cm	100cm	150cm
仮設工事	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000
軽鉄ボード工事	266,600	266,600	266,600	266,600	266,600	135,000	135,000	135,000	135,000
左官タイル工事	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
塗装工事	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
内装仕上工事	851,600	851,600	851,600	851,600	851,600	166,600	166,600	166,600	166,600
造作家具・木製建具工事	2,127,000	2,127,000	2,127,000	2,127,000	2,127,000	2,127,000	2,127,000	2,127,000	2,127,000
サッシ・ガラス工事	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
看板・サイン工事	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
電気設備工事	0	475,000	1,215,000	475,000	1,215,000	0	0	0	0
空調換気設備工事	2,145,000	2,145,000	2,145,000	115,000	115,000	0	0	0	0
給排水衛生設備工事	119,000	325,000	950,000	325,000	950,000	950,000	119,000	325,000	950,000
防災設備工事	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
直接工事費計	7,319,200	8,000,200	9,365,200	5,970,200	7,335,200	5,188,600	4,357,600	4,563,600	5,188,600
修復費用計 (経費・税込・丸目)	8,900,000	9,700,000	11,000,000	7,200,000	8,900,000	6,300,000	5,300,000	5,500,000	6,300,000

表 什器等の被害額概算 (*印は類似で設置高が同じものを一括した)

物品名	合計価格 (円)	設置室	設置高(cm)		浸水深毎の被害額			備 考
			対FL	対GL	50 (cm)	100 (cm)	150 (cm)	
※以下の概算見積参考								
縦型冷蔵庫*	571,000	厨房	10	55	0	571,000	571,000	GRD-154FMD 1500x800x1950等
ミキサー	746,300	厨房	30	75	0	746,300	746,300	MS-30 550x790x1400
スチ-ムコンベクションオーブン	744,000	厨房	82	127	0	0	744,000	SSC-06D 845x775x820
プラスチック	1,080,000	厨房	0	45	1,080,000	1,080,000	1,080,000	QXF-006SFLT2 1200x750x800
作業台	21,400	厨房	0	45	0	0	0	BW-トク 500x600x800 洗って使用
2槽シンク	44,500	厨房	0	45	0	0	0	BS2-126 1200x600x800 洗って使用
作業台	19,700	厨房	0	45	0	0	0	BW-096N 900x600x800 洗って使用
ガステーブル	123,200	厨房	60	105	0	0	123,200	RGT-1565D 1500x600x800
ガスフライヤー	97,300	厨房	40	85	0	97,300	97,300	MGF-18K 430x600x800
台下冷凍庫*	366,600	厨房	0	45	366,600	366,600	366,600	LRC-122FM 1200x600x800等
作業台	64,000	厨房	0	45	0	0	0	2350x600x800 洗って使用
移動台	55,600	厨房	0	45	0	0	0	BMW-096N 900x600x800 洗って使用
製氷機	255,400	厨房	0	45	255,400	255,400	255,400	FIC-A45KT2 630x450x800
引戸付調理台	101,600	厨房	0	45	0	0	0	BH-127N 1200x750x800 洗って使用
作業台	23,800	厨房	0	45	0	0	0	BW-097N 900x750x800 洗って使用
1槽ゴミカ付ソイルテーブル	152,000	厨房	0	45	0	0	0	1800x700x820 洗って使用
食器洗浄機	534,200	厨房	0	45	534,200	534,200	534,200	MDDTB8E 640x670x1445
クリンテーブル	67,000	厨房	0	45	67,000	67,000	67,000	ラックレール付 1200x700x820
ティッシュウォ-マーテーブル	207,900	厨房	0	45	207,900	207,900	207,900	MEWD-156 1500x600x800
台下冷凍庫*	811,000	厨房	0	45	811,000	811,000	811,000	LRC-152FM 1500x600x800ほか
スキマ台	18,000	厨房	0	45	0	0	0	250x600x800 洗って使用
引戸付調理台	35,800	厨房	0	45	0	0	0	BH-124N 1200x450x800 洗って使用
冷蔵ショーケース	260,700	厨房	0	45	260,700	260,700	260,700	MSU-A120GHWSR 1200x450x1900
1槽台付シンク	84,600	厨房	0	45	0	0	0	アイストン付き 850x600x800 洗って使用
サーバー台	22,100	厨房	0	45	22,100	22,100	22,100	BW-トク 600x600x800
エスプレッソマシン	724,500	厨房	80	125	0	0	724,500	M26-DT/1 460x547x558
エスプレッソミル	175,500	厨房	80	125	0	0	175,500	ENE(A)(OD)
パイプ棚*	922,500	厨房	170	215	0	0	900,000	BPS30-12B 1200x300等 洗って使用
吊戸棚	107,400	厨房	170	215	0	0	0	BCS6-1530S 1500x300x600 洗って使用
上棚	45,600	厨房	170	215	0	0	0	BPT30-15 1500x300x800 洗って使用
ラックシェルフ	14,800	厨房	170	215	0	0	0	BRS40-13L 1300x400x430 洗って使用
テーブル700x800	480,000	客席	50	70	0	480,000	480,000	
イス	640,000	客席	0	20	640,000	640,000	640,000	
※以下の価格は資産登録参考								
空気清浄器	70,000	客席	0	20	70,000	70,000	70,000	
電話機	18,000	受付	70	90	0	18,000	18,000	
レジ	50,000	受付	70	90	0	50,000	50,000	
シュレッダー	20,000	受付	0	20	20,000	20,000	20,000	
ノートPC	132,000	受付	70	90	0	132,000	132,000	
プリンター	30,000	受付	70	90	0	30,000	30,000	
合 計	9,038,000				4,334,900	6,459,500	8,226,700	

④ 小規模診療所モデル（歯科医院）

表 建物修復費用概算

	ケースA 基準案			ケースB 浸水対策案1が機能		ケースC 浸水対策案 2が機能	ケースD 浸水対策案2において 2次止水区画のみ機能		
	50cm	100cm	150cm	100cm	150cm	150cm	50cm	100cm	150cm
浸水深									
仮設工事	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000
軽鉄ボード工事	1,190,600	1,190,600	1,190,600	1,190,600	1,190,600	885,900	885,900	885,900	885,900
左官タイル工事	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
塗装工事	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
内装仕上工事	1,923,900	1,923,900	1,923,900	1,923,900	1,923,900	1,085,700	1,085,700	1,085,700	1,085,700
造作家具・木製建具工事	9,371,660	9,371,660	9,385,160	9,371,660	9,385,160	9,385,160	5,587,760	5,587,760	9,385,160
サッシ・ガラス工事	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
看板・サイン工事	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
電気設備工事	0	468,420	659,670	468,420	659,670	0	0	0	0
空調換気設備工事	1,735,050	1,735,050	1,735,050	0	0	0	0	0	0
給排水衛生設備工事	645,310	941,410	1,130,410	941,410	1,130,410	1,130,410	281,960	578,060	1,130,410
防災設備工事	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
直接工事費計	16,676,520	17,441,040	17,834,790	15,705,990	16,099,740	14,297,170	9,651,320	9,947,420	14,297,170
修復費用計 (経費・税込・丸目)	20,000,000	21,000,000	22,000,000	19,000,000	19,000,000	17,000,000	12,000,000	12,000,000	17,000,000

表 什器等の被害額概算

物品名	合計価格 (円)	設置室	設置高(cm)		浸水深毎の被害額			備 考
			対FL	対GL	50 (cm)	100 (cm)	150 (cm)	
※以下の概算見積参考								
診療ユニット	15,000,000	診察室	0	45	15,000,000	15,000,000	15,000,000	
口腔外パキウム	3,000,000	診察室	0	45	3,000,000	3,000,000	3,000,000	
画像診断デジタル機器	5,000,000	診察室	90	135	0	0	5,000,000	ユニットの左前床置き。 X線室と各ユニットがつながる。
歯科用コンピューター	5,000,000	診察室	90	135	0	0	5,000,000	受付やカウンセリング等の パソコンも含めたシステム一式。
パノラマレントゲン	4,000,000	レントゲン室	0	45	4,000,000	4,000,000	4,000,000	
デジタルレントゲン	600,000	レントゲン室	0	45	600,000	600,000	600,000	
消毒準備	600,000	消毒準備印象	90	135	0	0	600,000	複数の機器をまとめて一式。
技工機器	400,000	消毒準備印象	70	115	0	0	400,000	
機械室	2,800,000	機械室	0	45	2,800,000	2,800,000	2,800,000	複数の設備をまとめて一式。
※以下の価格は資産登録参考								
空気清浄器	35,000	待合	0	20	35,000	35,000	35,000	
電話機	18,000	受付	70	90	0	18,000	18,000	
複合機	30,000	受付	70	90	0	30,000	30,000	
レジ	50,000	受付	70	90	0	50,000	50,000	
シュレッダー	20,000	受付	0	20	20,000	20,000	20,000	
空気清浄器	35,000	カウンセリング	0	45	35,000	35,000	35,000	
空気清浄器	70,000	診察室	0	45	70,000	70,000	70,000	
電話機	18,000	院長室	70	115	0	0	18,000	
ノートPC	132,000	院長室	70	115	0	0	132,000	
プリンター	30,000	院長室	70	115	0	0	30,000	
冷蔵庫	129,000	スタッフルーム	0	45	129,000	129,000	129,000	
電子レンジ	96,000	スタッフルーム	150	195	0	0	0	
洗濯機	104,000	倉庫	0	45	104,000	104,000	104,000	
※以下の価格はその他資料参考								
デスク	110,000	院長室	10	55	0	110,000	110,000	メーカカタログ参考 W1400片袖
イス	200,000	院長室	20	65	0	200,000	200,000	メーカカタログ参考 ハイバック
スチールキャビネット(下置用)	270,000	院長室	0	45	54,000	54,000	54,000	メーカカタログ参考 W900D450H750ラテラル鍵付 20%交換発生想定
スチールキャビネット(上置用)	255,000	院長室	75	120	0	0	51,000	メーカカタログ参考 W900D450H1050ガラス両開鍵付 20%交換発生想定
更衣ロッカー	48,000	スタッフルーム	0	45	9,600	9,600	9,600	不動産屋概算見積引用 20%交換発生想定
テーブル 700*700	60,000	スタッフルーム	50	95	0	60,000	60,000	不動産屋概算見積から引用
イス	80,000	スタッフルーム	30	75	0	80,000	80,000	不動産屋概算見積から引用
アンクルラック	135,000	倉庫	0	45	0	0	0	不動産屋概算見積引用 洗って使用
合 計	38,325,000				25,856,600	26,404,600	37,635,600	

V.まとめと考察

1. 各章での検討内容と結果のまとめ

前章まで（第Ⅰ章～第Ⅳ章）で、研究の背景と目的等を整理した上で、建築物の浸水対策案の試設計について、①木造戸建て住宅を新築する場合、②既存の分譲マンションを改修する場合、③RC造建物の1階に事業所が入居する場合の内装等工事の、3つの建築タイプ・場面を想定してモデル的な検討を行い、浸水対策の費用対効果等を検討した。本節では、前章までの検討内容と結果を整理し、得られた知見の概略をまとめる。

1.1 各章での検討内容と結果のまとめ

第Ⅰ章では、研究の背景と目的及び方法について述べた。研究の背景としては、日本の建築分野での水害対策にかかわる取り組みが欧米と比較して遅れている状況にあり、近年の水害対策が、河川区域外をも施策対象とした「流域治水」に転換が図られるのと併行して、官学民により色々な検討が始まってきたことを整理した。その上で、浸水リスクの把握に一般に用いられる「洪水浸水想定区域」における想定浸水深や区域内の住宅数等と比べて、実際の被災家屋数は少なく、被害程度も小さいことなどを示して、立地場所の具体的な浸水リスクの態様を踏まえて対策の費用対効果を追求することが必要であることを述べた。さらに、費用対効果の推計手順を示した上で、滋賀県の「地先の安全度マップ」相当データを利用すること等を述べた。

第Ⅱ章では、浸水被害のボリューム・ゾーンである、木造戸建て住宅を対象とした検討を行った。修復容易化案、建物防水案、高床化案、屋根上避難計画案、生活回復機能追加案、の5つの浸水対策案について、ヒアリング等をもとに考え方を整理して試設計を行い、計画案の実現に必要な建築コストを算定した。その上で、資産被害の低減を目的とした前3案について、浸水時の修復費用等の算定も行い、費用対効果を推計した。後2案については、対策の効果が発揮できると思われる場面・地点等の割合を求めた。その結果、各浸水対策案について、敷地の浸水特性に応じて一定の適用性が認められることが明らかとなった。また、費用対効果の観点からは浸水深50～100cm、確率年2～30年程度の浸水事象の影響が大きく、これによる被害の低減が肝要となること、などの知見を整理した。

第Ⅲ章では、令和元年東日本台風（第19号）による被害（地下階電気室の浸水による機能停止）などから関心が高まった、既存分譲マンションの浸水対策改修を対象として検討を行った。この建築タイプでの対策の検討と実施には、管理組合内での区分所有者間の合意形成が必要であり、その際に費用対効果の検証は主要な関心事項になると予想されること、浸水時の機能維持に際して共用設備等の対策が肝要となることから、こうした視点に基づいた検討とした。都心及び駅周辺立地型と郊外住宅地立地型の2タイプを対象として、典型的と思われるマンションモデルを設定し、洪水時の浸水経路・被害範囲と修復費用・浸水対策箇所・浸水対策費用を検討し、費用対効果等の観点から対策の適用性を検証する手順を示した。検討の結果、浸水時に多額の修復費用を要する区画やそこに至る浸水経路への対策や、ピット式駐車場などの脆弱な設備への対策に優先的に取り組む必要性が高いこと、確率年10～30年程度の浸水事象への対策の費用対効果が高いこと、などが明らかとなった。

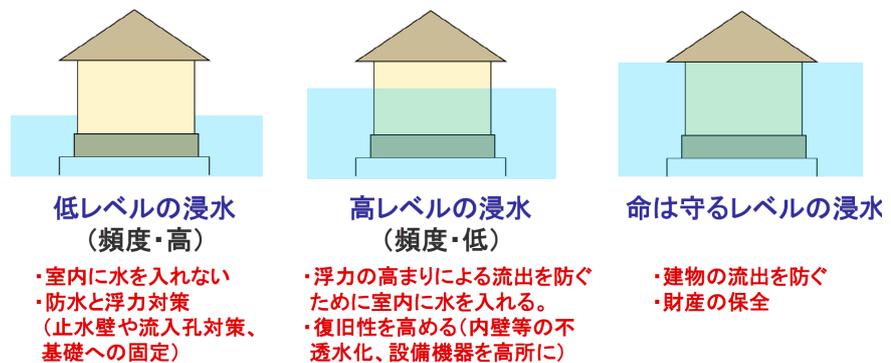
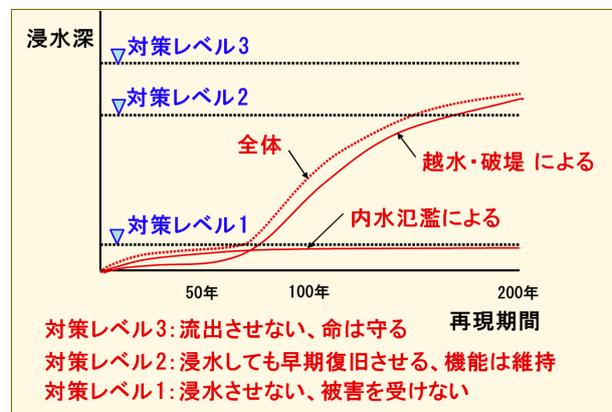
第Ⅳ章では、地域の経済や賑わいを支える事業所を対象とし、都市部のRC造建物1階に小規模な事業所が入居する場合の、内装工事時における浸水対策を検討した。業種による室・設備の

構成や備品等の多様性を考慮し、事務所及び、小売店、飲食店、小規模診療所、の4つの業種・モデルを想定して、一次止水区画が機能しない場合に備えて、室内に二次止水区画を設ける場合も含めた浸水対策案についても対象とした。他の建築タイプと同様の手順で検討を行い、適用性の高い業種の考え方等を示した。その結果、浸水対策の適用性は事業所の立地場所の浸水リスクの態様の他、①浅い浸水レベルで被害を生じる高価な什器・設備の存在量、②それらが二次止水区画を形成できるエリアにまとまっているか、③従業員等が止水板を設置する上での障害が少ないか、④費用回収を長期のスパンで考えられるか、などにより影響されることや、検討した4業種の内では、この4条件を満たす小規模診療所で、二次止水区画を設けるなどの高いレベルの浸水対策についても適用性が広く認められること、他の業種においても、浸水対策の適用性が認められる立地条件が一定程度、存在すること、などが明らかとなった。

1.2 各章の検討を通じて全体として得られた知見とその活用可能性

以上の結果、検討した3つの建築タイプ・場面において、一定の適用性のある浸水対策が実現可能であることを、主要な試設計図面の提示等を通じて示すことができた。それらの浸水対策案の費用対効果が見込まれる地点の浸水特性についても、具体例を示すことができた。また、記載した分析手法と手順により、頻度別の最大浸水深情報等を利用することで、浸水対策の費用対効果の検討が可能であることを実証した。

これらにより、2020年7月の日本建築学会による建築物の提言において示された建築物の水害対策に関する考え方(図V-1)の一部(特にレベル1とレベル2)について、より具体的かつ定量的な検討ができたと考える。



図V-1 建築学会の提言に示された水害対策の考え方(解説スライド⁽¹⁾より)

さらに、ハザードマップの示す想定最大規模降雨や計画規模降雨に基づく浸水想定が大きな場合であっても、より頻度の高い浸水に備えた対策を行うことで、年期待被害額を効果的に減少させることが可能であることもわかった。この点について説明すると、例えば第III章で検討した既存分譲マンションの「軽度浸水対策」は、GL+30cm程度までの氾濫に対する簡易な備えでしかないが、本検討で利用した地域のデータで確認する限り、都心及び駅周辺立地型マンションタイプにおいて85%、郊外住宅地立地型タイプで60%以上の地点で、対策費用を10年以内に回収することが期待できる結果となっている。同じ地点での生起確率500年以上に対応する浸水深に対

して、「軽度浸水対策」は効果がないにもかかわらず、より頻度の高い水害事象に対する効果が上回るからである。

どの程度の頻度・浸水深の水害に備えるのが最も効果的となるかは、各章において示したように、対象敷地の浸水リスクの態様や、建物の状況に応じて必要となる対策の形態と必要となる費用、建物内外の設備や動産の鉛直分布、等の状況により異なる。ただ、浸水リスクが認められる比較的多くの場合で、まずは土嚢（水嚢）や簡易な止水板で対策可能な床上 30cm から 50cm 程度の浸水に備えることを最低限として、浸水リスクの態様に応じて、より大きな浸水深に対して段階的に対策を検討していくことが妥当であることがわかった。

例えば、第IV章で検討した事業所の4タイプの内の3タイプ（物販店モデルを除く）では、止水板の設置等を事前に行えるという前提に立てば、簡易な浸水対策であるB案の浸水対策について「効果がある」（一定期間内に対策費用の回収が期待できる）としたメッシュ（地点）が、より高いレベルの浸水対策を講じたC案の場合よりも多い。C案で効果が期待できるメッシュは、B案で効果が期待できるメッシュの一部である。事務所モデルで 1,388 メッシュ/2,430 メッシュ（C案/B案。以下、同じ）、飲食店モデルで 835 メッシュ/1,744 メッシュ、小規模診療所モデルで 2,142 メッシュ/3,775 メッシュとなる。なお物販店モデルでは、C案の効果が期待できるメッシュの方が多い（2,411 メッシュ/2,134 メッシュ）が、これは二次止水区画の形成を平面計画の観点から断念した浸水対策となるためであり、B案との差は 277 メッシュである。

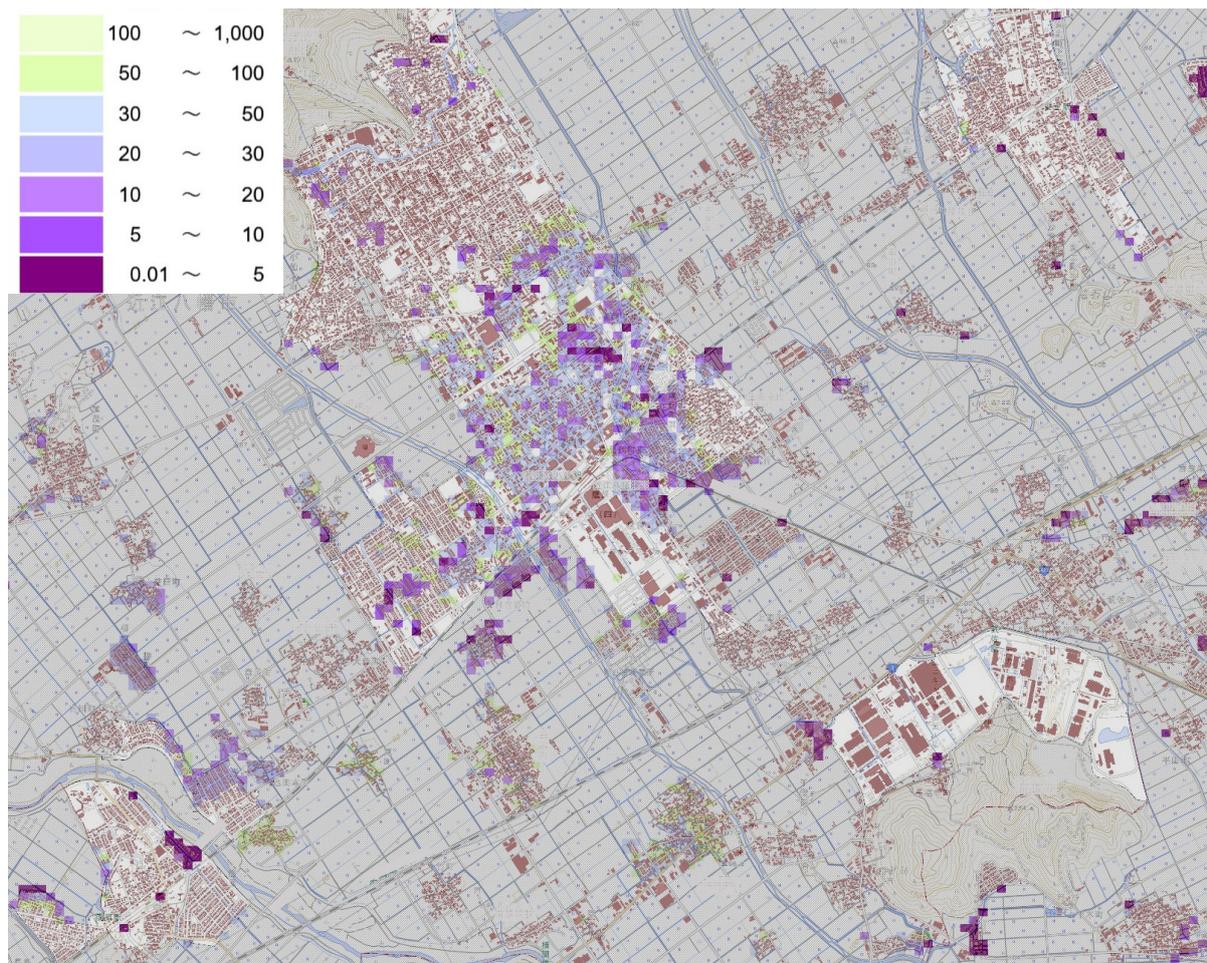
今後こうした知見を活用することで、本検討で対象とした以外の様々な建築タイプ・場面において、建物レベルでの浸水対策の検討と実践が進むことが期待される。

さらに、水害に強いまちづくりに際しての建築・土地利用の誘導への反映も考えられる。例えば、図V・2は、第II章で検討した高床化案の追加的建築コスト（対策費用）の平均回収年数について、メッシュにより色分けし分布を示したものの例となる。濃い色のメッシュほど資産被害の観点からみて氾濫によるリスクが高く、浸水対策の効果も高い地点とみなすことができる。水害対策を考慮したまちづくりを検討する際に、こうした地点の多い区域を建築・土地利用の規制や誘導策により浸水対策を進める対象の候補地とすることや、費用と効果の差額を住民等が対策を行う場合の助成額の参考とするなどの活用策が考えられる。

各方面において、こうした検討が進展することを期待したい。

参考文献・資料

- (1) 日本建築学会（2020）「提言 激甚化する水害への建築分野の取り組むべき課題 ～戸建て住宅を中心として～（解説スライド）」2020.6、18-19p
<https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2021/210106slide.pdf>



図V-2 木造戸建て住宅の高床化による浸水対策の対策費用の平均回収年数
(灰色は、市街化調整区域)

2. 建築タイプに応じた浸水対策の試設計に関する比較考察

前章まで（第1章～第4章）の検討内容を踏まえ、いま一度、浸水対策に係る項目毎にポイントを整理する。「木造戸建住宅」の新築、「既存分譲マンション」の改修、RC造建物1階への「事業所」の入居、の3つの建築タイプ・場面では、第1にハザードの条件設定や浸水時における被害の生じ方、第2に止水対策の方策やその方針、第3に浸水被害時の修復・復旧の優先順位と考え方、第4に被害・対策に要する費用の推算と費用対効果の評価観点、以上の点において明確な差が見られた。

以下では、この4点から浸水対策の試設計の内容を比較考察し、ポイント毎に整理する。

2.1 ハザードの設定と浸水被害の生じ方

木造戸建て住宅

近年の大規模水害事例の視察結果を踏まえて、レベル1～4の浸水深＋土砂流入＋浸水継続時間を想定した。戸建住宅に特筆すべき点は、木造であることを理由とした被害形態が見られることである。具体的にはカビの発生や繊維系断熱材の吸水等であり、また浸水深が深い場合には、浮力による構造等への被害も生じる可能性がある。土砂流入は他の建築タイプでも生じ得る被害であるが、床下に流れ込んだ土砂の除去作業が発生する点は他の検討対象と異なる。

既存分譲マンション

マンションが立地する市街地で近年発生した水害事例等を踏まえ、内水氾濫を主とする軽度浸水、湛水型の浸水被害を伴う中度浸水、河川からの溢水等による重度浸水の3つのハザードを想定した。各ハザードにより生じる共用部分への浸水被害を検討したところ、都心型マンションにおいては、浅い浸水深でも地下階（に配置した電気設備等）施設への浸水被害が大きくなる可能性が、郊外型マンションではピット式駐車場の被害額が特に大きくなる可能性が挙げられた。

事業所

住居系建築物と違って出店コストの費用回収想定期間が短く、大掛かりな浸水対策の導入は費用対効果から見て困難な場合が多い。したがって、本検討における対策の検討に当たっては、比較的被害頻度の高い浸水ハザードである内水氾濫や、浸水深1m程度までの外水氾濫を想定し、それ以上の浸水深をもたらす河川氾濫被害は検討対象に含めないこととした。被害の生じ方は事業所の業態によって異なるが、造作家具・木製建具や空調換気設備の被害額がいずれも大きく、特に什器等の動産が被害を受けることで修復費用が高額となる傾向にあった。

【ポイント】

- ・戸建住宅、マンション、事業所はそれぞれ立地条件が異なる。地形条件も異なるため、浸水被害の想定も各立地条件に応じて検討する必要がある。
- ・戸建住宅では、カビや断熱材の吸水、浮力による構造被害等、木造であることによって生じる浸水被害が想定される。（軽量鉄骨造戸建住宅等でも一部共通する）
- ・マンションでは、比較的浅い浸水深でも地下施設の浸水被害を生じる可能性がある。
- ・事業所では、費用対効果の観点から対策可能な浸水深に限界があるため、比較的高頻度な浸水事象を対象とすべき。発生する被害は、特に什器類の損害額が大きくなる。

2.2 止水対策の観点から

木造戸建て住宅

今回「修復容易化案」「建物防水化案」「高床化案」の3つを主に検討したが、このうち止水について検討したのは「建物防水化案」「高床化案」の2つである。前者は腰壁までRC造とする、開口部に止水板等を設置する等によって浸水経路を遮断するものであり、後者は基礎自体の高さを上げることで浸水を回避する方策である。前者の建物防水化案では、建物高さに影響が無く、日常の利便等に大きな影響を生じないので（止水板設置の手間を除けば）汎用性が高いが、後者の高床化案については1FLが高くなることでポーチの階段数が増える、建物高さが高くなり第1種低層住居専用地域のような絶対高さ規制がある地域では抵触のおそれがある等、バリアフリーの観点や敷地条件によっては必ずしも適用できない場合がある点に留意が必要である。

既存分譲マンション

都心型と郊外型では、水囊や止水板の設置、止水弁の設置等の基本的な対策は共通するが、防水区画の考え方において両者は大きく異なる。地下階のない郊外型では、平面的に設備室等が分離している為、個々の設備室等において止水対策の有無を検討することで防水区画を設定することが可能である。一方の都心型では、地下階に重要設備が多くあり、地下階の各室が換気口や管路で繋がっているほか、地上と地下部分が換気口やマンホール等で繋がっている為、特定の設備室（区画）の止水対策を行うのみでは防水区画を設定することができない。複雑かつ多岐に渡る浸水経路を特定し、全ての経路に止水対策を施す必要がある点で、既存の都心型マンションへの対策は難易度が高いと考えられる。

事業所

基本的には費用対効果の低い浸水対策を避けること、業態によっては従業員がアルバイト主体となる場合もあることから、比較的簡易に対応できる方策に絞る必要がある。床高50cm程度の浅い浸水想定に対しては、RC造の腰壁、出入口の止水板設置等の対策を施すことで止水する。しかし、事業所用途は交通量の多い道路に面することが多く、床高100cm程度の浸水時には漂流物の衝突で止水板が機能しなくなる可能性もある為、本検討においては、物販モデルを除き、高価な機材の集まる区画に第2の水防ラインを設ける二段構えの対策を講じることとした。

なお、直前に物品移動を行うことで動産の浸水を回避することについては、水位上昇速度の予測が現状難しく、場合によっては従業員の避難の遅れに繋がりがかねないことから、現実的には難しい点に留意が必要である（本研究では検討してない）。

【ポイント】

- ・木造戸建て住宅においては、建物防水化と高床化の2つの選択肢を挙げたが、敷地周辺や居住者の状況に応じて、止水対策の手法を決定する必要がある。
- ・特に都市型マンションにおいては地下の防水区画の設定が難しく、止水対策に当たっては、多岐に渡る浸水経路を特定して適切に浸水対策を施す必要がある。
- ・事業所の止水対策については、止水板が機能不全となる万が一の状況を想定して、二段階の防水区画を設定して対策することが望ましい。また、対策はアルバイト等の不慣れな者でも可能なものを事前準備することが重要である。

2.3 修復・復旧の考え方

木造戸建て住宅

3つの案のうち「修復容易化案」を中心に、浸水後の修復方法を検討した。基本的な方針は、交換の必要性があるものは最低限の範囲で済むようにすること、かつ清掃を容易にするため1階の床下空間を工夫することである。前者は、吸水した断熱材の交換等に当たって関係のない床板を剥がしたりしないよう壁勝ちにし、かつ腰窓下で見切り分割を行う等の対策を施す。後者の清掃容易化は、流入した土砂の掃除や排水のため、一定の床下空間と釜場を確保することで対応した。いずれも特別な設備や高額な追加費用を要する対策ではなく、設計上の工夫で実現できる。

既存分譲マンション

マンション浸水時に復旧を最も優先すべきは電気をはじめとする共用設備である。電気設備が浸水した場合、エレベーターの停止や給排水に影響が生じ、特に中上層階居住者の生活継続に大きな支障が出る為である。マンションは浅い浸水深でも電気設備等に被害を及ぼす懸念があるため、本検討では戸建住宅と異なり浸水を許容する案を採用せず、可能な限り未然に浸水を防ぐものとしている。仮に浸水した場合には機器交換が発生する為、円滑な復旧に備えて、交換部品を予め保管することも考えられる。

なお、電気設備が浸水するほどの大規模な水害の場合には、敷地周辺一帯も同様に被害を受けている状況が予想され、電気設備の復旧には相応の時間を要することも考慮すべきである。本検討（第Ⅲ章の補遺2）では給水設備と仮設電源車の配備を想定し、当座のライフラインが維持されることを想定した。

事業所

被災後の早期営業再開を可能とする復旧の円滑化を目的に、中度浸水対策として浸水を前提とした仕上げ材や家具の選定を行う。具体的には、洗浄可能なタイル床への張替えや間仕切り壁の耐水化等を行うと共に、壁面収納造作家具の上下分離を可能とし、浸水時の交換範囲を最低限に留めるようにした。その上で、浸水時の交換費用が嵩む什器類は二段目の防水区画の内側に設置し、設置場所による工事費の違いの少ないコンセントやスイッチ、設備機器類を、浸水位より上部に設置した。上方設置や水防ライン内の配置が難しいものについても、高さに応じた回路の分離を行い、浸水による被害の軽減と、復旧の早期化を図ることとした。

【ポイント】

- ・木造戸建て住宅においては、設計上の工夫により、浸水時に取り換える部材の範囲を限定することや、浸水後の土砂や水の排出を容易にすることが可能である。
- ・マンションにおいては、浅い浸水深でも電気設備の被害を生じる可能性がある為、浸水を許容する対策案は取り難い。また、浸水時に備えて交換部品の備蓄や仮設復旧も検討すべきである。
- ・事業所においては、被災後に早期の営業再開を行う為にも、浸水を前提とした仕上げ材や家具の選定を行うと良い。高価な什器・設備類は交換範囲を最小限にとどめるためにも、上下分離や回路の分離等を行うことが考えられる。

2.4 被害・対策に係る費用と効果

木造戸建て住宅

浸水時の被害は建具や水回りの衛生設備で金額が大きくなる他、断熱材の入れ替えによる床や壁の張替えも発生する。何も対策しない場合の修復費用は床上浸水以上になると大きく増嵩し、今回検討した基準案では600万円以上の高額な修復費用が発生すると推計された。

これに対して、3つの対策シナリオの費用は「修復容易化案」「高床化案」「建物防水化案」の順に高額となる。最も低額で済む修復容易化案では、浅い浸水深に対して高い費用対効果を発揮するものの、腰窓を超える深い浸水深に対しては殆ど費用軽減効果が見込まれない。高床化案は通常の腰窓下レベルの浸水深であれば、そもそも床上浸水を許すことが無い為、優れた被害軽減効果が見込まれる。ただし、既述の通り敷地周囲の条件等によって適用範囲が限られる為、立地を選ぶ対策手法である。建物防水化案はRC造の腰壁に要する費用が高額であり、浅い浸水深が想定されるエリアでは十分に費用回収が見込まれないが、高床化案と同じく比較的浸水深の深い地域での適用性が高いと推計された。

なお、今回は補足的検討として屋根上避難及び生活回復機能の追加案も検討した。特に後者は追加コストが高くかつ日常利便との見合いが必要であり、今後一層の検討や関連技術開発が求められるところである。

既存分譲マンション

被害時の修復に要する費用は、都心型・郊外型共に電気・設備関連で高額となる。特にエレベーターと機械式駐車場は都心型・郊外型共に修復費用の主要部分を占めている為、これらを対策することによる費用対効果も十分に高く見込まれる。都心型においては、地下に配置した電気室機器や給水タンク・ポンプ等の交換費用も高額となる。

こうした被害額想定に対して、マンションにおいては確率年の短い浅い浸水深による対策の費用対効果が特に高いと推計された。これは、①機械式駐車場の浸水対策による修復費用の低減、②都心型においては重要設備の設置された地下階への浸水の阻止による被害回避、③止水対策に要する費用が低く抑えられることの3点が要因であり、中度浸水・重度浸水への対策は相対的に費用対効果が低い結果となった。ただし、マンションの場合は電気設備浸水時の生活継続への影響や駐車場浸水時の個人所有車両への被害にも留意が必要な為、費用対効果に加えてそれらを考慮して対策の可否を検討すべきである。

なお、今回の検討において詳述していないが、マンションで対策を検討する際には、長期修繕計画との整合性や管理組合での事前合意形成、共用部分の保険加入等にも留意する必要がある。

事業所

浸水時の現状復旧費用については、不動産取引仲介業店舗・洋食レストランといった業態では造作家具類の多さから建物修復費用が、食品等小売店・歯科医院といった業態では高額な什器類や商品在庫の被害が中心となり、後者の業態で現状復旧費用が大きくなると推計された。

これに対して、対策による追加的コストの主たる部分は止水用のRC造腰壁と止水板が占める。対策を行わない場合（基準案）の工事費は不動産取引仲介業店舗、食品等小売店、洋食レストラン、歯科医院の順に高額になると想定され、対策の追加的コストの占める比率は、上記工事費に反比例する。その為、歯科医院のように小部屋や作り付け家具が多く工事費が高く、かつ高価な医療機器が集中する事業所では、一定の浸水が想定される場合に、追加的なコストの大きな対策

でも費用対効果が高く、比較的短期間で対策費用を回収することが可能と想定される。反対に、不動産仲介業店舗等の高価な機材がない業種では高度な浸水対策の費用対効果が低くなるため、追加的なコストの少ない軽度な対策が適していると考えられる。

なお、特に飲食店は出店コストの資金回収サイクルが短く想定される為、大きなイニシャルコストを投じた浸水対策が困難な場合もある。また、事業所内の店舗デザインによっては二次水防ラインを設定できない場合もあり得る為、対策自体の費用対効果に加えて、日常業務の運用性や出店等に要するコスト等を勘案して対策の検討を行う必要がある。

【ポイント】

- ・木造戸建て住宅においては、浅い浸水深に対しては修復容易化案が、大きな浸水深に対しては建物防水化案・高床化案が高い費用対効果を発揮する。
- ・マンションにおいては、浅い浸水深に対する対策の費用対効果が高く、イニシャルコストも低い為に広範に導入しやすい対策であると考えられる。ただし、今回の検討は共用部分の対策であり、個人所有車両等への被害についても対策検討時には留意する必要がある。
- ・事業所においては、特に高価な機材を有する区画の防水が費用対効果も高く重要である。対策検討の際は、出店コストの回収や客動線等の止水以外の面も踏まえる必要がある。

3. 浸水対策案の試設計及び費用対効果の分析に関わる留意点と課題

ここまでの検討は、一定の前提条件に立って浸水対策案の試設計とその費用対効果の分析を行っている。こうした前提条件を留意点として再確認した上で、関連する課題を整理する。

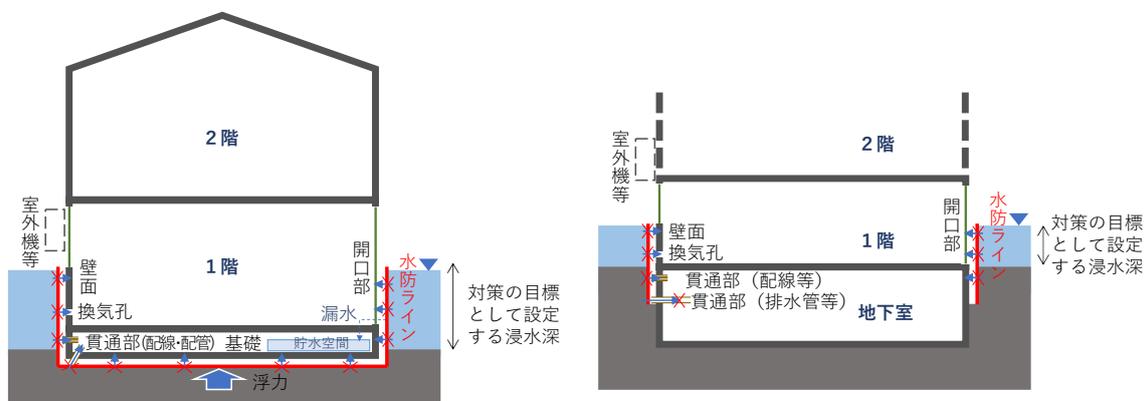
3.1 浸水対策手法について

浸水対策案の試設計においては、採用した対策手法については原則として対策の意図通りに機能することを前提として行い、費用対効果等を評価した。筆者らは、個々の浸水対策手法については専門ではないため、ここでは留意点と課題について整理して指摘しておきたい。

下記に関して今後、対応した（安価な）製品・商品の開発と、研究開発や基準類等の整備が進むことを期待したい。

1) 建物内への浸水を抑止する案（建物防水化案等）における留意点と課題

建物内への浸水を抑止する計画案（第Ⅱ章の建物防水化案、第Ⅲ章及び第Ⅳ章の各浸水対策案等）の共通点を整理すると、対策の対象となる浸水深よりも高い位置で建物を取り囲んだ「水防ライン」（実際は「面」だが図面上では「線」で表される）を設定した上で、その構成要素となる、壁面、開口部、貫通部及び、それらの間の接合部等について止水性を確保するとともに、その外側に配置される設備等について浸水深よりも高い位置に設ける、との考え方（図V-3）になる^①。比較的軽量の建物である戸建て住宅等の場合は、浮力の影響を受けないことの検証も必要である。



図V-3 水防ラインの設定による浸水抑止の考え方
(左:戸建て住宅、右:地下室を有するマンション等)

こうした「水防ラインの構成要素」の止水性能について、わが国では現時点で共通的に評価する基準がほとんどないのが実情である。例外的なものとして JISA4716（浸水防止用設備建具型構成部材）^②はあるが、本来はシャッター型及びドア型を対象としている。どのような洪水（浸水深・流速・継続時間等）に対して、どの程度の止水性能（面積・時間当たりの漏水量等）が確保され、その性能を担保するためにどのような維持管理（点検・交換等）が必要なのか、性能を確認する手法も含めて公開された情報が整備されておらず、今後の技術開発を待つ必要がある^③。以下では、主な構成要素毎にコメントする。

壁面（主に外壁）については、マンション等で用いられる RC 壁と、戸建て住宅等で用いられ

る木造・その他の壁により大きく異なる。前者の場合、基本的な止水・耐水性能は確保されているとみなしてよいと考えるが、コンクリートの打ち継ぎ部分や、テナント工事時等において後施工となる新設部分と既存躯体との接合面等の施工精度や、建物供用後のクラックの止水の維持管理等の影響を受ける。後者の場合、一般に止水性能の認められる壁部材は流通していない²⁾。

扉や窓等の開口部に関しては、浸水深 5m 以上においても止水可能な水密扉が発売されている以外には、止水性能のある商品は一般に流通していない。止水扉は、高性能のものは船舶等で用いられるのと同様の構造で、重厚かつ高価で、電気室等以外の平常時に頻繁に出入りする開口部への採用は現実的ではないと考えられる。窓サッシの水密性に関する JIS A 4706-2000 (サッシ) の規格は、「雨水浸入防止対策」に関するものであり、洪水による浸水は想定していない。このため、今回検討の試設計においては主に止水板を用いることとしており、規格に関しては、JIS A 4716-2019 (浸水防止用設備建具型構成部材) を準用した評価が行われていることが多い。ただし、比較的大きな流速・浸水深及び浮遊物の衝突等に対する安定性に関する評価は行われていない。また、洪水の発災前に人的介入による設置が必要であり、室内からの退出時に外側から設置を行うのが基本のため、避難などの判断のタイミングとの兼ね合いが難しく、不在時・休館時等の対応も課題となる。大きな浸水に耐えるものは重く、設置が容易ではないなど、確実・安価・手軽の3つの観点からさまざまな条件を勘案して優先度をつけて選択する必要がある。

貫通部に関しては、換気口、管路及び配線などが考えられる。床下換気口に関しては、止水板や止水シートなどの商品が市場に提供されているが、管見の限りでは床上に及ぶ大きな浸水を想定したものではない³⁾。特に、近年の戸建て住宅において主流となっている基礎パッキン (ネコ土台) 構法に対応した止水方法はみあたらない。排水管 (下水管) に関しては、逆流防止弁 (逆止弁) の採用が考えられるが、固形物の詰まりなどによる日常の支障や水害時の動作不良の懸念がある。確実性の観点からは、手動によるバルブ閉栓が考えられるが、事前閉鎖と避難とのタイミングの兼ね合いに関して止水板設置と同様の問題が想定される。配線等の貫通部に関しては管路口防水装置の採用が想定される。

また、上記の要素毎の止水性能の他に、例えば止水板の躯体取付け部等の接合部における性能の確保も重要である。施工の確実性が求められる他、地震動による建物の揺れや歪み、熱による膨張等をも想定することが重要と考えられる。さらには各要素からの多少の水漏れに対して、貯留空間の確保や、ポンプ等による排水を用意した計画とすることも必要と考えられる。

以上の他に、建物の利用や維持管理等のソフト面の課題がある。止水板に関しては、保管場所の確保や、確実な設置のためのタイミング等の手順の取り決めや事前訓練が重要であろう。その他には、平常時の使用に伴う摩耗や、老朽化、破損、故障及び、地震等による躯体の歪み等に対して、どのように維持管理・点検を行い、どのような状況に至った場合に修理交換とするのかを、事前に定めておくことが重要であると考えられる。

2) 浸水を前提とした対策における留意点と課題

第Ⅱ章での復旧容易化案や第Ⅳ章での浸水対策案2においては、建物内への浸水を前提に、現状復旧に伴う費用や手間を削減する対策を検討した。第Ⅱ章から第Ⅳ章において、浸水時の建物修復費用の検討と算定を行っている。これらの検討においては、一定の修復経験のある工務店からの見積もりを得るなど、可能な範囲で客観的な費用が算出できるよう、手順を踏んでいる。

しかしながら、洪水のタイプや、被災建物、被災後に置かれた環境条件（湿度や復旧への着手までの期間等）、修復に対する被災者の判断等は多様であり、また修復作業の担い手も、住民や、ボランティア、職人と多様である。日本全国のレベルでは頻発化する水害も、地域毎の単位でみれば発生頻度は必ずしも高くなく、工務店や建築士等の修復経験も一般に十分ではなく、修復の方法及び工程、費用について定式化されている訳ではない。建築士会や、専門ボランティア団体、関心のある研究者、ハウスメーカー等による取り組み（第I章1.3参照）が進展し、復旧が容易な建物のあり方に関する取り組みと、その客観的な評価基準の整備につながる事が期待される。

また住宅の浸水後の修復費用において、ユニットバスやシステムキッチン等の設備の修理・交換や、床システムの交換の費用が相当額を占めることから、これらについて全面撤去とせずに修復可能なシステムや工法を開発することが望まれる。

3.2 費用対効果の分析に関する留意点と課題

第II章から第IV章までの浸水対策の費用対効果の分析においては、浸水対策に関わる追加的費用及び、水害時の浸水深別の原状復旧費用の対策による低減額、その浸水深の洪水が生じる確率年、の3つの情報から、浸水対策費用の平均回収年数を求めることで、対策の費用対効果を評価した。この点に関して、3つの観点により留意点と課題と展望を述べる。

1) 数値化しにくい被害等の評価に関して

本検討の分析においては、数値化しにくい被害や個別性の高い被害については対象としていない。第I章(2.2)に述べたように、こうした被害には、被災者の精神的苦痛や、事業者の情報損失や営業損失、災害ゴミの処理等の社会的費用、原価償却の影響などがある。

こうした費用の内の何を含めて何を含めないかは、検討の目的に応じて勘案すべきであり、こうした費用を考慮して同様の計算を行う他に、こうした費用が計算の外に存在することを斟酌した上で、より大きめや小さめの数値で判断するなどの利用が可能ではないかと考える。

2) 期待値計算により評価することに関して

また本検討の分析においては、浸水対策費用の平均回収年数や年期待被害額などの、水害の発生確率を見込んだ「期待値」により評価を行っている。こうした手法は、比較的長期にわたる多地点での統計的優位性を説明するのに適しているが、個々の居住者にとっては、自敷地に居住している期間の水害の有無や浸水深等がもつばらの関心事となり、確率が高いところが浸水しない場合や、確率が低いところが浸水する場合は発生することは個々には避けられない。

そこで損害保険等の仕組みを用いて、敷地の浸水リスクと建築物の浸水対策の実施状況の両者を考慮した保険料率を適用することで、結果的に浸水リスクの低い場所への立地誘導と高い場所での対策の実施を誘導することが考えられる。損害保険会社が担うことが難しい、個々の住宅の浸水対策に関する評価は、地震保険などの場合と同じ様に住宅の性能評価制度等の仕組みを用いることが考えられる。

3) リスクの低い場所への移転と気候変動影響の考慮について

第II章5.2節（及びその補注4）で説明したように、一般に浸水被害が発生する氾濫の発生頻

度が高くなると平均被害額と被害軽減効果が大きくなり、本検討で用いた費用対効果の算定手法の下では対策の有効性が高まることとなる。しかしながら、相対的に浸水リスクの低い他の地区に移転することのメリットも大きくなることに、留意する必要がある（浅い浸水深の氾濫が発生する頻度が、深い浸水深の氾濫が発生する頻度と近似している場合を除く）。本検討では、建築物での対策を対象として費用対効果の検討を行ったが、状況によっては、建築物以外での対策についても考慮する必要がある。

気候変動影響による、いわゆる「水害の頻発化・激甚化」の影響についても同様である。一般に建築物に浸水対策を講じることの効果が高まると考えられるが、同時に浸水リスクの低い他の地区にその立地を変えることの有効性も高まると考えられる⁴⁾。

4) 確率年別最大浸水深に関するデータ整備と利用に関して

最後に、分析過程で用いる年期待被害額の算定には、地点毎の確率年毎の最大浸水深に関する情報が必要である。本検討においては、研究着手時点において全国で唯一公開されている、滋賀県の「地先の安全度マップ」相当のデータを用いた（第I章2.2参照）。浸水対策費用の平均回収年数別メッシュ割合に関する分析（図II-20、図III-19、図IV-55等）は、滋賀県に限った結果となるが、各浸水対策案の効果のあるメッシュの浸水特性や平均被害軽減額等の分析は、滋賀県に必ずしも限らない知見を導くものとなっている。

なお、現時点で「地先の安全度マップ」と同様の浸水リスク情報が全国的に整備されているわけではなく、建築物の浸水対策の効果が見込める地点がどのように広がっているかを確認することは難しい。一方、「地先の安全度マップ」が各地点における浸水確率を正確に示しているか、厳密な検証が行われている訳でもない⁵⁾。

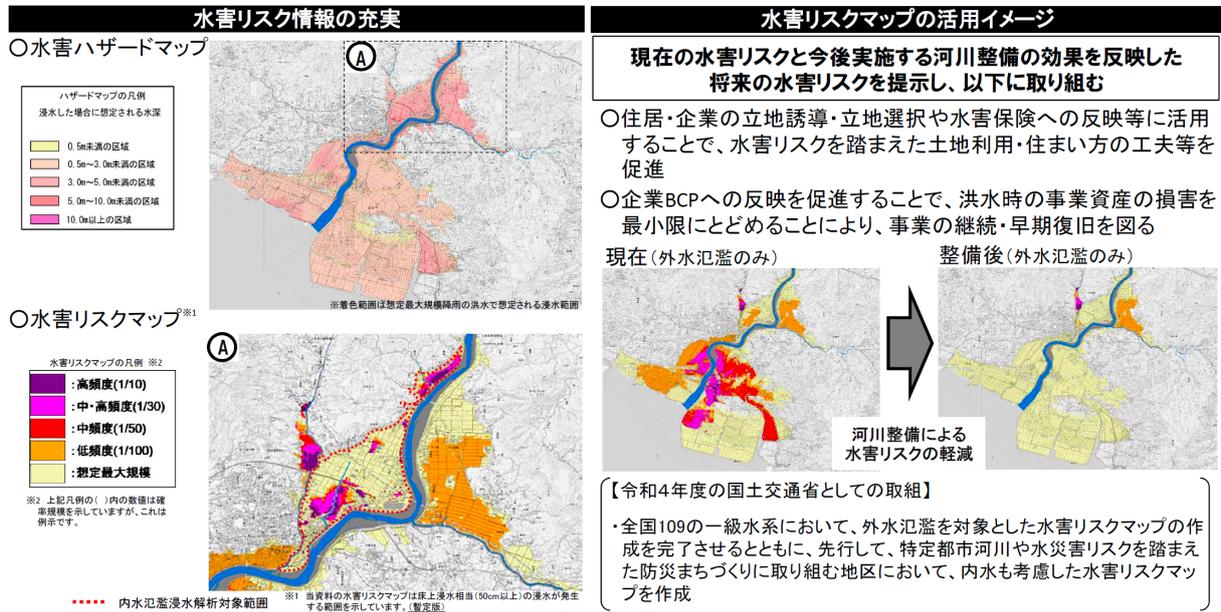
一般には、各地点における浸水リスクの程度を判断するのに、ハザードマップにおける浸水想定区域図が用いられるが、これをそのまま土地利用や建築の誘導に用いるのには限界がある⁶⁾。こうした限界は、浸水想定区域図が住民の避難情報としての活用を第一に想定して作成されており、①前提が想定最大や河川の整備計画の前提とする降雨規模に限られていることや、②河川や下水道等の管理主体別に異なった条件で作成され個別に提供されていること、③計算した水位で破堤しうる地点毎の氾濫シミュレーション結果の最大浸水深を包絡した図となっていること、④その他の設定においても安全寄りの想定が用いられていること、などから生じている。第I章(1.2)にみたように、浸水想定と被害実績とを比較すると大きなギャップがある。その他に、想定浸水深の区分（特に0.5m～3.0m）が建築物の計画・設計のスケールと合わない問題もある。

建築物における浸水対策による資産被害の軽減の観点からは、個々の建物が立地する地点毎の実勢に近い確率を用いることが重要となる。国土交通省（水管理・国土保全局）では現在、水害リスクマップ（浸水頻度図・多段階の浸水想定図）の作成を進めつつあり（図V-4）⁶⁾、これは上記の課題に応えたものであるといえる。実際には、上記の課題の内の、①及び②に関して解決を図ったもので、③に関しても、計算した水位での破堤しうる地点が減少することで、多少のギャップの解消が図られていると想定される。また、近い将来の治水整備の効果を反映した浸水想定も提供することにも取り組んでおり、これを建築対策の判断に利用することも考えられる。

なるべく実勢に近い地点毎の浸水の確率を反映したリスク情報の提供が進み、建築物の浸水対策などに利用されることが期待される。

水害リスク情報の充実(水害リスクマップ(浸水頻度図)の整備)

- 従来、想定最大規模降雨の洪水で想定される浸水深を表示した水害ハザードマップを提供し、洪水時の円滑かつ迅速な避難確保等を促進。
- 今後は、これに加えて、浸水範囲と浸水頻度の関係をわかりやすく図示した「水害リスクマップ(浸水頻度図)」を新たに整備し、水害リスク情報の充実を図り、防災・減災のための土地利用等を促進。



図V-4 水害リスクマップ (国土交通省資料より)

補注

- 1) 国土交通省住宅局は令和3年度(2021年度)からの3年間で、「住宅の計画・設計段階における耐浸水性能を評価する日本住宅性能表示基準及び評価方法基準の整備に資する技術的資料をとりまとめることを目的」として、「建築基準整備促進事業」により「住宅の洪水時の耐浸水性能に関する検討」を進めている⁽³⁾。
- 2) 本件に関しては、(株)一条工務店が実施した「耐水害住宅」の公開実大実験と商品開発について第I章(1.3)において言及したが、ここでその浸水防止対策の内容にも触れておく。当該住宅については、壁面は独自の透湿防水シート及び防水接着材等による止水がなされており、その他に、ベタ基礎における施工方法の配慮、床下換気口におけるフロート弁の採用、基礎貫通部における防水ソケットやシールパッキン、扉・窓における中空パッキンの採用、排水管の逆流防止弁、等の浸水対策が講じられている、とされる⁽⁴⁾。
- 3) 英国等では煉瓦造を前提にした、ゴムボールによる浮力を利用して洪水時に自動的に止水が行われる製品などが販売されている。
- 4) 気候変動に伴い将来予測される降雨量の増大によるリスクと対策効果の影響については、文献⁽⁷⁾において、内水及び外水氾濫のリスクのあるデルタ地域を事例にして、説明されている。次ページ図に示すように、同一の被害を生じる降雨(氾濫)事象について、その生起確率が増える(頻度が高まる)ことで、生起確率×被害額と期待被害額も増大する。同様にして、対策により被害軽減できる降雨(事象)についても、その生起確率が増えるため、期待被害軽減額が増大することとなる。

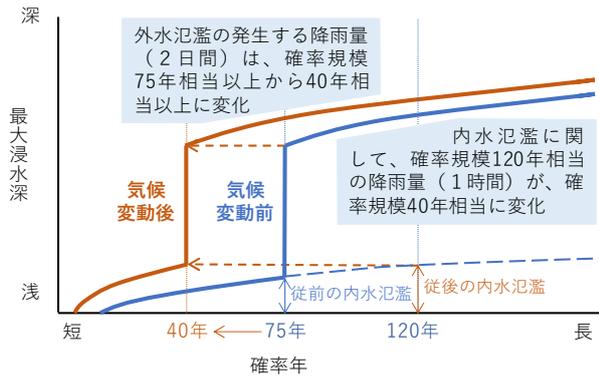


図 対象地域の気候変動に伴う浸水特性の変化⁽⁷⁾

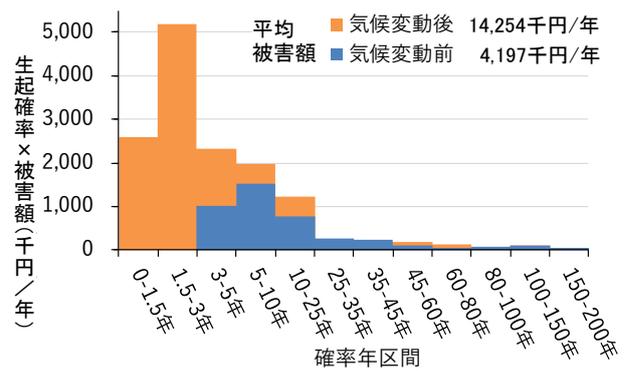


図 確率年区間別の生起確率×被害額の変化⁽⁷⁾

- 5) 一般に、低頻度事象に対する浸水想定は比較的単純な前提に基づいて計算することができるため、複雑で多様な前提を考慮する必要がある中頻度及び高頻度事象に対する浸水想定の方が、より計算が難しいと考えられる。

参考文献・資料

- (1) 国土交通省住宅局建築指導課・経済産業省産業保安グループ電力安全課 (2020)「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン」2020.6
<https://www.meti.go.jp/press/2020/06/20200619003/20200619003-1.pdf>
- (2) 経済産業省 (2019)「浸水防止用設備建具型構成部材に関する JIS 制定」2019.11
<https://www.meti.go.jp/press/2019/11/20191120001/20191120001-2.pdf>
- (3) 国土交通省住宅局 (2021)「建築基準整備促進事業について」
https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku_house_fr_000016.html
- (4) 和木洋・高橋武宏ほか (2022)「浸水深 1 m対策を施した耐水害住宅の実装に向けた実大浸水検証試験」日本建築学会技術報告集 28 (69)、pp.697-702、2022.6
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aijt/28/69/28_697/_pdf-char/ja
- (5) 中野卓・木内望 (2020)「水害リスクを踏まえた都市づくりにおける洪水浸水想定区域の活用可能性と課題」都市計画論文集 55 (3)、pp.888-895、2020.10
https://www.jstage.jst.go.jp/article/journalcpj/55/3/55_888/_pdf
- (6) 嶋田剛士 (2022)「水害ハザードマップと水害リスクマップ ～水害リスク情報の充実に向けて～」月刊建設 66、pp.19-21、2022.6
https://www.zenken.com/kikkansi/vol_66/06/zk_vol66_06_19_21.pdf
- (7) 気候変動適応研究本部 (2019)「気候変動下の都市における戦略的水害リスク低減手法の開発」国土技術政策総合研究所資料 No.1080, 2019.7 (「図 4.1.35 調査対象地域の気候変動による浸水特性の変化」及び「図 4.1.36 確率年区間別の生起確率×被害額の変化」149p)
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn1080.htm>

おわりに・謝辞

本研究報告は、「はしがき」にあるように、著者が所属する国立研究開発法人建築研究所において担当した、指定課題「水害リスクを踏まえた建築・土地利用とその誘導のあり方に関する研究（研究期間：令和元年度～3年度）」の研究成果の内の、建築物の浸水対策に関する成果等をまとめたものである。また、研究の実施に際して独立行政法人日本学術振興会より、科学研究費助成事業の基盤研究（B）「建築・敷地レベルでの都市の水害リスク軽減手法とその評価及び誘導策に関する研究（令和2年度～4年度）」（JSPS 科研費 JP20H02336）により、助成を受けた。まずは、建築物の水災害対策に関する各方面での取り組みが正に始まったこの時期に、上記の研究に取り組む機会を与えていただいた関係者に感謝申し上げたい。

これらの研究の着手に至った契機としては、主著者が国土交通省国土技術政策総合研究所に在籍した際に、気候変動研究本部において取り組んだ事項立て課題「気候変動下の都市における戦略的災害リスクの軽減手法の開発」（平成27年度～29年度）への参画がある。その実施過程における議論や成果から、本研究を進める上での多くの知識・知見・示唆を得ている。現在のように、「水災害の頻発化・激甚化」が社会問題としてメディア等にとりあげられる以前に、まちづくりにおける水災害対策への取り組みの重要性に気づかせていただいた方々に感謝申し上げます。

また、研究を進める過程において多くの方々のお世話になった。記してお礼申し上げます。

水害による被災者や被災マンション管理組合をはじめとして、復旧ボランティア、建築士、マンション管理会社等の方々に、ヒアリングや資料提供等で多くの協力を得た。

千葉工業大学元教授の田村和夫先生には、検討の初期から色々と情報交換や相談にのっていただくなどした。滋賀県立大学准教授の瀧健太郎先生には、浸水リスク情報に関するデータ提供などに関して、ご協力をいただいた。明海大学准教授の藤木亮介先生には、既存分譲マンションの浸水対策改修にかかわる検討部分にご参画いただき、ご助力いただいた。

業務としてではあるが、（株）現代計画研究所、（株）翔設計の担当者には、筆者らには担う事のできなかった試設計において多くの作業と知見の提供をいただいた。

仕事の上でやりとりをした、国土技術政策総合研究所及び、建築研究所の同僚、国土交通省本省（住宅局、都市局、水管理・国土保全局）、著者が参加する日本建築学会や日本都市計画学会、日本学術会議の委員会・部会等の委員からは、関連するさまざまな情報やご示唆をいただいた。

本研究報告の審査をご担当いただいた匿名の査読者2名からは、大所高所から誤字・脱字に至るまで、重要な点についてご指導とご助言をいただいた。なお残る改善を要する点は多々あると思われるが、その責はひとえに著者らに帰すべきものとして、ご容赦いただきたい。

水害に対してレジリエントな社会の構築に向けて、今後、取り組むべき課題は多い。本研究報告が関心を有する多くの方々に参照され、建築物等における対策に役立てられることを祈念する。

令和5年1月

木内 望 国立研究開発法人 建築研究所 研究専門役

中野 卓 国立研究開発法人 建築研究所 住宅・都市研究グループ 研究員

© 建築研究報告 第 153 号

令和 5 年 1 月 印刷・発行
編集・発行 国立研究開発法人建築研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは下記まで
国立研究開発法人建築研究所企画部企画調査課
〒305-0802 茨城県つくば市立原 1 番地
電話 (029) 864-2151(代)