

## 第 1 章

### 序論

## 1.1 研究の背景

人口減少・高齢化・未使用既存住宅（空き屋）が顕著化する昨今，地域の活力を維持しながら生活機能を確保し，高齢者が安心して暮らせるよう地域公共交通と連携したコンパクトに集約された都市形成の促進が近年強く求められている。一方で，気候変動の影響による自然災害が頻発していることから，2050年のカーボンニュートラル社会の実現を標榜しており，既存ストックの有効活用，建築物の長寿命化が求められている。しかし，その多くはまだ十分にストックとして活用されていない。その主たる理由として，以下が挙げられる。

- 1) 建築物の間取りや設備が古く，機能が陳腐化している
- 2) 構造性能，耐久性，耐火性，環境性能等の総合的な室内性能が低い

現行の建築基準法制度（以下，現行基準）においては，既存不適格建築物の増改築を行う場合に，増改築部分は原則現行法適合が要求される一方で，既存部分については建築基準法施行令第137条の2において増改築の規模に応じた緩和規定（ケース1～5）が定められている（図1.1-1）。その中で，増改築部分の床面積が建築物の延べ面積の1/20かつ50m<sup>2</sup>以内の小規模増改築の場合（ケース5）は，既存部分は「構造耐力上の危険性が增大しない」ことを確認すればよいこととされている。文献[1-1]においては，「構造耐力上の危険性の増大」について，”既存不適格建築物の既存不適格の部分の規定の不適合の割合が大きくなることや，現行法適合の部分の規定が法不適合となることを指しているものであり，増改築後の既存建築物の構造耐力上主要な部材にかかる許容応力度以下の場合，検定比が大きくなったとしても，そのことをもって危険性が増大するとは扱わない。なお，これらの判断にあたっては，当該増改築により影響を及ぼす規定について適切に検証する必要がある。”とされている。

しかし，設計当時の基準と現行基準の相違の影響で再検証が困難な場合がある。今後，様々なニーズに対応したリノベーションを促進させていくためには，令第137条の2における規模によるケース分けや，既存部分の耐震性の検証方法を多様化し，柔軟に運用していくことが可能となるように整備していく必要がある。

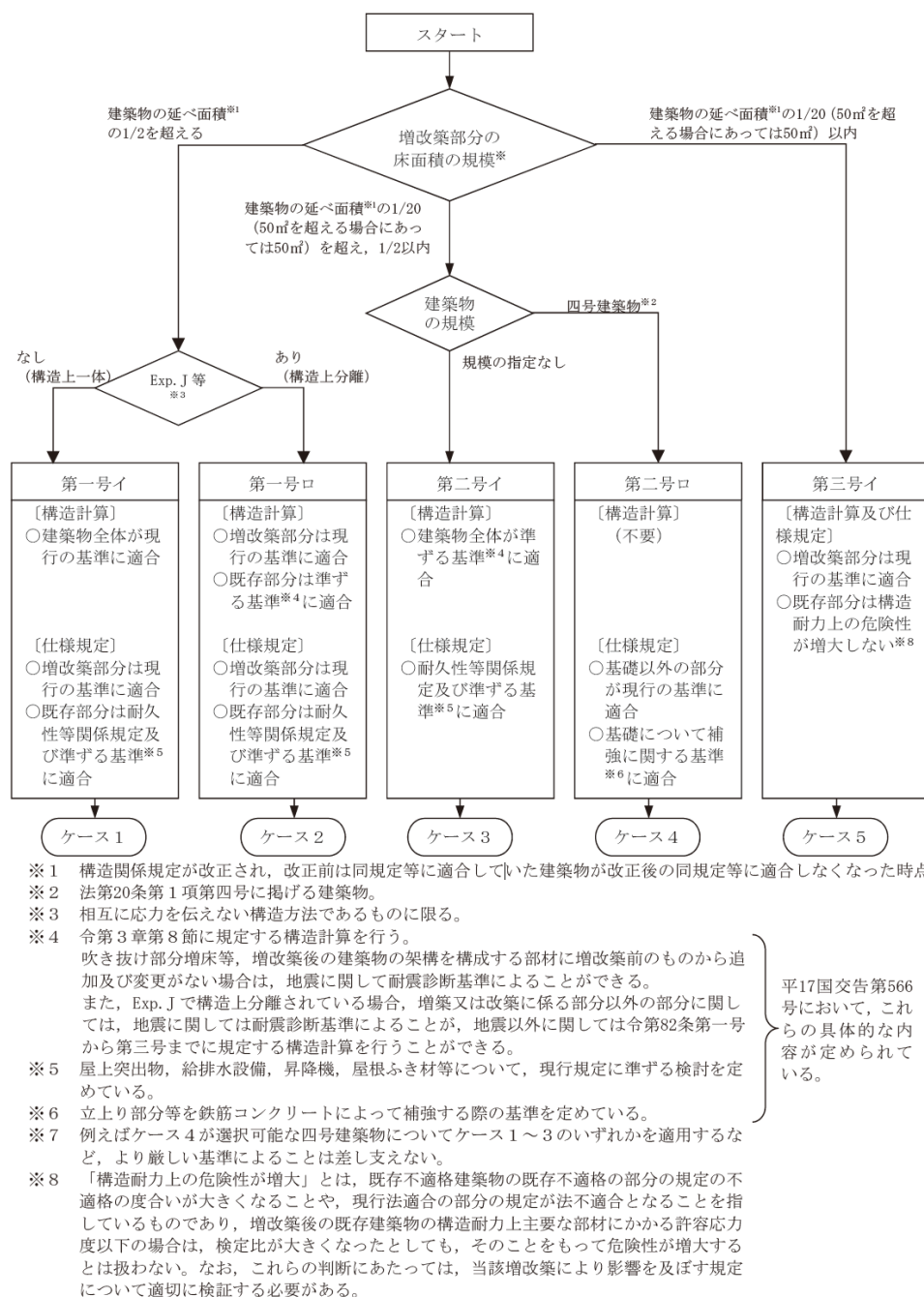


図 1.1-1 増改築の規模に応じた規定の適用の概要<sup>[1-1]</sup>

これまでに建築研究所では、第2期中期計画（平成18～22年度）において「耐震化率向上を目指した普及型耐震改修技術の開発」や「既存建築ストックの再生・活用手法に関する研究」を積極的に実施し、構造安全性能を向上させる技術について個別技術の可能性が検討された。既存梁せいを低減した場合に、元の剛性・耐力を確保するための補強技術について実験的に検討し、剛性・耐力が確保できることを明らかにした<sup>[1-2]</sup>。また、隣接する2住戸空間を1つの住戸空間とする躯体改造（以降、水平2戸1化とする）を想定した場合に戸境耐力壁に新設開口を設ける際の新設開口周辺の補強技術として、炭素繊維シート（CFシート）貼付による補強につい

て検討された<sup>[1-3]</sup>。炭素繊維シートの定着長が十分に確保できないため、リダブル工法と呼ばれる、定着金物・アンカーボルトを用いた定着方法を採用し、開口補強として有用であることを確認したものの、リダブル金物に面外曲げが作用することにより補強効果が十分に発揮されないなどの課題も確認された。梁のあと抜き貫通孔に対する補強については、CFシートによる補強が検討され、元の剛性・耐力が確保できることが確認された<sup>[1-4]</sup>。経年劣化したスラブのたわみや振動性状の改善について、床上下面にCFシートを貼付する補強方法が検討され、劣化を模擬した損傷により低下した固有振動数が、上下面補強することで90%程度まで回復することが確認された<sup>[1-5]</sup>。また、たわみについても、補強前に比べて長期たわみ・クリープたわみともに改善することが確認された。これらの検討された技術については、UR都市機構において、ルネサンス計画として、ひばりが丘団地や向ヶ丘団地でのストック再生実証実験<sup>[1-6]</sup>が実施され、実際の施工方法や施工監理方法を整理し、施工上の課題についても明らかにしている。検討における基本方針として「空間改造を行った後も元の部材の構造性能を確保する」を挙げており、そのことが自由な空間確保の制限となることから、空間改造後に構造物全体の構造性能を評価する方法の確立が必要とされている。このプロジェクトの成果として、UR壁式賃貸住宅の躯体改造に活用するための設計指針がUR壁式賃貸住宅の躯体改造検討委員会（平成24～26年度）において検討され、UR壁式賃貸住宅の躯体改造指針（案）（在来構造編）が策定された。参考として、本資料付録3に掲載した。

国土技術政策総合研究所では、総合技術開発プロジェクト「成熟社会に対応した郊外住宅市街地の再生技術の開発」（平成30～令和4年度）において、壁式構造のマンションを対象とした水平2戸1化改修のための、戸境壁の改修方法の提案を目的とした研究開発を実施している<sup>[1-7]</sup>。公的賃貸住宅と異なり、マンションの場合は改修時に他の区分所有者の合意を得る必要があるため、改修後も構造性能を回復することを前提となる。同プロジェクトでは、開口形成による戸境壁の剛性低下やそれに伴う周辺部材の負担応力の増加はある程度許容しつつ、大地震時における建築物全体の崩壊形や保有水平耐力に及ぼす影響を最小とするための、鉄骨枠を用いた開口周辺の補強方法や構造安全性の確認方法の開発を行っている。

また、日本建築学会においては、2008年度から鉄筋コンクリート構造運営委員会に「既存RC建物の空間拡大技術検討WG」が設置された、WGでの成果は、2009年11月に開催された鉄筋コンクリート構造シンポジウム「既存鉄筋コンクリート系建物の再生活用と躯体改造技術」において報告され、既存ストックの再生活用に関するソフト面・ハード面での取り組みや、既存RC系建物の再生活用の事例紹介がなされている<sup>[1-8]</sup>。

一方で、躯体改造において有用なあと施工アンカーの利用については、第3期中期計画（平成23～27年度）の「既存建築ストックの再生・活用を促進するための制度的課題の解明と技術基準に関する研究」の中で、新設される床の端部定着筋としてあと施工アンカーを用いることを想定し、あと施工アンカー単体の長期応力載荷

試験法の開発等が実施された。また、あと施工アンカーの適用範囲拡大の条件の整備及びあと施工アンカーを用いた部材の構造性能の確認方法に関する技術的知見の取り纏めを行うため、平成27～29年度に建築基準整備促進事業「あと施工アンカーを用いた部材の構造性能確認方法に関する検討」による調査・研究が行われ、あと施工アンカーの施工品質管理に関する検討が行われた。さらに、第4期中長期計画（平成28～令和3年度）の「既存中低層鉄筋コンクリート造建築物の空間拡大技術の開発」「既存ストック有効活用に向けた既存中低層鉄筋コンクリート造建築物の躯体改造技術の開発」「共同住宅の躯体改修においてあと施工アンカーを用いた部材の構造性能に関する研究」においては、低騒音・低振動あと施工アンカーを用いた部材の構造性能評価の検討が行われ、これらの技術的な背景に基づき、令和4年3月31日に平成13年国交告第1024号の一部が改正され、鉄筋コンクリート造等の部材と構造耐力上主要な部分である部材との接合に用いるあと施工アンカーについて強度指定を行うことができるようになった。また、接着系あと施工アンカーについて、技術的知見に基づいた「接着系あと施工アンカー強度指定申請ガイドライン」<sup>11)</sup>が策定された。

## 1.2 研究の目的

本稿では、主に建築研究所第4期中長期計画（平成28～令和3年度）期間に実施された技術開発について取り纏め、既存中低層鉄筋コンクリート造建築物の機能性を向上させることで、既存ストック活用を促進するための技術開発結果について報告する。

また、構造耐力上の危険性が增大しないことを確認する方法としては、構造計算を必要としない仕様規定による判定方法が望ましいが、本稿においては、保有水平耐力計算により構造耐力上の危険性の増大がないことを確認する方法を提案する。

### 1.3 各章の概要

各章の概要を示す。

第2章では、本研究で想定する既存建築物の躯体改造として、床スラブの新設、居住性能や環境性能を高めることを目的とした住戸スラブの付け替え、中層階段室型住棟のバリアフリー化を図ることを目的としたEV棟の一体増築および共用廊下の新設（図1.3-1）、水平方向への面積規模拡大やエレベーターの増設に合わせた住棟内共用廊下の新設などを目的とした耐力壁への開口新設について、その概要や事例を紹介する。

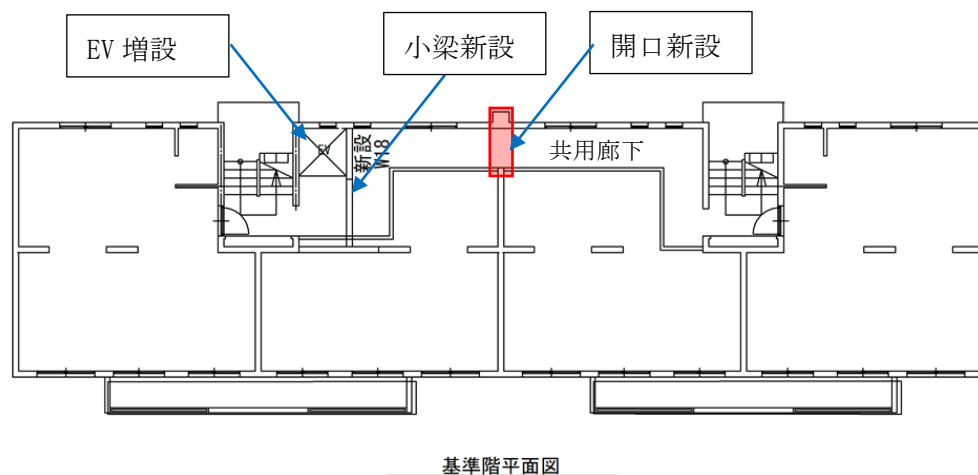


図 1.3-1 住戸内共用廊下新設の手法

第3章では、あと施工アンカーを用いた構造部材の長期性能を確認する一例として、主筋の定着に接着系あと施工アンカーを用いた両端固定一方向スラブならびに片持ちスラブについて、通常の前付け工法の定着方法によるスラブと比較し、その長期性状を明らかにする。

3.2 節では、壁式鉄筋コンクリート造の共同住宅において鉄筋コンクリート造の床スラブを増設することを想定して、両端固定一方向スラブならびに片持ちスラブについて、主筋の定着に接着系あと施工アンカーを用いた試験体ならびに通常の前付け定着筋工法の定着の試験体を製作し、長期性能の確認を行うために長期荷重を約6年載荷した。長期たわみ増大率、ひび割れ性状、乾燥収縮、鉄筋ひずみ性状および固有振動数の推移について検討し、主筋の定着の違いによる各種性状の違いについて明らかにする。

3.3 節では、実建築物における新設スラブの主筋定着に接着系あと施工アンカーを用いた場合の当該スラブの長期性状を把握することを目的として、実建築物の壁に支持した1m幅の新設スラブ試験体に対して、長期載荷実験を実施した。約4年の長期載荷によるたわみ性状を明らかにし、短期曲げ試験を実施した。

3.4 節では、長期載荷試験体の終局破壊状況の予測を行うため、長期載荷試験体の床スラブ—周囲梁接合部を抜き出した要素試験体を製作し、短期載荷実験を実施した。

併せて、形状寸法は同じであるが、アンカー筋の本数や埋め込み長さなどを変えた試験体も製作し、それらが試験体の力学的性質や最終破壊性状などに与える影響についても明らかにする。



写真 1.3-1 実構造物の新設スラブ

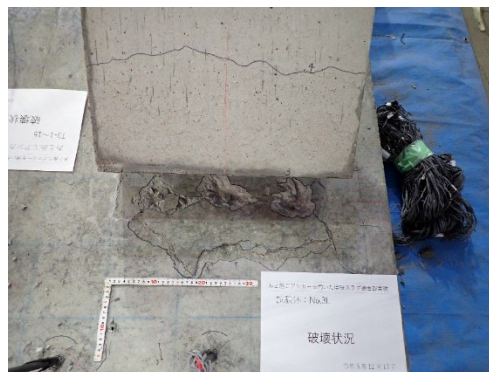


写真 1.3-2 要素試験体の短期載荷

第4章では、壁式RC造共同住宅の戸境壁に新設開口を設ける場合を想定し、新設開口周辺の壁端部に曲げ補強筋としてあと施工アンカーを用いる場合に、定着部が壁面内となることから、下階壁面内に定着されるあと施工アンカーの引張特性を確認するための引張実験結果について報告する。

実験棟にて、下階壁および床スラブを想定したベース試験体を製作し、あと施工アンカーを施工し、その非拘束引張実験を実施している。実験結果から、あと施工アンカーの引張力による破壊性状や、下階壁のへりあき、床スラブの影響を明らかにする。また、実構造物においても同様にあと施工アンカーを施工し非拘束引張実験を実施している。



写真 1.3-3 実験棟でのアンカー実験



写真 1.3-4 実構造物でのアンカー実験

第5章では、壁式RC造共同住宅の戸境壁に新設開口を設ける場合の、新設開口周辺の部材の補強方法の提案、および、その有効性を確認するために実施した部材実験結果について報告する。

5.2節では、開口が偏在するようなケースを想定し、せいの短い壁の実験について報告する。新設開口側壁端部の曲げ補強筋を先付け鉄筋とした試験体と、あと施工アンカーとした試験体の載荷実験を実施し、あと施工アンカーの曲げ補強筋としての有効性を確認する。

5.3節では、せいの長い壁の実験について報告する。壁端部補強部分について、あと施工アンカー量およびコンクリート強度をパラメータとして、それらのパラメータが部材の構造性能や靱性能に与える影響について明らかにする。

5.4節では、上下開口に囲まれた耐力壁部分について外付け壁梁による補強を施した実験について報告する。実験結果から、補強により構造性能が向上することを確認する。

5.5節では、補強に際して既存部と補強部の一体性を確保することが重要であるため、その接合部分を模した要素実験について報告する。接合筋として先付け鉄筋とあと施工アンカーの場合、および、目荒らしの有無等をパラメータとし、各種パラメータと接合部の性能の関係を明らかにする。



写真 1.3-5 せいの短い壁の実験

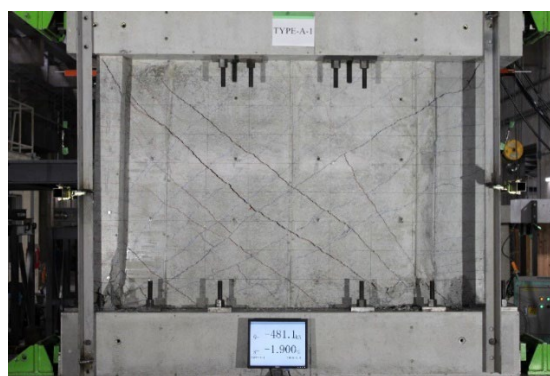


写真 1.3-6 せいの長い壁の実験

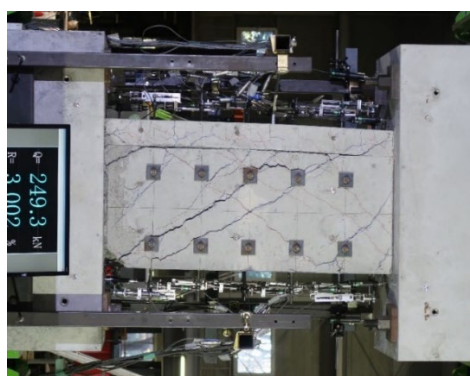


写真 1.3-7 外付け壁梁による補強実験



第6章では、第5章で検討した新設開口周辺部材の補強技術を適用した場合の架構の構造性能を明らかにするため、2.5層実大壁式架構を対象として、連層に新設開口を設け、その周辺を補強した場合の構造実験結果について報告する。実験結果から、架構としての破壊性状や、補強の有効性について明らかにする。また、架構の構造性能を評価するための適切なモデル化手法についても検討する。



写真 1.3-8 新設開口を設けた 2.5 層実大壁式架構の構造実験

第7章では、既存の5階建ての壁式RC造共同住宅を対象とし、その躯体改造計画と躯体改造前後の建築物全体の構造性能について、解析的に検討した結果を報告する。

戸境壁に連層開口を設ける躯体改造を想定し、疑似立体モデルにより建築物全体の構造性能を把握する。その際に、耐力壁に開口がある場合のモデル化が解析結果に与える影響を検討する。

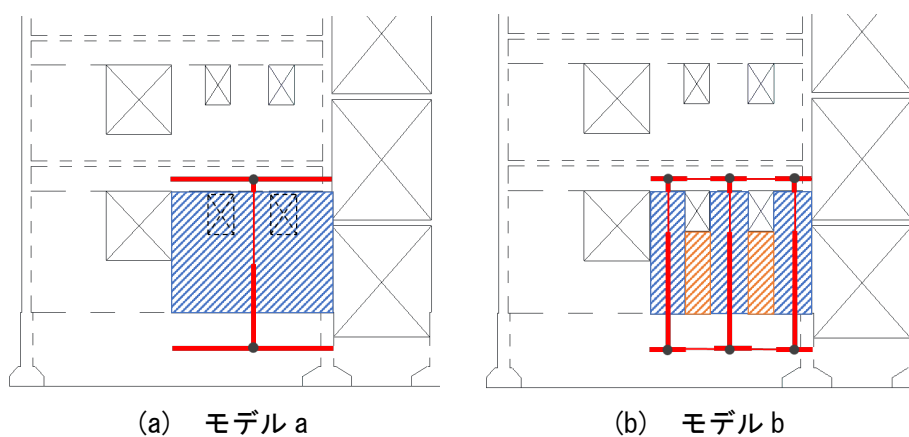


図 1.3-1 開口付き壁のモデル図

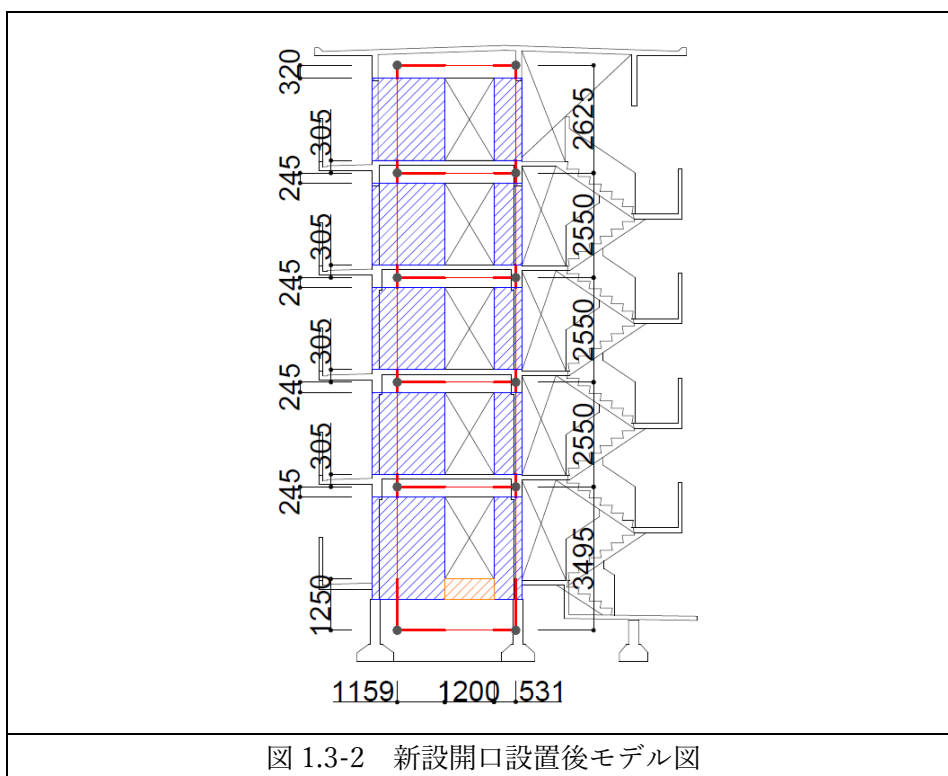


図 1.3-2 新設開口設置後モデル図

第8章では、第6章で報告する2.5層実大壁式架構試験体における新設開口施工実験、および、5階建て壁式構造共同住宅（T団地）における新設開口周辺補強施工実験結果について報告し、あと施工アンカー工事を伴う躯体改造工事における施工監理上の留意点について明らかにする。



写真 8.2.2-39 壁柱補強用配筋検査



写真 8.2.2-40 壁柱補強部配筋

第9章では、ここまでに得られた知見をもとに、壁式鉄筋コンクリート造共同住宅を対象とした躯体改造設計指針として策定された「UR壁式賃貸住宅の躯体改造指針（案）（在来構造編）」（付録3に掲載）の拡充を図り、躯体改造後の建築物の構造安全性を検証する方法として保有水平耐力計算に基づく設計法を提案する。

付録1では、関連して実施した、上下開口に囲まれた耐力壁部分について外付け壁梁による補強を施した実験について報告する。先だって実施された実験（補修前実験）においては試験対象を既存戸境耐力壁に新設開口を設置した際の開口上部の壁梁と耐力壁の接合部としていたが、壁梁部材よりも耐力壁部材の破壊が先行してしまったため、壁梁の補修および耐力壁接合部の補修補強を行い、再度載荷を行った（補修後実験）。本資料においては参考情報となるため、付録とした。

付録2では、旧耐震基準で設計された壁式鉄筋コンクリート造建築物の躯体改造後の大地震時の安全性の評価について、保有水平耐力計算による場合と耐震診断による場合のモデル化や計算結果の相違について比較検討し、それぞれの計算方法を用いる場合の留意点についてまとめている。

付録3、UR壁式賃貸住宅の躯体改造検討委員会（平成24～26年度）において検討されたUR壁式賃貸住宅の躯体改造指針（案）（在来構造編）であり、参考に掲載している。

また、本建研資料で提案する付録3の修正案を反映した、壁式鉄筋コンクリート造共同住宅の躯体改造指針（案）を付録4として掲載した。

## 参考文献

- [1-1] 構造関係技術基準解説書, 2020
- [1-2] 日比野陽, 勅使川原正臣, 福山洋, 井上芳生, 村瀬広導, 川西泰一郎: 既存 RC 梁の梁せい低減に対する補強方法, 日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), pp.97-100, 2008.9
- [1-3] 石川星児, 田才晃, 楠浩一: 耐力壁に設けたあと施工開口の炭素繊維シートを用いた開口補強に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.56B, pp.93-98, 2010.3
- [1-4] 中村洋行, 鈴木秀之, 福山洋, 上田正生: 連続繊維シートと鋼管により開孔補強された既存梁のせん断耐力評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.3, pp.1627-1632, 2007.7
- [1-5] 高橋茂治, 福山洋, 鈴木英之, 中村洋行: 定着金物を用いた連続繊維シートによる劣化スラブの補強効果, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.3, pp.481-486, 2008.7
- [1-6] UR 都市機構: ルネサンス計画, <https://www.ur-net.go.jp/rd/rn1/index.html>
- [1-7] 国土交通省: 総合技術開発プロジェクト 建設技術研究開発評価委員会(令和3年3月8日開催) 中間評価資料, <https://www.mlit.go.jp/tec/gijutu/kaihatu/gaihyou.html>
- [1-8] 日本建築学会, 活動レポート, 建築雑誌, 2010年3月号, pp.64-66
- [1-9] 日本建築防災協会: 接着系あと施工アンカー強度指定申請ガイドライン, 2022.3