

建築研究所 ニュース



平成24年6月7日

建築研究所 第7回専門紙記者懇談会

平成24年6月7日に国土交通省で開催しました、懇談会の配付資料をご案内します。

(内容の問合せ先)

独立行政法人 建築研究所
所属 総務部総務課
氏名 田畑 真理子
電話 029-879-0605 (直通)
E-mail tabata@kenken.go.jp

5月6日につくば市で発生した竜巻による 建築物の被害について

(問合わせ)

構造研究グループ 福山 洋

Tel 029-879-0673

E-mail fukuyama@kenken.go.jp

竜巻被害の概要

- 平成24年5月6日13時頃、茨城県つくば市では、北条地区、大砂地区及び北部工業団地を中心に竜巻による建築物被害が発生した。気象庁の発表によると、同地域での突風現象はフジタスケールF2の竜巻によるものと推定されている。
- 5月6日にはつくば市内だけでなく、茨城県筑西市等(フジタスケールF1)、栃木県真岡市等(同F1～F2)、福島県大沼郡(同F0)でも竜巻が確認されている。
- 竜巻による茨城県内の人的・住家被害は以下の通りである。

人的被害(人)			住家被害(棟)			
死者	負傷者		全壊	半壊	一部破損	計
	重傷	軽傷				
1	0	42	75	160	524	759

(消防庁調べ・5月21日現在) 1

被害後の建築研究所と国土技術政策総合研究所の対応

- （独）建築研究所と国土技術政策総合研究所では、被害発生直後よりすみやかに、建築物の被害形態や被害分布の概要を把握するための現地調査を実施した。
- 5月6日～7日に実施した現地調査の速報は、両研究所のホームページに5月8日付でリリースした。

建築研究所ニュース



平成24年5月8日

「平成24年5月6日に茨城県つくば市で発生した竜巻による建築物被害（速報）」をホームページで公開します

平成24年5月6日に茨城県つくば市の北条地区、大砂地区及び筑波北部工業団地を中心に竜巻による建築物の被害が発生しました。国土技術政策総合研究所及び建築研究所では、つくば市内での建築物の被害発生直後の状況を把握するため、被害発生当日から現地調査を実施しました。

このたび、この調査結果を、5月8日時点の速報版として「平成24年5月6日に茨城県つくば市で発生した竜巻による建築物被害（速報）」として取りまとめ、研究所のホームページで公開しましたのでご案内いたします。

■建築研究所ホームページ

<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2012tsukuba/120506-tasukuba.pdf>

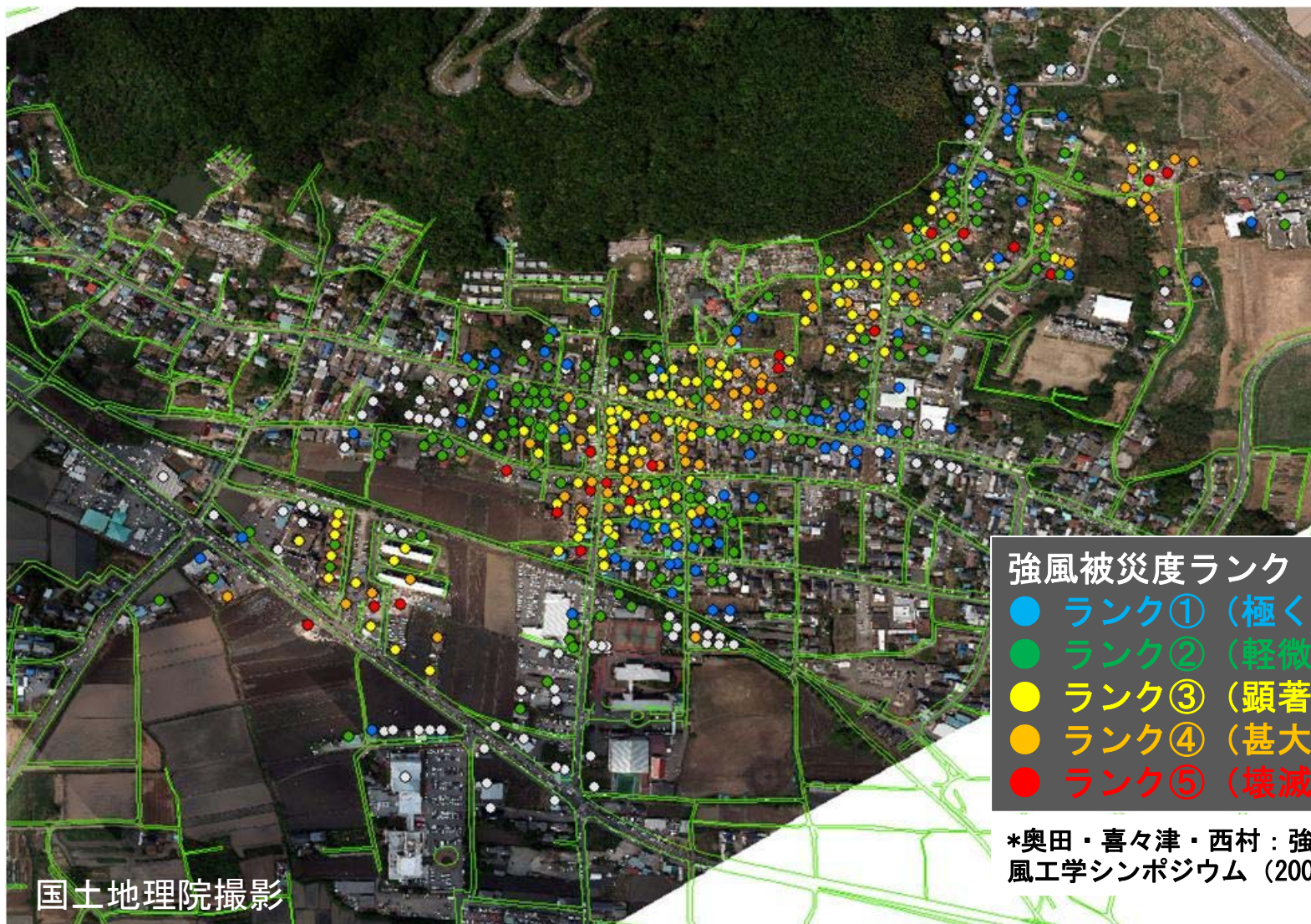
記者発表記事（5月8日）

現地調査の範囲



©2012 Google -地図データ©2012 ZENRIN

つくば市北条地区の建築物等の被害分布



国土地理院撮影

強風被災度ランク

- ランク① (極く軽微な被害)
- ランク② (軽微な被害)
- ランク③ (顕著な被害)
- ランク④ (甚大な被害)
- ランク⑤ (壊滅的な被害)

*奥田・喜々津・西村：強風被災度ランク、
風工学シンポジウム (2006)

- 国土技術政策総合研究所と建築研究所の現地調査等による被害評価
(強風被災度ランク*) 注) 内閣府の被害認定基準とは異なる

強風被災度ランク

*奥田・喜々津・西村：強風被災度ランク、
第19回風工学シンポジウム論文集（2006）

ランク①（極く軽微な被害）：

住宅のテレビアンテナが曲がる。
樋が落ちる。小枝が折れ葉が飛散する。



ランク②（軽微な被害）：

瓦がずれる。軒先やケラバなどで部分的
に瓦が飛散する。太い枝が折れる。



ランク③（顕著な被害）：

屋根の広範囲で瓦が飛散し、野地板の
広い面が見える。部分的に窓ガラスが
割れる。太い木が倒れる。



ランク④（甚大な被害）：

屋根の垂木や母屋が破損する。小屋組が
壊れる。多くの窓ガラスが割れる。



ランク⑤（壊滅的な被害）：

家屋が倒壊する。



現地調査で確認した主な被害形態

1. 建築物の構造躯体

- ① 木造建築物の上部構造の転倒・倒壊・移動
- ② 木造建築物の小屋組の破壊・飛散
- ③ 鉄骨造建築物の残留変形又は転倒

2. 建築物の外装材等

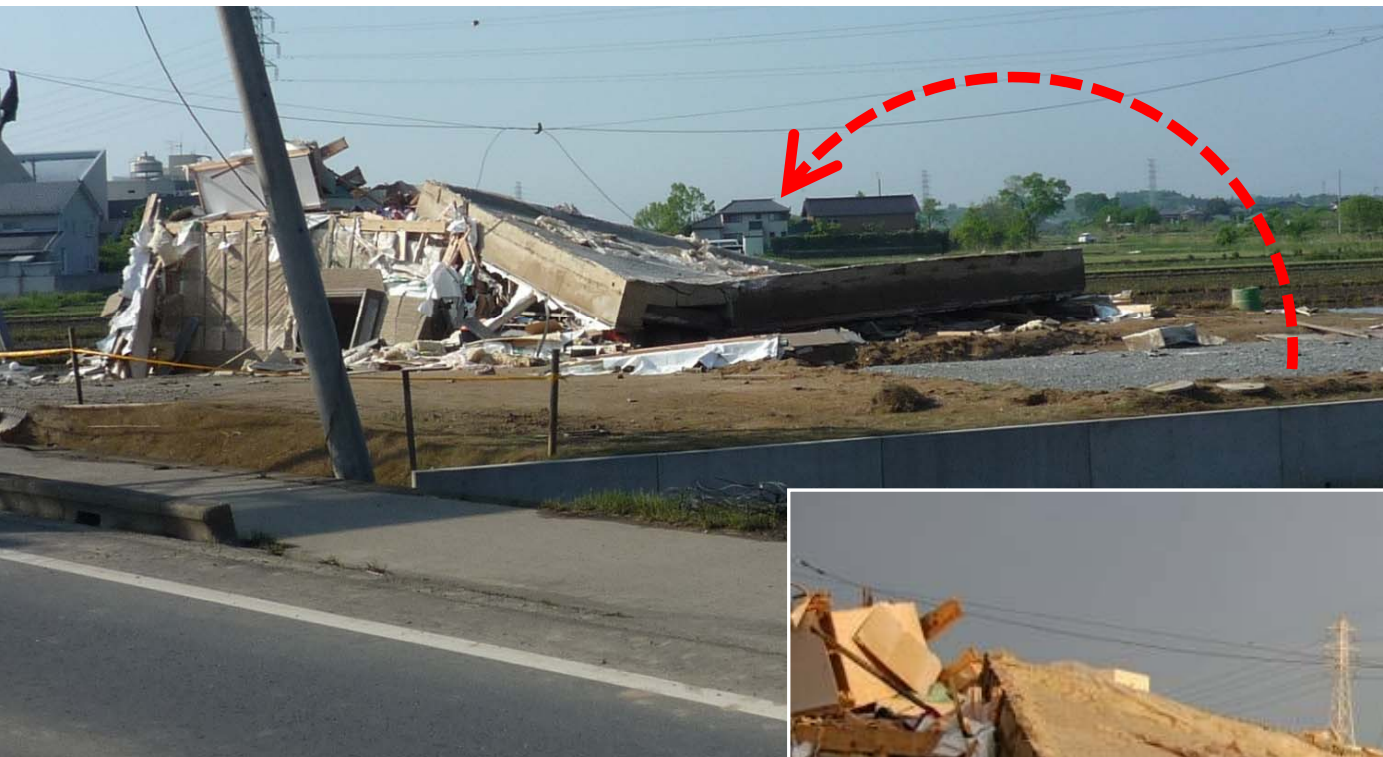
- ① 木造建築物の屋根ふき材の飛散
- ② 鉄骨造建築物のガラスの損傷・屋根ふき材の飛散
- ③ RC造建築物のガラスやベランダ手すりの損壊
- ④ 飛来物の衝突による被害

3. その他

- ① 塀の倒壊
- ② 電柱の折損・傾斜
- ③ 樹木の折損
- ④ 乗用車の横転

赤字の被害形態の例を以下に紹介する。

主な被害形態 (①木造建築物の転倒)



べた基礎の底面が地盤から離れ、上部構造とともに完全に裏返しになっていた。過去の建研/国総研の被害調査ではみられなかった被害形態である。

主な被害形態 (②木造小屋組の破壊・飛散)

木造小屋組の破壊・飛散は竜巻による典型的な被害形態であり、今回の調査でも多く確認された。



切妻屋根



寄棟屋根



片流れ屋根

主な被害形態 (③RC造建築物の開口部・建具の損壊)



5階建て集合住宅の南側の窓ガラス、サッシの枠、ベランダの手すり等が損壊した。9



主な被害形態 (④飛来物による衝突その他の被害)



屋根の衝突



窓ガラスへの飛来物の衝突痕



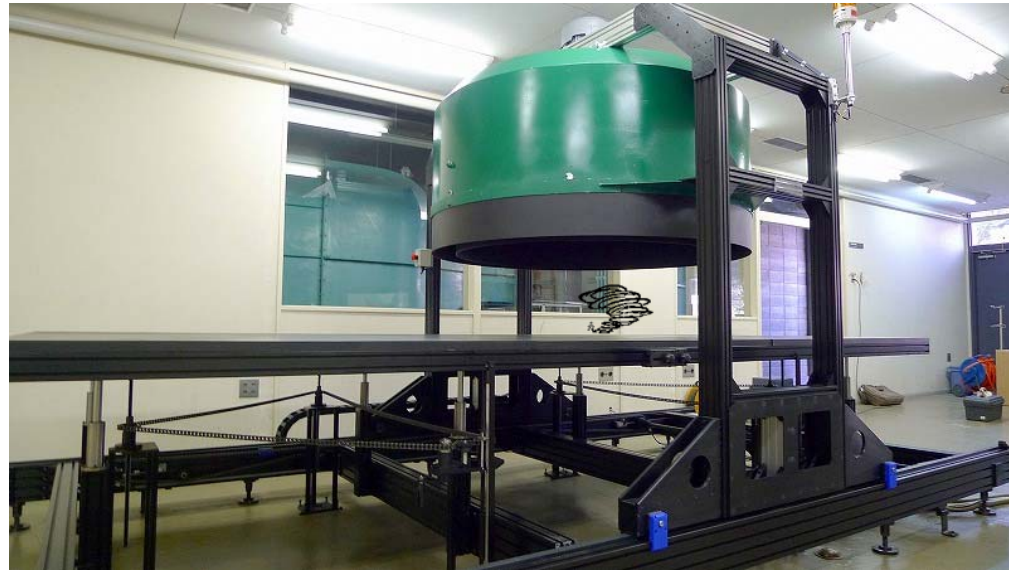
電柱の折損・傾斜



トラックの横転

現地調査の結果を踏まえた今後の調査研究の展開

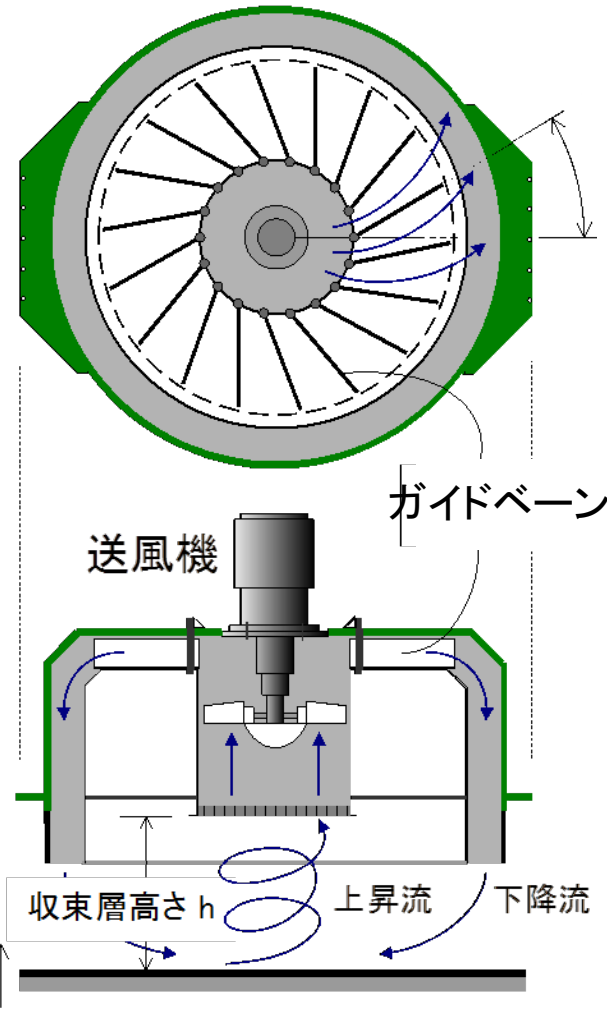
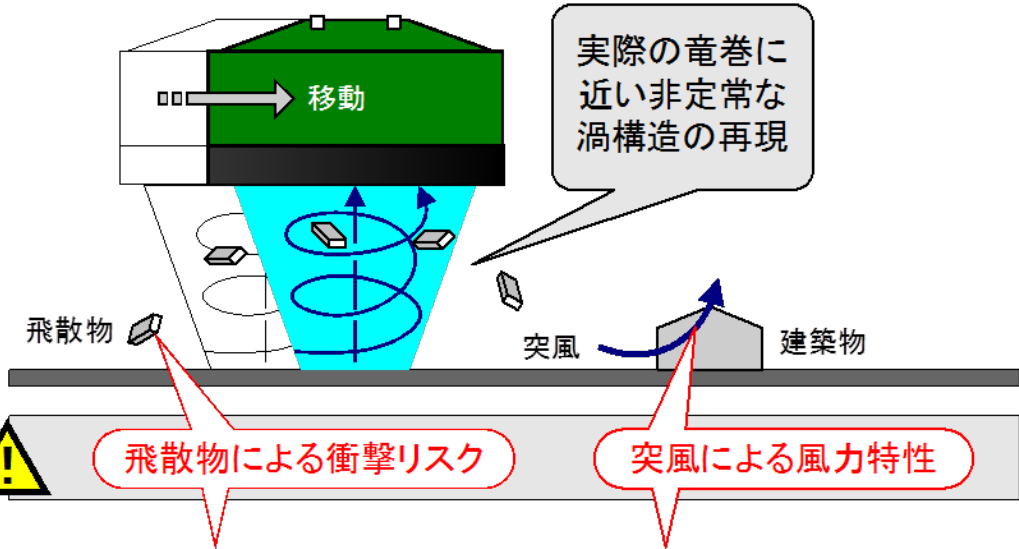
- 現地調査で得られた被害状況の知見を踏まえた、建築物の構造躯体や外装材等の被害発生メカニズム、被害分布状況、過去の被害事例との比較などの詳細な調査分析（調査分析結果は今後公表予定）。
- 竜巻発生装置を活用した実験による竜巻時の現象の解明。実験で得た荷重特性を今回の被害事例に適用し、被害発生メカニズムや風速の推定を実施。
- 竜巻の作用に脆弱な部位（例えば屋根ふき材、開口部、小屋組）の耐風性能や耐衝撃性能の検証。
- 竜巻被害の発生が被災後の建築物機能に与える影響の検証。



竜巻発生装置の概観

科研費補助金課題「建築物の突風危険度評価に適用可能な竜巻発生装置の開発（平21～23年度）」の援助を受けて建研・国総研・東大・京大防災研が共同で設計・製作し、平成21年度建築研究所に設置。

竜巻発生装置を活用した実験的研究の目的



飛散物の発生



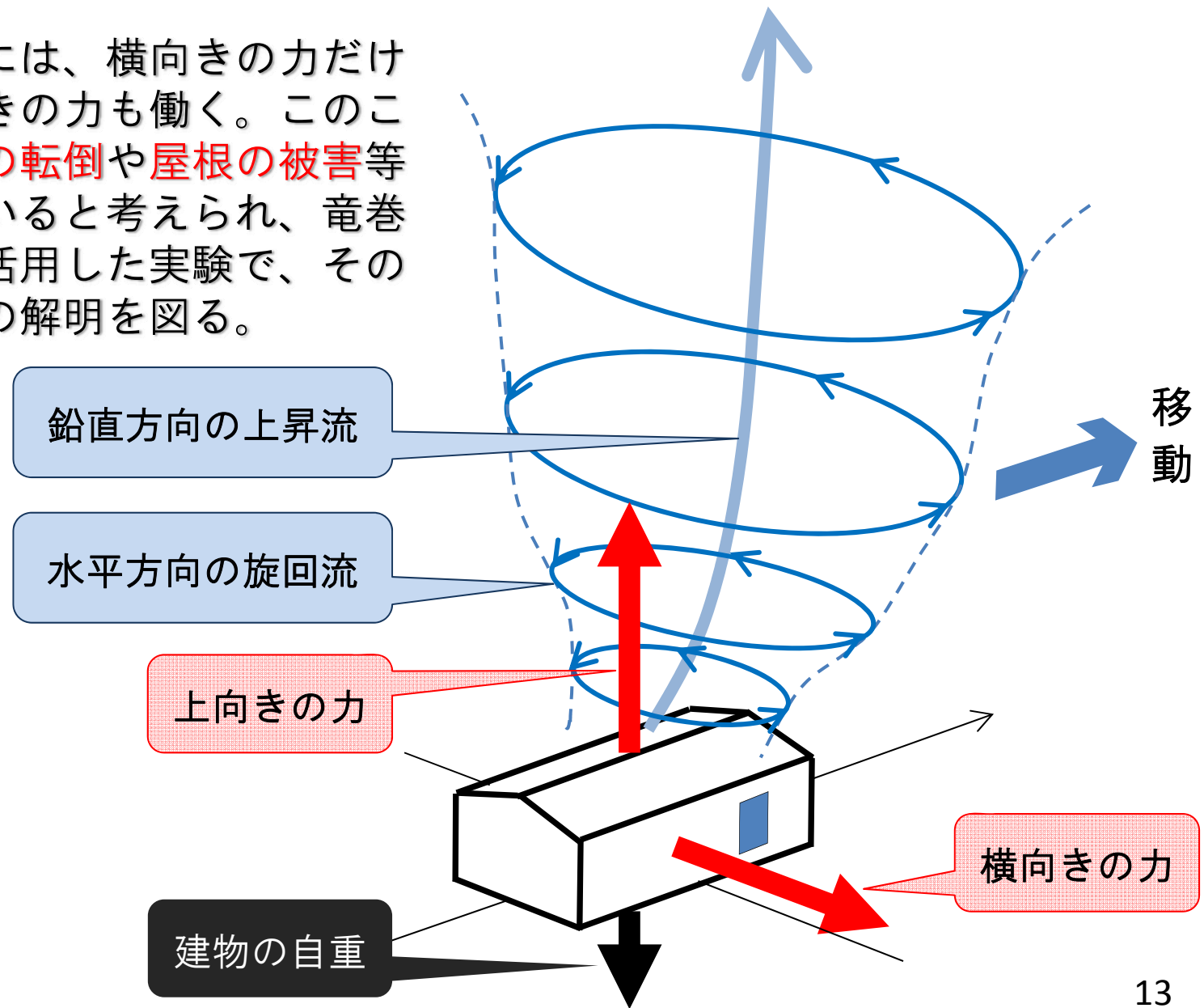
突風による外装材のはく離

(平成21年に群馬県で発生した竜巻被害事例より)

装置の断面・立面図

竜巻発生装置を活用した被害発生メカニズムの推定

竜巻通過時には、横向き力だけでなく上向き力も働く。このことが**建築物の転倒**や**屋根の被害**等に影響していると考えられ、竜巻発生装置を活用した実験で、そのメカニズムの解明を図る。



東日本大震災最終報告を踏まえて

①津波避難ビルの構造設計法

(問合わせ)

構造研究グループ 福山 洋

Tel 029-879-0673

E-mail fukuyama@kenken.go.jp

津波避難ビルの構造設計法

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震被害調査報告
「第6章 建築物の津波被害を踏まえた検討」の内容

1) 鉄筋コンクリート造建築物の被害

被害の分類、鉄筋コンクリート造建築物の耐力と津波荷重の推定、液状化による杭の引抜耐力の低下

2) 鉄骨造建築物の被害

被害の分類、鉄骨造建築物の耐力と津波荷重の推定

3) 木造建築物の被害

平野部と傾斜地の被害、木造住宅の耐力と被害、木造住宅の耐津波設計

4) 津波避難ビルの構造設計法に関する検討

津波避難ビルの構造設計の概要

津波波圧波力の算定

浮力の影響

漂流物への対処方法

津波避難ビルに要求される条件



研究成果の反映(津波避難ビルの技術的基準)

建築研究所

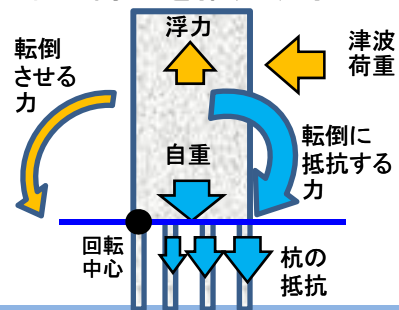
被害調査

(建築物の形状・寸法等
や最大浸水深の計測)



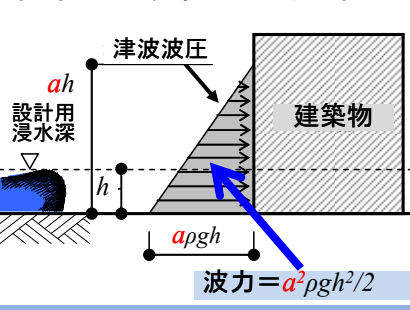
抵抗機構の解明

(建築物の水平耐力から
津波荷重を推定、等)



設計法の提案

(内閣府ガイドラインの
見直し・改善方法提案)



成果の普及

解説書作成・ 講習への支援

(技術基準等の解説・
設計例の作成)



現象の理解
問題の把握



研究成果等の提供
基準作成への参画



成果普及
の支援



平成23年 東日本大震災による津波被害



宮古市ホームページ <http://www.city.miyako.iwate.jp/cb/hpc/Article-6834.html>

国 技術基準の制定

(建研等から提供された技術的知見・データをもとに、津波避難ビルの構造安全性の確保方を決定)

津波防災地域づくりに関する**法律**(H23.12.27施行)

告示(平成23年度国交告第1318号)「津波浸水想定を設定する際に想定した津波に対して安全な構造方法を定める件」

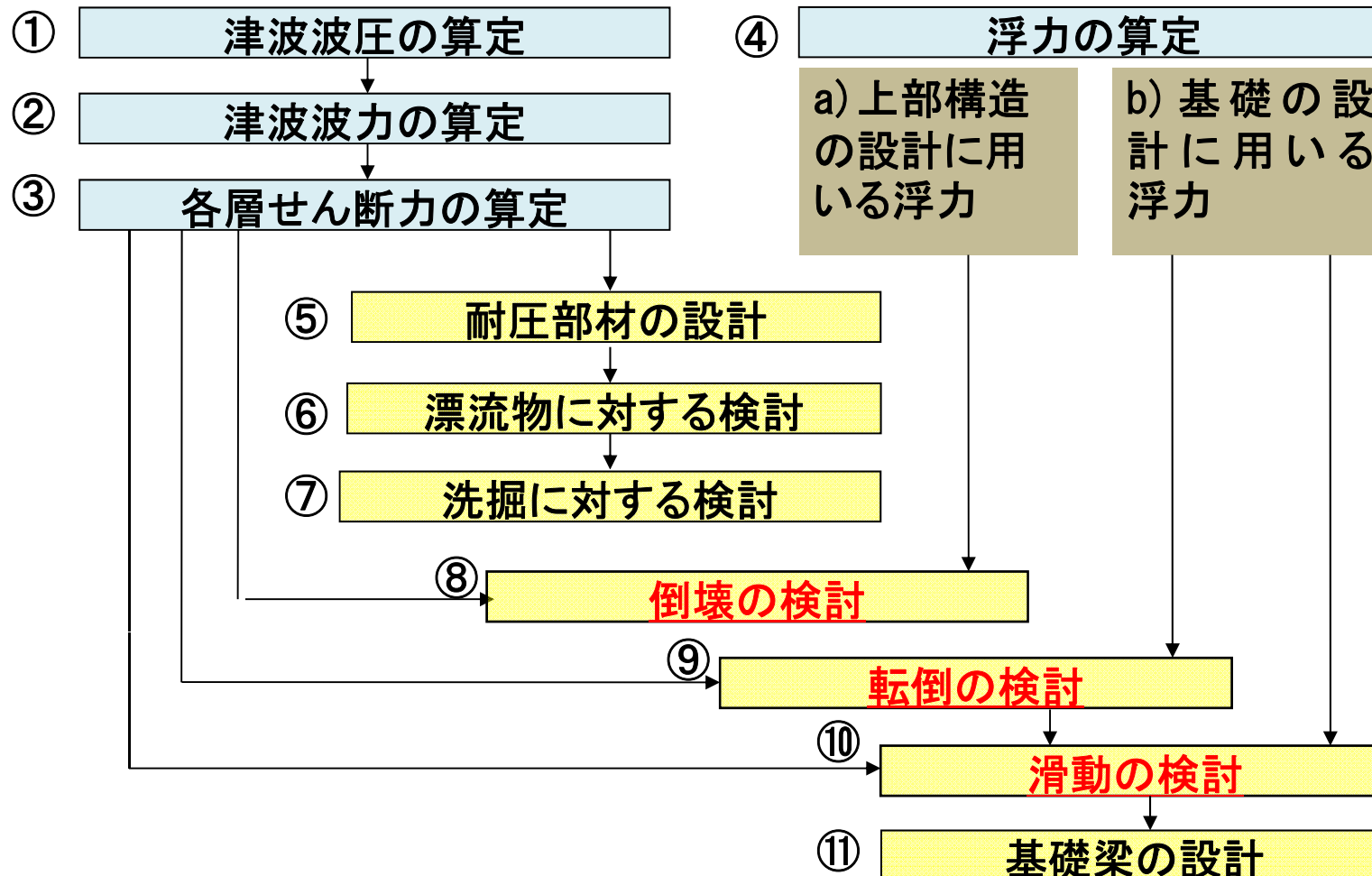
津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る**技術的助言**(国住指第2570号(H23.11.17))

「津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」



津波避難ビルの構造設計法 (設計の流れ)

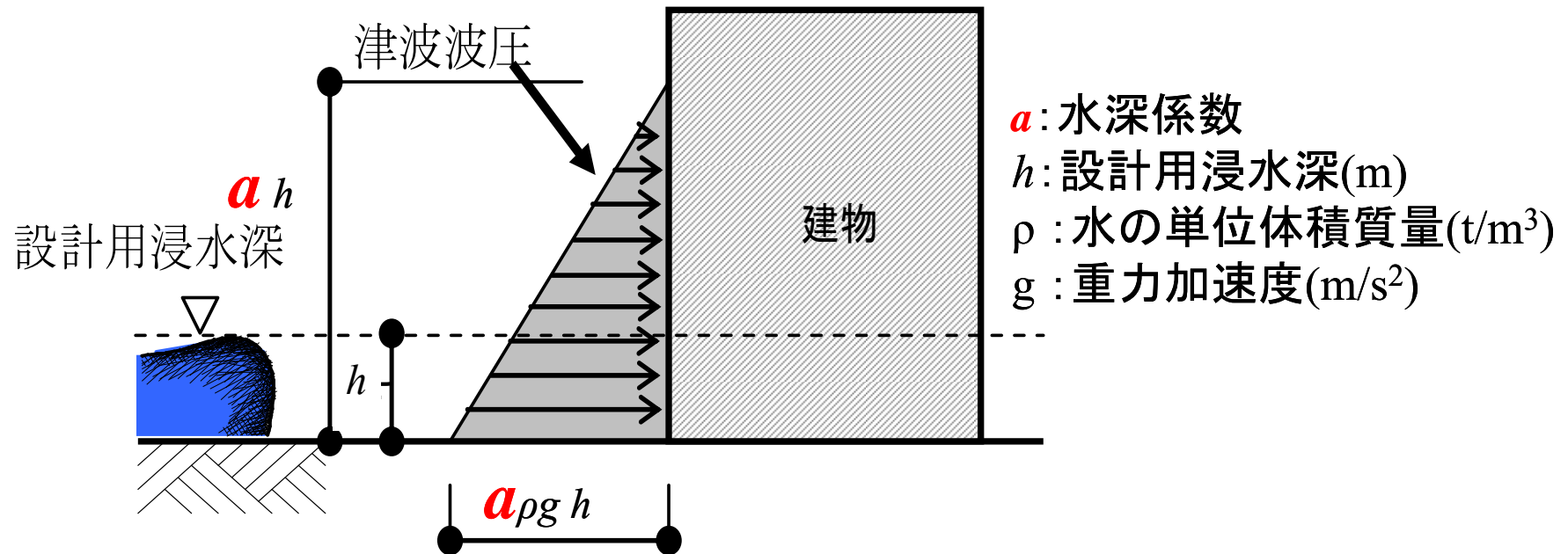
技術的助言(国住指第2570号)別添の暫定指針より



津波波圧の算定

平成23年度国交告第1318号、および
国住指第2570号別添暫定指針より

津波波圧を、設計用浸水深に水深係数 a を掛けた高さの静水圧として算定



	遮蔽物あり		遮蔽物なし
海岸や河川等 からの距離	500m以遠	500m未満	距離によらず
水深係数 a	1.5	2	3

(津波避難ビル等に係るガイドライン(平成17年内閣府)では、上記条件に関わらず一律3を適用)

倒壊の検討、転倒の検討、滑動の検討

以下の破壊が生じないことを確認する



耐圧部材の 設計

柱と耐力壁が波力によって破壊しないことを確認



漂流物に対する 検討

(流木、自動車、コンテナ、船舶、倒壊した建築物の一部等)

外部に面する柱等が漂流物により破壊しても、別の柱等で上階を支えられることを確認



洗掘に対する 検討

洗掘に対して、上部構造が傾斜しないよう杭基礎とするか、地盤面を十分な舗装で固める



津波避難ビルに要求される強度 (RC造集合住宅の上部構造の場合)

浸水深ごとに建築物に要求される張間方向(長さ12mと仮定)の強度(C_B)

	浸水深と建築物の階数		
	5m (4F)	10m (5F)	15m (7F)
<u>$a = 3.0$</u>	$C_B = 0.97$	$C_B = 2.83$	$C_B = 4.56$
<u>$a = 2.0$</u>	$C_B = 0.38$	$C_B = 1.44$	$C_B = 2.42$
<u>$a = 1.5$</u>	$C_B = 0.3$	$C_B = 0.78$	$C_B = 1.36$

- ◎ : 従来の耐震設計による断面や配筋等に対応可能なレベル (杭・基礎は要検討)
- : 強度を高める工夫を要するがほぼ対応可能なレベル (杭・基礎は要検討)
- △ : 強度を大きく高めるための特別な工夫を要するレベル (杭・基礎は要検討)

津波避難ビルの設計

10mを超える浸水深では、設計で考える地震の力よりも、津波の力の方が大きくなることもある



従来の耐震設計よりも強い建築物

- ✓ 壁を厚く、柱・梁の配筋を多く
- ✓ 杭を太く、長く

→ 従来技術で対応可能

まとめ

- 津波被害の調査より、被害の分類、問題点の把握、現象の理解、抵抗機構の解明を行い、設計法の提案を行った。
- 提案した設計法は、国の技術基準に反映された。
- 解説書の作成や行政担当者及び確認検査員向けの講習（全国7会場で約500名受講）の支援も行った。

今後の検討

- 水理実験やシミュレーションにより、津波波力に及ぼす開口や浮力の影響、及び浸水深が大きな場合の津波波圧の算定に関する知見を取得し、さらなる設計法の合理化を目指す。
→ 被災地の復興や、各地域の津波防災に資する

東日本大震災最終報告を踏まえ

②天井の被害

～茨城県内の学校体育館の調査から～

(問合わせ)

建築生産研究グループ 石原 直

Tel 029-879-0672

E-mail tishihar@kenken.go.jp

調査対象の学校体育館

表5.3-1 調査地域一覧

	旧基準	現行基準
高校体育館	大洗町、城里町、日立市、水戸市、那珂市、ひたちなか市、銚田市、筑西市、笠間市、土浦市、坂東市、古河市、下妻市、筑西市、常総市	日立市、常陸太田市、常陸大宮市、水戸市、那珂市、銚田市
小・中学校体育館	水戸市	水戸市

※宮城県や福島県と同様に、茨城県内においても、今回の地震で震度6以上が観測された地域は広く、宮城県等と同等程度の地震動による被害があるものと考えられる。

【参考文献】立道、竹内：大空間を有する建物の被害、建築技術 No.741、2011.10

表5.3-2 調査体育館の棟数

	高校体育館		小、中学校体育館		計
	1階建て	2階建て	1階建て	2階建て	
旧基準	34棟	1棟	20棟	0棟	55棟(61%)
現行基準	1棟	11棟	17棟	0棟	29棟(33%)
耐震改修	5棟	0棟	0棟	0棟	5棟(6%)
計	52棟(58%)		37棟(42%)		89棟

※「旧基準」の分類は、1981年以前の旧基準で設計されていて耐震改修を行っていない体育館

※「2階建て」とは、床により階が区切られ、2階がアリーナとなっている体育館

旧基準の体育館の被害

天井の被害



写真5.3-5 天井(木下地)、照明の落下



写真5.3-6 天井(在来工法)の落下

構造の被害



写真5.3-1 ブレース材の座屈と接合部破断



写真5.3-3 ラチス柱斜材の座屈

現行基準の体育館の被害

天井の被害



写真5.3-13 天井(システム)の落下



写真5.3-15 天井の落下

構造の被害



写真5.3-8 妻壁とS造屋根接続部ボルト抜け出し

耐震上は比較的
軽微な損傷



写真5.3-10 妻壁とS造屋根接続部のコンクリート破壊等

計測震度、 I_s 値と被災度の関係(1)

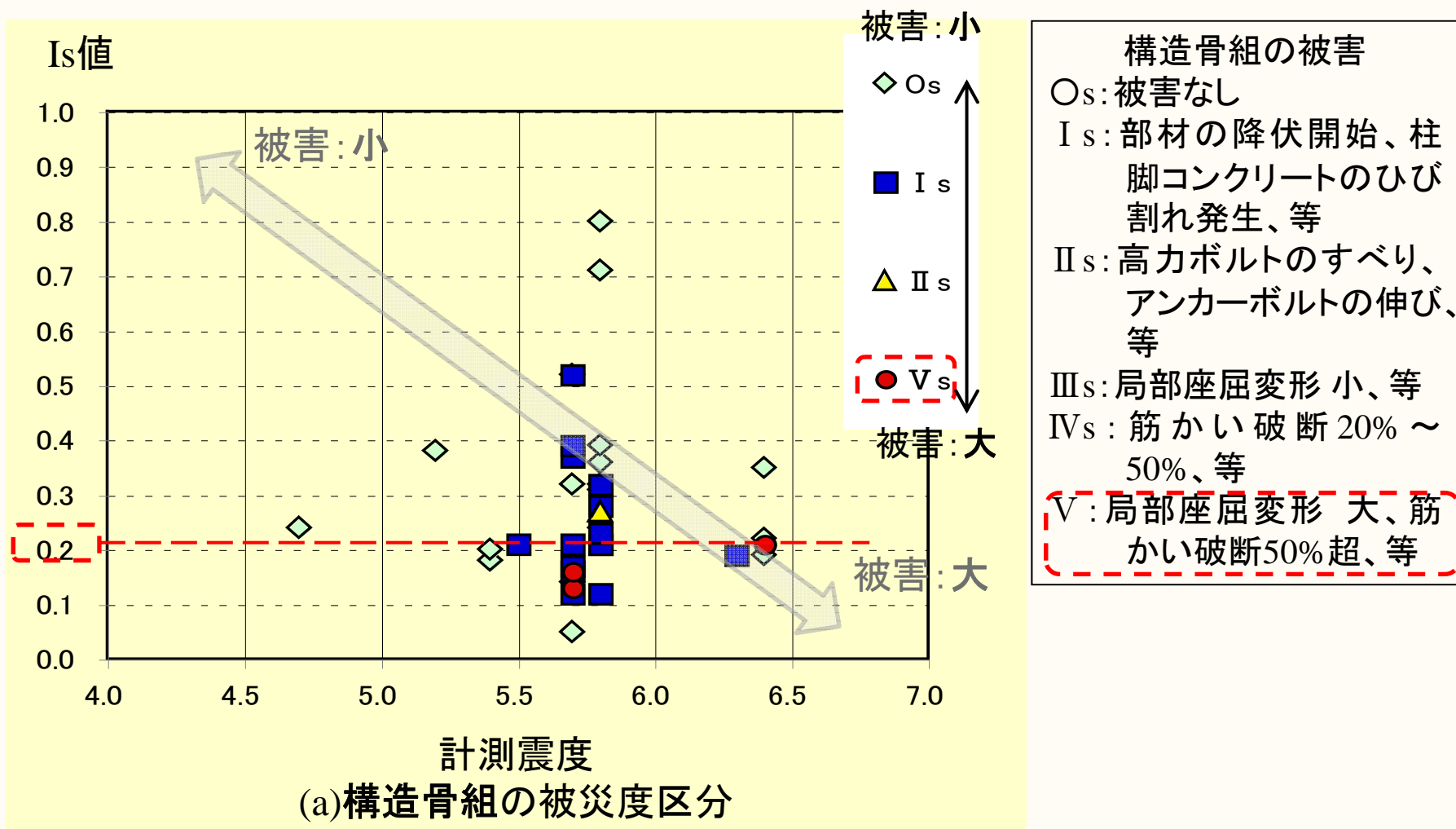
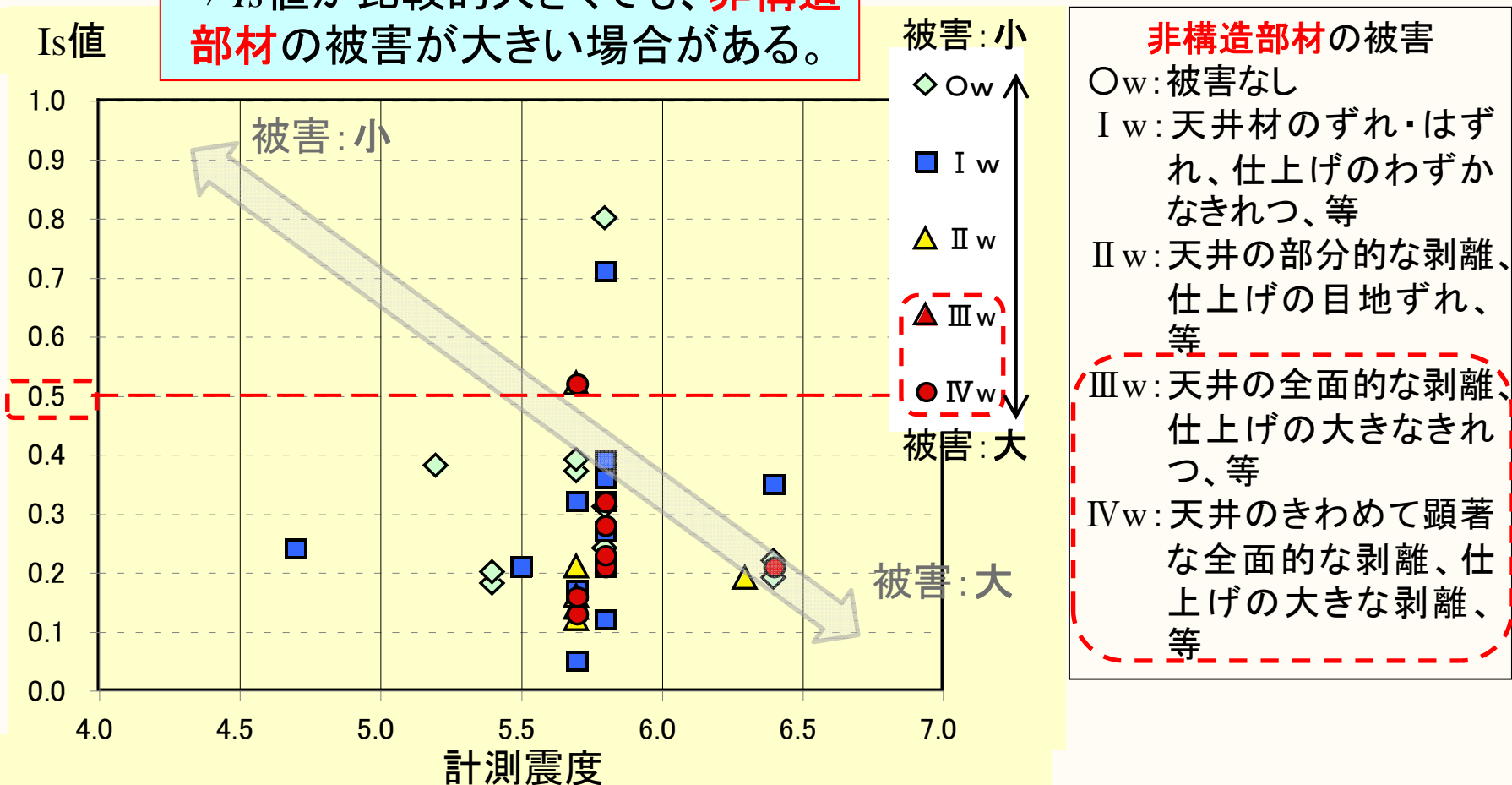


図5.3-4 計測震度と I_s 値と被災度の関係 に加筆

※旧基準の体育館55棟のうち、 I_s 値の得られている37棟を対象とした。計測震度は最寄りの観測地点の値。

計測震度、 I_s 値と被災度の関係(2)

⇒ I_s 値が比較的大きくても、**非構造部材**の被害が大きい場合がある。



(b) **非構造部材**の被災度区分

図5.3-4 計測震度と I_s 値と被災度の関係 に加筆

※旧基準の体育館55棟のうち、 I_s 値の得られている37棟を対象とした。計測震度は最寄りの観測地点の値。

※(b)の**非構造部材**には、天井以外を含む。

(参考)H23年度建築基準整備促進事業の 成果概要(1)

- 平成23年度、東日本大震災における天井の被害状況の整理・分類、被害状況を踏まえた基準(仕様、計算方法等)の整備に資する国庫補助調査を実施。



段差部・折り曲がり部



山形架構の屋根面に平行な天井

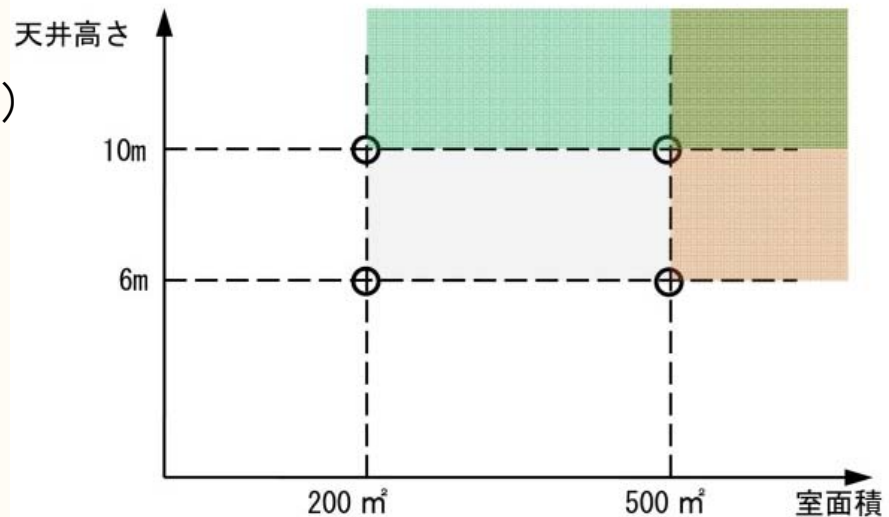
H23年度基準整備促進事業による現地調査

事業主体:(一社)建築性能基準推進協会
(独)建研との共同研究(一部は技術指導)

- 脱落対策の適用範囲は、天井高さと室面積による設定を提案。

天井高さ:6~10m以上

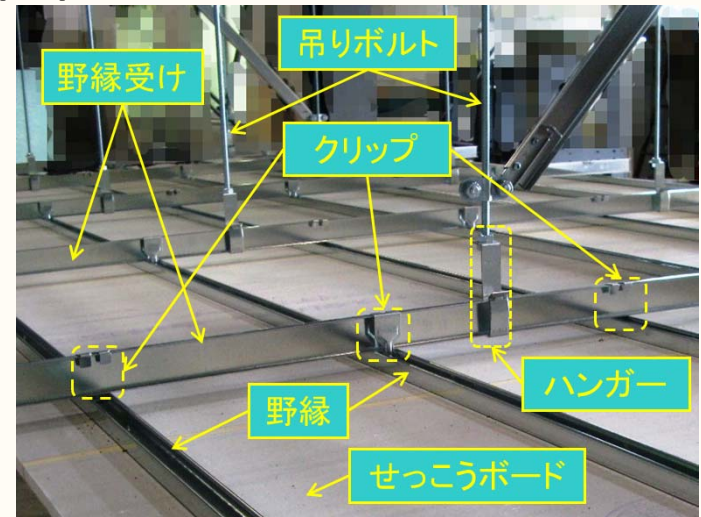
室面積:200~500m²以上



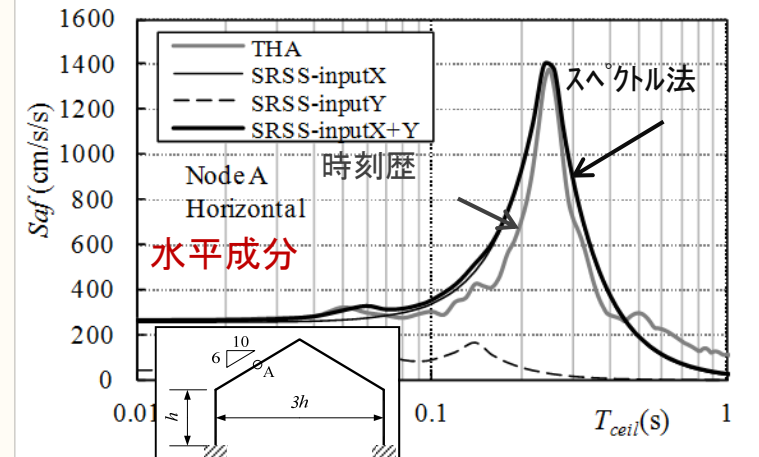
脱落対策の適用範囲

(参考)H23年度建築基準整備促進事業の 成果概要(2)

- 仕様による場合、計算による場合など、複数の選択枝を検討。
- 仕様では、下地材の性能、接合部の緊結、ブレースの量、等の基準を提案。
- 計算では、構造躯体との共振を考慮した方法を検討。
- 地震時の天井の慣性力として、最大で2.2G相当を考慮。



在来工法天井の下地材



耐震性に関する計算方法

⇒詳細は報告会資料をご参照ください。

<http://www.mlit.go.jp/common/000208403.pdf>

※なお、国土交通省では、今後、建築物の天井脱落に関する基準のあり方について規制の強化も含めて検討。

東日本大震災最終報告を踏まえて
③長周期地震動の評価について

(問合わせ)
構造研究グループ 大川 出
Tel 029-879-0673
E-mail okawa@kenken.go.jp

長周期地震動に対する超高層建築物・免震建築物の耐震対策

長周期地震動対策の必要性(2003年十勝沖地震等)

<応答に関する研究開発>
限界値の検討など

<入力に関する研究開発>
長周期地震動予測方法の提案など

「超高層建築物等の長周期地震動の対策試案」の発表
(国土交通省によるパブリックコメントの募集 2010.12)

2011東北地方太平洋沖地震(Mw=9.0)の発生 (2011.3.11)

地震による超高層・免震建築物の
安全性・機能性等への影響調査

観測データによる長周期地震動
予測方法の検証

設計クライテリアの整理・提案

長周期地震動作成手法の改良

これらを踏まえ、長周期地震動に対する超高層建築物・免震建築物の対策を検討

東北地方太平洋沖地震での長周期地震動の特徴

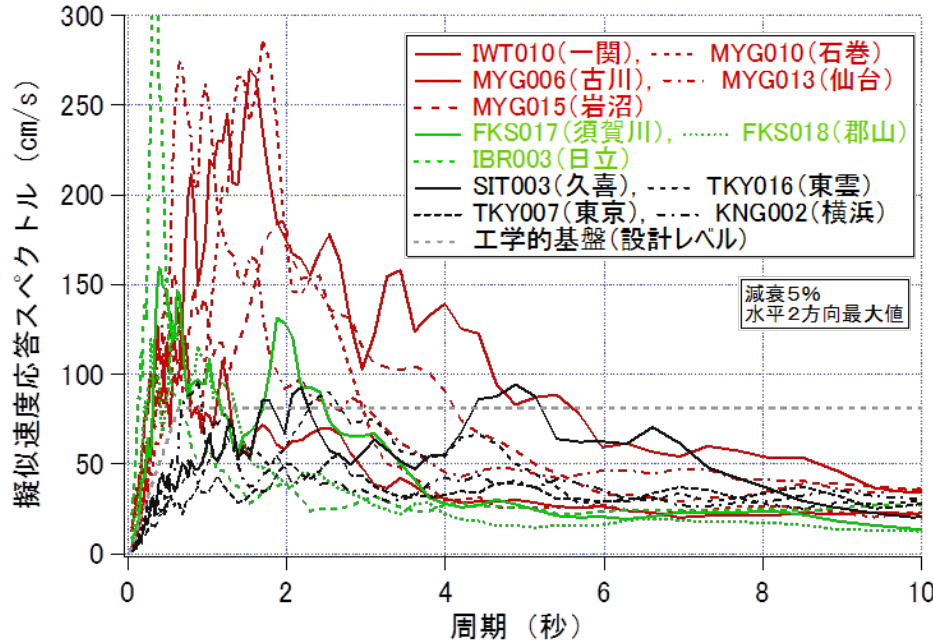
東北から北関東においては周期約2秒以下では地震動レベル(応答スペクトル※)の大きい地点がある。ただし、周期3~4秒より長い周期ではそのレベルは小さい。

(※応答スペクトルは、ある地震動に対する、建物毎の揺れやすさを表す指標である。)

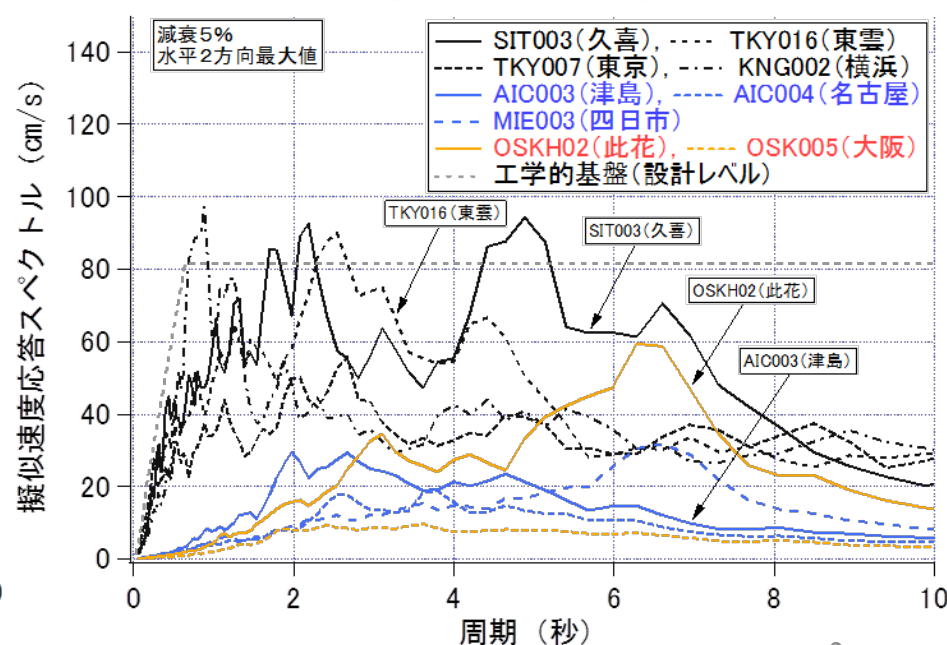
首都圏での長周期地震動のレベルは、大きい場合でも、建築基準法の工学的基盤での設計地震動レベル(ごく稀)程度である。

東海から大阪湾岸では震源から遠く、地震動レベルはそれほど大きくなり、設計地震動レベルには達していない。また、継続時間が長く、観測地点によっては、地盤増幅により特定の長周期成分が卓越し、繰り返し回数の多い地震動が生じた。

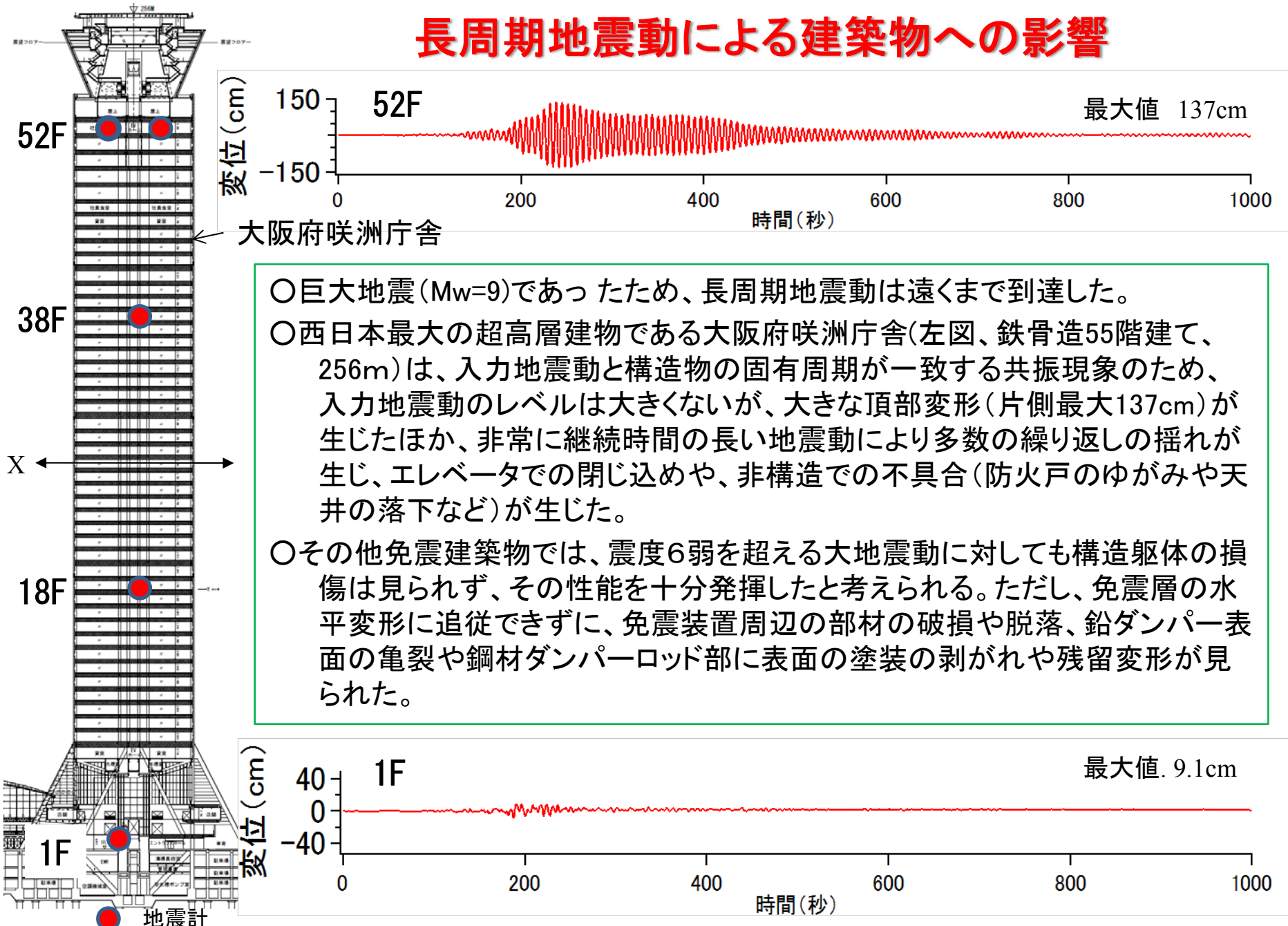
東北から首都圏



首都圏から大阪湾岸



長周期地震動による建築物への影響



- 巨大地震 ($M_w=9$)であったため、長周期地震動は遠くまで到達した。
- 西日本最大の超高層建物である大阪府咲洲庁舎(左図、鉄骨造55階建て、256m)は、入力地震動と構造物の固有周期が一致する共振現象のため、入力地震動のレベルは大きくないが、大きな頂部変形(片側最大137cm)が生じたほか、非常に継続時間の長い地震動により多数の繰り返しの揺れが生じ、エレベータでの閉じ込めや、非構造での不具合(防火戸のゆがみや天井の落下など)が生じた。
- その他免震建築物では、震度6弱を超える大地震動に対しても構造躯体の損傷は見られず、その性能を十分発揮したと考えられる。ただし、免震層の水平変形に追従できずに、免震装置周辺の部材の破損や脱落、鉛ダンパー表面の亀裂や鋼材ダンパーロッド部に表面の塗装の剥がれや残留変形が見られた。

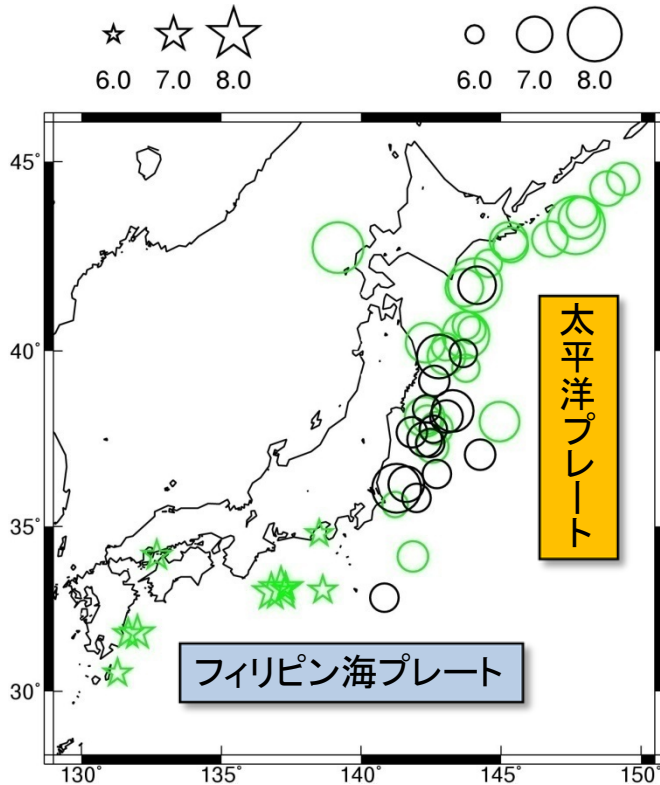
長周期地震動の予測式の改良

(国交省基準整備促進事業 事業体・大崎総合研究所との共同研究として実施)

先に提案した長周期地震動の予測式を、今回の地震に適用

首都圏での予測値が観測値よりも大きくなる傾向

震源位置、伝播経路の影響を含む予測式の作成を試みた。



検討に用いた地震

長周期地震動特性

- ・地震動に含まれる強い周期成分とその大きさ
- ・周期毎の揺れの時間長さ(継続時間)

- ・地震規模(マグニチュード)
- ・距離
- ・サイト係数

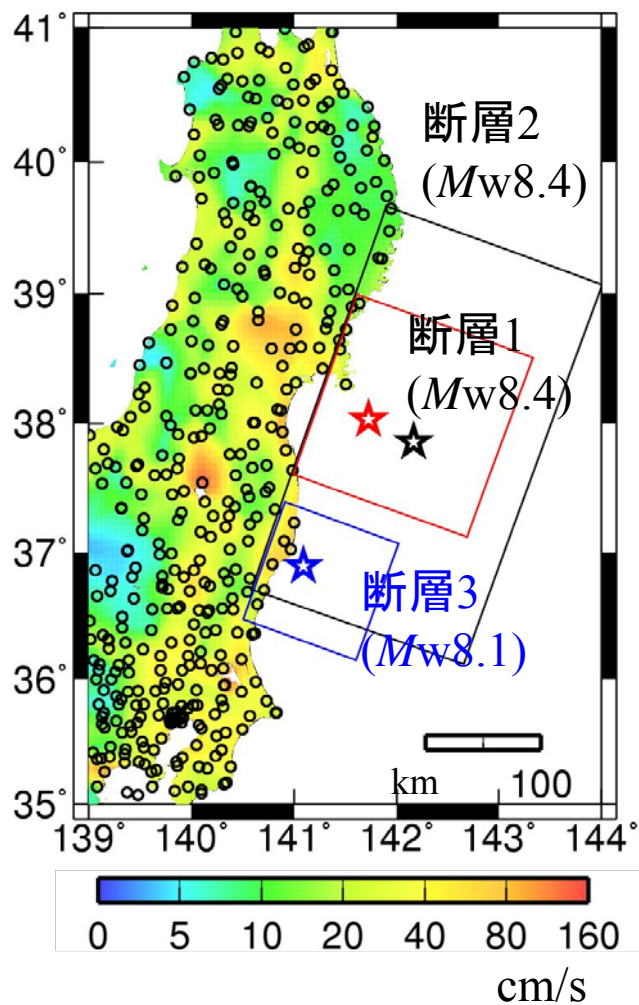
(要因の追加)

震源位置
伝播経路

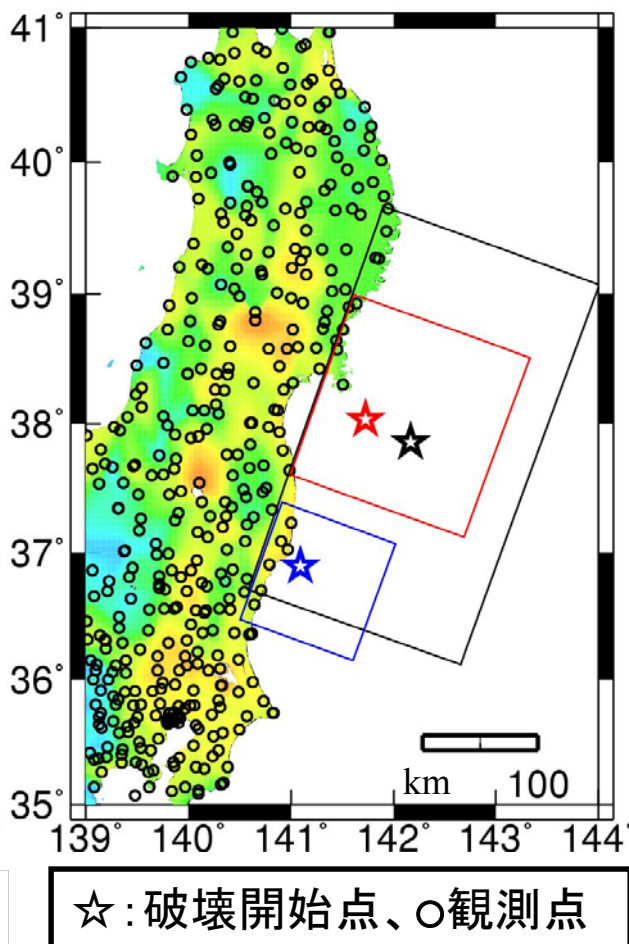
改良予測式の提案

改良評価式による東北地方太平洋沖地震の 観測値の再現(周期3秒)

観測



改良予測式

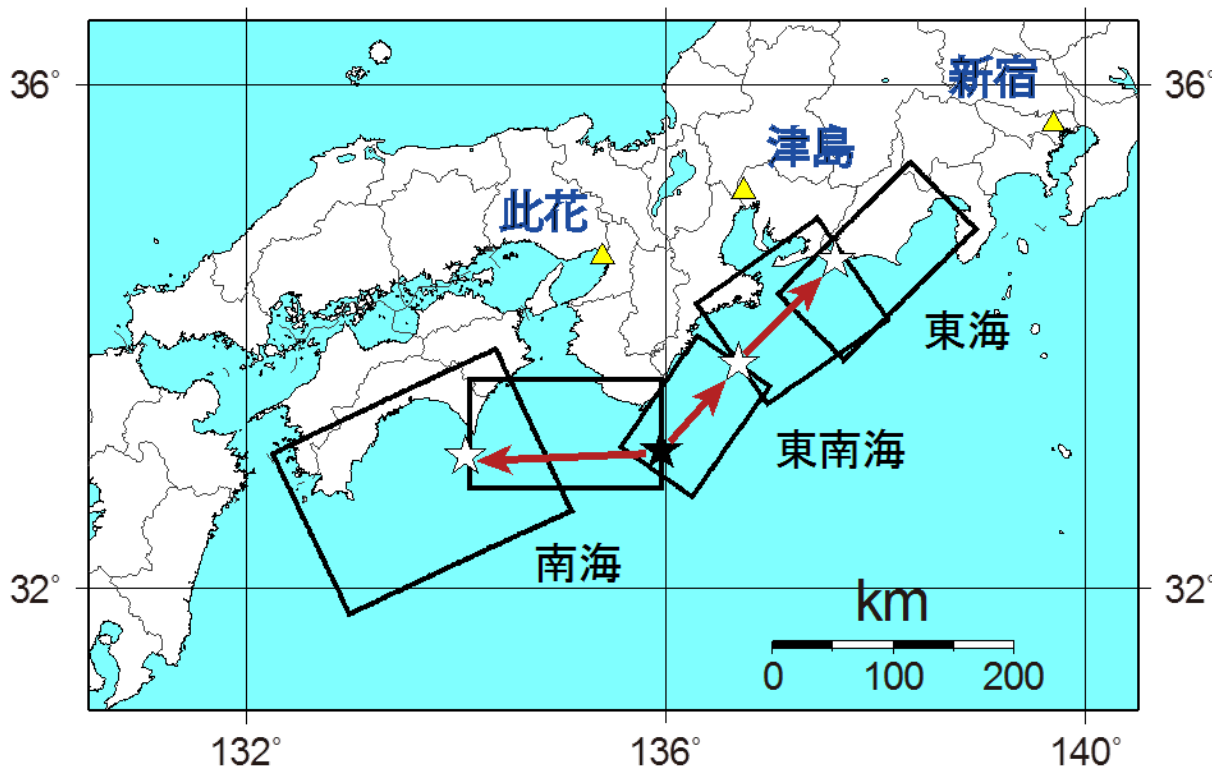


(周期3秒)

本震を、左図断層1～3による3連動の震源モデルとして表現し、改良予測式による各地点の地震動算定結果が、観測結果を良く再現していることを確認した。

改良予測式は、単独震源の地震動のみならず連動型の多重震源についても各震源破壊の時間差を考慮することによって、その時刻歴の作成が可能であり、将来の超巨大地震に対しても利用可能である。

改良評価式による3連動地震のシミュレーション



矩形: 断層面

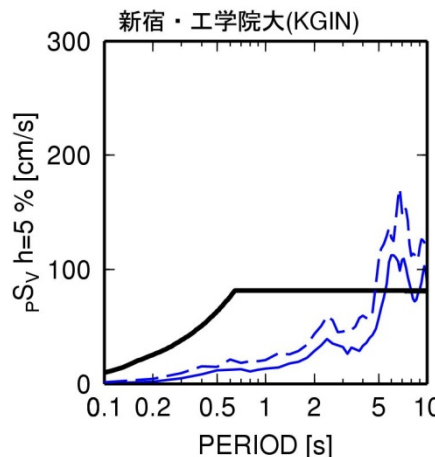
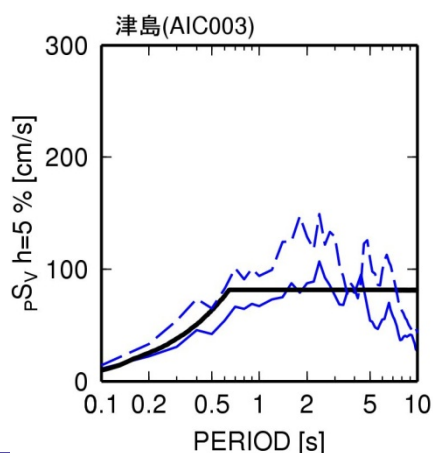
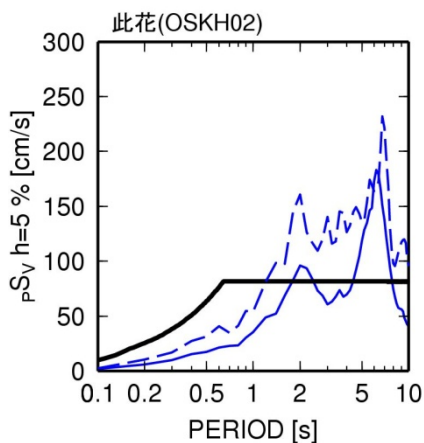
★: 第1破壊開始点

☆: 第2~4破壊開始点

→: 破壊伝播方向

△: 計算地点

大阪平野、濃尾平野、関東平野における主要観測地点での地表における長周期地震動を、改良評価式を用いて試作



→平均的な波と、観測データのばらつきを上乗せした波形を用いて応答解析を実施

— 告示スペクトル
 - - - 平均+標準偏差に近い予測波
 — 平均に近い予測波

地震による超高層・免震建築物の安全性・機能性等への影響調査(超高層建物の応答に関して)

さまざまな構造特性の超高層建築物を対象として、3連動地震による主要観測地点の長周期地震動による地震応答値レベルを試算した。

検討超高層建築物モデル

S造6棟:高さ80~250m, 固有周期:1.8~6.5秒
RC造7棟:高さ90~240m, 固有周期:1.9~5.4秒

超高層建築物のレベル2(ごく稀)地震動に対する現行設計クライテリアは、層間変形角(層間変形/層高さ)1/100以下、層塑性率2.0以下となっている。

超高層建物モデルの応答値は、各地点の地震動レベルと継続時間や地盤特性を反映した地震動の卓越周期, さらに各モデル建物の固有周期などによりさまざまであるが、上記現行設計クライテリアを超える場合があることがわかった。

設計クライテリアについては、建築基準整備促進事業において現在行っている限界値や応答制御に関する検討において技術資料が整理される予定。その結果と、長周期地震動予測式を使った検証用長周期地震動作成手法の提案を踏まえ、国交省において長周期地震動対策を検討。

冷暖房機器の実性能について

(問合わせ)

環境研究グループ 宮田 征門

Tel 029-879-0650

E-mail miyata@kenken.go.jp

■ 研究の背景

- ◆ 東日本大震災後のエネルギー需給状況を踏まえても、**住宅・建築物の省エネルギー性能の確実な向上**は喫緊の課題。民生部門(家庭部門、業務部門)のエネルギー消費量は、我が国のエネルギー消費量の約30%を占め、未だに増加傾向と言える。
- ◆ 住宅・建築物におけるエネルギー消費は、**様々な種類の既に広く普及している設備機器の使用によるものが大半を占め、省エネルギー化促進のためには、機器の選択や設計に応じてそれらによるエネルギー消費量を可能な限り正確で公平に予測できることが実は最重要の課題とさえ言える。**
- ◆ 建築研究所は、**冷暖房、給湯等の設備機器の実動効率やエネルギー消費量の推定方法の開発**に取り組んでいるが、今回、近年性能向上の著しいルームエアコンと業務ビル用空調熱源に関して得られた最新研究成果を紹介する。

■ 研究の目的

実使用条件下における空調設備機器のエネルギー効率を明らかにすること。ルームエアコンについては建築研究所内にある実験住宅を用い実際の使用条件に近い条件下で**実性能に関するデータ**を取得。^{※1}建築物については、実際に使用されている計45件の建物を対象に、**熱源機器の実性能に関するデータ**を取得。^{※2}

※1 住宅のルームエアコンに関する実験は、NEDO事業の一環として東京大学から建築研究所への委託業務の中で実施

※2 業務用建築物の熱源性能の実験は、国土交通省「平成21,22年度建築基準整備促進事業、業務用建築物のためのエネルギー消費量評価手法に関する基礎的調査(事業主体:東京電機大学等)」の中で実施。

■ ルームエアコンの実性能に関する検討①

- ◆ センサー類を取付けた6台のエアコン(図2)を実験住宅に設置し、5人家族を想定した、実際の生活を模擬したスケジュールに合わせて起動停止するようにして実験を実施。
- ◆ エアコンの容量は部屋の広さ(畳数)を基にした通常の見積りに従って選択した。
- ◆ 室内には家電機器・照明機器の他、人体からの発熱発湿を模擬する装置を設置し、実際の住宅の冷暖房負荷を再現している(図3)。
- ◆ 代表して小型機である機器Aの結果を示す。(冷房能力2.2kW・定格COP 5.57, 暖房能力2.5kW・定格COP 6.41, 結果:図4-1, 4-2)
 - $COP(\text{エネルギー効率}) = \text{熱処理量} \div \text{エネルギー消費量}$
 - $\text{時々刻々の冷暖房負荷} \div COP = \text{エネルギー消費量}$
※COPが大きい程、エネルギー消費量は減る。
 - $\text{負荷率} = \text{時々刻々の熱処理量} \div \text{最大処理能力}$



図2 実測対象エアコン



図3 実験住宅内の様子

■ ルームエアコンの実性能に関する検討②

- ◆ 機器のエネルギー効率は、**負荷率によって大きく変化する**。一般に表示されているエネルギー効率は、試験のために定められた比較的大きな負荷率条件でかつ安定運転状態(定格条件)における計測値であるが、**実際には負荷率の低い状況における断続運転や外気低温時のデフロスト運転など、様々な運転状態が発生する**。
- ◆ 実験結果によると、表示されているCOP(エネルギー効率)は、**冷房時においてはほぼ達成されていたが、暖房時の実動効率は低いものとなっており、暖房エネルギー消費量の計算においてはこうした特性を考慮することの必要であることが確認された**。

負荷率が低いこの領域は圧縮機が稼働と停止を繰り返す断続運転状態となり、効率が低下している。

暖房時はデフロスト運転(室外機に付着する氷を除去するための運転)に入ることがあり、特に効率が低下する。

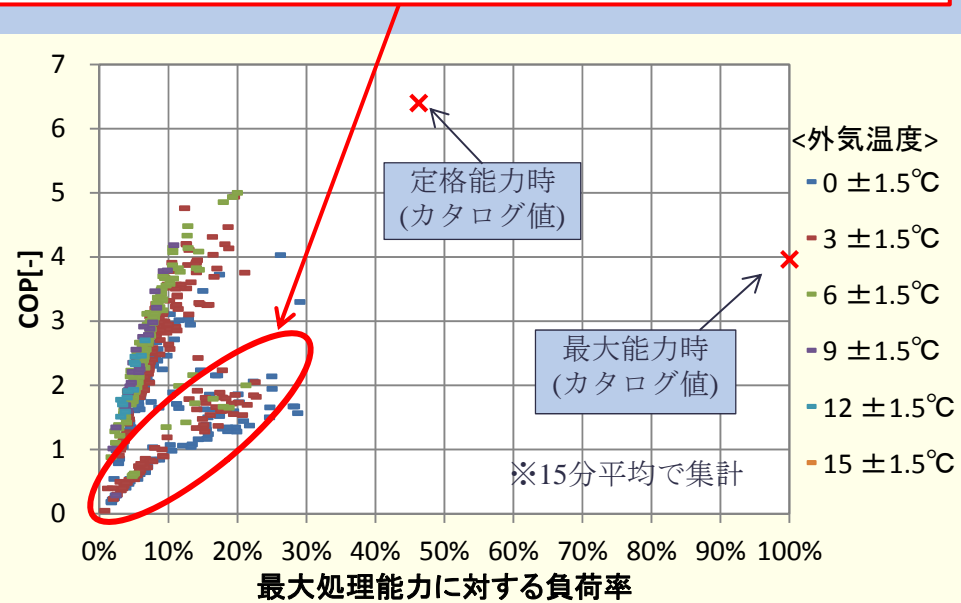
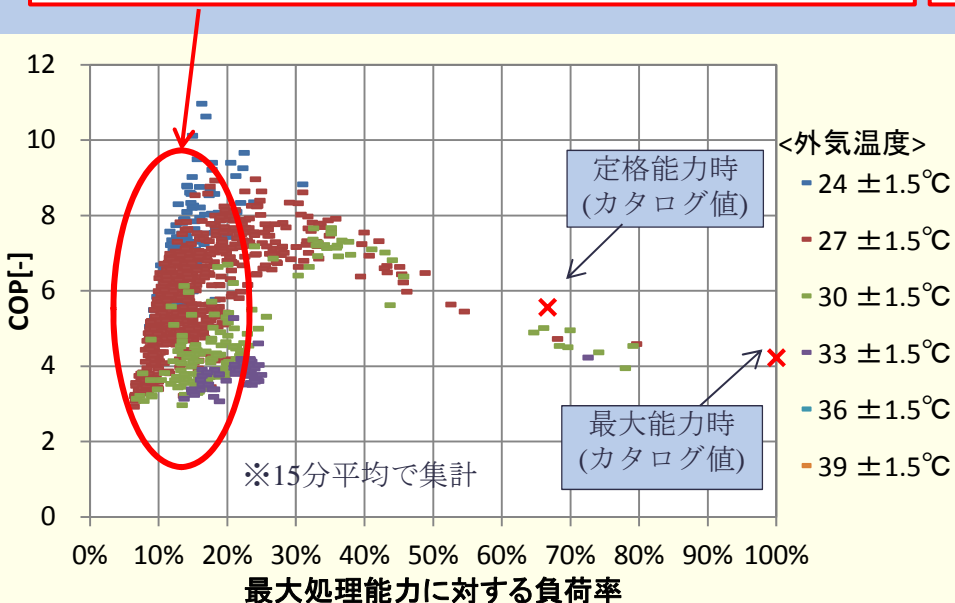


図4-1 機器Aの冷房運転時の実性能

図4-2 機器Aの暖房運転時の実性能

■ ルームエアコンの実性能に関する検討③

- ◆ 断熱性等の性能の低い住宅で使用されることも想定したり、暖冷房開始後に極力短時間で目標温度を実現するメリットを考慮して、**余裕を持った能力選定がなされているのが通常**である。そのため、小さな空調負荷域での運転頻度が高くなっており(図5-1,5-2)、特に暖房時におけるエネルギー効率の低下の一因となっている。
- ◆ **ルームエアコンの暖房効率**は他の暖房機器と比較して優位性があるものと言えるが、外皮性能や気象条件に応じて能力選定を行うことでさらなる高効率化の可能性がある。また、エネルギー消費量推定においてはここに示した特徴を踏まえる必要がある。

負荷率10~15%程度での運転が多い。この時のCOP(効率)はやや低く、負荷率が低いほど下がる傾向にある。

負荷率5~10%程度での運転が多い。全般的にCOP(効率)が低く、特に負荷率5%ではCOP=1程度である。

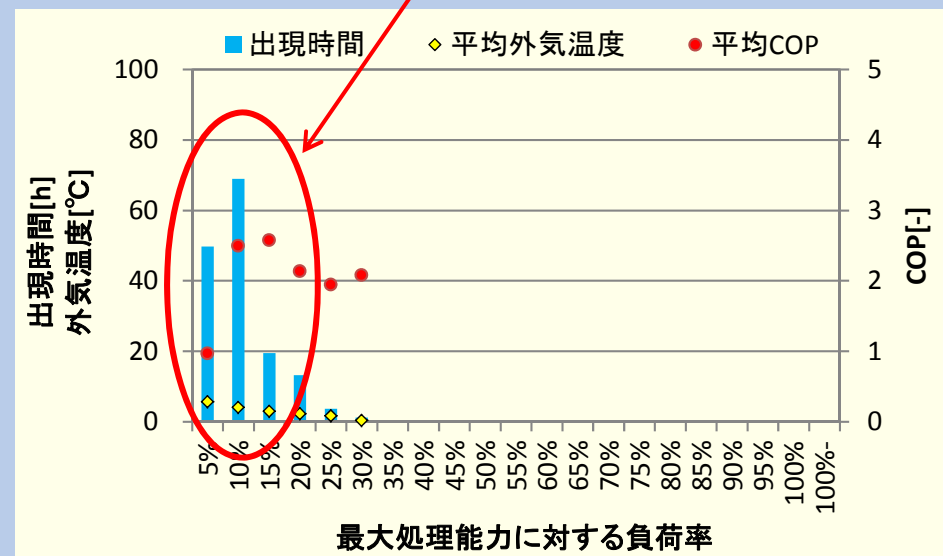
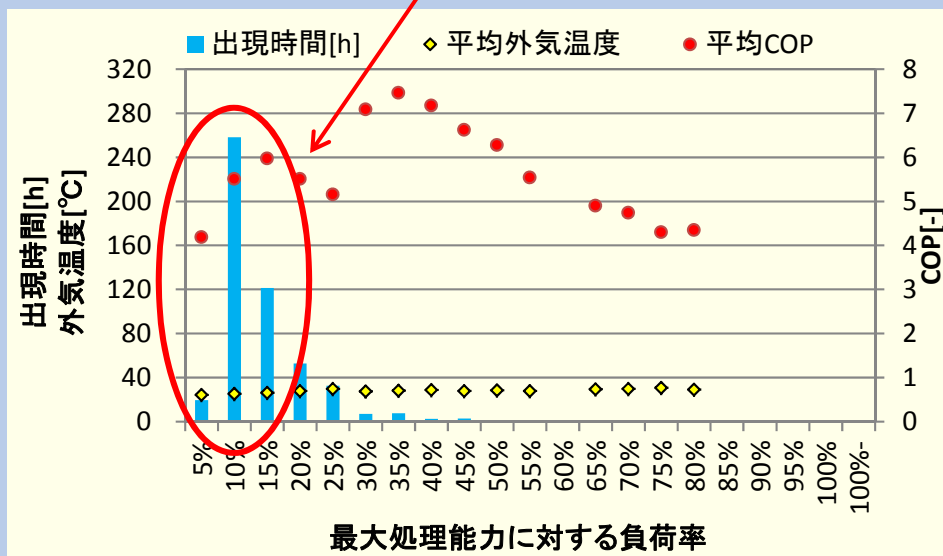


図5-1 機器Aの冷房運転時の負荷率分布

図5-2 機器Aの暖房運転時の負荷率分布

■ 業務ビルの熱源機器の実性能に関する検討①

- ◆ 実際に運用されている計45件の業務ビルを対象に、熱源機器の実性能を計測した。
 - ❖ 熱処理量： 熱源機器の出入口冷水(温水)温度を計測し、この温度差に冷水(温水)流量をかけて算出
 - ❖ 負荷率 = 時々の熱処理量 / 定格冷房(暖房)能力
 - ❖ COP(エネルギー効率) = 熱処理量 / エネルギー消費量



図6 計測の様子 (殆ど建物では、BEMSと呼ばれる運転管理システムによって取得されたデータを利用した。一部の建物で写真のように追加で計器を設置して運転データを計

測)

■ 業務ビルの熱源機器の性能に関する検討②

- ◆ 表示されている機器効率と実性能には約20%ほどの差が生じている。
- ◆ 差の要因に関する推定
 - ❖ 定格性能値は、曖昧さのない限られた状態かつ安定した状態における試験によって計測されたものである。
 - ◆ 実際の運転では、変動する負荷に対処するための非定常運転も多い。また、機器を保護し、安定的に動かすための様々な制御が入る。
 - ❖ 機器設置場所等の設備設計上の問題(屋外機周辺の通風障害等)

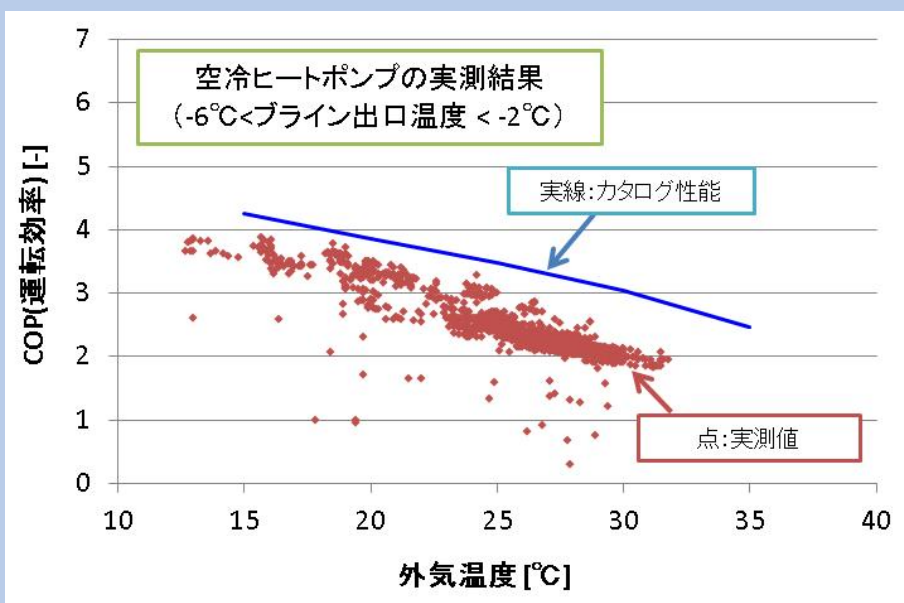


図7-1 熱源機器の冷房運転時の実性能

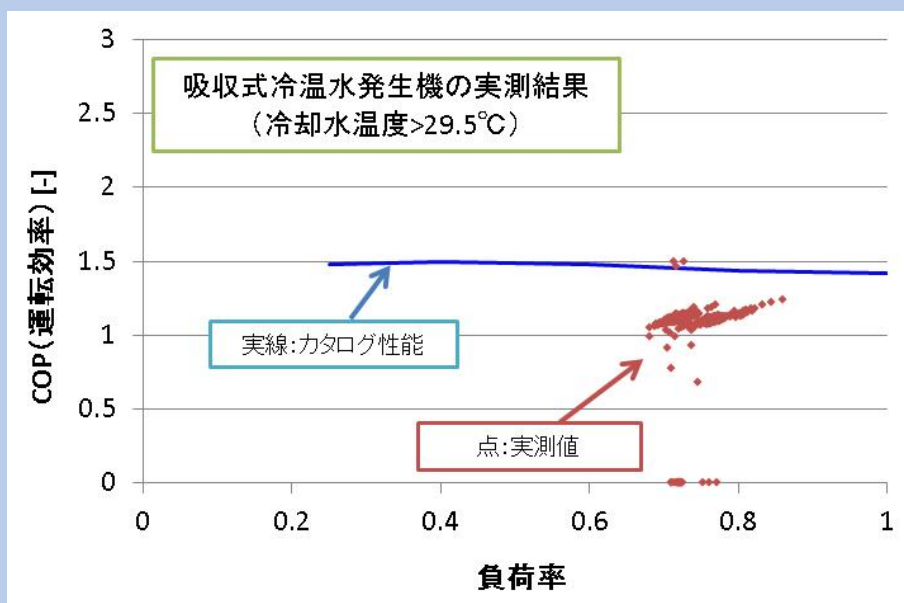


図7-2 熱源機器の暖房運転時の実性能

■ まとめ

- ◆ 冷暖房機器の実性能を解明するための実験及び実測を実施。
 - ❖ エネルギー効率(COP)として表示されている数値は、限られた理想的な条件下での計測値であり、**実運転時の性能とは差がある**ため、その差を埋める実性能推定がより正確なエネルギー消費量の推定のために不可欠である。
 - ❖ **負荷率の小さいことが実際のエネルギー効率に及ぼす影響は無視できず**、建物外皮性能、気象条件、建物の使われ方を加味して能力選定や台数分割(能力の小さい機器を複数設け、熱負荷の大きさに応じて運転台数を変更する工夫)をすることの意義は大きい。
- ◆ 建築研究所では、引き続き、設備機器の実性能に関する実験を行い、**実際の運転条件下でどの程度の性能を発揮し得るか**を解明するための研究を実施予定
 - ❖ こうした知見を考慮した評価プログラムを利用すれば、実際の運転条件下におけるエネルギー消費量をより正確に予測することが可能となり、それを減らすことのできる実効性の高い省エネルギー設計が見えてくると考えられる。

タブレット型情報端末機器による 被災建物調査ツールの活用促進に向けて

(問合わせ)

住宅・都市研究グループ 石井 儀光

Tel 029-879-0675

E-mail ishii@kenken.go.jp

タブレット型情報端末機器による被災建物調査ツールの活用促進に向けて ～応急危険度判定支援ツールの開発と無償公開～

- 建築研究所は、iPadおよびiPhone等のiOS機器上で動作する被災建築物の「応急危険度判定支援ツール」の開発を行ってきた。
- 今般、同ツールの試用版が完成し、公開（無償配布）を行うこととした。
- 公開は、近日中にApple社の“App Store”（iOSアプリの配布・販売サイト）において行われ、その後は、誰でもインストールして利用することが可能となる。
- ツールの開発は、国際航業（株）の協力を得て行っている。

公開する「応急危険度判定支援ツール」とは

- 地震被災建築物の「**応急危険度判定**」の**調査表入力**に特化した、iOS機器用の支援ツール
 - iOS 3.2以上が稼働するiPad、iPhone、iPod touchで動作（推奨iOS5.1以上）



ツールを用いた現地調査のイメージ

応急危険度判定支援ツールの特徴①

調査時の**位置の把握**が容易

従来の方 法	支援ツールの方法・メリット
紙地図を頼りに現 在地を確 認	GPS機能※ を用いて画面地図上に 現在地 が表示されるため、調査対象建物に容易にたどり着くことが可能 <ul style="list-style-type: none">現地に不慣れな判定士でも効率的な調査の実施が可能



現在地表示のイメージ

※iPad(3G版)及びiPhone以外は外付けGPSユニットかWi-Fi位置情報取得サービスを利用

応急危険度判定支援ツールの特徴②

調査表の入力支援と記入ミスの防止

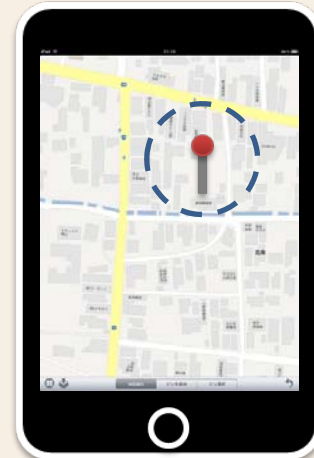
従来の方法	支援ツールの方法・メリット
紙の判定調査表に 手書き で記入	<p>端末の画面をタッチして入力</p> <ul style="list-style-type: none">➤ 調査日時や調査者名などの定型箇所は自動入力➤ 選択式の項目は、画面をタッチして入力・修正➤ コメント欄等の文章は、画面上のソフトウェアキーボードで入力➤ 入力に基づき判定結果は自動で表示。必須項目の記入漏れを指摘➤ 判定士の入力の負担を軽減すると同時に、入力ミスを軽減



地図で建物位置を指定



調査表に入力

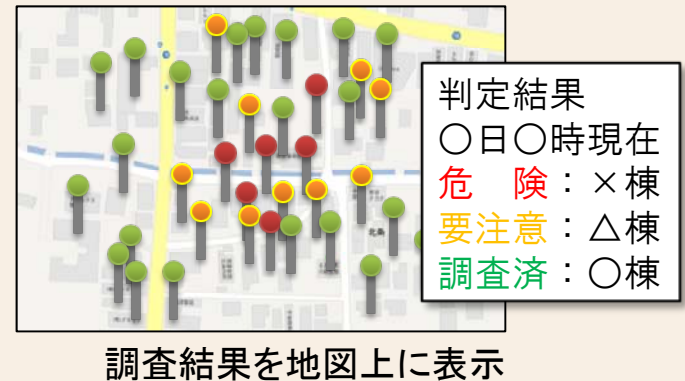
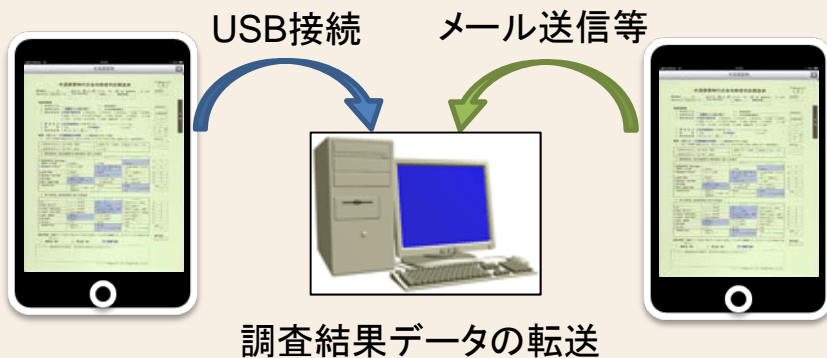


判定結果をピンで表示

応急危険度判定支援ツールの特徴③

調査結果の整理時間を短縮

従来の方法	支援ツールの方法・メリット
調査表からパソコンへの データ入力 (手作業)が 必要	iPad等をパソコンに接続し データを転送するだけで 、 Excel等に取り込んで 即座に集計・検索 が可能 ➤ 入力作業が不要で、時間短縮と労力削減 ➤ 転記ミスが無くなり、確認時間が短縮
本部で地図への 結果記入 (手書き)が 必要	パソコンに転送されるデータに含まれる調査表の 位置情報 (経緯度)を利用 ➤ GISやGoogle Earth等を用いて地図表示が可能 ➤ 地図から調査表を検索することが可能



実際の震災時の応急危険度判定への利用に向けて

- 「応急危険度判定支援ツール」を実際の地震災害発生時の応急危険度判定に用いるため、今回の試用版への機能の追加や操作性・実用性の改良などの検討に既に着手。
 - iPhone等の小型端末機器での使用を前提としたツールの開発
 - 紙による調査との併用を前提とした利用方法の効率化、運用体制の整備 など
- 全国被災建築物応急危険度判定協議会と連携し、模擬訓練の開催等による本ツールの試行的な利用や普及活動を実施するとともに、機能の追加・改善も協力を得て実施する予定。

担当者

住宅・都市研究グループ	上席研究員	岩田 司	iwata@kenken.go.jp
	主任研究員	石井 儀光	ishii@kenken.go.jp

参考:被災建物調査ツールの開発と公開の経緯と今後の予定

阪神淡路大震災後、携帯型情報端末(Palm)を活用した、**現地調査支援ツール(City-Surveyor)**を開発し、HPで公開(H13-14個別重点課題「携帯型情報端末による現地調査支援システムの開発」)

東日本大震災を契機に、**iPad等**で動作する被災建物の**現地調査支援ツール**を開発

今回発表

ツールの活用を図るため応急危険度判定に特化した「**応急危険度判定支援ツール**」を開発

「応急危険度判定支援ツール(試用版)」を“App Store”で、**無償配布**

改良を加え、運用体制も整えた上で、実際の地震災害時に利用

iPad等用の現地調査支援ツールの開発・改良を継続

“App Store”での公開を予定

その他の特定の調査・検査に特化したツールの開発も検討中

木造建築物の応急危険度判定調査表

集計欄は数字で記入

木

整理番号 _____ 調査日時 _____ 月 _____ 日 午前・午後 _____ 時 調査回数 _____ 回目
 調査者氏名 (都道府県/No) _____ (_____ / _____)
 _____ (_____ / _____)

整理番号

建築物概要

- 1 建築物名称 _____ 1.1 建築物番号 _____
 2 建築物所在地 _____ 2.1 住宅地図整理番号 _____
 3 建築物用途 1.戸建て専用住宅 2.長屋住宅 3.共同住宅 4.併用住宅 5.店舗 6.事務所
 7.旅館・ホテル 8.庁舎等公共施設 9.病院・診療所 10.保育所 11.工場
 12.倉庫 13.学校 14.体育館 15.劇場、遊戯場等 16.その他 (_____)
 4 構造形式 1.在来(軸組)構法 2.枠組(壁)工法(ツーバイフォー) 3.プレファブ 4.その他 (_____)
 5 階数 1.平屋 2.2階建て 3.その他 (_____)
 6 建築物規模 1階寸法 約^ア _____ m × ^イ _____ m

建築物番号

 住宅地図整理番号

 3
 4
 5 階
 ア m
 イ m

調査 調査方法：(1.外観調査のみ実施 2.内観調査も併せて実施)

- 1 一見して危険と判定される。(該当する場合は○を付け危険と判定し調査を終了し総合判定へ)

調査方法

 1

1.建築物全体又は一部の崩壊・落階	2.基礎の著しい破壊、上部構造との著しいずれ
3.建築物全体又は一部の著しい傾斜	4.その他 (_____)

2 隣接建築物・周辺地盤等及び構造躯体に関する危険度

	Aランク	Bランク	Cランク
①隣接建築物・周辺地盤の破壊による危険	1.危険無し	2.不明確	3.危険あり
②構造躯体の不同沈下	1.無し又は軽微	2.著しい床、屋根の落ち込み、浮き上がり	3.小屋組の破壊、床全体の沈下
③基礎の被害	1.無被害	2.部分的	3.著しい(破壊あり)
④建築物の1階の傾斜	1.1/60以下	2.1/60~1/20	3.1/20超
⑤壁の被害	1.軽微なひび割れ	2.大きな亀裂、剥落	3.落下の危険有り
⑥腐食・蟻害の有無	1.ほとんど無し	2.一部の断面欠損	3.著しい断面欠損
危険度の判定	1.調査済み 全部Aランクの場合(要内観調査)	2.要注意 Bランクが1以上ある場合	3.危険 Cランクが1以上ある場合

①
 ②
 ③
 ④
 ⑤
 ⑥
 判定

3 落下危険物・転倒危険物に関する危険度

	Aランク	Bランク	Cランク
①瓦	1.ほとんど無被害	2.著しいずれ	3.全面的にずれ、破損
②窓枠・窓ガラス	1.ほとんど無被害	2.歪み、ひび割れ	3.落下の危険有り
③外装材 湿式の場合	1.ほとんど無被害	2.部分的なひび割れ、隙間	3.顕著なひび割れ、剥離
④外装材 乾式の場合	1.目地の亀裂程度	2.板に隙間が見られる	3.顕著な目地ずれ、板破壊
⑤看板・機器類	1.傾斜無し	2.わずかな傾斜	3.落下の危険有り
⑥屋外階段	1.傾斜無し	2.わずかな傾斜	3.明瞭な傾斜
⑦その他 (_____)	1.安全	2.要注意	3.危険
危険度の判定	1.調査済み 全部Aランク	2.要注意 Bランクが1以上ある場合	3.危険 Cランクが1以上ある場合

①
 ②
 ③
 ④
 ⑤
 ⑥
 ⑦
 判定

総合判定 (調査の1で危険と判定された場合は危険、それ以外は調査の2と3の大きい方の危険度で判定する。)

1. 調査済 (緑) 2. 要注意 (黄) 3. 危険 (赤)

総合判定

コメント (構造躯体等が危険か、落下物等が危険かなどを記入する。)