

② 基盤的な研究開発の計画的な推進 【基盤研究課題】

■中期目標■

2. (1) ②基盤的な研究開発の計画的な推進

国が将来実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等を見据え、我が国の建築・都市計画技術の高度化や建築の発達・改善及び都市の発展・整備の課題解決に必要な基礎的・先導的な研究開発を計画的に進めること。その際、長期的視点も含めて、国内外の社会的要請の変化、多様な科学技術分野の要素技術の進展、産学官各々の特性に配慮した有機的な連携等に留意しつつ、基礎的・先導的な研究開発を積極的に実施すること。

■中期計画■

1. (1) ②基盤的な研究開発の計画的な推進

国が将来実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等を見据え、住宅・建築・都市に関する技術の高度化や研究所のポテンシャルの向上などに必要となる基礎的・先導的な研究開発を、競争的資金等外部資金も活用しながら、中長期的視点に立ち計画的かつ積極的に実施する。具体的には、住宅・建築・都市の分野における新技術の登場や新たな問題の発生等をふまえ、メカニズムを解明するための研究、個別要素技術に関する試験方法の開発、建築物内の地震動観測記録など情報提供を目指し実験・観測データを蓄積・加工・分析する研究などを実施する。その際、国内外の社会的要請の変化、多様な科学技術分野の要素技術の進展、産学官各々の特性に配慮した連携等に留意する。

■年度計画■

1. (1) ②基盤的な研究開発の計画的な推進

①の重点的研究開発のほか、国が将来実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等を見据え、住宅・建築・都市に関する技術の高度化や研究所のポテンシャルの向上などに必要となる基礎的・先導的な研究開発（基盤的研究開発）について、中長期的視点に立ち計画的かつ積極的に実施する。

※ 上記枠内は、第三期中期目標、第三期中期計画及び平成 25 年度計画の該当部分の抜粋である。

ア. 年度計画における目標設定の考え方

- ・重点的研究開発に加え、国が将来実施する関連行政施策の立案や技術基準の策定等を見据え、住宅・建築・都市に関する技術の高度化や研究所のポテンシャルの向上などに必要となる基礎的・先導的な研究開発についても、競争的資金等外部資金も活用しながら、中長期的視点に立ち計画的かつ積極的に実施する。

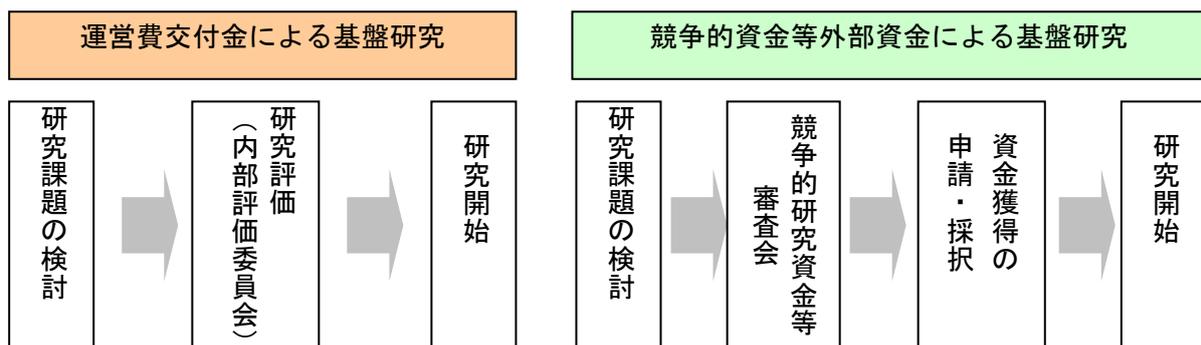
イ. 当該年度における取り組み

(ア) 基盤研究開発の計画的な推進

建築研究所では、1. (1). ①で述べた重点的研究開発課題（社会的要請の高い課題）のほかに、基礎的・先導的な研究（未知の現象を解明する研究）である基盤研究について、中長期視点から計画的に遂行している。

(イ) 平成 25 年度に実施した基盤研究課題の概要

基盤研究は、その財源に応じて、運営費交付金による基盤研究と競争的研究資金等外部資金による基盤研究の 2 種類がある。平成 25 年度は、運営費交付金によるものを 32 課題（うち 1 課題は社会的要請の高い課題として実施）、競争的研究資金等外部資金によるものを 36 課題、計 68 課題を、所内の研究評価委員会（内部委員会）または競争的研究資金等審査会を経て、建築研究所として適切に取り組み、将来の技術基準化や関連行政施策化を見据えて取り組み、有為な成果を得た。そのうち運営費交付金による 32 課題の概要を 58 ページ以降に示す（社会的要請の高い課題として実施した 1 課題については 46～47 ページ）。（競争的研究資金等外部資金による研究課題については、137 ページに示す。）



図一 1. 2. 1 基盤研究開始までの流れ

例えば、基盤研究課題「携帯型情報端末を用いた現地調査の効率化に関する研究」では、大規模地震災害発生後、被災建築物応急危険度判定など被災建物の現地調査を効率的かつ迅速に実施できるようにするために開発した応急危険度判定支援ツール（iPad や iPhone 等の i OS 機器で稼働）について、地方公共団体での実地訓練を通じて応急危険度判定士及び自治体職員から支援ツールの操作方法や運用方法等の意見を収集し、課題抽出を行い、それらを踏まえて支援ツールを改善した。なお、同支援ツールは『応急危険度判定支援ツール（訓練版）』として、Apple 社の App Store を通じて一般公開を行った（平成 25 年度末ダウンロード数 450）。

基盤研究課題「木造枠組壁工法建築物の大地震動時の倒壊解析手法の開発」では、木造軸組構法住宅の倒壊解析理論とソフトウェア（wallstat）を枠組壁工法建築物に適用させるため、任意の節点とバネからなる解析モデル作成機能、柱脚の滑り挙動のモデル化機能を追加し、更新版（wallstat ver.2）として建築研究所のホームページ上で公開を継続した。本解析プログラムは、国土交通省補助事業「伝統的工法の設計法作成及び性能検証実験」、並びに「CLT を用いた木構造の設計法に関する検討」等において、柱脚の滑り挙動や、上部構造の応答の検討に活用されている。

基盤研究課題「グリーンビルディングの火災安全上の課題に関する調査」では、既存の防火基準で想定されていない火災リスクとなる、グリーンビルディング（省エネ等の環境負荷低減や健康に

配慮した建築物)に採用される新しい建築空間や工法、材料等に関し、文献調査による他、煙突効果がシャフト空間の火炎性状に及ぼす影響に関する模型実験等により整理し、外装・内装に係る今後の火災安全上の課題を明確化した。

基盤研究課題「公共的施設における多機能トイレの利用集中緩和を目的としたトイレ空間の機能の整理に関する基礎的研究」では、多機能トイレの利用集中緩和を目的とした一般便房への機能移行の検証を目的として、ユニバーサルデザイン実験棟にトイレブースを模した実験空間を作成し、平成 25 年度はブースの扉形状や機器の配置等の条件を加え、使いやすさ・安全性に係る検証実験を実施し、課題の抽出、改善、新たなトイレ空間の提案を行った。

基盤研究課題「個別分散型空調システムの制御特性把握によるエネルギー効率評価の高度化」では、中小業務ビルにおいて導入が進んでいる個別分散型空調システムについて、実働効率評価法及び省エネルギー設計法開発に向けた基礎資料を提供することを目的としており、平成 25 年度は、制御専門家等へのヒアリング及び数値シミュレータ解析に基づき、運転状況に応じた制御モデルのベースとなるモデルの構築、及び制御モデルの検証のための試験体を製作した。

(ウ) 建物内の地震動観測

建物に入力する地震動は、近傍の地盤によって増幅され、また建物の支持地盤と建物自身とが相互に干渉し合い、その様相を大きく変えるなど非常に複雑である。また、耐震基準を策定するためには、これら地震動に対応した建築物の応答特性を把握することが必要となる。

このため、建築研究所は、日本における強震観測の開始前から強震計の開発に積極的に関わり、昭和 32 年からは、地盤面だけでなく建物内にも強震計を設置し、地震動の特性と地震時の建物の挙動を観測する強震観測・分析を実施している。平成 25 年度末現在では、85 地点に 240 台の強震計を設置している。

これまで、建築研究所では、建物内の地震動観測ネットワークを充実させるため、全国において設置の許諾を得た建築物に強震計を設置し、多くの記録を得て地震時の建築物の挙動把握と耐震性能向上のための研究に役立ててきたところであるが、最近では耐震基準の策定及び効果の把握に向け、昨今の財政事情を踏まえて下表の設置方針に基づき、強震計を設置している。

平成 25 年度には、国土交通省の建築基準整備促進事業で整備された 6 か所の強震観測地点を過去の観測データと合わせて引き継ぐとともに、千葉県庁に新たに強震計を新設した。平成 25 年度は 2011 年東北地方太平洋沖地震の影響が残っており、地震活動は引き続き活発で、1 年間に 900 を超える強震記録が観測され、順次、得られた波形を公開した。

表一 1. 1. 2. 1 最近の建築研究所による強震計の設置方針

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1) 長周期地震動の観測が可能な建物（関東平野、大阪平野、濃尾平野における超高層建築物） 2) 新しい耐震技術の効果の観測が可能な建物（免震建築物） 3) これまで技術的知見がない特異な建物（深い地階を有する建築物など） |
|--|

表-1. 1. 2. 2 運営費交付金による基盤研究課題の一覧

番号	研究課題名	実施期間	主担当グループ・センター
1	建築物の竜巻による被害発生メカニズムの解明	H24-25	構造研究グループ
2	浄化槽の性能評価方法等に関する技術的検討	H23-25	環境研究グループ
3	天井の高い住空間のための外皮・空調設備計画手法の検討	H23-25	
4	市街地防火を目指した火の粉の火持ち性状に関する研究	H24-25	防火研究グループ
5	グリーンビルディングの火災安全上の課題に関する調査	H25	
6	木造枠組壁工法建築物の大地震動時の倒壊解析手法の開発	H23-25	材料研究グループ
7	既存木造住宅等の長期使用を目指した木質建築部材の健全性診断技術に関する研究	H24-25	
8	鉄筋コンクリート建物の水分挙動と鉄筋腐食に関する研究	H24-25	
9	わが国のユニバーサルデザイン住宅に係る関連技術等の海外展開のための基礎的調査	H25	建築生産研究グループ
10	公共的施設における多機能トイレの利用集中緩和を目的としたトイレ空間の機能の整理に関する基礎的研究	H24-25	
11	被災地の社会経済状況を踏まえた応急・復興住宅の需給構造に関する研究	H24-25	住宅・都市研究グループ
12	携帯型情報端末を用いた現地調査の効率化に関する研究	H24-25	
13	地盤全体のせん断波速度構造の解明の為に物理探査技術の研究	H24-25	国際地震工学センター
14	柱型を省略した鉄筋コンクリート造連層耐力壁の二次設計における部材種別の判定基準に関する研究	H23-25	
15	津波避難ビルに係る津波波力等の評価手法に関する研究	H24-26	構造研究グループ
16	転倒崩壊形となる直接基礎 RC 造建築物の耐震設計法の検討	H24-26	
17	大空間木造建築の普及に資する各種構造要素の開発	H25-27	
18	2・3次元的な地盤の不整形性が地盤振動特性に及ぼす影響に関する基礎的研究	H25-27	
19	大規模木造建築物の音環境性能向上に関する技術的検討	H24-26	環境研究グループ
20	室内空間における光束の適時適所配分による省エネルギー照明設計法の開発	H25-27	
21	業務ビル用空調システムにおける空気搬送設備の省エネルギー制御導入効果の検証	H24-26	
22	個別分散型空調システムの制御特性把握によるエネルギー効率評価の高度化	H25-27	
23	多様な加熱強度を被る鋼部材の耐火性能と耐火試験結果の工学的評価に関する研究	H25-26	防火研究グループ
24	耐火試験環境下における熱拡散率の実効値の把握と、同値を用いた設計条件下での耐火性能の推定に関する研究	H25-26	
25	アスベスト含有煙突断熱材の劣化診断手法の開発	H25-27	材料研究グループ
26	木造住宅における改修工事の見える化に資する作業数量の把握に関する調査研究	H25-27	建築生産研究グループ
27	建物緑化の適正評価に資する新たな緑化指標の開発	H25-26	住宅・都市研究グループ
28	開発途上国の地震・津波に係る減災技術の高度化と研修の充実に資する研究	H24-26	国際地震工学センター
29	観測地震波を用いた建築物の応答評価方法に関する研究	H24-26	
30	建物の強震観測とその利用技術	H24-26	
31	堆積平野における長周期地震動伝搬特性の評価手法に関する研究	H25-27	
32	天井の耐震設計に係るモデル化・諸元の設定方法等に関する研究	H24-25	建築生産研究グループ

※ No.13～14、28～31 の5課題は、国際地震工学研修関連の研究。

※ No.32 については 46～47 ページ参照。

1. 建築物の竜巻による被害発生メカニズムの解明 (基盤研究課題, H24~25)

(1) 目的

本研究では、被害調査で得た特徴的な被害形態を対象に、竜巻による建築物の被害発生メカニズムの解明を目的とする。ここでは突風荷重の作用状況を竜巻発生装置で実験的に再現し、竜巻規模等の各パラメータが風力に与える影響を系統的に評価する(図1,2)。次に、重要施設等の被害軽減に資することを目的に、国内外の対竜巻性能検証法を調査し、2012年に茨城県つくば市を襲ったフジタスケール F3 の竜巻による被災施設を想定した性能検証を試みる。

(2) 研究の概要

本研究は、以下の4つのサブテーマから構成される。

- 1) 竜巻による建築物の被害形態の整理・分析,
- 2) 竜巻発生装置を活用した建築物に作用する突風荷重の評価,
- 3) 竜巻による特徴的な被害発生メカニズムの解明,
- 4) 竜巻被害軽減に資する建築物の性能検証法の調査及び検討

平成25年度はサブテーマ1に関連して、9月2日に埼玉県越谷市等を襲ったフジタスケール F2 の竜巻による建築物被害の調査を実施するとともに、主にサブテーマ3,4について検討した¹⁾。

(3) 平成25年度に得られた研究成果の概要

1) 埼玉県越谷市等で発生した竜巻被害事例に基づく被害形態の整理 (サブテーマ1)

被害調査の結果、文教施設の被害として、窓ガラスの破損、体育館の屋根ふき材の飛散、ピロティ部分の天井の面的な剥がれ等が確認された(図3)。また住家等の構造躯体の被害として、上部構造の倒壊・飛散や小屋組の損壊、外装材の被害として、屋根ふき材の脱落・飛散、開口部の損壊、飛来物の衝突による損傷等がみ

られた(図4)。

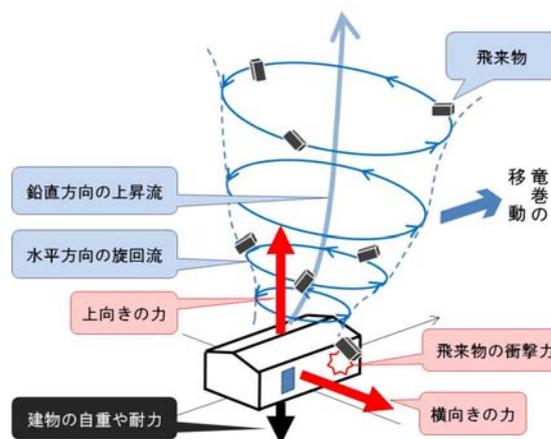


図1 竜巻による突風荷重の作用形態



図2 竜巻発生装置の外観と模型の設置状況



図3 鉄骨造の文教関連施設の屋根ふき材と天井材の被害



図4 木造住家の上部構造の倒壊

2) 竜巻被害の事例に基づく風圧実験(サブテーマ3)

竜巻発生装置を活用した被害発生メカニズムの解明の一例として、つくば竜巻による木造住家の転倒事例を想定した突風の作用状況を実験的に再現し、実験結果に基づいて荷重の作用分布と転倒開始風速の推定を試みた(図5)。風力係数の結果を図6に示す。

風力係数が基礎底面での通気状況、竜巻の移動速度等に依存し、風速の推定結果には幅があると考えられるが、基礎回転中心周りの転倒抵抗モーメントを M_w 、水平方向及び鉛直方向の力によって生ずる転倒モーメントを M_h 及び M_v とし、これらの数値を用いれば、 $M_w = M_h + M_v$ より転倒開始風速は 82m/s となった。

3) 竜巻を想定した設計の検討と課題の抽出(サブテーマ4)

人命・財産・機能保護の観点で、竜巻による被害を最小限に軽減することが期待される重要な用途建築物(重要建築物)に対しては、設計時に竜巻による作用をいかに考慮するべきか、その考え方をきめ細かく整備することが求められる。この観点で既往の調査研究の結果、国内外での関連動向を参考にして、竜巻による作用を想定した設計(対竜巻設計)の検討を行った(表1, 図7)。

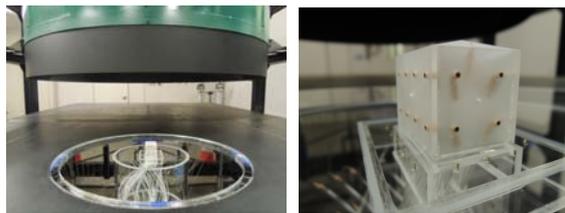
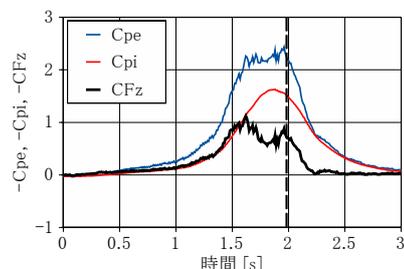
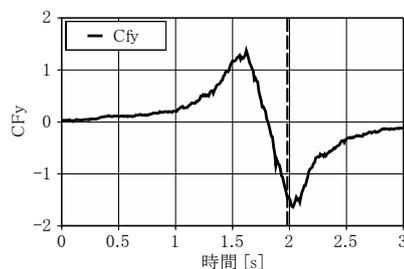


図5 風圧模型の設置状況

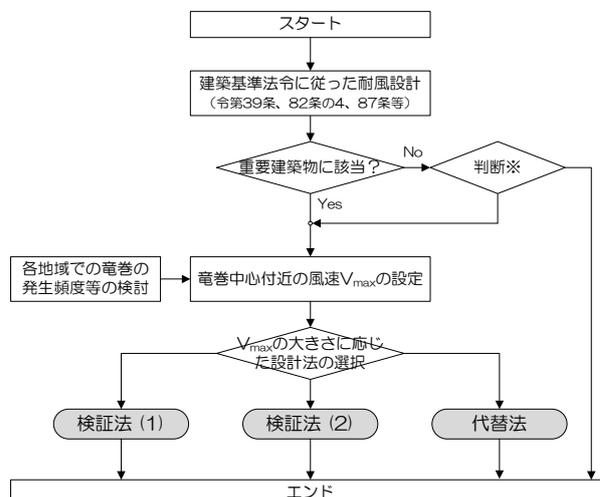


(a) 鉛直方向



(b) 桁行方向

図6 外圧係数・内圧係数・風力係数



※) 判断とは、設計者の設計方針に基づく判断のこと。重要建築物に該当しない場合であっても、竜巻を想定した詳細な設計を選択する判断等のことを示している。

図7 建築物の対竜巻設計フローのイメージ

表1 最大風速 V_{max} に応じた設計法のイメージ

設計法の種類		V_{max} の目安	20~50m/s	50~70m/s	70m/s~
検証法	(1) 竜巻の作用を直接考慮した突風荷重による計算		○	○	○
	(2) 建築基準法等に定める数値を割り増した荷重を準用した計算		○	△	△
代替法	屋根や開口部等について、耐風性能の向上に配慮した構造方法の採用		○	△	—

凡例○：当該方法によることができる。△：当該方法によることができるが、竜巻の中心付近での気圧降下の影響には慎重な判断を要する。—：当該方法以外の方法による。

参考文献

1) 喜々津仁密, 建築物の竜巻被害軽減に向けた研究と課題, 平成25年度建築研究所講演会資料, 建築研究資料 No.157, pp.49-66, 2014

2. 浄化槽の性能評価方法等に関する技術的検討 (基盤研究課題、H23～25)

(1) 目的

浄化槽の構造は、建築基準法令の規定に従うものとされており、昭和 55 年建設省告示第 1292 号に規定される浄化槽の構造方法に抵触する浄化槽については、建築基準法令に基づく性能評価が実施されている(図1)。

この性能評価は、建築研究所が開発した「浄化槽の性能評価方法」によって実施されているが、運用開始されてから既に 10 年以上が経過しており、負荷設定、試験用汚水の許容範囲、調整方法等の妥当性について、検証を行い、所用の見直しを行う必要がある。

このため本研究では、浄化槽等に関する技術基準を対象として検討を実施し、浄化槽の性能評価技術等における課題の抽出・分析を実施することにより、建築基準法令に基づく技術基準の構築に必要な技術的な判断材料を提供することとした。

(2) 研究の概要

浄化槽の性能評価方法を対象として、次の事項について検討し、建築基準法令に基づく技術基準の構築に必要な技術的な判断材料を提供した(図2)。

- ①「浄化槽の性能評価方法」の有効性
- ②浄化槽の性能評価における試験用負荷設定の妥当性
- ③浄化槽の性能評価方法の改善

(3)平成 25 年度に得られた研究成果の概要

- 1)「浄化槽の性能評価方法」の有効性
平成 24 年度までに実施した調査結果の評価・解析により、「浄化槽の性能評価方法」によって評価され、現場に設置されている浄化槽は、負荷状況から判断して概ね妥当な処理性能が発揮できていることを確認することができた。
- 2)浄化槽の性能評価における試験用負荷設定

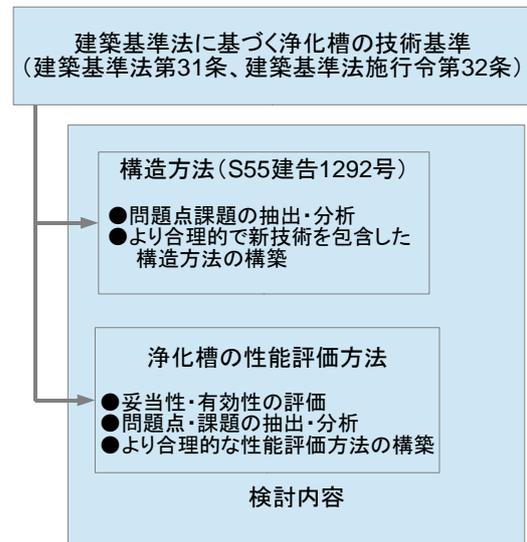


図1 浄化槽の構造方法と性能評価方法

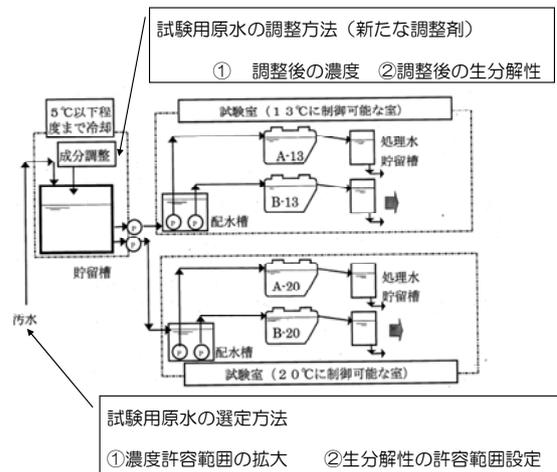


図2 「浄化槽の性能評価方法」における検討事項

の妥当性に関する検討

平成 24 年度までに全国各地（地域、春夏秋冬、採集時間別）で実施した調査結果の評価・解析により、現在の性能評価方法に規定される原水範囲は、有機物濃度、全窒素濃度については、概ね妥当な範囲にあると評価することができた（図3）。また、平成 24 年度までに実施した実態調査結果の評価・解析により、汚水の生分解性を式 1 で示される BOD の酸化反応速度定数 k によって比較すると、各地域、各採取時刻別の平均値では、5日間（120時間）における k の値を示す k_5 は、 $19\sim 20\times 10^{-3}$ (1/h)、5日間（120時間）における k の値を示す k_3 の値は $17\sim 19\times 10^{-3}$ (1/h)と安定した値を示していた。

3) 浄化槽の性能評価方法の改善

本研究における排水の生分解性に関する調査結果から、性能評価用原水（調整前）の BOD 濃度範囲については、調整剤による調整後において、BOD の酸化反応速度定数 k_5 が上記②) の実態調査で得られた値の範囲程度であれば、基本的には通常の生活排水と同程度の生分解性を有するものと評価できると考えられた。

また、昨年度実施したベンチスケール実験（接触ばっ気槽＋沈殿槽）及び実スケール実験（嫌気濾床接触ばっ気方式、5人槽）の結果を評価・解析した結果、原水（調整前）に調整剤（メタノール、砂糖、コーンステープリカー）を添加し、試験用汚水の濃度を調整した場合、調整後の BOD 濃度のうち、これら調整剤による濃度が平均して 1/2 以下程度であれば、汚水の適切な生分解性が期待でき、適切な性能評価が可能となることを確認することができた（写真 1、写真 2）。

本研究によって得られた上記の知見を「浄化槽の性能評価方法」に導入することにより、試験用原水の選定条件が緩和されるとともに、より精度の高い評価の実現を期待できる。

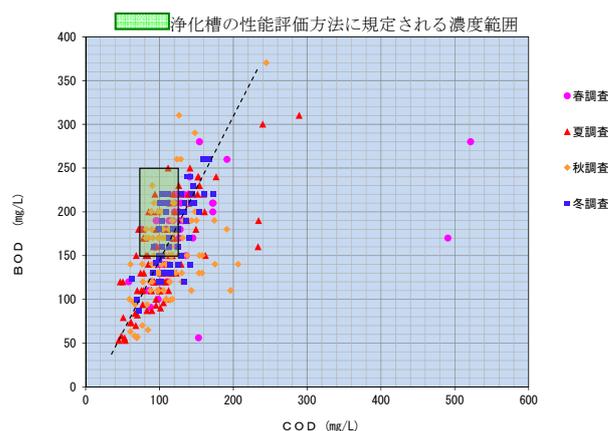


図3 有機物の濃度範囲

$$L(t) = L_0 e^{-kt} \dots \text{式 1}$$

$L(t)$: BOD 濃度 (mg/L)

L_0 : 試験開始時の BOD 濃度 (mg/L)

t : 時間(hour)

k : BOD の酸化反応速度定数(1/hour)



写真 1 ベンチスケール実験装置



写真 2 実スケール実験装置

3. 天井の高い住空間のための外皮・空調設備計画手法の検討 (基盤研究課題、H23～25)

(1) 目的

省エネや低炭素化が喫緊の課題となっている近年、日照や通風などの自然エネルギー利用を意図して、居室に吹抜けや大開口を設けた開放的な空間を目にする機会が増えている。一方で、吹抜けなどの天井の高い住空間では、空調時に上下温度分布や、暖房時には足元にドラフトが発生するなど、温熱環境に関する問題点が指摘されている。これらに対して、空調設備のみで対処しようとする増エネになるのは明らかであり、建物外皮性能などの建築サイドの工夫が不可欠となるが、吹抜けを持つ住空間の空間構成や導入されている設備などの実態は明らかになっておらず、外皮や空調設備をどのように計画すべきかについての知見が十分に示されていない。

そこで、本研究では、天井の高い住空間を対象とした温熱環境の質の確保と省エネルギー性能の向上のための建物外皮性能と暖房設備の計画手法の作成を目的として、吹抜けを持つ住空間の外皮仕様や空間構成、設備の仕様等に関する実態を把握・類型化し、温熱環境に関する検討を行った。

また、熱負荷計算によって暖房負荷を求める場合、居室内の空気温度は均一であると仮定することが一般的であり、天井・床・壁などの表面温度や上下の温度分布などは考慮されていない。一方で、人間の体感温度は表面温度に左右されるとともに、上下に温度分布が生じ、人がいる空間は設定温度に達していない場合もあり、一般的な熱負荷計算による暖房負荷は過小評価されていることが懸念される。そこで、温熱環境を考慮した暖房負荷の補正方法の開発を行った。

図 1 に研究開発の概要を示す。

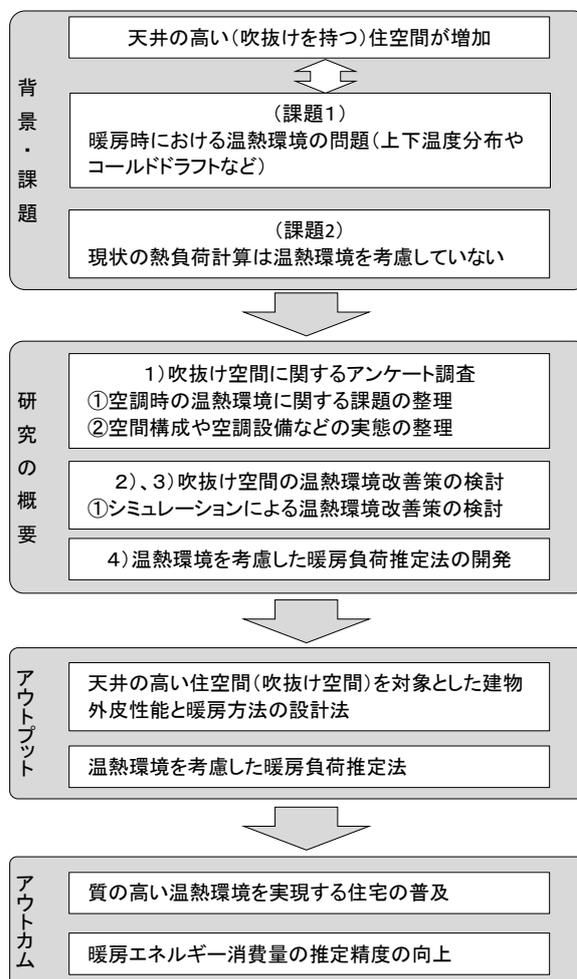


図 1 研究開発の概要

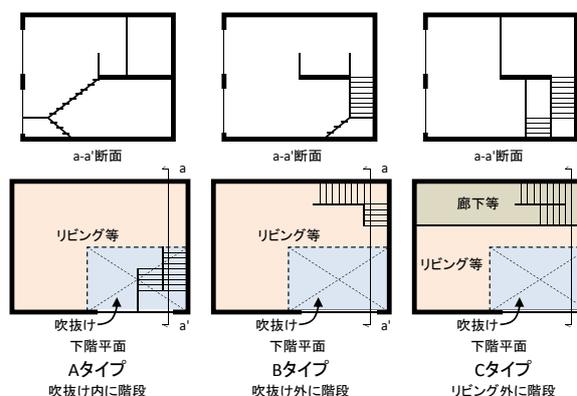


図 2 階段の位置による吹抜け空間のタイプ分類

(2) 研究の概要

1) 吹抜けを持つ住空間の類型化

アンケート調査から吹抜けを持つ住空間の類型化を行う。

2) シミュレーションによる温熱環境の把握

上記で類型化した検討対象について、数値流体解析により、上下温度分布やドラフトなどの温熱環境の諸問題の状況を把握する。

3) 上下温度分布やドラフトなどの不快適要素低減策の検討

数値流体解析により、建物外皮性能（壁体断熱仕様・開口部面積と仕様）と暖房方法（機器・設置位置）に主眼を置き、上下温度分布やドラフトなどの不快適要素の低減策を検討する。

4) 温熱環境を考慮した暖房負荷補正法の検討

既往の実験結果等を踏まえ、温熱環境を考慮した暖房負荷の補正方法の開発を行う。

(3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

アンケート調査により吹抜けを持つ住空間の規模や空間構成、外皮仕様、暖房設備等に関する実態を把握・類型化し（図 2、表 1）、その結果に基づきシミュレーションにより外皮性能や暖房設備が温熱環境に与える影響の検討を行った。

また、温熱環境として放射温度（床暖房の効果を含む）及び上下温度分布を考慮した暖房負荷の補正方法を開発した。補正方法は熱負荷計算で求めた暖房負荷に放射温度及び上下温度分布を考慮した補正係数を乗じることとし、その補正係数を地域及び暖房運転方法（居室を間歇で暖房する方法、居室のみ連続して暖房する方法、建物全体を連続して暖房する方法）ごとに熱損失係数の変数として整理した（図 3、図 4）。

温熱環境を考慮した暖房負荷の補正方法は平成 25 年に改正された省エネルギー基準における住宅の暖房エネルギー消費量の推定方法に反映された。

表 1 吹抜けのある居間で使用する暖房機器

暖房機器	地域 1	地域 2	地域 3
セントラル空調	3 (7%)	2 (6%)	2 (5%)
エアコン(1台め)	8 (19%)	17 (50%)	22 (52%)
エアコン(2台め)	0 (0%)	4 (12%)	6 (14%)
ファンヒーター(電気)	1 (2%)	2 (6%)	3 (7%)
ファンヒーター(ガス・石油)	4 (9%)	5 (15%)	10 (24%)
ストーブ(ガス・石油)	1 (2%)	2 (6%)	4 (10%)
FF式ストーブ(ガス・石油)	9 (21%)	4 (12%)	1 (2%)
床暖房	7 (16%)	3 (9%)	7 (17%)
オイルヒーター	3 (7%)	1 (3%)	2 (5%)
パネルヒーター	14 (33%)	3 (9%)	2 (5%)
蓄熱式暖房機	11 (26%)	8 (24%)	4 (10%)
薪ストーブ・暖炉	1 (2%)	4 (12%)	2 (5%)
電気カーペット	3 (7%)	6 (18%)	4 (10%)
電気コタツ	4 (9%)	3 (9%)	7 (17%)
シーリングファン	6 (14%)	5 (15%)	8 (19%)
サーキュレーター	2 (5%)	1 (3%)	2 (5%)

地域 1：北海道・東北、 地域 2：北陸・山陰
 地域 3：関東・関西・中部・近畿・中国・四国・九州

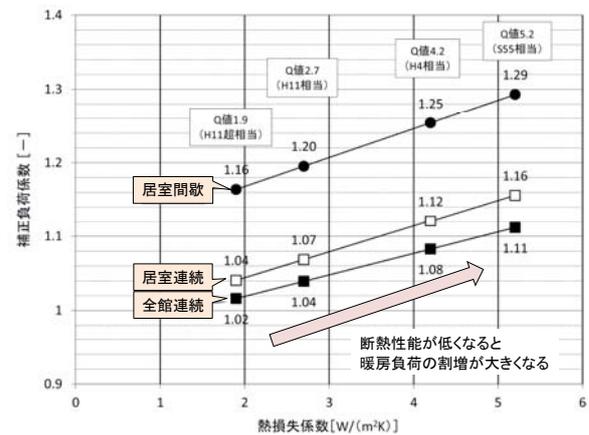


図 3 放射温度を考慮した補正係数 (6 地域)

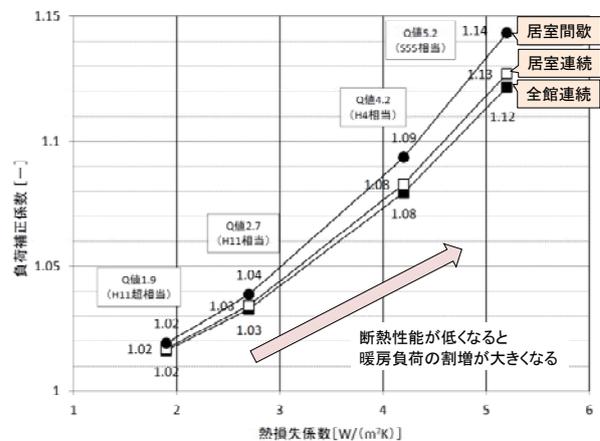


図 4 上下温度分布を考慮した補正係数 (6 地域)

4. 市街地防火を目指した火の粉の火持ち性状に関する研究 (基盤研究課題、H24～25)

(1) 目的

市街地火災では火の粉による飛火が延焼拡大要因の一つである。しかしながら、飛火範囲や火の粉の加害性に関しては未だ十分な知見がない。本研究では、平成24年2月の木造3階建て学校の実大火災実験で発生した火の粉(図1)の飛火範囲を明らかにするとともに、火の粉の加害性解明につながる知見として、飛火範囲内の火の粉の降積密度等を明らかにした。また、本研究で得られた知見を基に延焼シミュレーションプログラムの改訂を行うなど市街地防火に関わる作業を実施した。

(2) 研究の概要

1) 火の粉が無炎燃焼で降積する範囲

草地の焦げた範囲から判断する。また、火の粉の降積密度、質量、投影面積を計測する。

2) 火の粉の発生部位の推定

収集した火の粉を観察し、発生部位の推定につながる製材種別等を明らかにする。

3) 火の粉に関して得られた知見の市街地防火へのフィードバック

①飛火試験の火種サイズを検討する参考資料として、平均的な火の粉サイズを明らかにする。

②本研究で得られた火の粉の飛散範囲を基に、延焼シミュレーションプログラムを改訂する。

(3) 平成25年度に得られた研究成果の概要

1) 火の粉が無炎燃焼で降積する範囲

当該範囲は、草地の焦げた範囲から約450m以内と考えられる(図2)。約700m内に83箇所の区画を設定し(平均1194m²)、区画毎に火の粉の降積密度を算出した(図3、4)。飛火範囲(～約450m)の降積密度は約0.15g/m²以上の値である(図4)。



図1 火の粉が放出される様子

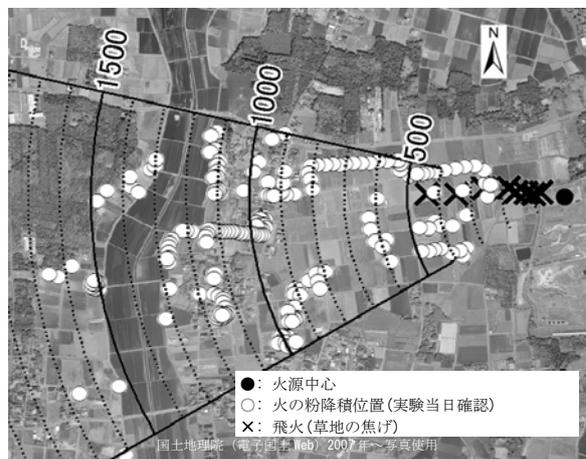


図2 火の粉の降積範囲

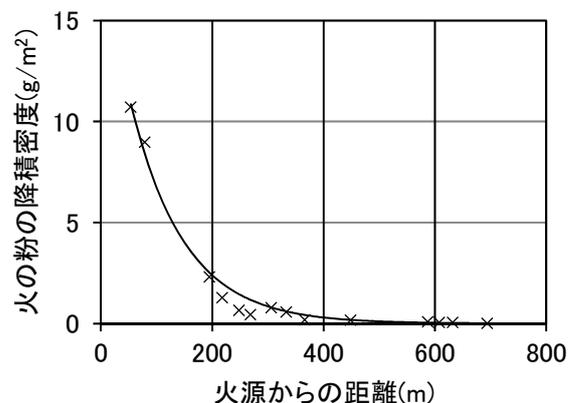


図3 区画毎の火の粉の降積密度(横軸は、火源から区画中心までの距離)

火の粉の投影面積と質量を個別計測した。一例として、火源から 79m 地点の区画内の計測結果を図 5 に示す。プロットの分布範囲は右上がりであり、投影面積と質量は相関する。

2) 火の粉の発生部位の推定

収集した火の粉の中には、繊維方向が直交して重なり合ったものが散見された。膨らみは大きくない。合板に由来する火の粉と判断できる。218m 地点の区画の 3~5cm に仕分けされた全 88 個の火の粉の内、合板に由来するものは 8 個であった。単位面積あたりの質量 (図 6 近似直線傾き) は、合板以外の火の粉の値 (0.804g/cm²、図省略) に比べて大きく、厚みが薄い割に質量は大きいことがわかる。

3) 火の粉に関して得られた知見の市街地防火へのフィードバック

① 3~5cm 程度に区分される火の粉の体積を珪砂で置き換えることにより計測した。サンプル数は、9 個 (79m の区画)、10 個 (218、366m の区画) である。投影面積の計測結果とも併せ、正方形柱に置換した場合の底面積と高さを示すと、13.3cm²、1.15cm (79m)、11.7cm²、1.04cm (218m)、11.7cm²、0.89cm (366m) である。また、質量の計測結果と併せ、火の粉の密度を算出すると、0.086g/cm³ (79m)、0.078g/cm³ (218m)、0.076g/cm³ (366m) である。

② 火の粉の降積密度の主流方向の減少は指数分布曲線で近似できる (図 3、4)。風向と直交方向では正規分布形になる。火の粉の発生量、無炎燃焼での堆積量、出火確率なども考慮し、飛火モデルを延焼シミュレーションプログラムに組み込んだ。実市街地においてシミュレーションを行い、風速 10m/s 下で約 90 分後に飛火が起きることを示した (図 7)。

以上の内容は日本建築学会技術報告集に掲載予定である。

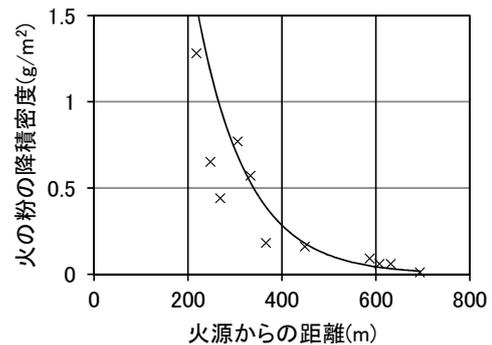


図 4 火の粉降積密度(図 3 の縦軸を×0.1)

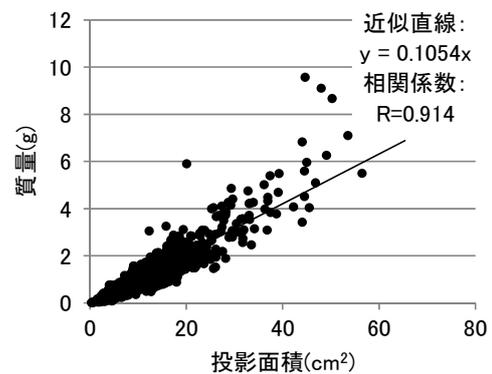


図 5 火の粉の投影面積と質量

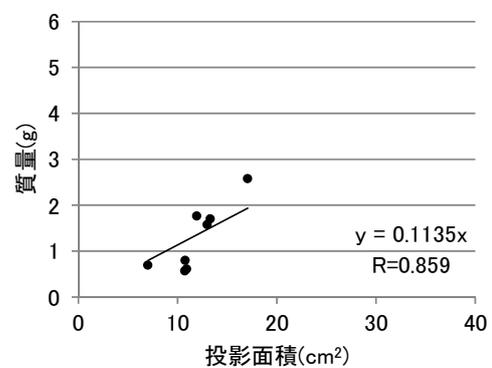


図 6 合板由来火の粉の投影面積と質量

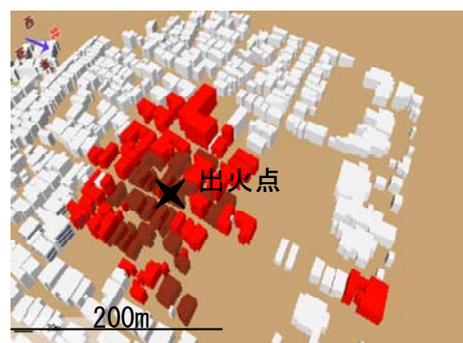


図 7 シミュレーションによる飛火の再現

5. グリーンビルディングの火災安全上の課題に関する調査 (基盤研究課題、H25)

(1) 目的

グリーンビルディング(省エネルギーや省資源、低炭素化等の環境負荷低減や健康に配慮した建築物)に用いられる、従来の建築とは異なる建築空間や新しい構法、材料等について、既存の防火基準で想定されていない火災リスクについて整理するとともに、今後のグリーンビルディングの火災安全対策の考え方に関するフェジビリティスタディを行う。

(2) 研究の概要

1) 火災安全からみたグリーンビルディングの技術に関する調査

グリーンビルディングに導入される技術の動向調査を行い、既往文献や火災事例を踏まえながら建築物の火災安全性能への影響を網羅的に整理する。

2) グリーンビルディングの火災安全上の課題の明確化

上記の調査をふまえ、必要に応じて簡易な実験等を行って、火災リスクの観点から建築物の火災安全性能への影響を重点的に検討すべき課題を明確化し、その対策の考え方を整理して、平成 26 年度新規重点課題の研究計画に活用できるようにする。

(3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

1) グリーンビルディングの技術に関する調査

火災安全上の配慮が必要なグリーンビルディングに用いられる様々な要素技術を、国内外の火災事例も含めて既往文献等から抽出し、想定される火災リスクをその対策とともに整理した。例えば、煙突効果によって外装を通じて通風・換気を図るダブルスキン(図 1)は、火災時に有効な排煙になりうる一方、延焼経路や全館に煙を拡大させる原因となり、耐火性が不十分であれば外装自体が落下する危険性があ

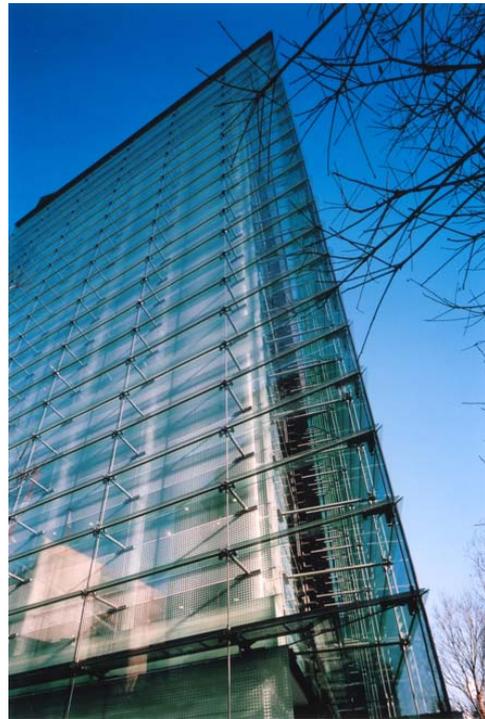


図 1 ダブルスキンの例

<http://www.planar.co.jp/construct/example/29.html>



図 2 木造オフィスビルの内装
(スウェーデン)



図 3 住宅地下室の木質バイオマスの
ボイラ(スウェーデン)

る。また、視覚的にも暖かみを感じる木質内装（図2）の需要があるが、天井や壁全面を木材で仕上げると、火災時にそれが急速に燃え広がる可能性がある。再生可能エネルギー源である木質バイオマスを建築内で貯蔵すると、それ自体が巨大な収納可燃物となりうる（図3）。

以上をふまえ、火災安全上の課題として今後重点的に検討し、講ずべき対策をとりまとめた、グリーンビルディングの火災安全に関する課題の報告書を作成した。

2) 火災安全上の課題の明確化

前述の文献調査と実験等によって、火災安全性への影響を重点的に検討すべき以下の2つの課題を明確化して、平成26年度から実施予定の重点課題の研究計画立案に活用した。

①外装に関する課題

煙突効果によって外装を通じて通風・換気を図るダブルスキンについて、基礎的検討としてシャフト空間での火災を想定した模型実験（図4）を行った。その結果、火源付近の開口条件によっては煙突効果により、上階への火災伝搬がダブルスキンの無い建築と比べて急激に進む可能性があることを示した。

また、屋上や壁面緑化、木製ルーバーのような外壁の付属物が燃焼する火災危険は現行の防火基準では想定されておらず、これらが火災時の上階延焼経路となるほか、これらが燃焼することによって周辺への放射熱や火の粉の飛散による加害性が懸念されることが示された。

②内装に関する課題

木材を目に見えるかたちで内装に使用する必要があるが、木材を内装に使用することは一定の制限がされている。実験では、規模が大きな空間や天井を不燃化した場合、内装に木材を使用しても、局所的に燃え止まり、内装制限した場合と同等の性能になる可能性があることが示された（図5）。



図4 煙突効果がシャフト空間の火炎性状に及ぼす影響に関する模型実験

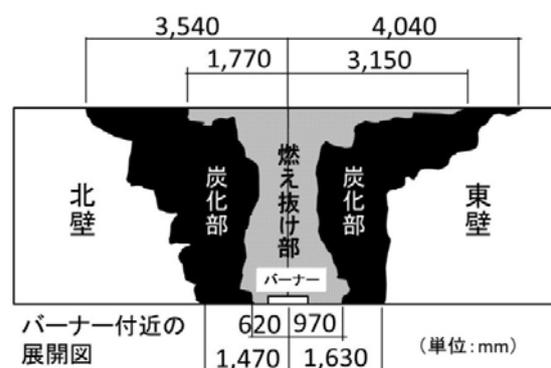


図5 天井不燃化、壁木質仕上げの規模が大きな空間の火災実験における燃え止まりの例（黒色の部分で燃え止まっている）

6. 木造枠組壁工法建築物の大地震動時の倒壊解析手法の開発 (基盤研究課題、H23～25)

(1) 目的

枠組壁工法を用いて建設された木造住宅の耐震性は、これまで数多くの静的実験や振動台実験も実施され、耐震性能の確認が行われるようになってきた。しかし倒壊に至るまでの終局時の性能はこれまで検討されておらず、今後、さらなる耐震性能の向上に向けて、倒壊限界時の挙動の確認が必要とされている。

本研究では、枠組壁工法を用いて建設された木造建築物の地震動時の終局時の損傷・倒壊挙動を、コンピュータ上で再現できる数値解析手法(図1)の開発を行った。将来、大規模な枠組壁工法が建築される可能性が予測され、振動台実験を実施することが難しい場合、本研究のような数値解析的検討が必要となる。

また将来の枠組壁工法建築物の耐震基準を検討する上でも、損傷限界や倒壊限界を、数値解析的に検討することは重要あり、本研究で開発されたツールがその一助となることが予想される。

本研究では、基盤研究課題「倒壊解析プログラムを利用した木造住宅の耐震性評価システムの開発 (H20～H22)」で開発した木造軸組構法住宅の倒壊解析理論とソフトウェア (wallstat) を改良し、枠組壁工法建築物に適用させた。

(2) 研究の概要

1) 数値解析手法の開発

枠組壁工法木造建築物の倒壊をシミュレートできる解析手法の開発を行った。既開発の木造軸組構法住宅の倒壊解析ソフト (wallstat、図2) を改良して用いた。

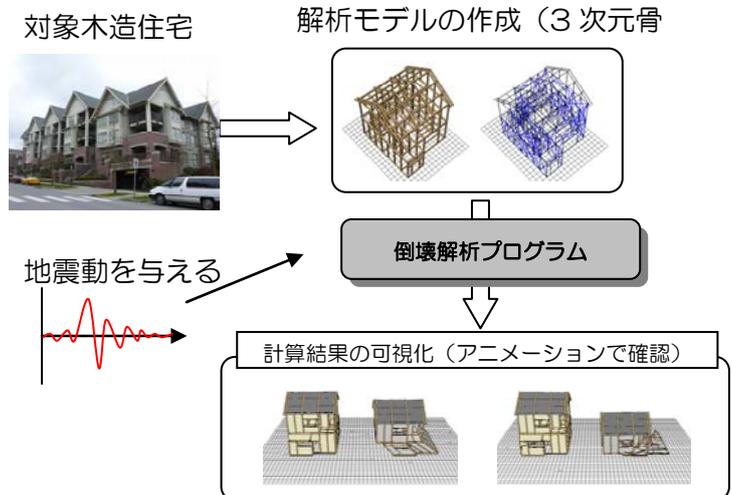


図1 評価システムの概要

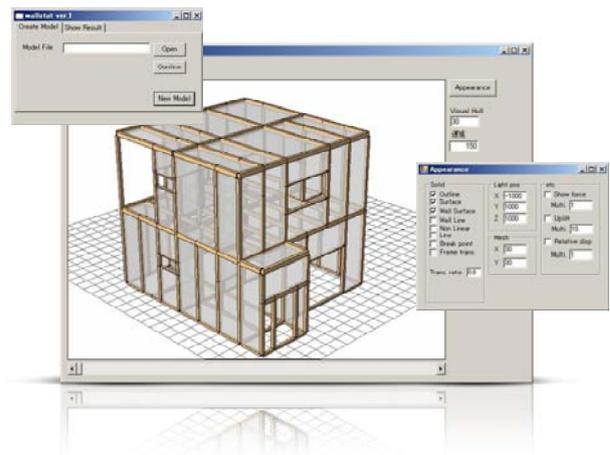


図2 解析ソフトウェアの画面

2) 耐震要素の実験・データ収集

枠組壁工法木造建築物の振動台実験、引き倒し実験、耐震要素の終局状態までの実験データの収集を行い、解析結果の検証を行った。

(3) 平成25年度に得られた研究成果の概要

1) 解析ソフトウェアの公開

木造軸組構法住宅の倒壊解析プログラム” wallstat” を枠組壁工法に用いるために改良を行い、任意の節点とバネからなる解析モデル作

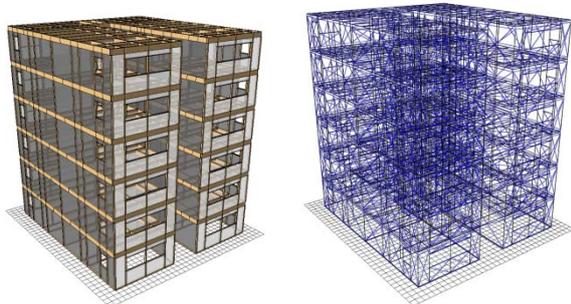
成機能を追加した。柱脚の滑り挙動のモデル化機能等も追加し、建築研究所のHP上で更新版（wallstat ver.2）の公開を継続した。

◆倒壊解析ソフトウェア wallstat ver.2

<http://www.kenken.go.jp/japanese/research/mtr/Nakagawa/wallstat.html>

2) 6層の枠組壁工法建物の時刻歴応答解析

上記改良版のソフトウェアを用いて、6層の枠組壁工法建物の時刻歴応答解析を行い、柱脚の引き抜き力の検討等を行った。その結果、保有水平耐力計算で想定するよりも引き抜き力が小さくなることがわかった。



(a) 外観 (b) 耐震要素

図3 6層の枠組壁工法建物の解析モデル

3) 振動台実験による解析精度検証

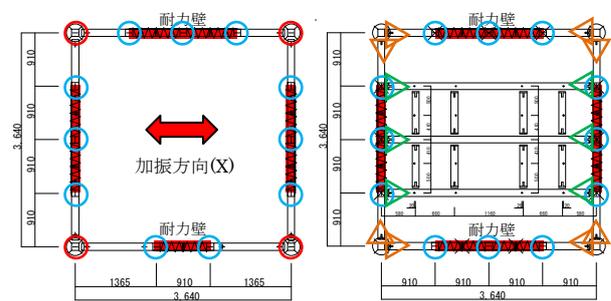
防災科研との共同研究で2階建て木造躯体の倒壊挙動の確認と解析の精度検証を目的とした振動台実験（平成24年12月）の結果に基づいて、事後解析を行った。その結果、解析プログラムの精度検証、パラメータの改良等を行った。検討の結果、終局～倒壊までの挙動の再現には柱脚・柱頭接合部のモーメント抵抗のモデル化が重要となることがわかった¹⁾。

4) その他

本解析プログラムは国土交通省補助事業「伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験」、並びに「CLTを用いた木構造の設計法に関する検討」等において、柱脚の滑り挙動や、上部構造の応答の検討²⁾に活用されている。



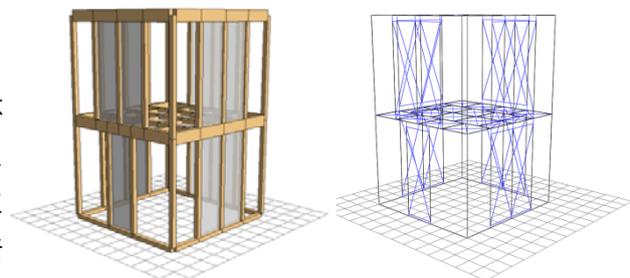
図4 振動台実験試験体



(a) 1階 (b) 2階

○ 接合部 A ○ 接合部 B △ 接合部 C △ 接合部 D

図5 振動台実験試験体平面図



(a) 外観 (b) 耐震要素

図6 解析モデルの概要

【文献】

- 1) 中川貴文ほか：「木造住宅の倒壊解析手法の精度検証実験 その1 面材壁を耐震要素とする木造躯体の振動台実験と解析」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-1, 187-188, 2013.
- 2) Takafumi Nakagawa, et al., “Development of Numerical Analysis Method for Japanese Traditional Wood Houses Considering the Sliding Behavior of Column Ends”, Proceedings of World Conference of Timber Engineering, New Zealand (2012)

7. 既存木造住宅等の長期使用を目指した木質建築部材の健全性診断技術に関する研究
(基盤研究課題、H24～25)

(1) 目的

「長期優良住宅の普及の促進に関する法律」が制定されるなど、建築物を長期に使用する動きが高まっている。既存住宅に関しては、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に対応した評価方法規準が規定されている。しかし、これらの検査方法は目視や触診など定性的な診断にとどまっており、定量的な診断技術の開発が必要になっている。このために、本研究では木材の微少破壊試験に分類される、プローブの引抜抵抗を用いた木質建築部材の健全性診断技術の開発を行った。この技術によって、既存木造住宅の信頼性を向上させることが、期待できる。

(2) 研究の概要

1) 診断装置

①診断用プローブ

写真1に、ISO規格のM4メートルねじ(長ねじ)から作成した診断用プローブを示す。

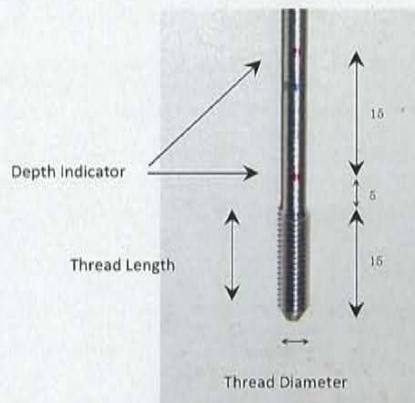


写真1 診断用プローブ

②携行型引抜試験器

写真2に、作成したプローブの引抜抵抗測定用の携行型引抜試験器を示す。



写真2 携行型引抜試験器

2) 測定方法

①先穴とプローブのねじ込み

測定する木質部材には、部材に垂直にφ3mmの先穴を設け、診断用プローブを20mmの深さまでねじ込む。

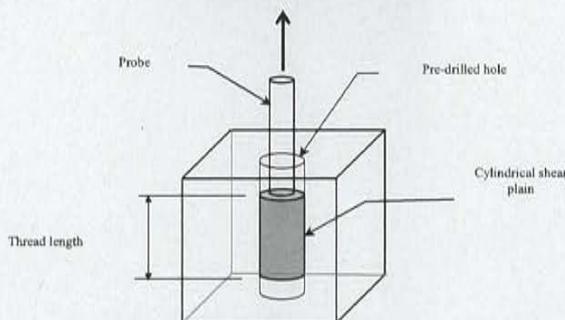


図1 プローブ刃の円柱状外周面上のせん断面と規準化引抜強度

②引抜強度の測定

プローブ頭部と試験器のフックを接続し、試験器頂部のねじを回転させてプローブを引き上げ、引抜強度P(最大値)を測定する。

③規準化引抜強度

式1)を用いて、引抜強度Pから規準化引抜強度NWRを計算する。

NWR	:	規準化引抜強度	(N/mm ²)
P	:	引抜強度	(N)
R _t	:	プローブの刃の山径	(mm)
π	:	円周率	
L	:	プローブの刃の実長	(mm)

$$NWR = \frac{P}{R_t \times \pi \times L} \quad \text{式 1)}$$

(3)平成 25 年度に得られた研究成果の概要

1) 診断法の開発

①試験体

30x30x30mm 角のスギ、ヒノキ、ベイマツの健全（新）材から、それぞれが隣接する A 試験体（せん断用）と B 試験体（引拔用）を作成した。

②回帰式の作成

B 試験体の密度測定 D とプローブの引拔強度 P の測定を実施して、規準化引拔強度 NWR と密度 D 間の回帰式を得た。また、A 試験体の密度測定 D とのせん断強度 Sh_L の測定を実施して、せん断強度 Sh_L と密度 D 間の回帰式を得た。これらの回帰式から、規準化引拔強度 NWR から木材密度 D とせん断強度 Sh_L の推定式を作成した。

③健全性診断法

現場診断用に、木材密度 D に対応した引拔強度 P_0 と、木材密度の公称値（平均値、上下限值）の関係を示す図 2 を作成した。図 2 を用いて、測定した引拔強度 P と木材密度の公称値に対応する引拔強度 P_0 を比較することにより、密度に基づく木材の健全性を診断できる。

2) 推定精度の検証

①木材密度 D

推定値と測定値の比較を示す図 3 によると、木材密度の推定精度は $\pm 8\%$ 程度である。

②木材のせん断強度 Sh_L （繊維方向）

推定値と測定値の比較を示す図 4 によると、推定精度は $\pm 15\%$ 程度の範囲にある。

3) 成果の公表

以下に示す学術誌等に発表した。

・ Nobuyoshi Yamaguchi, "In situ Assessment Method of Wood using Normalized Withdrawal Resistances of Metric-screw Type Probes", Advanced Materials Research Vol.778 (2013), pp.217-224

(公称) 密度 D に対応した引拔強度 P_0 の目安

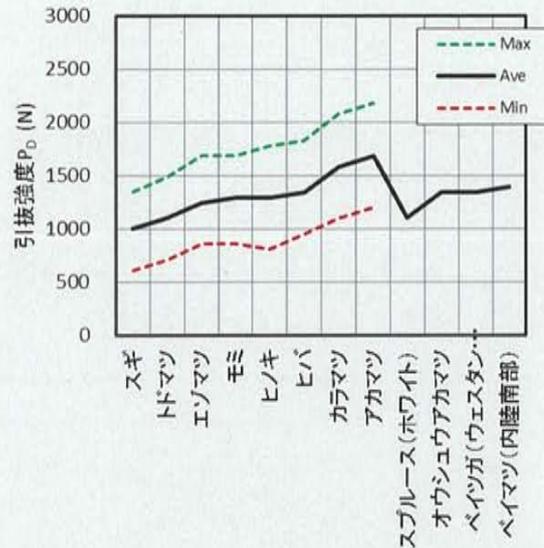


図 2 木材の健全性診断の目安（密度）

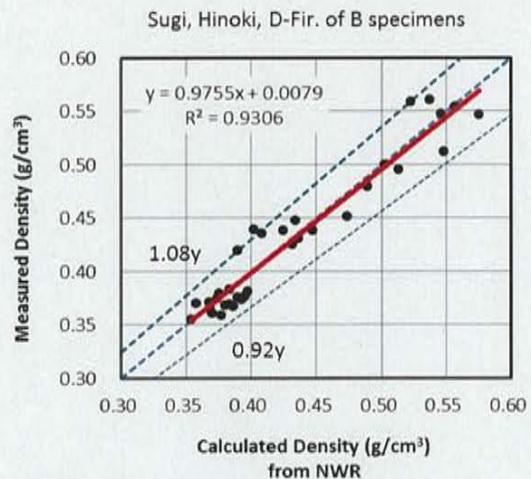


図 3 木材密度の推定値と測定値

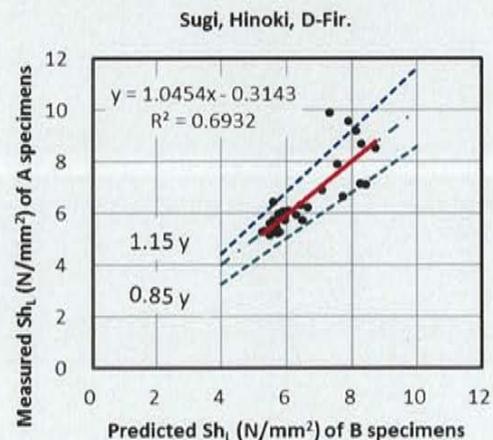


図 4 せん断強度の推定値と測定値

8. 鉄筋コンクリート建物の水分挙動と鉄筋腐食に関する研究 (基盤研究課題、H24～25)

(1) 目的

鉄筋コンクリート建物のストック活用に向けて、活用する際の技術的信頼を得るために劣化メカニズムの把握・解明が必要である。年月を得た鉄筋コンクリート建物は、全体が一様に劣化するのではなく、局部的に劣化が生じている。そこで本課題では、局所的な劣化メカニズム解明に向けた研究を行う。これらの劣化メカニズムの把握・解明は、建物ストックの調査診断における劣化評価の判断や設計計画時における耐用年数予測等、改修工事の仕様に関わる技術資料へと活用が期待できる。

(2) 研究の概要

鉄筋コンクリート建物の劣化の主要因であるコンクリート中の水分を対象に、水分挙動の要因が鉄筋腐食にどの程度の影響を及ぼすかに関して、定量的評価を可能とする評価指標ならびに評価方法を提案する。そのため、水分挙動を定量化することで水分挙動に影響を及ぼす要因を把握し、水と鉄筋腐食の関係性の解明に向けた研究を行う。

(3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

水分挙動に影響を及ぼす要因を把握するため、コンクリートの乾燥・吸水過程における水分移動係数を取得した。コンクリートへの吸水現象と乾燥過程における拡散挙動を式 1 及び式 2 の両方で表現することは厳密には正しくないと考えられるが、ここでは、同一指標による比較を行うため、これらの式の係数を取得した。水分挙動に影響を及ぼす要因として、ひび割れ、温度、吸水前の含水率を水準として、水セメント比 50%、28 日水中養生後のコンクリート試験体を用いた。なお、28 日養生した水セメント比 30%から 65%のコンクリートの吸水拡散挙動に大きな差は見られていない

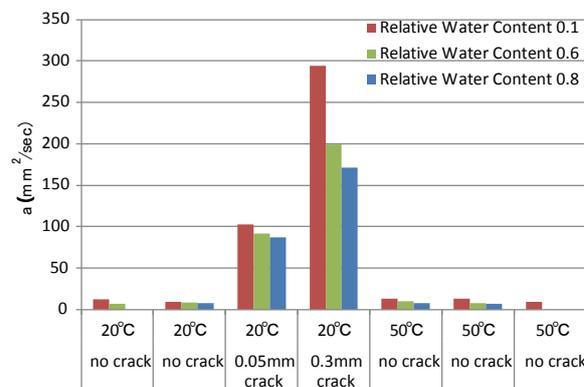
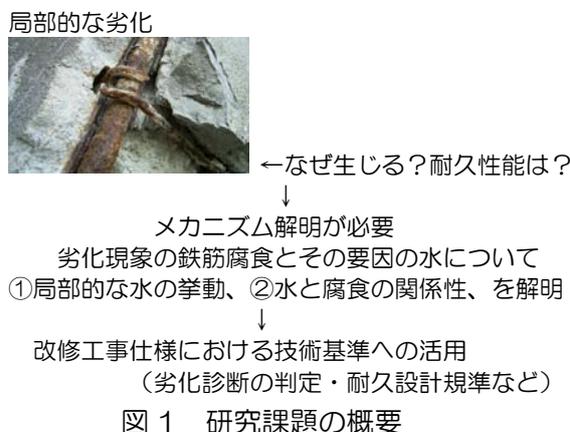


図 2 コンクリートの水分移動係数（吸水）

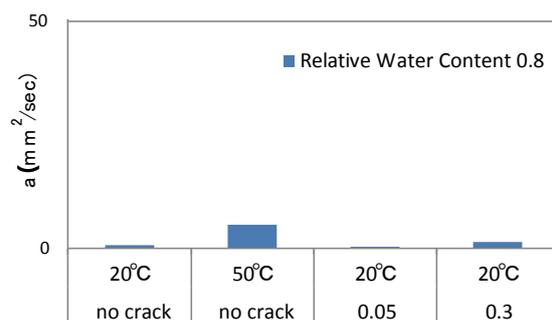


図 3 コンクリートの水分移動係数（乾燥）

$$x = a \cdot t^{1/2} \quad \text{式 1}$$

x : 侵入深さ、 a : 速度係数

$$\frac{d\theta}{dt} + \nabla(-D\nabla\theta) = 0 \quad \text{式 2}$$

θ : 含水率、 D : 拡散係数

ことが以前に確認されている。

図2及び図3に吸水時・乾燥時それぞれにおける実験から定量された水分移動係数の結果を示す。また、ひび割れがないコンクリートの吸水時・乾燥時における拡散係数の結果を図4に、ひび割れ部と健全部の乾燥時における拡散係数の結果を図5に示す。

図2、3及び4より、移動係数は全体的に乾燥時より吸水時のほうが著しく大きい値を示していることが確認できた。さらに、吸水時においてはひび割れの影響が著しく大きいことも図2から確認できた。一方、乾燥時にはひび割れの影響は小さいことが、図5から確認できた。また図4より、温度が高いほど乾燥の速度が速いことが確認できた。

これらから、コンクリート内部の水分分布にひび割れが吸水速度を大きくし、一方乾燥では温度が比較的大きな影響を与えることが実験的に確認された。

そのため、コンクリートのひび割れにおける水分の進入挙動を把握することは、コンクリート内部の水分分布及び鉄筋腐食の発生において重要である。

多孔材料を壁面とする場合のひび割れ中における水分移動は、式3によって表現されることが考えられている(M. Mainguy, 2001)。

実験結果から係数 α の値を取得し、数値モデル化を行った。ひび割れ幅が0.05mmで重力の影響がない場合においてコンクリートの深さ方向への水分移動の予測と実験結果を図6に示す。水セメント比や含水率によらず、 α は概ね0.0095~0.01である。

なお、これらの研究については以下の論文の投稿を行った。

- Construction Building Materials, 2013.12

- 13th International Conference on Durability of Building Materials and Components (発表予定)

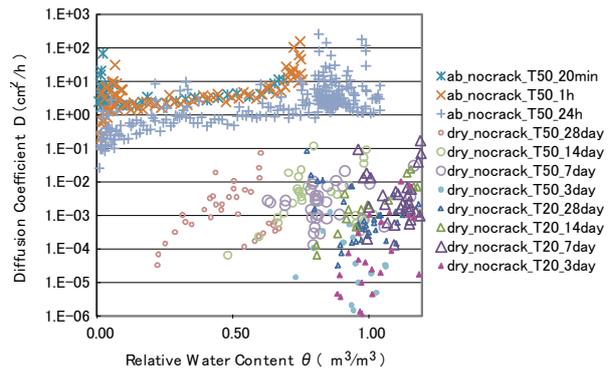


図4 吸水・乾燥過程における水分拡散係数 (ひび割れがない場合)
(凡例: dry (乾燥) / ab (吸水) _T 周囲温度_測定材齢)

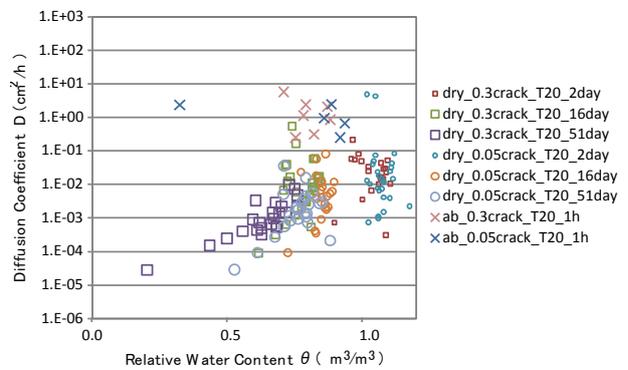


図5 ひび割れ部と健全部の乾燥時における拡散係数
(凡例: dry (乾燥) / ab (吸水) _ひび割れ幅_T 周囲温度_測定材齢)

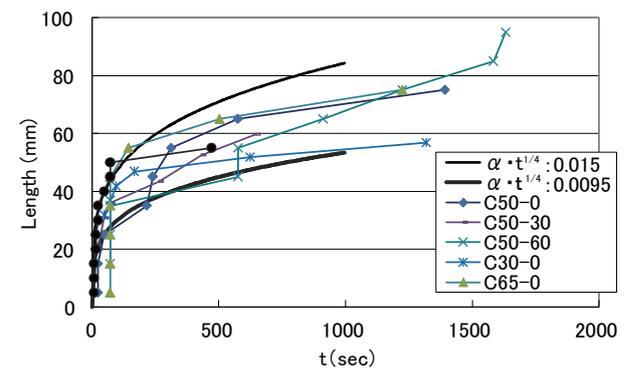


図6 コンクリートの0.05mmひび割れ部における水分挙動について実験による結果と数値モデルによる結果

$$L = \alpha \cdot t^{1/4} \quad \text{式3}$$

L : 水分移動距離、 α : 係数

9. わが国のユニバーサルデザイン住宅に係る関連技術等の海外展開のための基礎的調査 (基盤研究課題、H25)

(1) 目的

わが国の国内住宅市場においては、成熟期を迎え量的拡大は望めず、今後は、東南アジア等の新興国に着目し、「生産拠点」としてだけでなく、住宅産業の「消費市場」としてフロンティアとしての可能性に注目する(図1参照)。

世界に先駆けて人口減少、高齢少子化時代を迎え、さまざまな「課題先進国」であるわが国において、これまで培ってきた住宅分野のさまざまな技術・ノウハウを新興国の内需型産業の発展に活用・貢献する機会であり、本研究ではその具体化のための論点整理を行った。

(2) 研究の概要

1) わが国の住宅産業の国際化の現状等の分析

① プレハブ住宅の輸出入の現状

現状では大幅な輸入超過である。

② 企業進出の動向

主要な住宅メーカーの多くが経営の柱に国際戦略を掲げ、わが国の住宅メーカー・建材メーカーの多くの拠点が、東南アジア等にすでに形成されつつある(図2参照)。

③ その他の動向

カナダウッドの長年にわたる取り組み、日本木材輸出振興協会、経済産業省を中心としたクール・ジャパンの取り組みがある。

2) 東南アジア等の住宅市場等の動向

① 東南アジア等の住宅市場の動向

大都市圏を中心に1人あたりGNPが1.5万ドルを超える富裕層・アッパーミドルが成長し、旺盛な住宅需要が生じつつある状況である。

② 市場開拓にあたって想定される課題

今後、東南アジア等各国で、各層の人たちがどのような動機で、どのような住宅を買うのか等の把握が必要である。

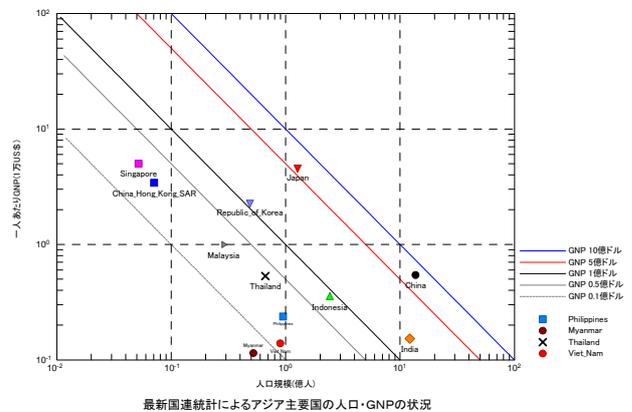


図1 東南アジアの新興国の人口・GNP

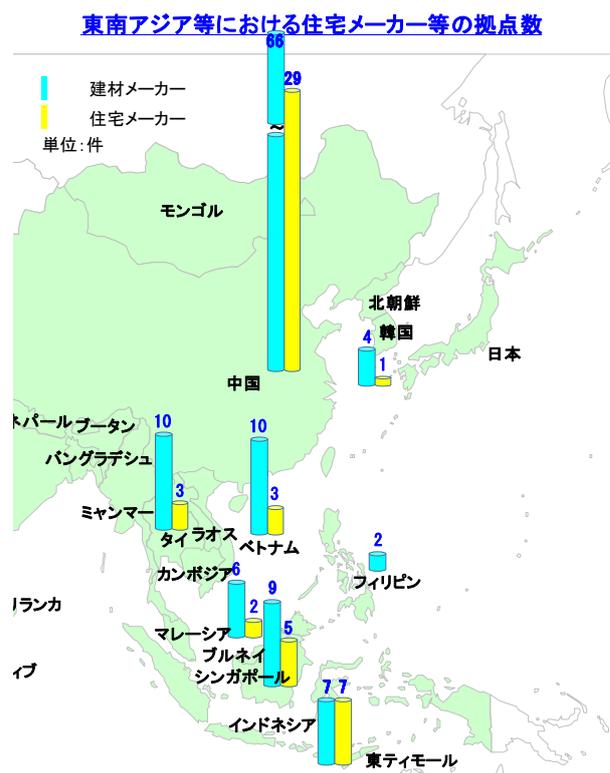


図2 住宅メーカー・建材メーカーの進出状況

③わが国のプレハブ住宅産業の歴史等

住宅建設の短工期化、天然材料の枯渇、熟練労働者の不足、建設主体の前近代性といった諸課題の解決は、わが国と共通の課題である。

3) 住宅産業の国際化に向けて

①基本的考え方

新興国の住宅市場に係る基本データは、現在だけでなく、過去の歴史を遡ることにより未来の展望を得ることが必要である(図3参照)。

②リバース・イノベーションの推進

先進国の既存品からスタートしない新興国向けのイノベーションが先進国に向かい逆流し、新興国ではじめて採用される場合、これをリバース・イノベーションという(図4参照)。

③必要な意識改革・組織改革等

先入観の変革、資源配分の見直し、人材の国際化、学習とリスクに対する態度、環境に優しいソリューション等が必要(図5参照)。

(3)平成25年度に得られた研究成果の概要

上記の検討を、「わが国の住宅産業の国際化に向けて(論点整理)ー海外住宅市場フロンティアに向けたリバース・イノベーションの可能性」としてとりまとめた。また、今後の研究課題としては、以下をとりまとめた。

①新興国の住宅市場の理解を進める取り組みの推進するため、国際住宅研究ネットワークを構築していくこと

②企業や業界の垣根を越えた国際化のための情報交換・意見交換の場を設定すること

③東南アジア等の新興国で、住宅市場の課題・ニーズについて意見・情報交換を目的とした「国際住宅セミナー」の開催を企画すること

④住宅産業においてリバース・イノベーションを推進するために、東南アジア等の新興国で求められている必要な研究技術開発の個別的な課題を明らかにすること。

1. どういう人が、どういう住宅を、どうやって手に入れるのか？
2. その住宅に足りないものは何か？
3. 現地で調達できる資源(モノ・ヒト)はどのようなものか？
4. 以上の中期的な動向はどう捉えられるか？
5. 日本の住宅にあって、彼の地の住宅にないものは何か？
6. 彼の地の住宅にあって、日本の住宅にないものは何か？
7. 彼の地における「日本ブランド」の位置付けはどのようなものか？
8. 誰に向けて、どのような機会に、どうプレゼンテーションするのが有効か？
9. 以上のことをできるだけ正確に教えてくれるキーパーソンはいるか？
10. またキーパーソンをどう探せるか？

図3 新興国の住宅市場を探る

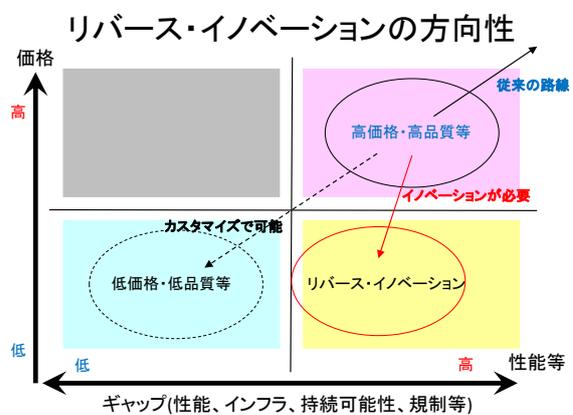


図4 リバース・イノベーションとは何か

リバース・イノベーション実現への道筋

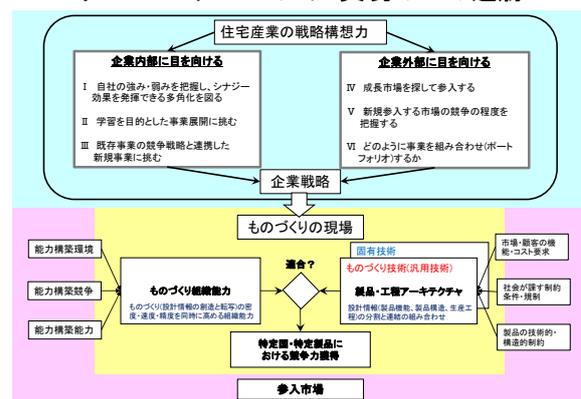


図5 リバース・イノベーションを実現する

10. 公共的施設における多機能トイレの利用集中緩和を目的としたトイレ空間の機能の整理に関する基礎的研究（基盤研究課題、H24～25）

（1）目的

2000年以降に公共施設を中心に整備された多機能トイレは、多様な利用者それぞれに対して必要な機能を備えていることから、利用者が多く、そのため利用集中が発生し、本来、多機能トイレしか使えない車椅子利用者やオストメイト利用者等の利用を阻害しているという新たな課題が発生した。

この社会的課題を背景として、本研究は、多機能トイレの利用集中緩和を目的として、多機能トイレの機能の一部を一般便房にも追加し、一部の利用者を一般便房に誘導することを検討する。

具体的には、限られたトイレ空間を最大限に活用するために、様々な利用者のニーズに基づいた便房の機能を組み合わせた最適解を検討する上で、公共施設に計画されるトイレブースを模した実験空間による検証実験等を実施し、課題の抽出、改善、新たなトイレ空間の提案を行う。その成果は、建築設計標準等の策定・改訂時に、既往の知見・技術資料として活用されることを目標としている。

（2）研究の概要

1) 多機能トイレの利用集中の緩和を目的とした一般便房への機能移行のための要件整理

多機能トイレに備えるべき機能および、一般便房等へ分散・移行が可能な機能を整理・分類する。その際、利用者の属性及び利用様態・施設の用途特性との関連を踏まえて検討する。

2) 一般便房への機能移行に関する検証実験

多機能トイレの利用者の中で、特に乳幼児連れ利用者に配慮したトイレブースの提案を行うため、その行動特性に応じた機能を付加したトイレブースの必要要件および、設備レイアウトの提案を行う。さらに拡張的な検討として、

<研究の背景>

- ・ 2000年以降、多機能トイレの整備が、公共的施設を中心に進む。→利用者が集中。車椅子使用者等が使えないという問題が顕在化する。
- ・ バリアフリー新法（2006年施行）関連の建築設計標準の改訂にて、多機能トイレの機能分散が検討されている。
- ・ 本改訂で提案されるトイレ空間が、効果的に機能しているかの検証が必要。



<研究概要>

- ・ 公共的な施設に設置されている多機能トイレの多様な利用者の集中を緩和することを目的として、トイレ空間に求められる機能の再整理を行う。
- ・ 一部の機能については一般便房への移行を検討することを、利用者満足度調査及び観察調査等の検証実験から明らかにする。

<研究開発>

① 多機能トイレの利用集中の緩和を目的とした一般便房への機能移行のための要件整理

- ・ 既往文献・事例の収集、および関係者へのヒアリング調査等の実施
- ・ 多機能トイレに備えるべき機能と、一般便房等へ分散・移行が可能な機能の整理・分類

② 一般便房への機能移行に関する検証実験

- ・ 一般便房の機能移行とトイレ空間の全体最適解の提案を目的とする検証実験を、モックを使って実施
- ・ 利用者満足度調査及び観察調査等を実施し、トイレ機能についての評価と、その調査結果を踏まえた課題の抽出および改善提案

<アウトプットとアウトカム>

- ・ 多機能トイレの利用集中の緩和を目的とした一般便房への機能移行のための要件が整理された設計資料
- ・ 一般便房への機能移行に関する検証実験により、その機能を測定・評価した設計資料
- ・ 「高齢者、障害者等の円滑な移動等に配慮した建築設計標準」の改訂時において、知見及び技術的資料として提供

図1 研究の全体概要



図2 設備レイアウトの設定の様子

提案する乳幼児連れ向けトイレブースが、当該利用者以外の対象者でも使用可能か検討し、本研究本来の目的である多機能トイレの利用集中緩和に向けた提案を行う。

(3)平成 25 年度に得られた研究成果の概要

前年度に実施した予備実験の結果を踏まえて、ブースの扉形状や機器の配置等の条件を加えた検証実験を実施し、車椅子利用者等、他の利用者の利用可能性についても検討を行った。

1) 実験空間・設備レイアウトの設定

「高齢者・身体障害者等の利用を配慮した建築設計標準 (H24 年版)」に例示されたプラン (図4の実 2A-1) を基本とし、幅/奥行寸法を 100mm 刻みで拡張を行い、系統的に整理した空間条件について、使用可否の観点から判定を行い、本実験で用いる空間を選定した。

2) 使いやすさ・安全性に配慮したトイレブースの検証実験

対象とした実験空間について、つくば市在住の親子 (乳幼児) を被験者として、トイレ利用の検証実験を行い、利用時におけるベビーカーの動線や、おむつ交換台や荷物用フック等の作業性、安全性、衛生性等についてチェックした。その結果、ベビーカーごとトイレブースに入り、親の排泄や乳幼児のおむつ替え等の作業が可能であると判断した最小空間である、今回対象とした実験空間において、十分に利用可能であることが、改めて確認された。

3) 乳幼児連れ以外の対象者における利用可能性の検討

車椅子や身体障がい者に詳しい専門家による、一連のトイレ動作および移乗条件・スペース等の検証から、乳幼児連れ利用者以外の利用者のブースの使用の可否について検討した (その結果については表 1 にまとめた通り)。

なお、本研究の検討および実験実施にあたっては、「多機能トイレ及びトイレ空間の機能整理に関する検討委員会」(委員長：佐藤克志日本女子大准教授) を組織し実施した。



図3 実験空間 (上) 及び実験の様子 (下)

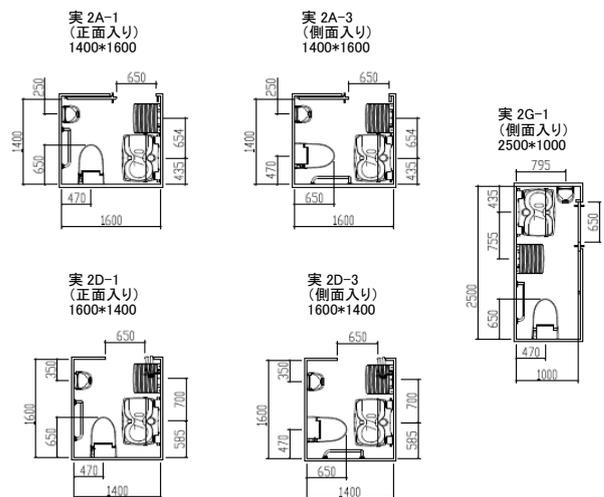


図4 実験で検証したブース

表 1 利用者属性別の使用可能性

分類	乳幼児連れ			高齢者				障がい者						
	健康			加齢		障害	歩行困難	怪我	背損	頸損	脳性麻痺			
移手段	子ベビーカー	親歩行	親・子歩行	自立歩行	杖歩行	車椅子自立	歩行車自立	車椅子自立	子供用車椅子	杖歩行	車椅子自立	電動車椅子		
移乗能力	抱っこ		自立	自立	半介助			自立	半介助	全介助				
使用用具	ベビーカー	海外二人乗ベビーカー	子守帯	手つなぎ	なし	杖	標準型車椅子	歩行車	標準型車椅子	小型車椅子	松葉杖	小型車椅子		
実 2A-1	○	×	○	○	○	○	×	○	×	○	○	○	×	×
実 2A-3	○	×	○	○	○	○	×	○	×	○	○	×	×	×
実 2D-1	○	×	○	○	○	○	×	○	×	○	○	×	×	×
実 2D-3	○	×	○	○	○	○	×	○	×	○	○	○	×	×
実 2G-1	○	×	○	○	○	○	×	○	×	○	○	×	×	×

11. 被災地の社会経済状況を踏まえた応急・復興住宅の需給構造に関する研究 (基盤研究課題、H24~25)

(1) 目的

東日本大震災後の応急仮設住宅の供給では、従来のプレハブ型の他、地元発注の木造型や既存賃貸住宅を転貸する借上型等の新しい取組が行われている。また復興住宅の整備においても、少子高齢化・人口減少を踏まえた新たな住宅の形式や供給策が検討されている。

そこで本研究では、これらの応急・復興住宅の需給実態を調査し、今後の災害後の住宅供給に関する基礎的知見を得ることを目的とする。

(2) 研究の概要

1) 借上型仮設住宅の需給構造の実態調査

- ①供給に関する制度、状況及び課題の整理
- ②物件と居住者のマッチング状況の分析
- ③居住者の住宅選択行動及び住環境の評価についての調査分析

2) 建設型仮設住宅の需給構造の実態調査

- ①地元発注・木造型の供給方法の実態を整理
- ②居住者の生活ニーズの充足状況の調査
- ③居住者の住環境の評価についての調査分析

3) 復興住宅の供給方法及び需要見込の検討

- ①供給に向けた官民の動向と取組の把握
- ②被災者の住宅需要と再建行動の実態の把握
- ③需要とマッチした形の復興住宅の望ましいあり方、供給の方策及び新たな形態の検討

(3)平成 25 年度に得られた研究成果の概要

1) 借上型仮設住宅の需給構造の実態調査

①岩手県との共同調査として、借上型仮設の居住世帯3458件を対象に郵送アンケート調査を実施した。世帯の概況と入居の経緯、物件の確保方法と借上制度の利用実態、物件の立地と住環境の評価などについて質問を行った。計1658件の回収を得て（有効回収率51.1%）、岩手県全域での借上型仮設の利用・居住状況を把握・分析した。

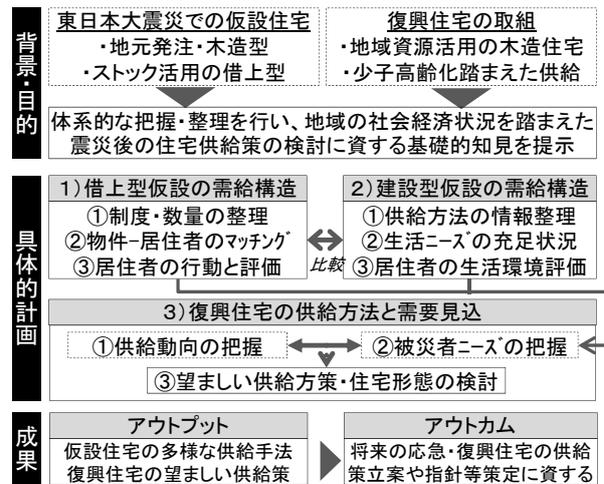


図 1 研究の概要

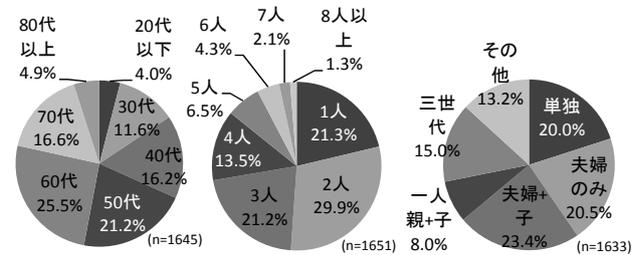


図 2 アウト回答世帯の世帯主年齢,人数,構成

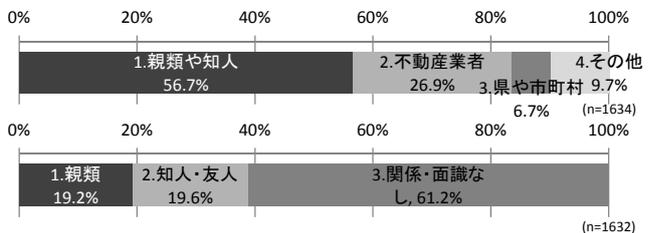


図 3 物件探しの方法(上)と家主との関係(下)

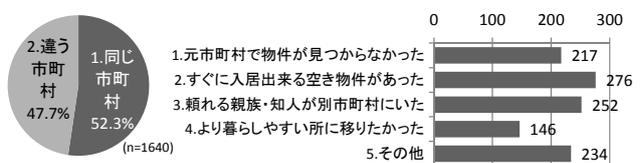


図 4 物件の場所と違う市町村への入居理由

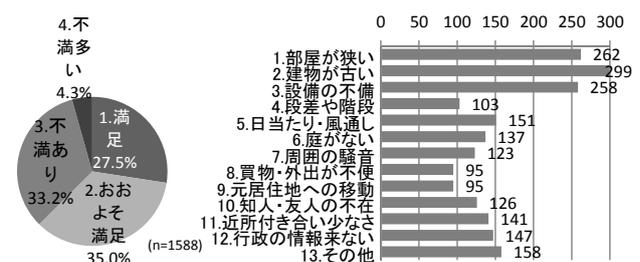


図 5 生活の満足度と不満や問題を感じる点

② 主担当者が参画する科学研究費のプロジェクトと連携する形で、仙台市内の借上型仮設居住者 20 世帯へのヒアリング調査を実施し、世帯の状況、入居に至るまでのプロセス、入居物件の概要、及び入居及び生活上の課題等を把握した。得た情報を分析し、典型的にみられるプロセスとして3つのパターンを示した。

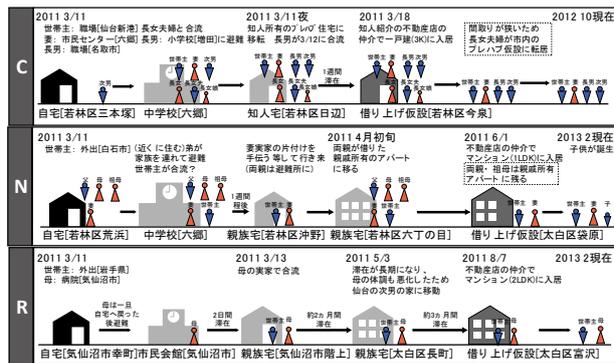


図 6 ヒアリングで把握した入居プロセスの例

2) 建設型仮設住宅の需給構造の実態調査

① 応急仮設住宅で暮らす被災者の生活状況や、生活上で直面しているまたは感じている課題や問題についての情報が記載されている、報告書や論文等の情報を収集し、被災者の生活ニーズの充足状況を全体的に把握した。

② 応急仮設住宅の居住者に対して、行政や社会福祉協議会、民間団体などが実施している生活支援の活動について、実施状況や体制等に関する情報を収集した。あわせて支援活動を行う3団体へのヒアリング調査を行い、被災者の生活実態と課題、生活支援活動の実施状況を聞き取ることで、被災者の生活ニーズの充足状況と仮設住宅の住環境の評価について把握した。

表 1 支援活動団体ヒアリングの概要

	宮城県仙台市	岩手県大槌町	岩手県田町
対象団体	・仙台市社会福祉協議会 ・仙台市	・大槌町社会福祉協議会	・仮住まい邑サポート
地域特性等	・大都市 ・みなし仮設居住者多い	・地方町村 ・小規模団地が分散	・地方町村 ・他地域からの受入れ
応急仮設住宅の立地特性	・都市圏にあることから、周辺に商業、医療・福祉等の施設が多く立地	・川沿いに沿岸から内陸まで分散 ・川沿いには店舗等が出店し利便性はあるが、内陸部ほど生活・交通が不便	・小規模の2団地は町の中心部に立地し、比較的利便性が高い ・1団地は町内他地区にあり、利便性は低い
入居の特性や生活再建等の状況	・自分で物件を探して契約した人、ある程度の経済力がある人が多い ・子供がいて騒ぐので避難所にいられずみなし仮設に入居した人もいる。 ・持家世帯の持家購入・修繕による再建が多い ・賃貸住宅居住世帯の再建は進んでいない	・団地によりコミュニティ形成のレベル差がある ・災害公営住宅ができるに伴い高齢者の方が仮設住宅から退去する傾向が見られる ・若い人は、住宅の建設・購入に向け、仮設住宅に入居しながらお金をためる意識が見られる	・3つの団地それぞれに自治会あり ・住宅取得等の目的が立った若い世帯から退去する傾向が見られる ・高齢者等の世帯は今後の自力再建や災害公営住宅への入居について金銭的な負担等により目的が立たない
生活支援のポイント	・サロンの開催等による交流事業。避難元の地域別のイベントなどが有効 ・個別訪問による問題把握及び他主体とのつなぎ ・社協として問題解決をするのではなく、周辺施設等の人的資源や行政との連携の強化が重要	・入居時のコミュニティ形成支援が有効 ・自立していた世帯が多く、できることはやってもらう姿勢が重要 ・時間の経過で相談内容が変化し、問題解決に向け、適切な主体・部署等につなぐことが重要	・地域に対し遠慮する傾向が見られ、外部の人間の被災者や行政・地域との橋渡しが必要 ・社協との役割分担のもと、イベント等によるコミュニティ形成とともに、それをまわづくりにつなげる視点が重要

3) 復興住宅の供給方法及び需要見込の検討

① 前記の岩手県内借上型仮設のアンケート調査において、既に退去した世帯で行われた住宅再建の方法・内容及び再建場所と、まだ入居中の世帯での今後の住宅再建の見通しと希望及び再建希望場所について質問を行った。

② 国土交通省住宅局の災害公営住宅直轄調査に参画し、被災市町村の取組を継続的に把握した。本調査の中では、各市町村が実施する住宅再建意向調査の集計作業を受託コンサルタントと共に行い、被災者の居住ニーズと世帯属性等との関係などについて分析を行った。

③ 上記の災害公営住宅直轄調査において、高齢者やコミュニティに配慮した施設や空間を有する住宅や、入居後の高齢者支援やコミュニティ形成での配慮事項等を検討して提案した。

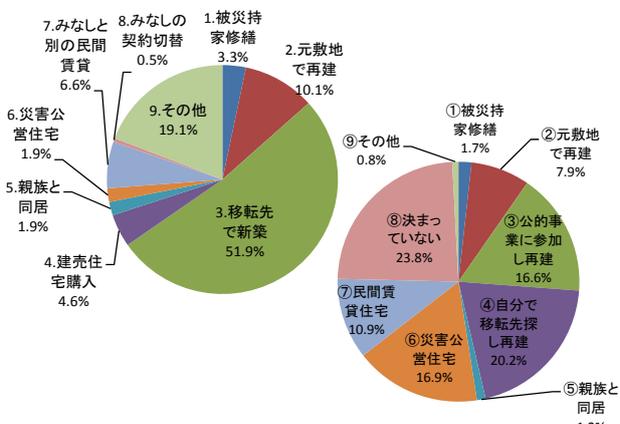


図 7 退去済世帯(左)と入居中世帯(右)の再建方法

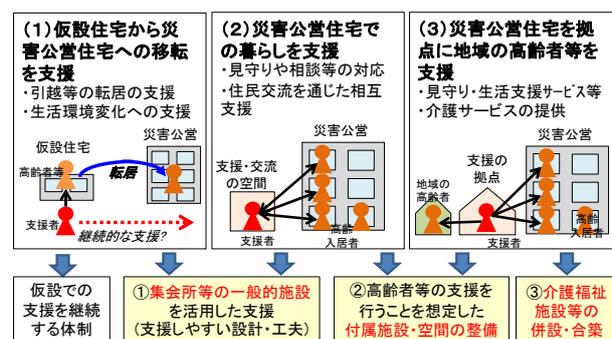


図 8 災害公営住宅での高齢者等の支援イメージ

12. 携帯型情報端末を用いた現地調査の効率化に関する研究 (基盤研究課題、H24～25)

(1) 目的

大規模地震災害の発生後、被災者の安全を守り、復旧・復興活動を支援するために、応急危険度判定など被災建物の現地調査を効率的かつ迅速に実施する必要がある。そこで、本研究では国際航業(株)の協力を得て開発した「応急危険度判定支援ツール」(以下、支援ツール)を実際の災害時に活用できるように使用上の課題を明らかにし、支援ツールの改良と運用面での改善を行うことと、平常時にも携帯型情報端末を活用するための汎用性のある現地調査ツールの機能要件について整理を行うことを目的とする。

(2) 研究の概要

1) 支援ツールの課題抽出と運用マニュアル等の作成

- ① 実地訓練等を通じた実利用上の課題の抽出と整理
- ② 調査実施本部での運用面の課題の検討
- ③ 支援ツールの改良
- ④ 支援ツールの操作および運用マニュアルの作成

2) 汎用性のある現地調査ツールの機能要件の整理

- ① 建物に関する現地調査のニーズ把握
- ② 現地調査ツールに求められる機能要件の抽出と整理

(3) 平成 25 年度に得られた研究成果の概要

1) 支援ツールの課題抽出と運用マニュアル等の作成

地方自治体が主催する応急危険度判定実地訓練(25年度は3都市)において支援ツールを提供し、屋外の実際の建物に対する応急危険度判定の模擬訓練を通じて、応急危険度判定士および自治体職員から、支援ツールの操作方法

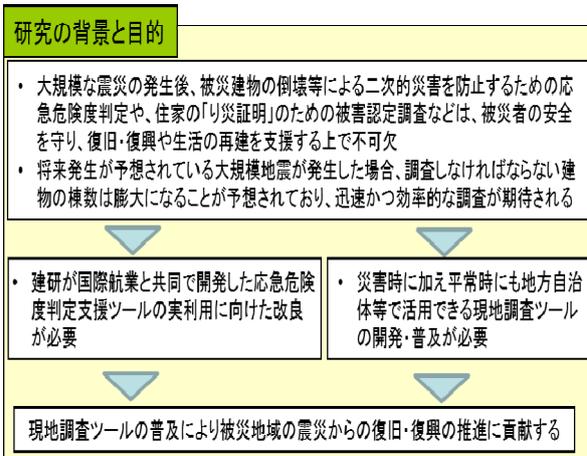


図1 研究の背景と目的



図2 支援ツールの操作イメージ

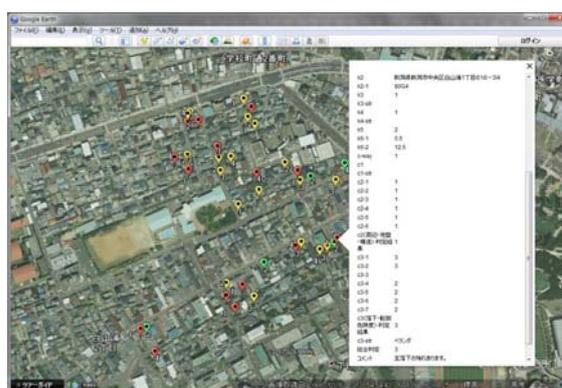


図3 Google Earth を用いた調査結果の地図化例 ※バルーンが調査建物位置を表し、バルーンの色は危険度(赤:危険、黄:要注意、緑:調査済み)を表す。バルーンをクリックすると調査表データが表示される。

や運用方法について様々な意見を収集した。また、都道府県等が実施する応急危険度判定の連絡会、講習会等に支援ツールを提供し（25年度は3都市）、机上訓練ではあるが、支援ツールの操作方法や運用方法について様々な意見を収集した。また、10都県被災建築物応急危険度判定協議会への参加を始めとして、応急危険度判定を担当する自治体職員等に対してツールに関する説明や体験会を行い（25年度は3回）、支援ツール操作方法や運用方法をはじめ、調査後の集計方法や地図化方法等についても様々な意見を収集した。それらの指摘を踏まえて、支援ツールの課題抽出を行い、改善可能な部分は改善を行った。

また、iOS 機器で動作する支援ツールは「応急危険度判定支援ツール（訓練版）」として、Apple 社の App Store を通じて一般公開を行った（25年度末で450ユーザーがダウンロード）。また、建研ホームページに支援ツールのサポートページを開設し、ツールの操作マニュアル等を公開している。また、調査実施後の集計・地図化についてもプログラム作成を行い、概ね自動で集計・地図化が行えるようになった。

調査の運用マニュアルについても、実地訓練への参加を通じて得たノウハウを含めてとりまとめた。作成した調査の運用マニュアル等は調査主体となる自治体に提供する予定である。

2) 汎用性のある現地調査ツールの機能要件の整理

汎用性のある現地調査ツールについては、有識者および実務者にヒアリングを実施し、意見交換を行った。また、大規模盛土造成地の変動予測調査や地震時の被災度認定調査、地震保険の損害調査、空き家調査といった個別の調査に対して求められる機能要件について、関連する団体や自治体と意見交換を重ね、一部はツールの試作を行った。それらの成果を踏まえて、災害時および平常時の建物調査に求められる機能要件を整理した。



図4 App Store の支援ツール公開画面



写真1 実地訓練の様子（京丹後市）

表1 支援ツールを利用した実地訓練等

実施年月	実施主体・内容等
H25年9月	静岡県(富士市)・応急危険度判定実地訓練
H25年10月	東京都多摩9市特定行政庁・支援ツール説明会
H25年11月	新潟市・応急危険度判定実地訓練
H25年11月	10都県被災建築物応急危険度判定協議会
H25年11月	京都府(京丹後市)・応急危険度判定実地訓練
H26年1月	熊谷市・被災建築物応急危険度判定ネットワーク会議
H26年2月	千葉県・応急危険度判定コーディネーターシナリオ演習
H26年3月	武蔵野市・応急危険度判定協議会

13. 地盤全体のせん断波速度構造の解明の為の物理探査技術の研究 (基盤研究課題、H24~25)

(1) 目的

地盤全体での地震波の増幅の一体的推定の為、比較的安価・簡便で浅層から深層まで地盤全体のせん断波速度構造を推定する(微動を利用するものを含む)物理探査技術に関する知見・情報を整理して、比較的狭いスペースで実施可能な技術の推奨できる組み合わせを実験的探査により選定し、ケーススタディーの情報と合わせて発信する(図1)。

(2) 研究の概要

比較的狭いスペースで利用可能な物理探査技術の知見・情報を浅部地盤(工学的基盤以浅)及び深部地盤(工学的基盤以深・地震基盤まで)を対象に整理し、工学的基盤の横方向の変化が顕著で、ボーリング資料・強震観測記録等が比較的揃っている福島県いわき市役所敷地をテストサイトとして、選定した物理探査技術を適用し、評価した。

平成24年度には、既存の探査手法であるSPAC法(空間的自己相関法)及びMASW法(高精度表面波探査法)を適用し、地下速度構造を推定した(図2及び図3)。工学的基盤($V_s > 400\text{m/s}$)は、40m以深に推定された。また、市庁舎敷地を東西に横切る断面、及び南北に横切る断面で、工学的基盤深度の横方向変化が推定された。

(3) 平成25年度に得られた研究成果の概要

国際地震工学研修における個人研修のテーマとして、上記のデータの再解析を既存ボーリング資料と合わせて検討し、工学的基盤の深さ分布を推定した(図4及び図5)。その結果、現在の市庁舎高層棟及び市議会議場の直下で、工学的基盤が半島状に高まり、その南北及び西側で、工学的基盤、及び浅層地盤内の速度境界の急激な深度増加が確認された(図5)。平成26

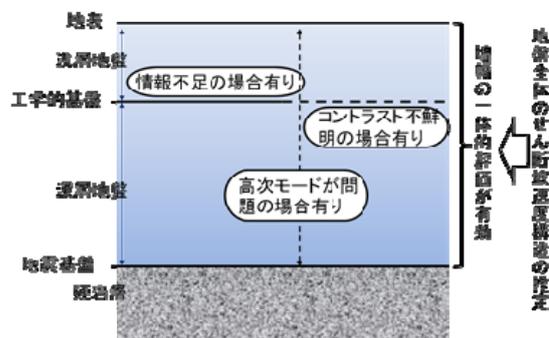


図1 研究対象地盤概念図

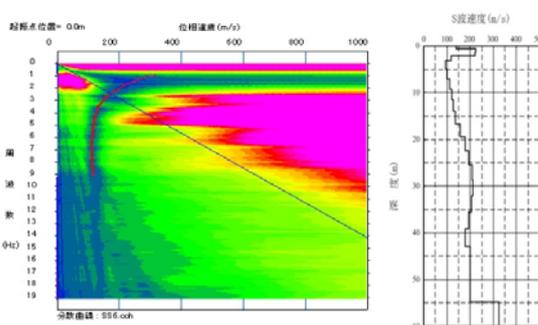


図2 いわき市役所敷地における微動アレイ探査中間結果：左) 分散曲線のイメージング、右) 推定されたせん断波速度分布の例

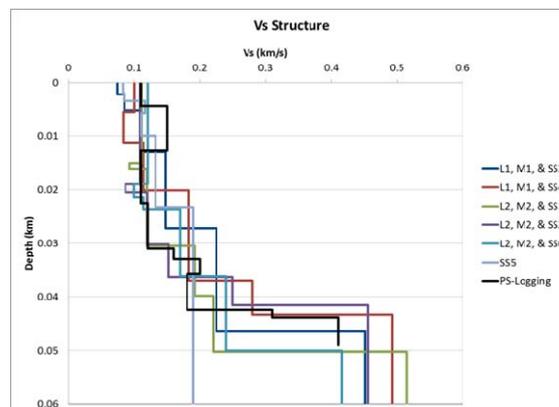


図3 SPAC法で推定された速度構造と東隣の敷地のPS検層資料の比較

年1月には、長周期地震計を使ったCCA法等の追加計測を実施した。

MASW法は、浅層地盤の V_s の横方向変化の検出には有効だが、ハンマーを使った人力による起振では分散曲線を推定できる周波数

帯が 5Hz 程度以上に限定され、単独で工学的基盤は検出できなかった。ボーリング資料から浅層地盤各層の Vs が確認でき、経験的な探査限界深度（～波長/3程度）より深く（～40m）まで速度構造が推定された（図 4）。

SPAC 法では、工学的基盤の検出が可能であり、最大解析波長はアレイ径の数倍程度、探査深度はアレイ直径と同程度以下という経験的な関係を追認する結果となった（図 5）。同じアレイで得られた微動記録を SPAC 法及び CCA 法で別々に解析した結果の比較では、より長周期までの分散曲線推定が CCA 法が可能であった。また、辺長 5m のアレイで、最大解析波長/アレイ直径が 100 を超え、工学的基盤を検出できる例もあった。一方、アレイ径がある程度大きくなると、この比が小さくなる傾向が見られた（図 6）。これは、最小解析可能周波数が固定されることに因る。なお地震基盤 ($V_s > 3000\text{m/s}$) は、いずれの手法でも検出できておらず、より大きなアレイ径での観測が必要であることを示している。

上記の結果から、比較的狭いスペースで実施可能な探査技術として、液状化危険度判定等で必要となる詳細な浅部地盤速度構造は MASW 法が、工学的基盤の検出については長周期地震計による CCA 法が選出される。しかし、CCA 法を小口径アレイで実施する場合、最小解析可能周波数を決めるメカニズムが未解明で、探査深度をアレイ径から予め予測し難いことが知られている。小口径アレイとある程度大口径のアレイをバランスよく併用するのが実用的と考えられる。

本課題の実施を通じて整備したデータ解析プログラムは、国際地震工学研修の教材として利用され、IISEE-NET を通じて公開される。本課題は、新規基盤研究課題「中小規模盆地を対象とする地震波干渉法を用いたせん断波速度構造探査技術の研究」に引き継がれる。テストサイトとその周辺での実証的研究を進める。

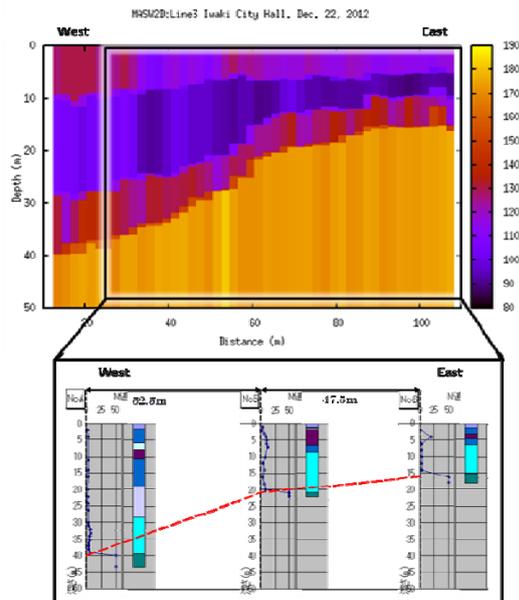


図 4 MASW 法による探査結果とボーリング資料との対比

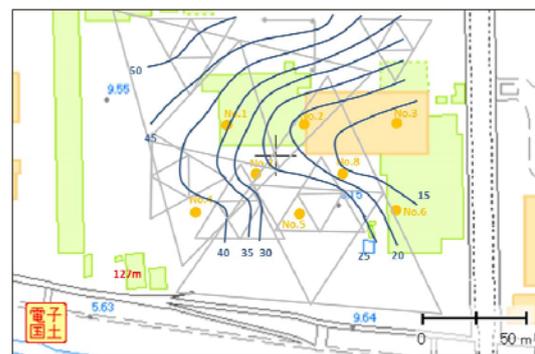


図 5 いわき市役所敷地における微動探査結果（工学的基盤の深さ）。Wiradikarta (2013)

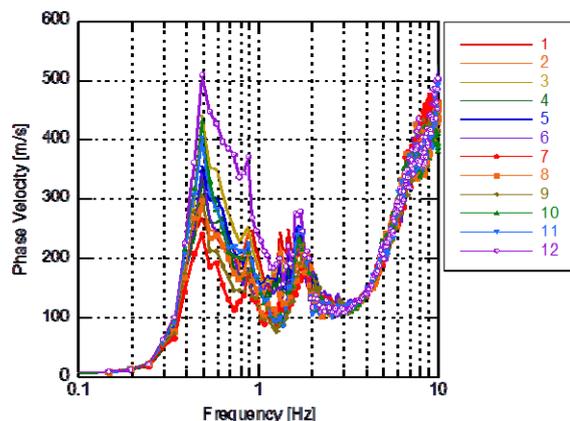


図 6 長周期地震計を使った CCA 法により検出されたいわき市役所敷地西側南北測線での位相速度の横方向変化の例（アレイ辺長 17.5m）。

14. 柱型を省略した鉄筋コンクリート造連層耐力壁の二次設計における部材種別の判定基準に関する研究（基盤研究課題、H23～25）

(1) 目的

端部の柱型を省略した RC 造連層耐力壁では、2010 年チリ地震でも数多く確認されたような壁端部での圧縮破壊や座屈といった脆性破壊の危険性がある（図 1）。2010 年に改訂された日本建築学会 RC 規準では、壁端部の柱型を省略した壁部材の許容耐力算定法が新たに規定され、壁端部拘束域に関する条件付きで一次設計が可能となった。一方で、二次設計において保有水平耐力計算を行う場合には、部材の塑性変形性能に影響を及ぼす指標を用いて部材種別を判定するが、壁端部の柱型を省略した壁部材に対する部材種別の判定基準は明確ではない。その背景には、柱型の無い耐力壁の変形性能の評価については、壁端部拘束域の配筋や軸力の大きさなどが主要な影響因子であると考えられているものの、これに関連する技術的な知見が十分に揃っていないという現状がある。そこで、本研究では、柱型を省略した連層耐力壁の二次設計における部材種別の判定基準の整備を目的として、変形性能とそれに影響を及ぼす因子の関連性を解明する。

(2) 研究の概要

本研究の内容は以下に示す通りで、その一部は建築基準整備促進事業における共同研究として実施した。

- 1) 既往文献の実験データを整理し、壁端部拘束域の配筋や軸力の大きさ等の影響因子が柱型を省略した耐力壁の変形性能に及ぼす影響に着目して分析を行う。
- 2) 上記の影響因子を実験変数とした構造実験を実施し、実験データの収集を行う。
- 3) パラメトリック解析を実施し、部材の変形性能と影響因子の関係を定量化する。



図 1 柱型を省略した連層耐力壁の被害（2010 年チリ地震）

表 1 試験体一覧

試験体名	F_c (N/mm ²)	コア 断面* (mm)	主筋	拘束筋	荷 重 履 歴
1B-C	24	100 × 230	12- D10	3-D4@80	単調
1B-M				($\rho_r=0.56\%$)	繰返し
2B-C				6-D4@80	単調
2B-M				($\rho_r=0.99\%$)	繰返し
3B-C				6-D6@80	単調
3B-M				($\rho_r=2.20\%$)	繰返し
4B-C				6-D6@60	単調
4B-M				($\rho_r=2.94\%$)	繰返し

*拘束筋内法寸法



図 2 破壊状況

(3)平成 25 年度に得られた研究成果の概要

耐力壁の変形性能に大きく影響する壁脚部のヒンジ部を模擬した要素試験体の荷重実験を実施し、実験データの収集・検討を行った。

試験体は表 1 に示す壁脚部要素試験体 8 体で、実験変数は荷重履歴（単調圧縮、引張圧縮繰返し）、拘束筋の配筋方法（柱の最低せん断補強筋量レベルから上限レベルまでを想定した 4 種類）とした。本実験は、繰返し荷重及び拘束筋の配筋方法が主筋の座屈を含めた脚部ヒンジ領域の耐力や変形性能に及ぼす影響を検証することが目的である。引張圧縮繰返し荷重の履歴は過去の耐力壁実験の壁脚部におけるひずみ履歴に基づき決定した。本実験で得られた知見を以下にまとめる。

- ・ 繰返し荷重を受ける試験体では、2010 年チリ地震で大きな被害を受けた連層耐力壁脚部と同様の主筋破断や主筋座屈を伴う圧縮破壊状況を再現できた。（図 2）
- ・ 圧縮最大耐力に対する荷重履歴の影響は明確には見られなかった。また、既往の拘束コンクリートモデル（New RC 式、六車・渡邊式）は全体的に耐力を低めに評価した（図 3、4）。
- ・ 圧縮最大耐力以降の変形性能は、繰返し荷重の影響で低下することが分かった。本実験の実験変数の範囲では、繰返し荷重による変形性能の低下率はいずれも 20%程度前後であった（図 3、図 5）。
- ・ 実験では拘束筋量に応じて主筋の座屈長さが異なる破壊性状を示した。これにより主筋の負担できる圧縮力に差が生じ、最大耐力以降の大変形時に挙動の違いが見られたと考えられる。

これらの得られた成果は、今後、日本建築学会や日本地震工学会の論文等で公表する予定である。

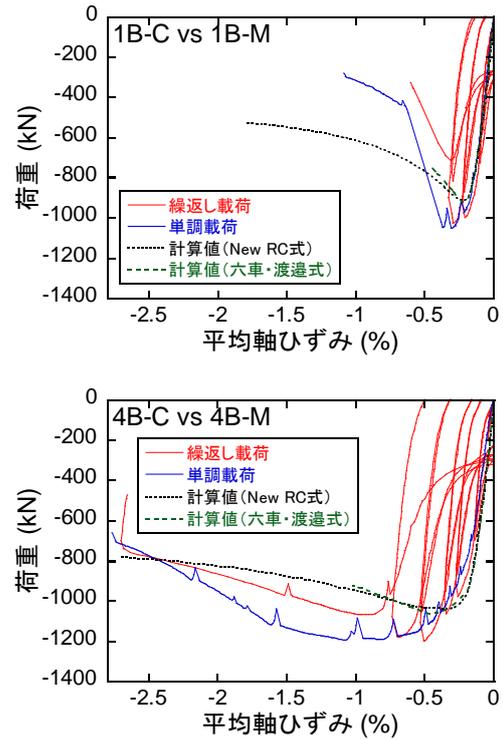


図 3 荷重—平均軸ひずみ関係（1B、4B）

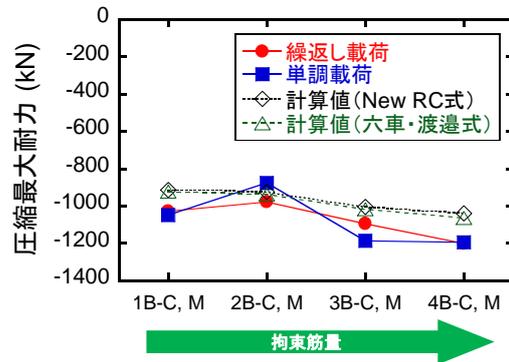


図 4 圧縮最大耐力の推移

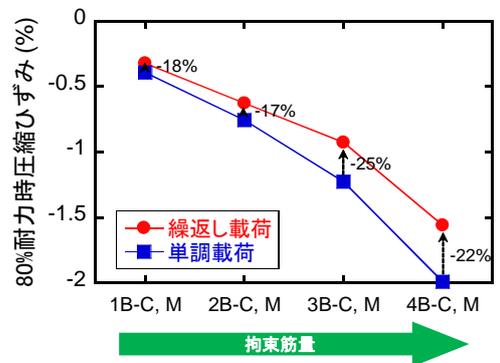


図 5 80%耐力時圧縮ひずみの推移

15. 津波避難ビルに係る津波波力等の評価手法に関する研究
(基盤研究課題、H24～26)

(1) 目的

津波避難ビルに作用する津波荷重の定量的評価を合理的に行うためには、被害調査結果に加え、解析的・実験的研究によって知見を補うことが求められる。

本研究は、解析的・実験的研究により、建築物の開口による波力の低減、浮力や障害物等の影響について定量的な評価を行い、津波避難ビルの津波荷重の評価手法に関する技術資料の整備に資することを目的とする。

(2) 研究の概要

- 1) 建築物の開口形状と大きさによる波力低減効果を検討し、津波波力の定量的評価を行う。
- 2) 浮力による建築物の転倒抵抗耐力の低減の検討により、浮力の評価方法を提案する。
- 3) 障害物や地表面粗度等による波力低減効果を定量的に評価する。

(3) 平成25年度に得られた研究成果の概要

1) 開口の形状と大きさによる波力低減効果

平成24年度に作成した数値解析用解析モデルを用いて、VOF (Volume of Fluid) 法に基づく数値解析を実施した。建物側は開口率、荷重側はフルード数と浸水深をパラメータとしており、図2～3に解析結果の一例を示す。図3は開口率約0.4、フルード数0.8、浸水深10mの結果であり、各階ごとの水平波力、前面と背面との浸水深の差を算出している。以上の開口の大きさと荷重条件との対応に着目して、波力低減効果を系統的に整理した。

2) 浮力による建築物の転倒抵抗耐力の低減

基本形状の建築物モデルを対象にして、基礎底面及び床スラブ下面に作用する上向きの力をVOF法による数値解析で再現し、建築物全体に作用する浮力の発生メカニズムを解析的に再現する手法を検討した。

【研究の概要】

平成23年度の基盤研究や建築基準整備促進事業等の成果を踏まえて、新たに水理実験や数値解析を実施し、津波避難ビルの津波荷重に関して、開口、浮力、障害物等の影響について定量的に評価する。



【アウトカム】

本研究成果が、地方自治体が津波防災計画の策定に用いる技術基準の策定又は改正に資することをめざす。

図1 研究の概要

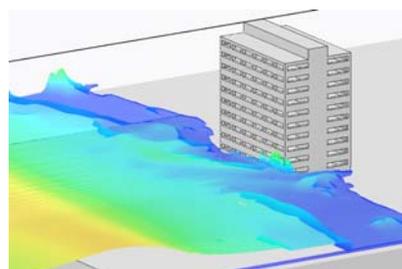
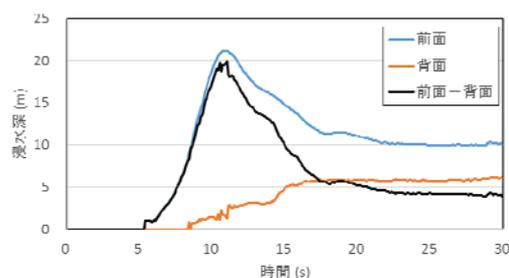
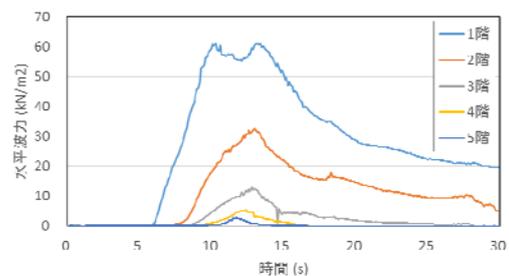


図2 解析結果の一例（波圧作用開始時）



(a) 建物の前面・背面における浸水深



(b) 各階における水平波力

図3 浸水深と水平波力の算出例