

ISSN 1884-2747

# BRI 研究レポート 2013



独立行政法人 建築研究所  
Building Research Institute  
<http://www.kenken.go.jp/>

## はじめに

第3期中期計画の2年目にあたる平成24年度は、国土交通大臣により示された中期目標を達成すべく、関連する重要な研究開発に精力的かつ着実に取り組んだ一年でありました。

なお、建築研究所のミッションである住宅・建築・都市分野における国の技術基準等への反映において、成果の迅速かつ確かな社会への還元を常に意識しつつ、以下のように適切に進めました。

都市の低炭素化の促進に関する法律（平成24年12月施行）を踏まえ、同時期に公布される関連の告示等の技術基準に反映される知見を短期間のうちに整理するため、省エネルギー評価手法や省エネルギー基準に関する研究に対して研究資源を重点的に投入して取り組みました。研究成果が当該技術基準類に反映されたほか、建築研究所から計算プログラムやその解説などの技術情報も提供し、国の技術基準等へ反映される研究開発及び成果の社会への還元という建築研究所本来のミッションを、迅速に果たしたものとなりました。

5月6日につくば市で竜巻による建築物等の被害が生じたことから、建築研究所は国土技術政策総合研究所と連携し、建築物等の被害状況の把握を目的として被害発生当日から現地調査を開始しました。被害発生2日後における調査結果速報のホームページでの公表など迅速な情報発信に努めたほか、竜巻による被害発生風速の推定や築物被害の発生メカニズムのより詳細な解明を行うべく研究課題を速やかに立ち上げました。

前年度に引き続き、東日本大震災を踏まえた研究開発として、津波避難ビルに関する研究、天井の耐震設計に関する研究、長周期地震動に関する研究を進めたほか、被災者向け災害公営住宅の基本計画策定に対する技術的な支援を実施しました。

建築における木材利用促進のため、構造、防火等の技術基準の策定等に反映されるべく研究開発を進め、防火関連では、木造学校に関する教室規模での所内の実験を重ねて耐火性能向上のための研究を進め、これらの成果をもとに2回目の木造3階建て学校の実大震災実験を行い（平成24年11月）、実大規模での耐火性能等を確認しました。

日本を代表する建築分野の公的研究機関として、積極的に海外の研究機関等との研究協力を実施しました。新規の研究協力協定の締結を行ったほか、多くの研究協力協定に基づいて研究協力を進めたところであり、この他にも国際会議の開催や国際研究組織への参画など、積極的な国際連携を図りました。

このBRI研究レポート2013は、独立行政法人建築研究所が平成24年度に行った重点的研究開発課題の概要を平成25年3月末時点で取りまとめたものです。これにより、独立行政法人建築研究所が行った研究開発の概要をご理解いただくとともに、皆様の参考としてご活用いただければ幸甚とするところであります。

平成25年10月



理事長

坂本 雄三

東京大学名誉教授  
工学博士

## 変化する社会的・国民的ニーズに対応した研究開発の推進（平成24年度）

建築研究所では、国土交通大臣に示された4つの研究開発目標に基づき、社会的に重要性・緊急性が高い「重点的研究開発課題」に、研究費の概ね7割を投入して集中的に研究開発に取り組むとともに、基礎的・先導的・萌芽的な「基盤研究課題」にも、積極的に取り組んでいます。

研究開発の実施にあたっては、外部の競争的資金の獲得や、大学、民間企業等との共同研究にも積極的に取り組むとともに、研究開発の開始前・中間段階・終了後において外部専門家等による評価を受け、研究開発の適切な実施に努めています。

### 4つの研究開発目標

目標ア)  
グリーンイノベーションによる持続可能な住宅・建築・都市の実現

目標イ)  
安全・安心な住宅・建築・都市の実現

目標ウ)  
人口減少・高齢化に対応した住宅・建築・都市ストックの維持・再生

目標エ)  
建築・都市計画技術による国際貢献と情報化への対応

### 重点的研究開発課題

（社会的に重要性・緊急性が高いテーマ）

### 基盤研究課題

（基礎的・先導的・萌芽的なテーマ）

目標ア) グリーンイノベーションによる持続可能な住宅・建築・都市の実現

- 1 省エネ基準運用強化に向けた住宅・建築の省エネルギー性能評価手法の高度化 (H23~H25) … 3  
環境研究グループ ○桑沢保夫、澤地孝男、瀬戸裕直、宮田征門、赤嶺嘉彦
- 2 アジアの蒸暑地域に対応した低炭素型戸建て住宅設計技術に関する研究 (H23~H25) … 5  
住宅・都市研究グループ ○岩田 司、加藤真司  
環境研究グループ 桑沢保夫、宮田征門
- 3 木材の利用促進に資する中層・大規模木造建築物の設計・評価法の開発 (H23~H25) … 7  
建築生産研究グループ ○中島史郎  
材料研究グループ 山口修由、中川貴文  
構造研究グループ 荒木康弘  
防火研究グループ 萩原一郎、林 吉彦、吉田正志、増田秀昭、茂木 武、鈴木淳一  
環境研究グループ 平光厚雄
- 4 建築材料・部材の物理的耐用年数と資源循環性に関する評価技術の開発 (H23~H25) … 9  
材料研究グループ ○鹿毛忠継、濱崎 仁、山口修由、中川貴文、古賀純子、土屋直子  
建築生産研究グループ 中島史郎、武藤正樹、小野久美子
- 5 建築物の超節水型衛生設備システムにおける技術的課題の克服に関する研究 (H23~H25) … 11  
環境研究グループ ○山海敏弘

目標イ) 安全・安心な住宅・建築・都市の実現

- 6 建築構造計算の一層の適正化に資する工学的判断基準の明確化に関する研究 (H23~H24) … 13  
構造研究グループ ○加藤博人、飯場正紀、福山 洋、小山 信、平出 務、長谷川隆、  
田尻清太郎、荒木康弘、谷 昌典  
国際地震工学研究センター 森田高市  
建築生産研究グループ 中島史郎、石原 直  
材料研究グループ 山口修由、中川貴文  
企画部 向井智久
- 7 長周期地震動に対する超高層建築物等の応答評価技術の高度化 (H23~H24) … 15  
構造研究グループ ○福山 洋、飯場正紀、大川 出、長谷川隆、小山 信、加藤博人、  
田尻清太郎、谷 昌典  
国際地震工学研究センター 齊藤大樹、横井俊明、森田高市  
建築生産グループ 石原 直  
企画部 向井智久
- 8 緊急性が高い既存不適格建築物の火災安全性向上技術の開発 (H23~H25) … 17  
防火研究グループ ○萩原一郎、林 吉彦、鈴木淳一、吉田正志、増田秀昭、茂木 武

目標ウ) 人口減少・高齢化に対応した住宅・建築・都市ストックの維持・再生

- 9 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 (H23~H25) … 19  
材料研究グループ ○濱崎 仁、鹿毛忠継、土屋直子  
建築生産研究グループ 武藤正樹  
住宅・都市研究グループ 藤本秀一  
構造研究グループ 谷 昌典  
防火研究グループ 萩原一郎、茂木 武、吉田正志  
企画部 向井智久
- 10 住宅価値の長期的な維持・向上のためのマネジメント技術に関する研究 (H23~H25) … 21  
住宅・都市研究グループ ○藤本秀一、加藤真司、樋野公宏、米野史健
- 11 高齢者等の安定した地域居住に資するまちづくり手法の研究 (H23~H25) … 23  
住宅・都市研究グループ ○樋野公宏、石井儀光、米野史健

目標工) 建築・都市計画技術による国際貢献と情報化への対応

- 12 建築物の技術基準への適合確認における電子申請等の技術に関する研究 (H24~H26) … 25  
建築生産研究グループ ○武藤正樹、左海冬彦、石原 直、小野久美子
- 1 省エネ基準運用強化に向けた住宅・建築の省エネルギー性能評価手法の高度化 (H23~H25) 【再掲】 … 3  
環境研究グループ ○桑沢保夫、澤地孝男、瀬戸裕直、宮田征門、赤嶺嘉彦
- 2 アジアの蒸暑地域に対応した低炭素型戸建て住宅設計技術に関する研究 (H23~H25) 【再掲】 … 5  
住宅・都市研究グループ ○岩田 司、加藤真司  
環境研究グループ 桑沢保夫、宮田征門
- 5 建築物の超節水型衛生設備システムにおける技術的課題の克服に関する研究 (H23~H25) 【再掲】 … 11  
環境研究グループ ○山海敏弘

# 1 省エネ基準運用強化に向けた住宅・建築の省エネルギー性能評価手法の高度化



研究リーダー 環境研究グループ上席研究員 桑沢保夫

## (1) 目的

地球温暖化対策として世界的に低炭素社会の重要性が叫ばれ、国土交通省は住宅・建築物の省エネ化を推進すべく、新築建物については2020年までに省エネ基準への適合を義務づけることについて、その検討を開始している。

また、東日本大震災後の電力供給能力の低下もあり、新技術にも対応できる拡張性の高い省エネルギー性能評価手法の開発が求められている。

そこで、省エネ基準運用強化に向けた住宅・建築の省エネルギー性能評価手法の高度化を実証的に進めることを主たる目的とする。

## (2) 研究の概要

### 1) 業務用建築の省エネルギー性能評価手法の開発と中小規模の場合の省エネ設計指針の作成

- ① 建築設備システムの実働特性、各種室の使用条件といったエネルギー消費実態に関する基本的な情報を整備する。
- ② 整備された情報等を活用して省エネルギー性能評価手法を開発する。
- ③ 実験、調査を通じて、中小規模業務用建築物のための個別分散型空調システムの省エネルギー設計指針を作成する。
- ④ 建物群でのエネルギー融通等による省エネルギー化・低炭素化に関して調査・検討を行う。

### 2) 居住条件の多様化等に対応した住宅の省エネルギー性能評価手法の高度化と LCCM 住宅技術指針の作成

- ① 効果検証実験等により、LCCM 住宅建設に関する関連技術指針を提案する。
- ② 既存の評価手法では対応できていない、世帯人数の違いや最新型省エネ機器などにも対応

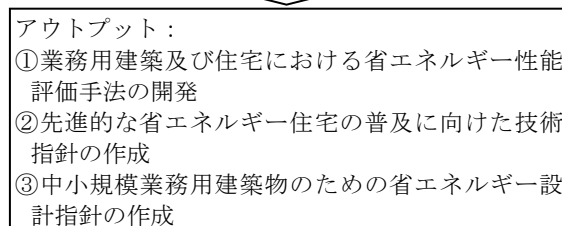
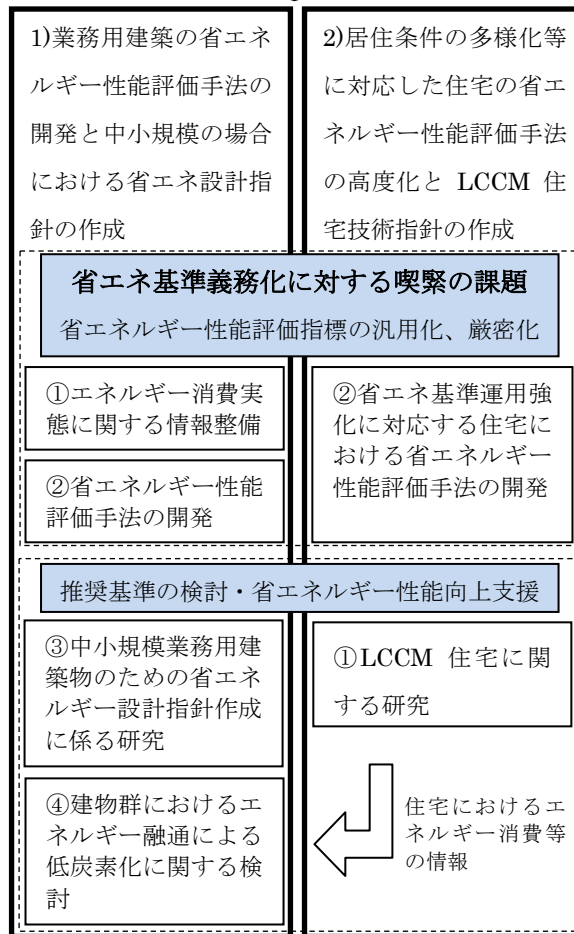
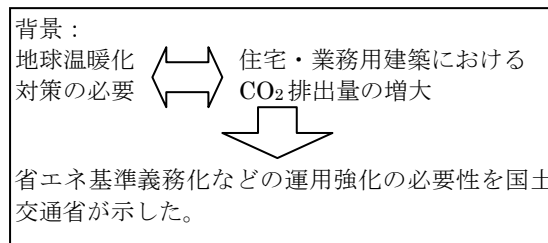


図1 研究開発の概要



できる、省エネ基準運用強化に対応する住宅における省エネルギー性能評価手法を開発する。

### (3) 平成 24 年度に得られた研究成果の概要

#### 1) 業務用建築の省エネルギー性能評価手法の開発と中小規模の場合の省エネ設計指針の作成

① 建築設備システムの実働特性解明のための実測調査および各種室の使用条件に関する実態調査を実施し、省エネルギー基準に反映できる形に取りまとめた(図2、3)。

② クラウドサーバを利用して一次エネルギー消費量を推定することができる WEB プログラムを開発した。

③ 中小規模業務用建築物のための個別分散型②の WEB プログラムを利用し、外皮性能や機器の効率、容量を変化させてエネルギー消費量を求め、個別分散型空調システムの容量設計方法について検討を行った。

④ 太陽光発電などのオンサイトにおけるエネルギー生産やエネルギー融通に関して事例を調査し、省エネルギー上の問題点等について検討した。

#### 2) 居住条件の多様化等に対応した住宅の省エネルギー性能評価手法の高度化と LCCM 住宅技術指針の作成

① LCCM デモ住宅による運用時のエネルギー消費量、太陽光発電によるエネルギー生産量の計測を継続し、各種設備等の実効性の評価をより精緻なものにした(図4)。

② 省エネ基準運用強化に対応する住宅における省エネルギー性能評価手法の開発として、最新型省エネ機器など基礎情報の収集を継続、生活条件の多様化や集合住宅などの住宅特性などに対応できる、住宅における省エネルギー性能評価手法の案を検討した(図5)。

・以上の成果は、省エネ・低炭素基準に関する告示(第 119 号)等に反映された。また、各種計算支援プログラムやそれらの解説、関連資料等

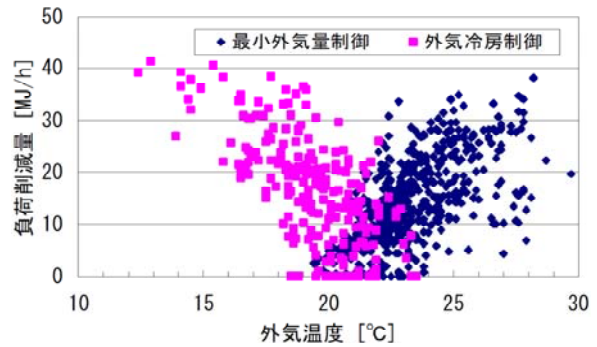


図2 外気温度と外気負荷削減量の例(事務所、床面積約 10,900m<sup>2</sup>、北海道)

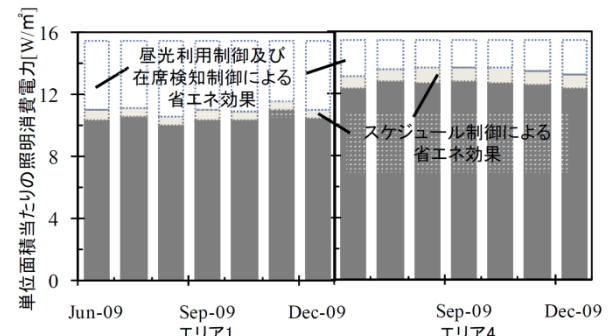


図3 照明用月別電力消費量 (9:00-18:00) の測定例

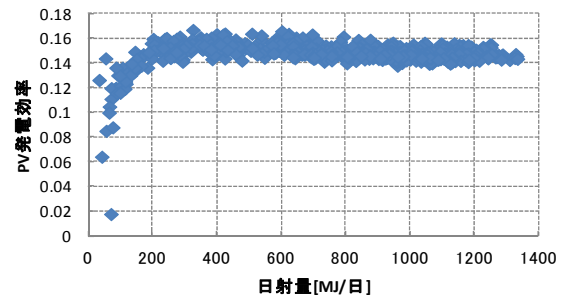


図4 LCCM デモ棟での秋季実験における太陽光発電パネルの発電効率

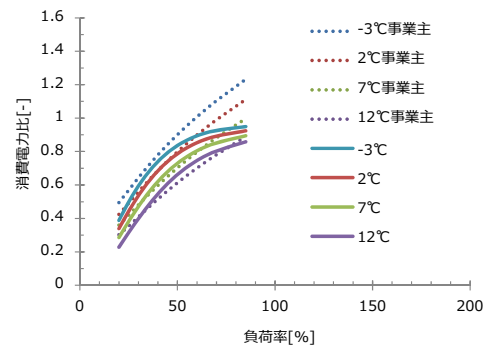


図5 セントラル空調システムの効率予測

を作成し、特設ページを開設して技術情報を提供した。

## 2 アジアの蒸暑地域に対応した低炭素型戸建て住宅設計技術に関する研究



研究リーダー 住宅・都市研究グループ上席研究員 岩田 司

### (1) 目的

本研究は、アジアの蒸暑地域における低炭素型住宅技術を確立するため、各国の住宅に関する情報を収集するとともに、我が国の蒸暑地域である沖縄における戸建て住宅、および戸建て住宅を含む市街地の類型ごとに、住宅・市街地類型別蒸暑地域対応低炭素型戸建て住宅設計ガイドラインを作成することを目的としている。なお本研究は、沖縄県「スマートエネルギーアイランド基盤構築事業」(平成 23～26 年度:内閣府補助事業)と連携しつつ行い、成果は省エネ法の技術基準の改正等に活用される。

### (2) 研究の概要

#### 1) 住宅単体に関する技術開発

構造、プランの特徴や暑さ対策手法等から、戸建て住宅の類型化を行い、類型ごとの居住環境性能向上、及び省エネルギーのための技術を整理した上で、室内温熱環境シミュレーションを行い、その効果の実証を行う。

#### 2) 住宅市街地に関する技術開発

住宅の類型、道路パターン、市街化した時期、緑被率、地形の特徴等から、住宅市街地類型化を行い、類型ごとの環境性能を調査し、日射シミュレーションを行い、省エネルギーのための相隣環境に関する計画技術を整理する。

#### 3) 住宅設計ガイドラインの作成

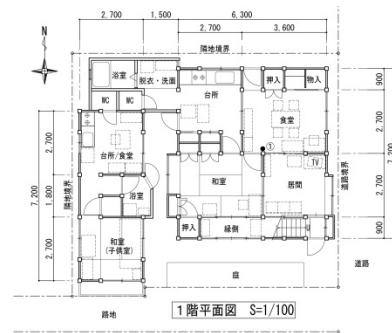
1)、2)の結果から沖縄における戸建て住宅設計技術、住宅市街地環境に関する計画技術(規制、誘導手法)の開発を行い、「住宅・市街地類型別住宅設計ガイドライン」を作成する。

#### 4) アジアの蒸暑地域への低炭素型住宅技術の普及のための調査・研究

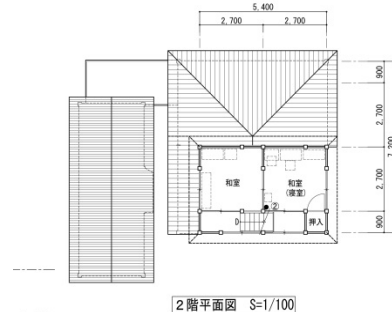
各国の住宅建設技術に関する情報収集を行い、アジア蒸暑地域各国の状況にあわせた低炭素型住宅のあり方を整理する。



図1 室内環境調査の様子



1階



2階

図2 測定住宅例：密集市街地2階建て

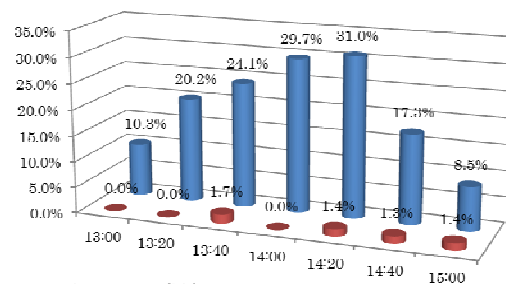


図3 測定住宅例(図2)における室内風速と那覇気象台アメダス風速(10分間の平均)との割合(2012/12/21)

(3) 平成 24 年度に得られた研究成果の概要

1) 住宅単体に関する技術開発

平成 23 年度の調査から戸建住宅 7 軒、また比較のために共同住宅 2 軒、事務所ビル 1 軒を選び、以下の調査、分析を行った。

- ア) 居間、寝室における温湿度、壁面表面温度の測定(図 2)を行い、夏季から冬季における室内温湿度環境と、晴天時の外壁材料の違い毎の日射による壁面からの輻射熱の実態を把握し、日射遮蔽効果を整理した。
- イ) 同じく室内の風速測定を行い、隣棟間隔、中庭の有無等による通風の効果の実態を把握し(図 2、3)、換気通風効果を整理した。
- ウ) 夏季の窓の開閉、エアコン使用を中心に生活アンケート調査を行い、エアコンは高齢者のいる部屋ではほぼ 1 日中、その他の部屋では就寝時のみ使われている実態がわかった。
- エ) 家庭での使用エネルギー(電気、ガス、灯油、水道等)に関する情報の収集を行い戸当たり年間消費エネルギーが 40~65GJ(1 次エネルギー換算)程度であることがわかった。
- オ) 夜間の過冷却によると考えられる結露が北側天井、壁面上部、及び床下に見られ、結露防止のための天井周り、内壁、及び基礎まわりの断熱手法の整理を行った。

2) 住宅市街地に関する技術開発

平成 23 年度の調査から 4 つの代表的な市街地を選び、居住環境測定とその地区における日射シミュレーションを行った(図 4~8)。

シミュレーションでは、住宅地の密度、地形(北斜面・南斜面)による日射取得の容易な場所、困難な場所の識別が可能となった。

また那覇气象台におけるアメダスデータとシミュレーションの結果を月別に比較すると全体の傾向はほぼ類似しているものの、シミュレーション結果の方がやや日射取得量が多めに出ている(図 9)。これは実際の天候の雲量、視程等によるものと考えられ、精度を上げるための詳細な解析を今後進める予定である。



図 4 現況航空写真(左)と作成したシミュレーション用 3 次元モデル例(右)

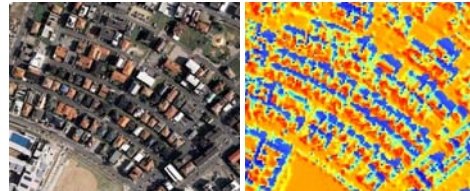


図 5 天久新都心(2012/9/24・14:00)



図 6 田原密集市街地(2012/10/3・14:00)

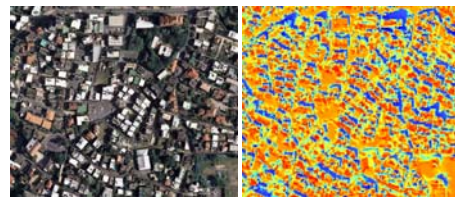


図 7 首里大中北斜面(2012/9/24・14:00)



図 8 首里金城南斜面(2012/9/24・14:00)

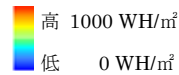


図 2~5 の凡例

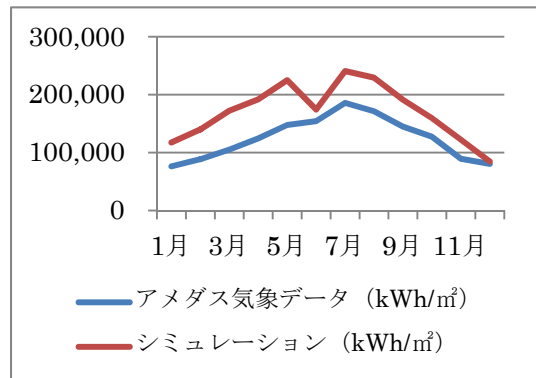


図 9 月単位の日射量合計値(2012年)



### 3 木材の利用促進に資する中層・大規模木造建築物の設計・評価法の開発



研究リーダー 建築生産研究グループ上席研究員 中島史郎

#### (1) 目的

中層・大規模木造建築物を建設しやすい環境を整備することを目的として、材料、構造、防火の各視点から、木造建築物の設計と評価に関わる現行の技術基準を再確認し、建築基準法関連法令の見直しが必要になった場合に活用することができる技術資料を整備する

#### (2) 研究の概要

##### 1) サブテーマ1: 木質構造材料の材料認定に関わる技術資料の整備(材料)

海外で木質構造材料として使用されているクロス・ラミネーテッド・ティンバー (CLT) 等に対する性能評価法を検討し、材料認定に関わる法令整備、並びに、基準強度の指定に必要な技術資料を整備する。また、中層・大規模木造建築物の建設に関わる炭素収支の評価事例をまとめた技術資料を作成する。

##### 2) サブテーマ2: 構造設計法の開発と基準見直しのための技術資料の整備(構造)

中層・大規模木造建築物に対する構造設計法を確立する上で必要な技術的な知見を整備し、現行法令での取り扱いと必要な法令改正について整理した技術資料を整備する。

##### 3) サブテーマ3: 防耐火上の基準見直しのための技術資料の整備(防火)

現行法令において木造とすることが制限されている高さや規模を有する建築物を対象として、木造建築物を用いて同等以上の火災安全性を確保するため必要な技術基準を整備する。

具体的には、構造部材の耐火性能、壁・床への燃えしる設計の適用などに関する技術的な検討を行う。また、木造 3 階建て学校の実大火災実験を実施し、提案する防火対策等について、その性能を確認し、法令改正のための技術資料を整備する。

#### 材料分野の課題と研究開発の項目



欧米で建設されているクロスラミネーテッドティンバーを構造材とする建物。日本では、同材料を認定するための枠組がない。



- 1) 木質構造材料の材料認定に関わる技術資料の作成
- 2) 中層・大規模木造建築物の炭素収支の評価に関

#### 構造分野の課題と研究開発の項目



欧米で建設されている中層・大規模木造建築物。日本では、時刻歴応答解析、限界耐力計算など高度な構造計算が要求される。



- 1) 中層・大規模木造建築物の構造設計法の開発
- 2) 中層・大規模木造建築物の構造設計法の開発のためのデータ収集

#### 防火分野の課題と研究開発の項目



2×4 工法による耐火構造でつくられた大規模木造建築物。防火規定により木造には厳しい制限があり、高い耐火性能が要求される。



- 1) 中層・大規模木造建築物の防火基準に関する技術資料の整備
- 2) 中層・大規模木造建築物の防耐火性能等に関する試験・評価法の作成
- 3) 大規模木造建築物の実大火災実験

図1 現状の課題と各分野の研究開発の項目



### (3) 平成 24 年度に得られた研究成果の概要

#### 1) サブテーマ1: 材料関連の成果

CLT の面内せん断性能、曲げ性能、座屈性能、長期載荷荷重に対する性能について以下のことが明らかとなった。面内せん断強度は挽き板のせん断強度から概ね評価することができる。曲げ強度は既往の計算法により評価することができる。座屈強度は主軸方向の挽き板のみが荷重を負担するとして計算することにより評価することができる。変形増大係数は製材よりも大きく、荷重継続時間に係る調整係数は製材よりも小さくなる可能性がある。(図 2)



図2 CLT の材料性能の評価試験の様子  
(解説) 左上：ツールールシヤによるせん断試験、中央上：LW 改良法によるせん断試験、右上：座屈試験、左下：曲げ試験、右下：長期荷重載荷試験

#### 2) サブテーマ2: 構造関連の成果

CLT 構造、軸組構造、枠組壁工法による中層木造建築物に対する構造検討を行い、以下の知見を得た。CLT 構造 3 層モデルの構造検討の結果、保有水平耐力計算と限界耐力計算を満足するためには、短期許容せん断耐力が C0 換算で 0.4~0.5 程度必要となる場合がある。軸組構造による 3 階建準耐火及び 4 階建耐火構造に必要な断面寸法と接合部性能に関する知見(図3 上段)。枠組壁工法 6 階建て建物の 1 階には許容耐力約 40kN/m の壁が必要である。

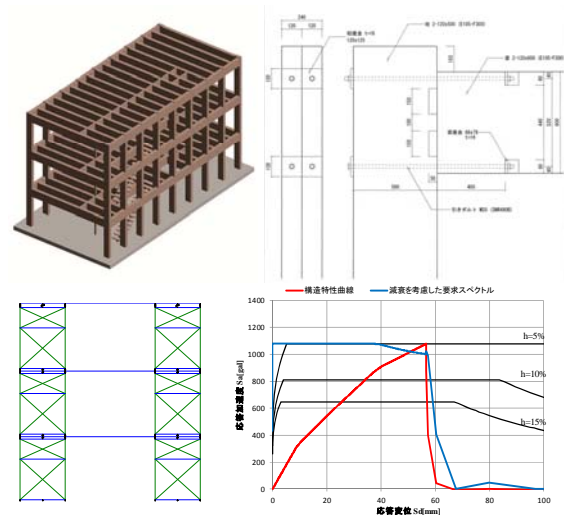


図3 構造関連の検討結果  
上段：3 階建準耐火モデルと柱梁接合部の例  
下段：3 層 CLT 解析モデルと等価線形化法による検討

#### 3) サブテーマ3: 防火関連の成果

諸外国の防火規定を調査し、木材の使用が緩和された建物規模・用途を比較し、木材使用の範囲とそれに対する要求性能を整理した。

木質系の壁・床の耐火実験から燃えしろの炭化速度は CLT パネルでは 0.8mm/分、LVB では 0.65mm/分程度である。150mm 厚の防火被覆した CLT 床では 1.5 時間超の耐火性を有し、壁(細長比約 40)では、常温の破壊荷重に対して 1/6 の荷重であれば 1 時間程度の耐火性を有することが明らかとなった(図4)。

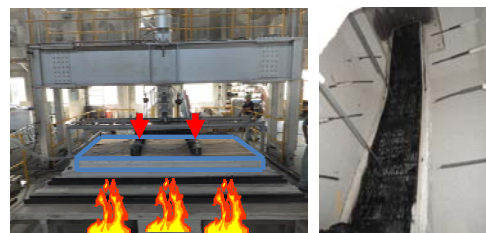


図4 CLT パネルの耐火実験

共同研究により、木造 3 階建て学校の実大火災実験を行い、内装不燃化による延焼拡大の抑制効果、早期の上階延焼防止効果を確認し、内部の延焼拡大性状、煙の拡大性状、周囲への火災の影響などについて把握した(図5)。



図5 木造3階建て学校の実大火災実験(準備実験)の様子

## 4 建築材料・部材の物理的耐用年数と資源循環性に関する評価技術の開発

研究リーダー 材料研究グループ 上席研究員 鹿毛忠継



### (1) 目的

副産物や再生材の利用促進、建築物の長寿命化ならびに資源循環という観点からの建築材料・部材や建築物のあり方・使い方、ならびに行政施策を検討するための技術資料を作成することが、本研究の目的である。

### (2) 研究の概要

本研究は、図1に示すように3つのサブテーマからなり、コンクリート部材および木造建築物を対象としている。サブテーマ1では、コンクリート部材及び木造建築物の物理的耐用年数を算定する手法の開発、サブテーマ2では、コンクリート及び木質建築材料・部材の製造・廃棄ならびに資源の再生に係る環境負荷量の算定に必要なデータの収集、サブテーマ3では、物理的耐用年数を変数として環境負荷量を定量的に算定するための手法を開発する。

### (3) 平成24年度に得られた研究成果の概要

#### 1) サブテーマ1

コンクリートに関しては、普通コンクリートと比較して強度発現性や耐久性が劣ると考えられる副産材料(スラグ骨材、混合セメント等)を用いたコンクリートについて、物理的耐用年数と評価手法についてデータを収集・整理し、物理的耐用年数評価のための理論式における係数や使用規準の検討を行った。図2は、高炉スラグ細骨材の混合率を50~100%と増加させた場合のコンクリートの促進中性化試験結果の一例である。これより、中性化速度に関しては、普通コンクリートと同程度か、小さくなり、その程度は混合率が高いほど顕著であることがわかった。また、仕上材等の躯体保護効果(中性化抑制効果)を物理的耐用年数評価の際にどのように考慮すべきか等を検討するための共同研究(コンクリート造建築物の劣化対策に関する基準の整備に資する検

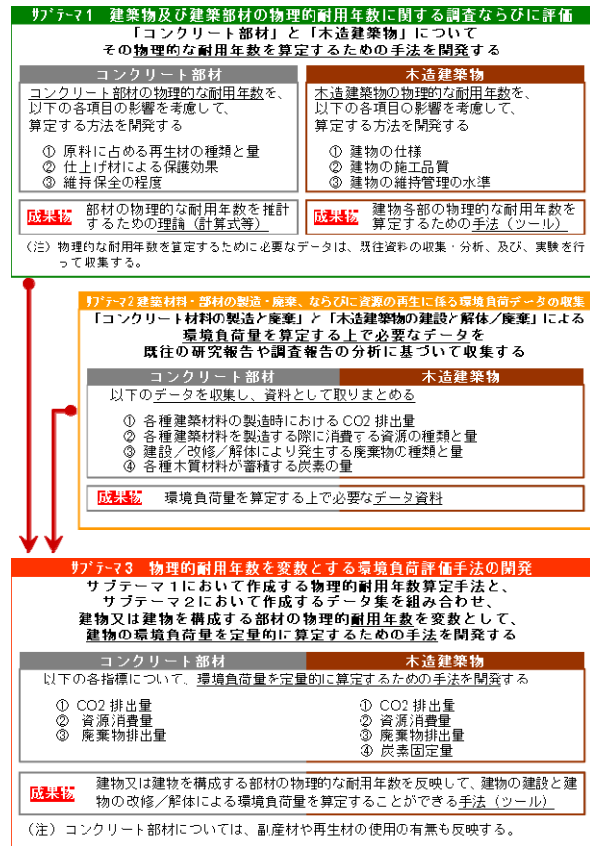


図1 研究開発の概要

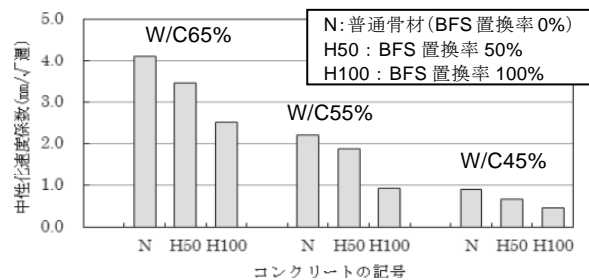


図2 高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの促進中性化速度係数(結果の一例)

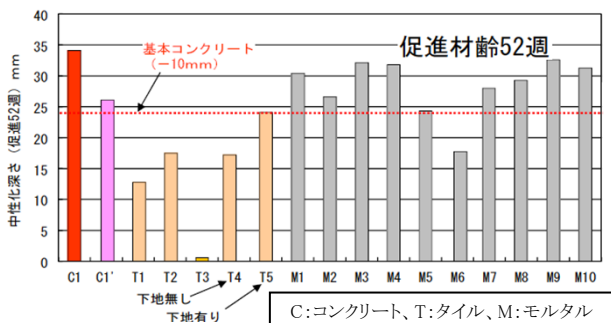


図3 各種仕上材料の中性化抑制効果

討一仕上材等による中性化抑制効果の評価・検証方法に関する調査一)を実施し、鉄筋コンクリート建築物の劣化対策に関する基準の整備のための技術資料を整備した。図3に示すように、モルタル仕上げは仕様によって中性化抑制効果が異なること、タイル張り、外断熱工法、仕上塗材は中性化抑制効果が高いことが確認された。木質系材料では、データの蓄積が乏しい釘や接合金物の耐久性に関するデータ(枠組壁工法住宅に用いられる釘の錆等の劣化状況、釘の劣化が釘接合部の耐力等に与える影響)を収集・整理し、「木造住宅の耐久設計支援ツール」を見直しとプログラム化(図4)を行った。

### 2) サブテーマ2

コンクリートに関しては、分類した使用材料ごとに、単体量(調合/1m<sup>3</sup>)と環境負荷量(CO<sub>2</sub>発生量、資源消費量、廃棄物発生量)のデータベースを作成中である。木質系材料では、木造建築物に使用する建材について、バージン資源の使用量、木材の乾燥工程等を含む製品の製造に係るCO<sub>2</sub>排出量、製品が蓄積する炭素量、廃棄時における廃棄物量について、資料収集・整理を実施中である。(H23より継続)

### 3) サブテーマ3

コンクリートに関しては、「物理的耐用年数を変数とした建物の環境負荷量算定ツール」の作成にあたって、コンクリートの資源循環性評価指標、評価の範囲、供用期間や維持管理等のシナリオを検討するとともに、検討建物の設計条件等(コンクリートの調合)を試算した。具体的には、高炉スラグ微粉末、フライアッシュ(混合セメント)、砕石粉、高炉スラグ細骨材を用いるコンクリートを対象とし、4水準の耐久性能(I:劣化対策等級1相当~III:劣化対策等級3相当、IV:長期優良住宅相当)とイニシャルCO<sub>2</sub>原単位を設定し、CO<sub>2</sub>原排出量を試算した。高炉スラグ微粉末の場合、高い混合率のセメント置換によるCO<sub>2</sub>量の削減効果は高いが、フライアッシュの場合は、細骨材置換のような大量使用の場合でもその効果は少ないことが確認された。木質系材料では、木

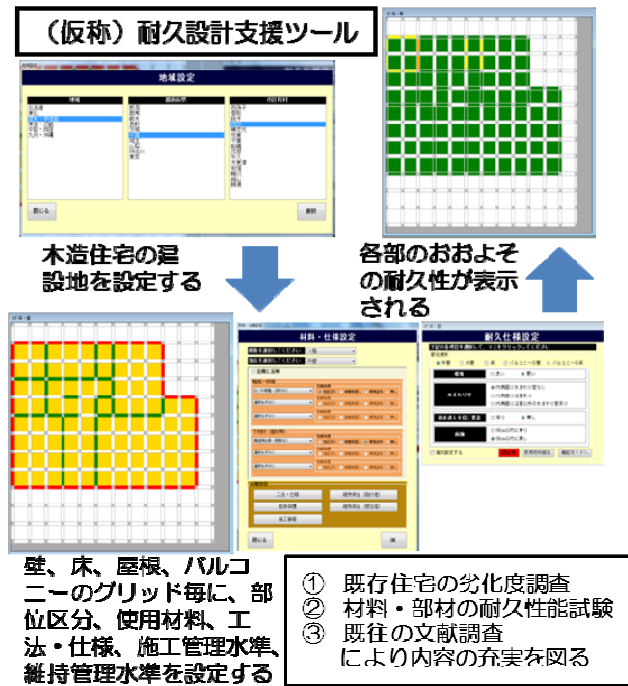


図4 耐久設計支援ツール(仮称)



図5 資源消費量算定ツール(仮称)

造建築物の物理的耐用年数が、建物の建設・改修にて消費するバージン資源の量、建物の建設・改修・廃棄にて排出するCO<sub>2</sub>の量、建物に木材として蓄積される炭素の量に与える影響を定量的に評価するための「資源消費量算定ツール」(図5)を試作し、適用例を検討した。

本研究の成果は、住宅性能表示や長期優良住宅等に関する技術基準の策定・見直し、今後、資源消費の視点から建築分野の行政施策を検討する際の技術資料として活用を図る。



## 5 建築物の超節水型衛生設備システムにおける技術的課題の克服に関する研究

研究リーダー 環境研究グループ 上席研究員 山海敏弘



### (1) 目的

21世紀は水の世紀といわれ、限りある水資源の保全・有効活用が求められている。

特に急速な人口増加と集中が進みつつある開発途上国(特に都市域)においては、飲料水の確保・水需要の抑制(節水化)と衛生対策(飲料水源の汚染防止、伝染病防止のための排水処理)は、最重要課題の一つとなっており、各国が有する伝統的な方法では、人口の増加と集中に対応して衛生水準を保ち、飲料水を保全することが困難となっている(図1、図2)。

また、既に上下水道インフラ整備が一段落しつつある先進各国、特に少子高齢化が進みつつある我が国においては、水資源の保全・有効活用という視点に加えて、上下水道経営コストの抑制が重要な政策課題となっており、先進国においても、島嶼、山岳地域等においては、近代上下水道以外の新たな方式が模索されている。

このため本研究においては、住宅及び非住宅を対象として、建築物の超節水型衛生設備システムにおける技術的課題の克服に関する研究を実施し、水資源の有効利用・環境負荷低減に寄与しようとするものである。

### (2) 研究の概要

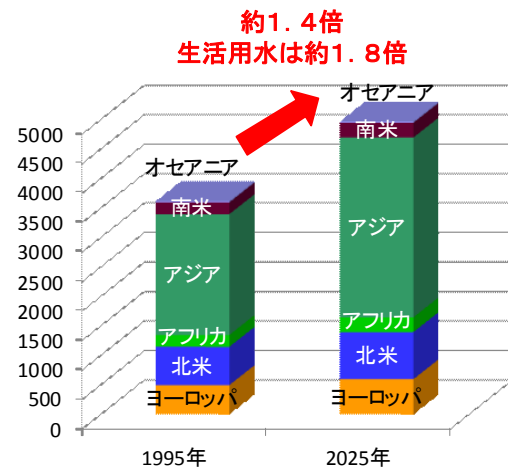
本研究においては、超節水に対応した給排水設備\*を構築するための技術的課題を克服することを目的として、次の通りサブテーマを設定し、研究を進めている(図3、図4)。

1) 超節水型衛生設備システムの評価技術に関する検討

超節水型衛生設備システムによる節水効果、省エネ・省CO<sub>2</sub>効果、水環境への汚濁負荷削減効果(有機物、窒素、リン等の栄養塩類その他)を評価する技術を構築する。



図1 世界各国の降水量・水資源量



【出典】国土交通省水資源部：日本の水資源(2009)

人口急増と社会発展(安全な飲料水、トイレなどの普及)で多くの国が水不足に。

図2 世界の水需要の将来見通し

超節水型衛生システムにおける技術的課題を克服し、建築物の超節水化に貢献する。

- ①システムの評価技術構築(節水、環境・インフラ負荷低減)
- ②要素技術の評価技術構築
- ③システムの計画・設計技術構築

図3 研究開発の目的と構成

2) 超節水型衛生設備システムを構成する要素技術の評価に関する検討

超節水型衛生設備システムを構成する節水型・超節水型衛生機器、給排水配管等の評価技術を構築する。

3) 超節水型衛生設備システムの計画・設計技術に関する検討

上記1)及び2)の検討を踏まえ、下水道整備地域、下水道見整備地域(浄化槽整備地域、その他の地域)に対応した超節水型衛生設備システムの計画・設計技術を構築する。

(3) 平成24年度に得られた研究成果の概要

1) 超節水型衛生設備システムの評価技術に関する検討

超節水型衛生設備システムによる節水効果、省エネ・省CO<sub>2</sub>効果、水環境への汚濁負荷削減効果(有機物、窒素、リン等の栄養塩類その他)を評価する技術を構築するため、平成23年度に引き続き、水使用に関する調査、各設備の水消費モデルに関する検討、水環境・インフラへの負荷削減モデルに関する検討等を実施した。

2) 超節水型衛生設備システムを構成する要素技術の評価に関する検討

超節水型衛生設備システムを構成する要素技術の評価技術を構築するため、次の通り検討を実施した。

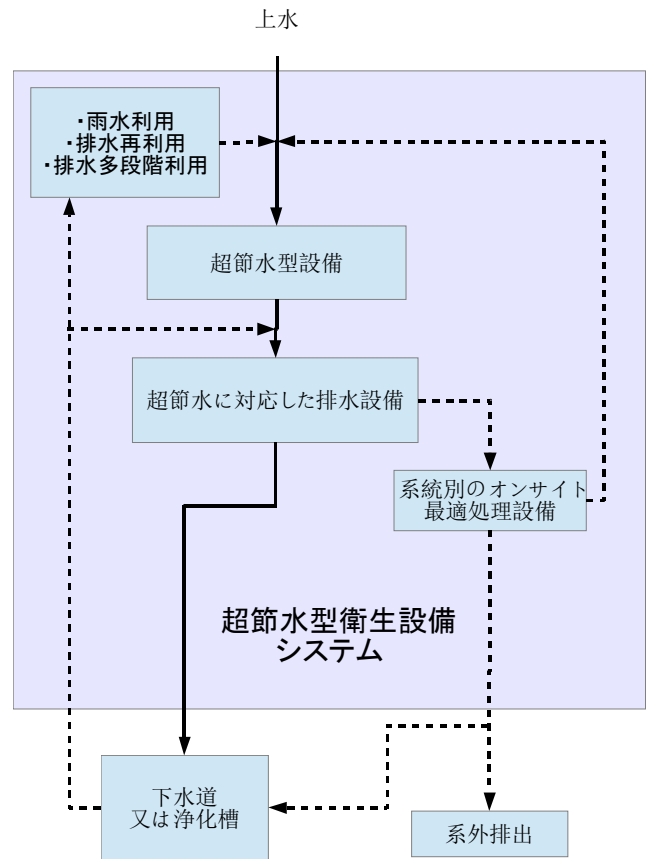
●設備・器具レベルでの節水性能、汚物・汚水搬送性能、衛生性能等に関する評価手法を確立するため、実験室及び実フィールドにおいて実験を実施した。

●排水の再利用、栄養塩類の回収、環境への負荷低減の観点から、主にし尿システムを対象としたオンサイト排水処理設備の性能評価手法を構築するため、実験室実験等を実施した(図5)。

3) 超節水型衛生設備システムの計画・設計技術に関する検討

超節水型衛生設備システムの計画・設計技術を構築するため、下水道整備地域、浄化槽の設置が

困難な島嶼・山岳地域に対応したシステムの計画・設計技術について検討した。



\*1 超節水型設備

超節水型トイレ(洗浄水量 4~5L/回程度)、超々節水型のトイレ(洗浄水量 600ml/回程度)、節水量の大きな節水器具・機器等(循環型浴槽、節水型ディスポーザ、食器洗い器、節水型水栓等)を総称し、超節水型設備としている。

\*2 超節水に対応した給排水設備

超節水型設備から排出される少量の排水で搬送政党の機能を確保できる排水設備、他の用途で使用済みの排水を搬送用水として使用する排水設備、排水再利用設備、雨水・井戸水利用設備等を総称し、超節水に対応した給排水設備としている。

図4 超節水型衛生設備システムの基本的構成

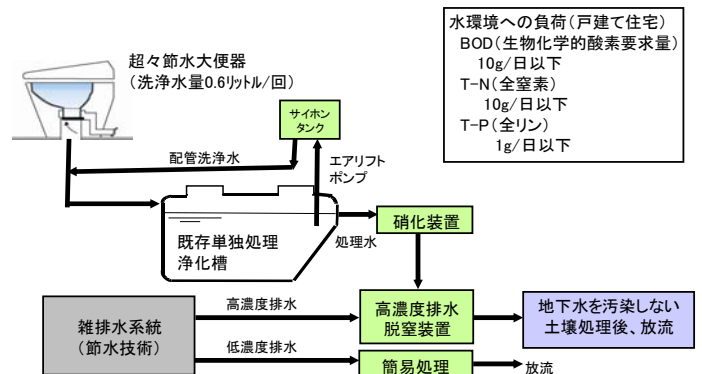


図5 超節水型衛生設備システムの構成例

(超々節水型大便器を活用したオンサイト排水処理設備)

## 6 建築構造計算の一層の適正化に資する工学的判断基準の明確化に関する研究

研究リーダー 構造研究グループ主任研究員 加藤博人



### (1) 目的

建築物の構造計算を適正に進める上で欠くことのできない構造部材のモデル化や、構造性能評価に係わる解決しなければならない課題が存在している。確認審査や構造計算適合性判定において適正な判定を行うためには、工学的な判断基準をより明確にする必要があり、このような課題に対する早急な対応が強く求められている。

本研究課題では、これまでに蓄積されてきた研究データや技術的知見を整理・検討し、建築物の構造計算の実務に適した形の技術資料として提示することを目的として、社会的要請の高い課題を抽出して取り組んだ。

### (2) 研究の概要

構造種別毎に4つのサブテーマを設け、工学的な判断基準を明確にすることを目的として図1に示す検討課題について研究を実施した。本研究で取り上げた課題の多くは、「建築基準整備促進事業」に対応しており、当該事業実施者等との共同研究として行ったものである。

### (3) 平成24年度に得られた研究成果の概要

#### 1) サブテーマ1(RC 構造)

RC 造非構造壁が取り付く架構の水平加力実験を行い、構造スリットの有無による強度、変形性能、損傷等の比較を行った(図2)。スリットなし試験体は、スリットあり試験体の2倍以上の強度となったが、最大強度到達後は耐力劣化、損傷増大が見られた。スリットあり試験体は、強度は低いが良好な変形性能を示した。また、垂れ壁、方立壁にひび割れが発生し無損傷に抑えることはできなかった。スリットを設けず架構の強度を増大させ、地震時応答を最大強度以前に抑える損傷制御設計を行えば、耐震性に優れた建築物を実現できる可能性がある。これらの成果は、建築学会の論文等に公表した。

#### <サブテーマ1> RC 造建築物の構造計算における判断基準の明確化

- 1) RC 造非構造壁が取り付く柱梁剛接架構の復元力特性評価
- 2) 壁はり接合部の構造性能評価
- 3) 有開口耐力壁の変形性能評価
- 4) ピロティ(最下階で壁抜けを有する連層耐力壁) 周辺架構の条件設定

#### <サブテーマ2> 鉄骨造建築物の構造計算における判断基準の明確化

- 1) 偏心接合等の複雑な鉄骨造接合部の設計法
- 2) STKR 柱を用いた鉄骨造建築物の柱梁耐力比に関する耐震安全性評価法

#### <サブテーマ3> 木造建築物の構造計算における判断基準の明確化

- 1) 木造建築物の木材基準・長期性能等
- 2) 木造建築物の設計法等

#### <サブテーマ4> 基礎構造と地盤の構造計算における判断基準の明確化

- 1) 回転貫入杭の水平抵抗性能の評価
- 2) 地盤改良を実施した敷地の評価
- 3) 杭基礎の耐震性能評価
- 4) 工学的基盤の傾斜が表層地盤の加速度増幅率Gsに与える影響の評価
- 5) 液状化予測手法と液状化対策工法についての検討
- 6) 宅地擁壁の排水性能に関する検討

図1 サブテーマ毎の検討課題一覧



実験風景 (スリットなし試験体)

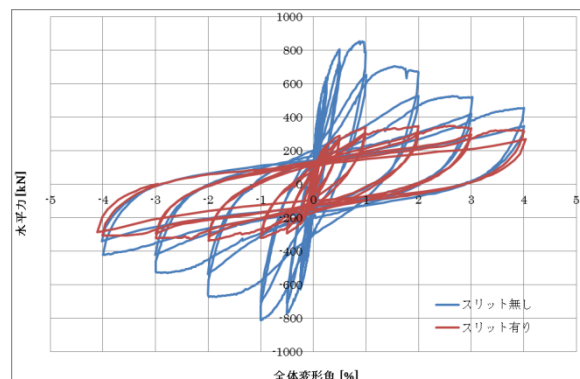


図2 荷重-変形関係



## 2) サブテーマ2(鋼構造)

偏心接合等の複雑な接合部の設計に関する検討を目的として、ブレース端部の接合形式が異なる4種類の引張ブレース骨組の振動台実験を行ない(図3)、接合部形式の違いが骨組の地震応答性状(最大応答変形)に及ぼす影響を明らかにした。

梁せいの異なる梁が接続する柱梁接合部や、梁や柱部材が斜めに接合される等、標準的ではない接合部に関するディテールを収集、整理した。それらの接合部ディテールを例示し、設計、製作における留意点などを取りまとめて、建築研究資料 No.143「鉄骨造建築物の接合部ディテール例示資料集」として公表した。

## 3) サブテーマ3(木造)

一般に市場で流通する品質のスギ製材および集成材に対する長期載荷試験を実施し、既往の荷重継続時間調整係数の評価式で概ね評価できることを確認した(図4)。また、木質フレームと耐力壁を平面的に併用する構造物(図5)を想定した地震応答解析を実施し、併用するフレームには要求スペクトルを超える耐力または変形性能が必要であることを確認した。

得られた成果は木造建築物の設計法(案)に取りまとめ、その一部は技術基準解説書の改定に反映した他、建築学会の論文等に公表した。

## 4) サブテーマ4(基礎構造)

高さ3mをこえ5m以下の宅地擁壁を対象に現状施工法(透水層に砂利層設置)と新工法(透水層に透水マット2枚重または厚さ2倍を使用)による排水実験を実大試験体で実施し、新工法でも安定した透水性能を示すデータが得られた(表1)。得られた成果は、建築学会等の論文に公表した。

工学的基盤傾斜の評価に関しては、前年度に提案した常時微動H/Vスペクトルのピーク周期の空間的変動に基づいた傾斜判定方法の適用性について検討を行い、技術基準解説書の改定に反映した。



図3 引張ブレース骨組の振動台実験

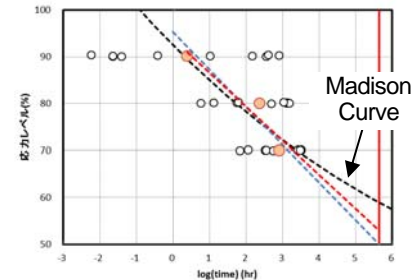


図4 集成材の破壊時間と応力レベルの関係

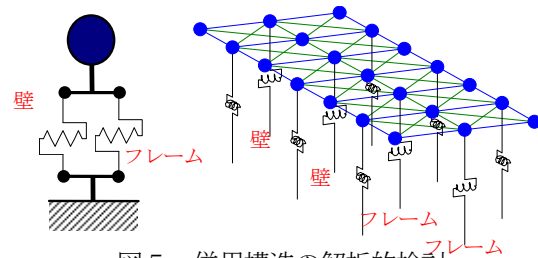
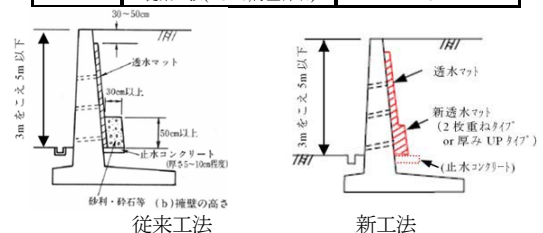


図5 併用構造の解析的検討

表1 理論降雨量と定常化時点排水量

実験ケース 降雨強度	工法	理論降雨量に対する定常化 時点排水量の比率 (%)
CASE1 150mm/h	新工法平均(止水コン無し)	100
	新工法(TypeA+止水コン)	101
	従来工法(C-40,砕石)	93
	従来工法(RC-40,再生砕石)	90
CASE2 110mm/h	新工法平均(止水コン無し)	96
	新工法(TypeA+止水コン)	105
	従来工法(C-40,砕石)	90
	従来工法(RC-40,再生砕石)	86
CASE3 50mm/h	新工法平均(止水コン無し)	99
	新工法(TypeA+止水コン)	108
	従来工法(C-40,砕石)	96
	従来工法(RC-40,再生砕石)	70
CASE4 再150mm/h	新工法平均(止水コン無し)	99
	新工法(TypeA+止水コン)	112
	従来工法(C-40,砕石)	104
	従来工法(RC-40,再生砕石)	59
CASE5 再110mm/h	新工法平均(止水コン無し)	99
	新工法(TypeA+止水コン)	124
	従来工法(C-40,砕石)	113
	従来工法(RC-40,再生砕石)	43



## 7 長周期地震動に対する超高層建築物等の応答評価技術の高度化



研究リーダー 構造研究グループ主席研究監 飯場正紀

### (1) 目的

超高層建築物や免震建築物等の固有周期の長い建築物は、長周期地震動に対して共振し、設計の想定よりも大きな応答変形が生じる可能性がある。また、多数回の揺れが繰り返される地震動における、超高層・免震建築物の限界状態は必ずしも明確ではなく、応答の状態予測や応答制御技術を用いる場合の目標の設定にも不確かさが存在する。これらの課題は、時刻歴応答解析に基づく設計において、また設計内容の審査において必要な技術情報である。

本課題では、長周期地震動に対する超高層・免震建築物の耐震安全対策の信頼性向上を目的とし、限界性能の明確化、地震応答予測技術の高度化、および応答制御技術の評価基準の明確化を目指した検討を行う。また、入力地震動について、長周期地震動を考慮した設計用地震動の作成手法の高度化を図る。本研究の目的、アウトプット、アウトカムを、図1に示す。

### (2) 研究の概要

図1に示す4つのサブテーマにおいて、「建築基準整備促進事業」の事業担当者との共同研究を実施しつつ、アウトプットを得るための検討を行った。

### (3) 平成24年度に得られた研究成果の概要

#### 1) サブテーマ1(入力地震動)

H23 に提案した、長周期地震動予測式の改良版を、内閣府が新たに設定した南海トラフにおける超巨大地震の震源モデル(図2)に適用し、主要地点での長周期地震動を作成した(図3)。作成波の応答スペクトルレベルは、H23 に作成した南海トラフ3連動地震の平均+標準偏差レベルの地震動と同等か、地点によってはやや大きいレベルとなった。既往の超高層・免震建築物の解析モデルに作成波を適用し、地震応答解析を行った。各波によ

#### <研究目的>

##### ■入力地震動■

##### サブテーマ1 入力地震動

→ 「長周期地震動を考慮した設計用地震動の作成手法」の高度化

##### ■建築物の応答■

##### サブテーマ2 RC系超高層建築物

##### サブテーマ3 鉄骨系超高層建築物

##### サブテーマ4 免震建築物

→ 限界性能の明確化・地震応答予測技術の高度化・応答制御評価基準の明確化

#### <アウトプット>

##### ■入力地震動■

長周期地震動を考慮した設計用地震動の作成手法(改良版)

##### ■建築物の応答■

長周期地震動に対する応答性能評価及び応答制御技術評価に係る技術資料

#### <アウトカム>

- 指定性能評価機関の業務方法書として超高層建築物等の審査に反映される
- 技術基準解説書や各種ガイドライン等に反映され、構造設計の実務に供される

図1 研究目的、アウトプット、アウトカム

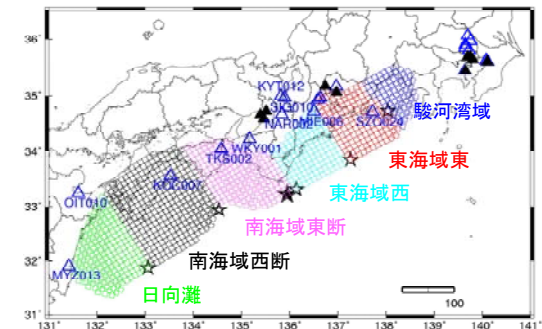


図2 南海トラフ超巨大地震の震源モデル(内閣府2012に基づき設定)

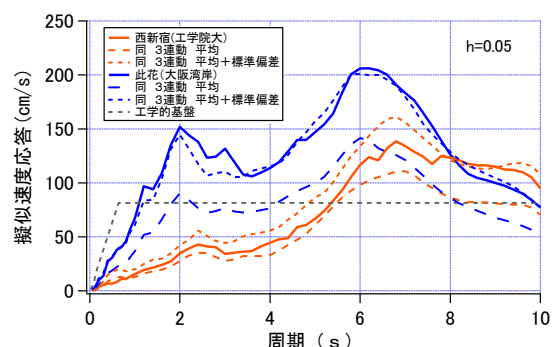


図3 南海トラフ4連動、3連動(平均、平均+標準偏差)地震による西新宿と此花地区の地震動の擬似速度応答スペクトル

る層間変形角や層塑性率などの応答値は、H23の南海トラフ3連動地震による応答値を上回る地点もあった。これらの成果は、日本地震工学会の論文集などの内外の論文集で公表した。

## 2) サブテーマ2 (RC系超高層建築物)

20層超高層RC造縮小建築物を対象にした地震応答解析を実施し、震動台実験結果と比較した(図4)。現在一般的に使用される設計・解析手法によって、最大層間変形角1/100 rad.あたりまでは応答性状をほぼ適正に評価できることを確認したが、それを超えるような大変形領域では実験結果との相違が見られた。その原因としては、床スラブの有効幅の取り方や復元力特性モデルの履歴ループ面積などが推測され、今後の検討課題となった。また、履歴型ダンパーを取り付けたモデルでは、最大応答を低減できることを確認した。これらの成果は、日本建築学会の論文等として公表した。

する結果となったが、許容値以内に収まっていた。これらの成果は、日本建築学会の論文等として公表した。

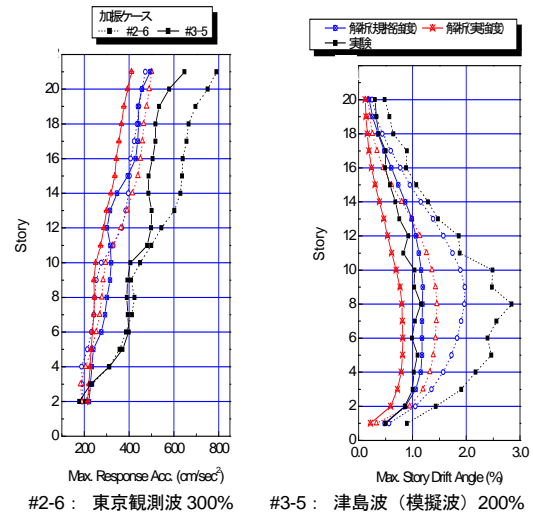


図4 RC造縮小建築物の地震応答解析結果

## 3) サブテーマ3 (鉄骨系超高層建築物)

鉄骨系超高層建築物について、多数回繰返し荷重を受ける鉄骨部材の限界変形性能を明らかにするために、超高層鉄骨造建築物の中間階3層分を想定した実大3層骨組の多数回繰返し載荷実験を行なった(図5)。この実大3層試験体では、梁端部の接合部形式が異なる4種類の梁部材を組み込み、これらの梁端部の破断までの限界性能の違いを明らかにした。また、これまでの梁部材実験で得られていた設計用疲労曲線の妥当性を検証した。これらの成果は、日本建築学会の論文等として公表した。

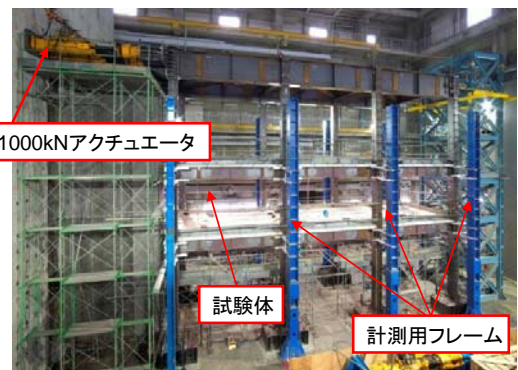


図5 鉄骨造実大3層骨組の載荷実験

## 4) サブテーマ4 (免震建築物)

長周期地震動に対する積層ゴム支承の多数回繰返し特性の把握に向けて、鉛プラグ入り・高減衰ゴム系積層ゴム(各直径1m)の動的実験を実施した。実験結果に基づき、繰返し特性のモデル化を行い、免震建築物の地震応答解析を行った。南海トラフ3連動地震(平均評価)に対する愛知・津島地区での振幅1.5倍の地震動が入力した場合の、鉛プラグ入り積層ゴム支承の降伏応力の経時変化及び免震層のせん断力・水平変形関係を図6に示す。繰返しの影響が最も大きい例を示したが、繰返しにより降伏応力が低下し、免震層の最大変位が1.83倍程度増大

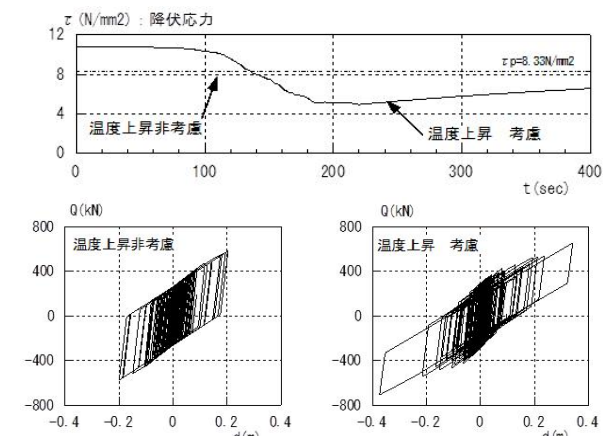


図6 鉛プラグ入り積層ゴム支承の降伏応力の時刻変化とせん断力・せん断ひずみ関係



## 8 緊急性が高い既存不適格建築物の火災安全向上技術の開発

研究リーダー 防火研究グループ上席研究員 萩原一郎



### (1) 目的

防火規定は新たな火災危険が明らかになるたびに、規制強化を繰り返してきた結果、現行規定には適合しない既存不適格の建築物を生み出してきた。防火規定の既存不適格については、法令に適合させる改修が技術的に困難な場合もあり、建て直すか、そのまま使い続けるかの選択になっている。本研究では、適切な防火改修を実施し既存不適格建築物の火災安全性を向上させるため、総合的な火災安全性能評価手法を開発することを目的とする。

### (2) 研究の概要

#### 1) 防火規定に関する既存不適格の実態把握

防火規定に関するどのような既存不適格の建築物が多く存在し、防火改修が行われていないのか、実態を調査等から明らかにする。代表的な事例については、防火改修の内容、または改修できない理由など、問題点を整理する

#### 2) 既存不適格建築物に特徴的な火災危険の類型化

堅穴区画、排煙設備、エレベーター昇降路の防火区画等の不適格項目がもたらす火災危険を分析し、類型化する。人命安全にかかわるなど、火災危険の大きさに優先順位をつけて、効果的な対策パターンを整理する。

#### 3) 既存不適格建築物の火災安全性能評価手法の開発

初期拡大、煙拡大、避難などの火災進展の各段階において、既存建築物の特性を考慮した火災安全性能の評価手法を開発する。

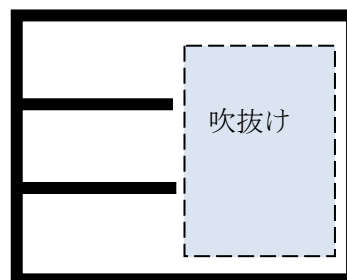
### (3) 平成 24 年度に得られた研究成果の概要

#### 1) 既存不適格の実態把握

不動産管理会社等に対してアンケート調査を実施し、防火規定に関する既存不適格建築物の状況を把握した。回答では、排煙設備や堅穴区画、

#### 既存不適格の実態把握

- ①防火規定の既存不適格の実態調査
- ②増改築、防火改修等の実態調査
- ③防火改修の問題点を整理

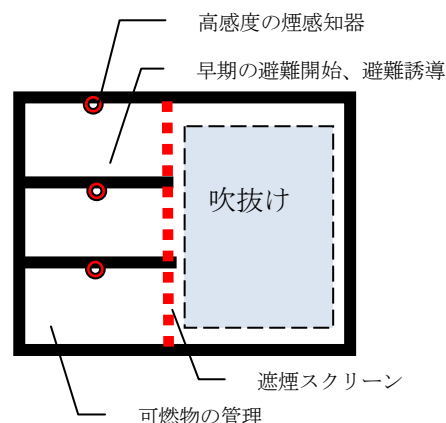


・ 堅穴区画の既存不適格の例

#### 火災危険の類型化及び

#### 望ましい改修パターンの提示

- ①既存不適格の内容がもたらす火災危険の類型化
- ②火災危険性が高いケースを選択し、防火改修や対策のパターンを整理



・ 改修パターンの例

#### 既存不適格建築物の火災安全性能評価手法

- ①初期火災拡大性状に関する評価ツールの開発
- ②煙拡大性状に関する評価ツールの開発
- ③避難誘導に関する評価ツールの開発
- ④火災安全性の総合評価手法の開発

図 1 研究計画の概要

防火設備に関する不適格事例が多い。

## 2) 火災危険の類型化

文献調査により、国内における既存不適格建築物の防火避難に係る改修事例を収集し、課題への対応方法を整理した。

## 3) 既存不適格建築物の火災安全性能評価手法の開発

### ア) 初期火災拡大性状のシミュレーション

NIST の FDS(火災専用の数値流体力学モデル)を用いて木材クリブの燃焼を再現した(図 3)。化学反応速度に関わるパラメータの感度解析を行った。最適値を決定後、可燃物の種類や配置などを変えた条件で火災伝播予測を行った。

### イ) 火災時のガス発生量

避難安全性に影響を与える火災時のガス発生量を把握するため、小規模区画による実験によりフラッシュオーバー(FO)発生前後における発熱速度、ガス濃度等を計測した。FO 前後の CO 濃度は、発熱速度と相関が強い結果が得られた(図 4)。この結果から、火災室から発生するガス量を、発熱速度から推定する方法に見通しが立てられた。

### ウ) 火災初期の区画内外の性状

可燃物の配置条件に着目し、区画内の火源位置と可燃物個数を変数とした実験を実施し、初期火災の高温層の高さ・降下時間、室内に配される部材等の上昇温度を測定した。煙層の高さ・降下時間は火源位置によって異なり、室中央では煙層は低くなり、降下時間も早い(図 5)。また部材温度を放射・対流を考慮した計算モデルで推定可能となった。

### エ) 堅穴空間における煙拡大性状

堅穴を含む建物空間の煙流動性状の推定のため、堅穴空間の火災実験を実施した(表 1)。ゾーンモデル BRI2002 の計算と実験結果は、堅シャフト内での周壁への失熱、空気の巻き込みに差があるが、モデルを改良することで、予測できる見通しが立てられた(図 6、7)。

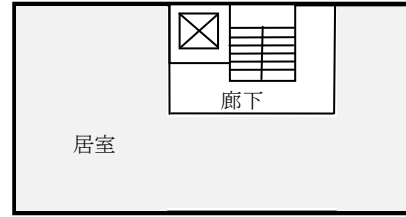


図 2 階段が堅穴区画されていない既存不適格の例

階段室の踊り場が廊下の一部となっているため、階段を防火区画することが困難



図 3 木材クリブの燃焼シミュレーション結果

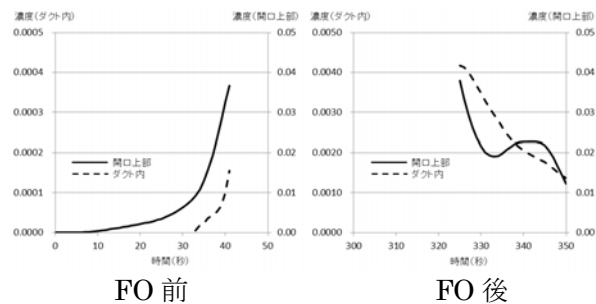


図 4 フラッシュオーバー前後のCO濃度変化

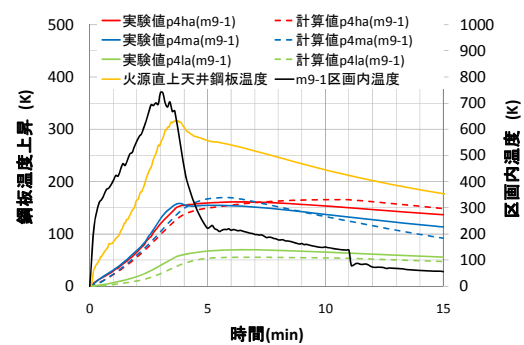


図 5 区画内の温度と部材の温度

表 1 実験条件

	case_15		case_16	
	内部開口	外部開口	内部開口	外部開口
開口設定	7F	■	■	■
	6F	■	■	■
	5F	■	■	■
	4F	■	■	■
	3F	■	■	■
	2F	■	■	■
	1F	■	■	■
火源位置	1F室内			

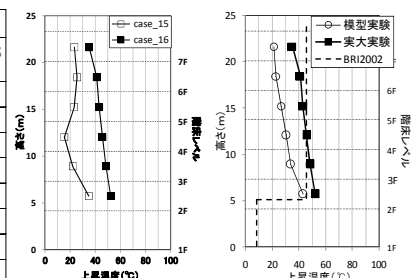


図 6 堅穴温度 図 7 実験・解析結果(BRI2002)

## 9 既存建築ストックの再生・活用を促進するための制度的・技術的課題の解明と技術基準に関する研究



研究リーダー 材料研究グループ主任研究員 濱崎 仁

### (1) 目的

既存の建築ストックを再生し、積極的に活用していくことは社会的な命題となっているものの、必ずしも円滑に進んでいるとは言えない。

本研究課題においては、既存の建築ストックの再生・活用を促進するために、制度的課題と技術的課題の両面からの検討を行う。制度的な課題については、ストック活用の阻害要因を解明し、誘導方策や制度上の問題に対する方向性を示すための提案を行う。技術的課題については大規模な改修・補強などのために必要な技術を対象に、それらを適切に適用するための技術基準の整備に資する技術開発を行う。

### (2) 研究の概要

図1に本研究の課題概要および成果のイメージを示す。本研究は以下の3つのサブテーマより構成される。平成24年度においては、サブテーマ2)および3)について検討を行った。

- 1) 既存ストックの再生・活用に対する制度的課題および必要な技術基準等の把握・分析
- 2) 既存ストックの再生・活用を促進するための制度的課題に関する検討
- 3) 既存ストックの再生・活用に必要な技術基準等に関する検討

### (3) 平成24年度に得られた成果の概要

#### 1) 改修設計の内容と行政手続き等の調査

ストック再生のための改修を行う場合の改修事業者の設計方針の類型化を表1に示す。改修設計の内容は、検査済証の有無と確認申請の要否によって、改修工事の実施そのものやその内容が変わってくる。表1の積極対応型①に該当するのは手続き上のハードルも高く実施に至るケースは少なく、検査済証がない場合には改修が実施されないか確認申請が不要な範囲の改修に留まる

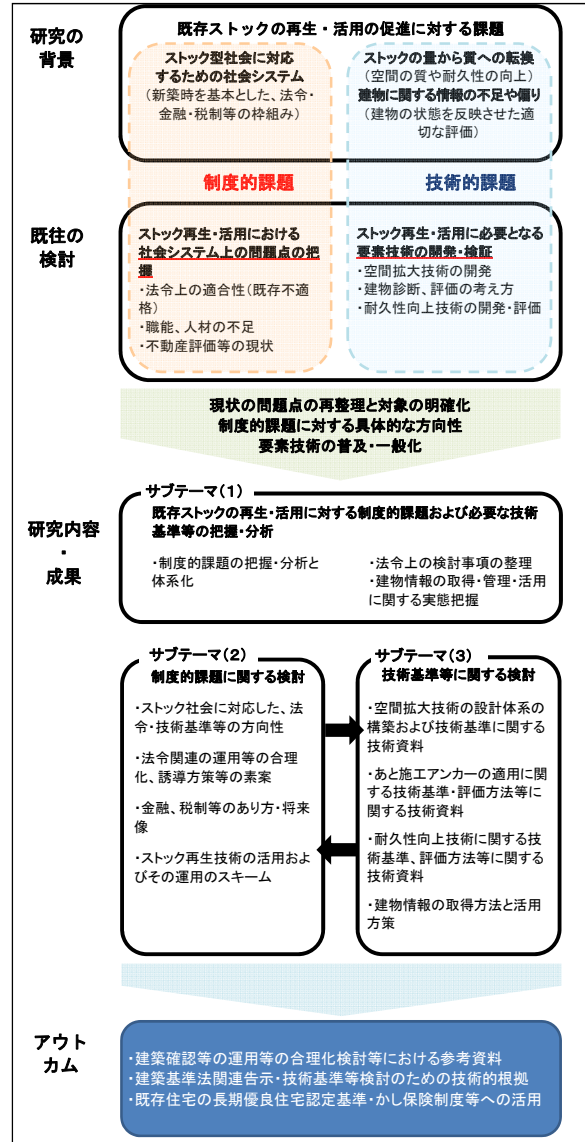


図1 研究概要

表1 改修事業者の設計方針に関する類型化

改修設計の対応方針	検査済証がない物件	検査済証がある物件
確認申請が必要となる範囲での改修設計を実施	積極対応型①	
	状況対応型①	状況対応型②
確認申請が不要な範囲で改修を実施	積極対応型②	
積極的に実施しない	消極対応型	



ことがほとんどである。その理由は、検査済証がない建物の場合に建物の適法性を証明することが大変なことや、既存不適格建築物であっても現行法の遡及を受けることを避けるためである。本研究課題においては、検査済証がない場合の適法性の判断について、建築主事等に対するアンケート調査、ヒアリング調査などを行い、建物の状況や改修の規模に応じて非破壊試験や微破壊試験等も活用した判断方法の提案を行う予定である。

### 2) あと施工アンカーの長期性状に関する研究

あと施工アンカーの適用についてのニーズは高いものの、現行の建築基準法においては長期荷重に対する許容応力度や設計法が定められていないことが、技術的な阻害要因の一つとなっている。本研究課題では、あと施工アンカーの長期性状に関する実験およびこれらを踏まえた設計法等の技術的な検討を行っている。

図2にクリープ試験の結果の一例、図3にクリープ変形量の長期予測結果を示す。クリープ変形の観点からは長期的な荷重に対しても支障がないことなどを確認している。今後は、クリープに関するデータの充実、耐久性や施工品質の検査方法に関する実験を行い、あと施工アンカーの品質基準およびこれを用いた設計法に関するとりまとめを行う。

### 3) 耐久性確保のための補修技術に関する研究

本研究課題では、RC建築物の耐久性の確保・向上のために必要な技術およびその技術資料として、かぶり厚さの増し厚技術に着目し、材料、施工、防火の観点から様々な実験等を行い、建築研究報告「鉄筋コンクリート造建築物のかぶり厚さ確保に関する研究」としてとりまとめた。表2および表3に材料および工法選定のための試験方法と品質基準案を示す。

### 4) その他の技術基準等に関する検討

ストック再生に必要となる技術基準の整備のための検討として、小径の注入口付きアンカーピンに関する品質基準、微破壊試験によるコンクリート中の塩化物イオン量の測定方法に関する検討等を行っており、これらも技術資料としてとりまとめる

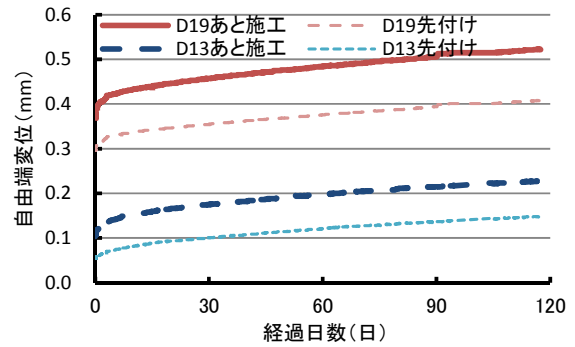


図2 あと施工アンカーのクリープ試験結果

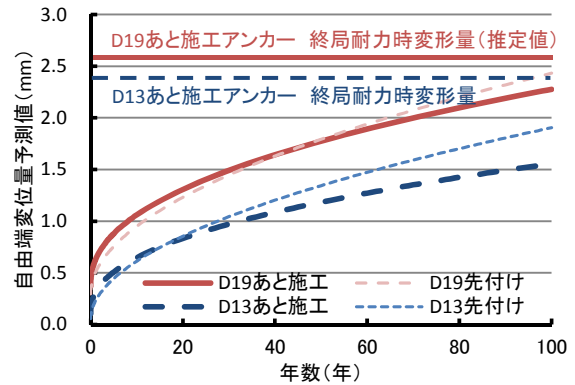


図3 クリープ変形量の長期予測結果

表2 かぶり増厚補修における試験方法および評価基準案

対象	性能	試験項目	試験方法	規準値
材料	力学性能	圧縮強さ	JIS A 1171	20N/mm <sup>2</sup> 以上
		曲げ強さ	JIS A 1171	6N/mm <sup>2</sup> 以上
		接着強さ	JIS A 1171	1N/mm <sup>2</sup> 以上
		接着耐久性	JIS A 1171	1N/mm <sup>2</sup> 以上
	不燃性	発熱性	ISO 5660-1	不燃材料の要件を満たすこと
耐久性	促進中性化	JIS A 1153	中性化速度係数が計画供用期間の級に応じた値以下	
部材	施工性	—	—	施工性が良いこと、平坦に仕上がる
	仕上がり性	外観	目視	亀甲ひび割れなど全面に微細なひび割れがないこと
		浮き	打音	部材の内部に浮きがなく、外周部の浮きが生じた場合は10%以下であること
		ひび割れ	目視	幅0.2mmを超えるひび割れがないこと、かつ幅0.1mm~0.2mmのひび割れ長さが0.2m/m <sup>2</sup> 以下であること
	耐火性	耐爆裂性	加熱試験	表3の区分の状態Ⅰ、もしくは状態ⅡまたはⅢでかつ遮熱性があること 脱落防止効果があること
荷重支持性能		載荷加熱試験	部材として必要な耐火時間を有すること	

表3 耐爆裂性の判定基準

区分	損傷状態
状態Ⅰ	ひび割れは発生するが剥落・爆裂がない状態
状態Ⅱ	爆裂がなく脱落防止用メッシュより表層のみに部分的な剥落が発生した状態
状態Ⅲ	表層のみに部分的な剥落・爆裂が発生した状態
状態Ⅳ	部分的に脱落防止用メッシュより内部が爆裂した状態
状態Ⅴ	ほぼ全面的に脱落防止用メッシュより内部が爆裂した状態

予定である。

# 10 住宅価値の長期的な維持・向上のためのマネジメント技術に関する研究

研究リーダー 住宅・都市研究グループ主任研究員 藤本秀一



## (1) 目的

我が国ではすでに少子高齢化が進展し、人口、世帯数とも中長期的に減少となるなか、価値観の多様化、世帯構成の変化等により、人々の住まい方はますます多様化の傾向にある。都市の住宅ストックの集積は進み、今後は住宅の選別化が進むことが予想される。住まい手にとって、長く快適に住むことができる、あるいは、住まい手の入れ替わりにあわせて住宅も改修が容易であるなど、住宅の利用価値に基づいた評価が重要になると考えられる。

本研究は、このように社会経済状況が変化し、居住ニーズも多様化する中で、持続可能で魅力的な都市居住を継続し、住宅価値の長期的な維持・向上を実現するための都市住宅のマネジメント高度化技術を開発し、新たな仕組みの提案、現行法令、基規準類の改善提案に必要な基礎資料を得ることを目的とする。

## (2) 研究の概要

都市住宅の一般的な形態となっている共同住宅(賃貸及び区分所有)を対象に、以下の研究項目を実施する。これにより、住まい手の居住、利用の視点を中心とした住宅価値を適正に評価し、住宅への改修投資を促しやすくすることによって、住宅価値を長期的に維持・向上させるための合理的なマネジメント技術の開発及び関連法令、基規準類の整備・改善提案に必要な基礎資料の整理を行う。

- 1) 賃貸共同住宅の管理者と住まい手の協働による、住宅特性を活かしたマネジメント高度化技術の開発
- 2) 区分所有共同住宅の機能・性能向上を円滑に実現するためのマネジメント高度化技術の開発
- 3) 住宅価値の長期的な維持・向上型マネジメント推進のための制度改善・誘導方策立案に

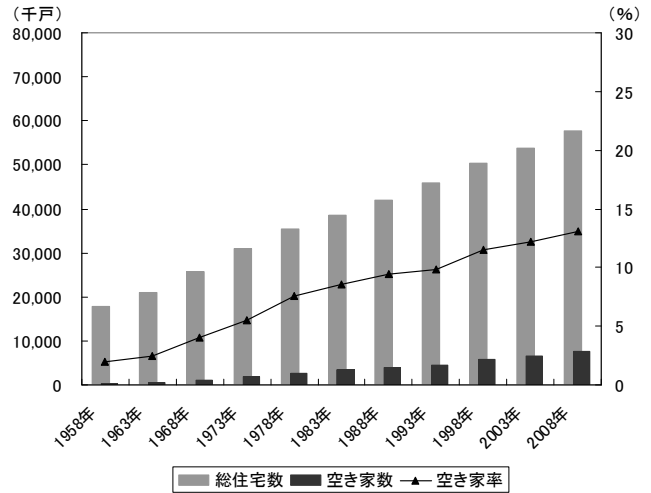


図1 我が国の住宅総数と空き家率

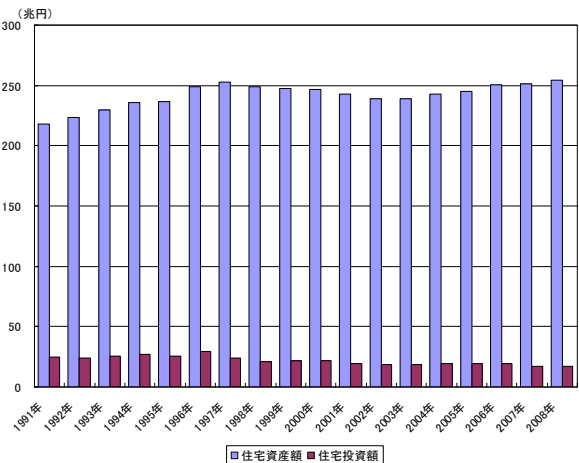


図2 住宅投資額と住宅資産額の推移 (国民経済計算年報(内閣府)より作成)

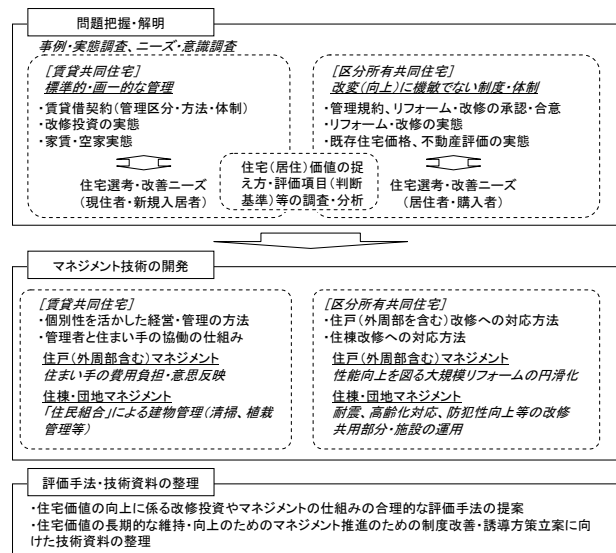


図3 研究の概要

に向けた基礎資料整理

(3) 平成 24 年度に得られた研究成果の概要

1) 賃貸共同住宅の管理者と住まい手の協働による、住宅特性を活かしたマネジメント高度化技術の開発

UR 賃貸の DIY 住宅、PetitDIY 住宅等の住まい手の意向反映を導入した事業・制度概要、対象団地及び住戸プラン、契約状況、DIY 実施状況等の調査を行った。また、フリープラン賃貸、カスタマイズ・リフォームの試行等、住まい手の意向反映を取り入れた UR の過去の事業制度との比較、変遷整理を行った。事業・制度面では、継続居住者対応でなく、既存住宅への新規入居者を対象とした点、模様替え工作基準、退去時の原状回復義務が一層緩和された点が従来からの発展型として指摘できる。

2) 区分所有共同住宅の機能・性能向上を円滑に実現するためのマネジメント高度化技術の開発

区分所有者による住戸改修を契機とした住戸まわりの共用部分の改変、管理組合による大規模修繕等と連動した住戸専有部分内の専用配管やユニットバス更新について、昨年度からの収集事例を基に、改修工事等の意志決定を含めた計画・実施プロセス、費用負担、管理規約・細則上の規定等の調査、整理を行った。改変に関する積極的な対応がみられる事例においても、管理規約・細則上は明確な規定がされておらず、今後の円滑な改修の実施、トラブル防止に向けては規約・細則上の位置づけ、規定整備が急務といえる。

3) 住宅価値の長期的な維持・向上型マネジメント推進のための制度改善・誘導方策立案に向けた基礎資料整理

中高層 RC 造の共同住宅ストックに関する設備機器及び配管を中心とした維持管理、更新の一般的傾向の把握、課題整理とあわせ、現状の法規制、規基準類の一層の整備に向けた課題整理等を行った。

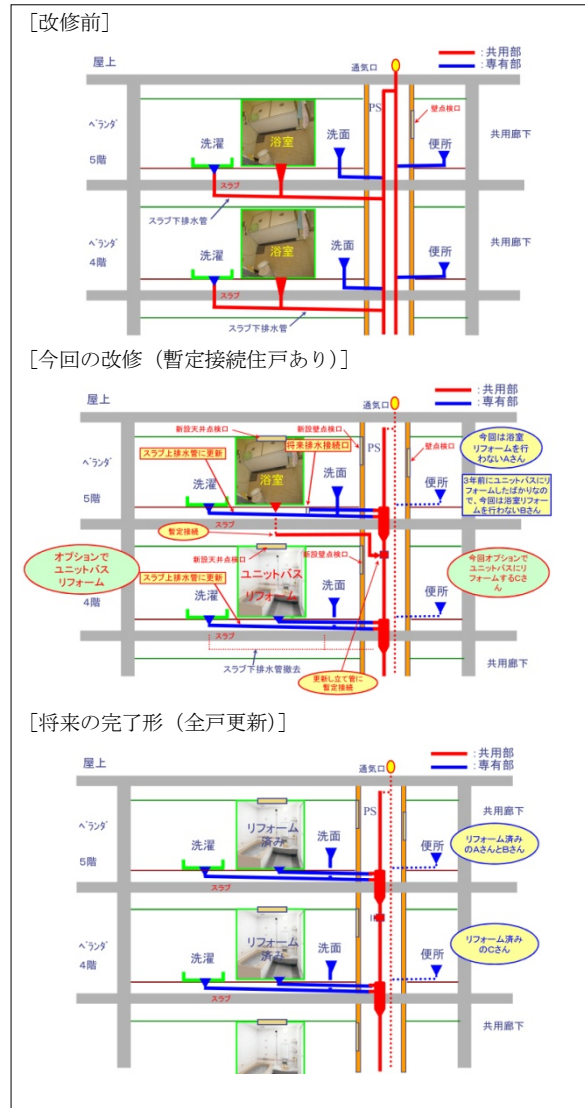


図 4 共用排水立管の更新とあわせた住戸専有部分内の横引き管の段階更新プロセス

表 1 工事区分と費用負担区分の例

工事区分	発注者	工事費の支払い	工事対象
共用工事	管理組合	修繕積立金を使用 (工事業者へは管理組合が支払い)	①排水立管の更新 ②専有部分給水管等の更新 ③洗濯機パン等の新設 ④床上排水型便器の交換 ⑤内装復旧工事 ⑥共通仮設工事 ⑦工事全体の経費
オプション工事	管理組合	各戸負担 (管理組合が各戸から集金し一括支払い)	①浴室リフォーム ②給湯機の交換 ③台所換気設備の改修 ④浴室・便所への換気設備の新設 ⑤台所の排水金物の交換
フリー工事	区分所有者	各戸から工事業者へ直接支払い	①台所リフォーム ②洗面化粧台の交換 ③その他、個別の要望



# 1.1 高齢者等の安定した地域居住に資するまちづくり手法の研究



研究リーダー 住宅・都市研究グループ主任研究員 樋野公宏

## (1) 目的

急激な高齢化と自家用車の利用を前提とした都市構造により、買い物や福祉・医療などの生活サービスを十分に享受できない高齢者等の増加が問題視されている。そこで、市場のみに依存しない対策の検討と、その前提となる実態把握が求められる。一方、高齢者等の活力ある暮らしや社会保障費抑制の観点からは、介護予防の一層の取り組みが必要である。

そこで本研究ではこうした課題を高齢者等の安定した地域居住に係る課題として捉え、その実態を把握するとともに、まちづくりの視点から高齢者等が健康的かつ利便性の高い生活を送ることができる手法の検討を行う。

## (2) 研究の概要

### 1) 高齢者等の生活行動実態の把握と分析

中心市街地、郊外団地など、異なる特性を有する複数地区の住民を対象とするアンケート調査を実施し、買い物、福祉・医療を含む各種サービスのニーズ及び利用実態、生活実態、地区レベルでの外出を促進・阻害する要因(犯罪不安、交通安全等)を把握する。

この調査結果に基づき、地区類型ごとの生活サービス困窮者の実態を予測する手法を開発し、問題の全国的な発生動向を予測する。

### 2) ケーススタディを通じたまちづくり手法の検討

1)の地区類型に基づき、生活サービス施設の成立が困難な地区(ただし共助と最小限の公助で問題解決が可能な地区を想定)において、地域の共助(新たな公)による生活サービス施設の運営に対する支援方策を検討する。

加えて、介護予防の観点から、ハード・ソフトの両面にわたり、高齢者等が生き生きと暮らせるまちづくり手法を検討する。

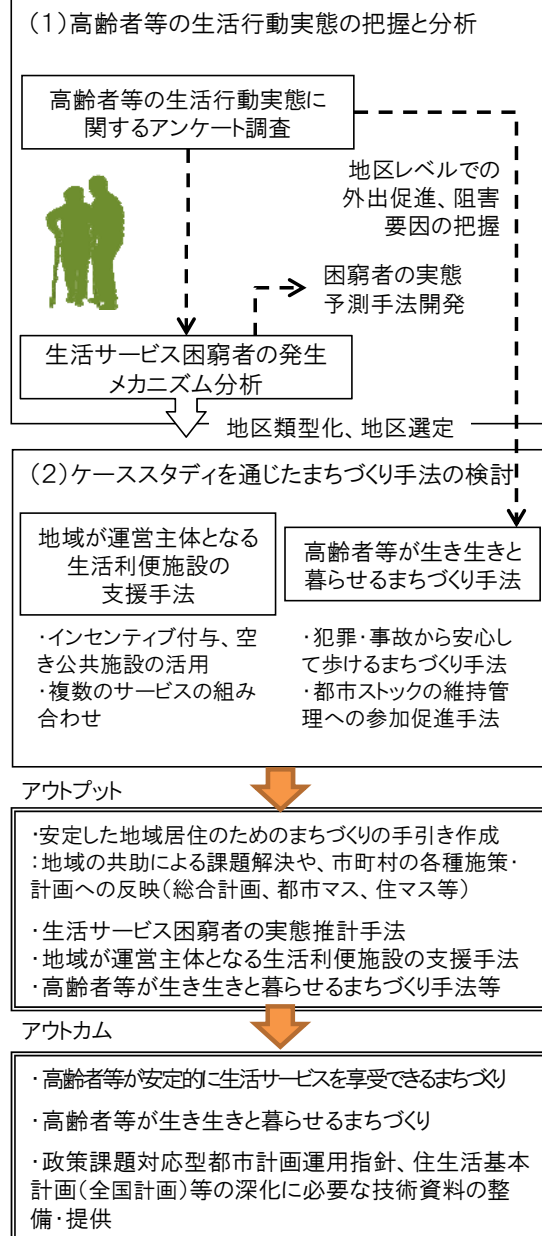


図1 研究の流れ

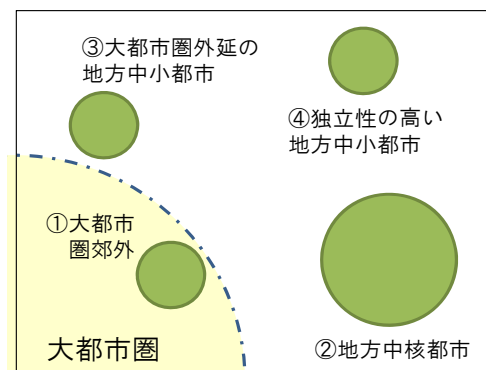


図2 アンケート調査対象の地区類型

3) 高齢者等の安定した地域居住のためのまちづくりの手引き(仮)の作成

上記の検討を踏まえ「手引き」を作成する。手引きは、住民やNPOなど地域の共助による課題解決、基礎自治体による各種施策の展開や、各種計画の策定・改正の検討に活用・反映されることを想定する。

(3) 平成24年度に得られた研究成果の概要

1) 高齢者等の生活行動実態の把握と分析

図2の③,④に対応する地方中小都市として、奈良県橿原市、山口県周南市を選定し、それぞれの中心市街地とその郊外計画住宅地計4地区を対象とするアンケート調査を実施した(①,②はH23年度実施)。

買い物、福祉・医療を含む各種サービスのニーズ及び利用実態、生活実態、地区レベルでの外出を促進・阻害する要因(犯罪不安、交通安全等)を把握した。

2) ケーススタディを通じたまちづくり手法の検討

地域が運営主体となる生活利便施設の先進事例として、買い物施設、福祉施設、および高齢者の「居場所」を対象に詳細調査を実施し、その運営手法に関する要点を抽出・整理した。

生協の空き店舗を活用した「くらし協同館なかよし」(ひたちなか市本郷台団地)では、住民による高齢者の居場所を兼ねた買い物施設運営手法に関する知見を得た(図3)。社会福祉協議会が民家を活用してデイサービスを行う「ふれあい鹿塩の家」(宝塚市鹿塩地域)では、介護保険対象外の高齢者や子育て世帯にも利用者を広げるための知見を得た(図4)。

また、「事故から安全で安心して歩けるまちづくり手法」(建築研究資料117号掲載)として提案した地域関係主体による調査および協議会の設立を行った松山市久米地区では、交差点・路肩のカラー化等の具体的な改善に至り、提案した手法の有効性が検証された。

表1 アンケート調査概要

時期	2012年2月
対象地区	橿原市 a)大和八木駅・畷傍駅周辺地区 b)菖蒲町・五条野地区 周南市 c)徳山駅・商店街・市役所周辺地域 d)周南団地周辺地区
対象	橿原市：65～79歳の住民 周南市：65～79歳の住民(要介護度2以下)
抽出	住民基本台帳からの無作為抽出
配布・回収	郵送配布、郵送回収
回収数 (回収率)	a) 428 (57.1%) b) 520 (69.3%) c) 401 (53.5%) d) 466 (62.1%)



図3 くらし協同館なかよし(ひたちなか市)



図4 ふれあい鹿塩の家(宝塚市)

## 1.2 建築物の技術基準への適合確認における電子申請等の技術に関する研究



研究リーダー 建築生産研究グループ主任研究員 武藤正樹

### (1) 目的

建築設計の分野では、「ビルディング インフォメーション モデリング (BIM)」の活用事例も増え、今後一層普及する状況にある。このような背景の下、BIMで設計した建物について、設計情報が一元化されたデータを申請図書として申請者が提出し、審査側でその内容を閲覧、審査しその後の図書保存を電子的に行うことで、審査者側の申請図書の記載内容の整合性確認に係る労力の削減、情報化に伴う図書保存の合理化が、また、申請者側も、紙図書作成手間や審査期間短縮のメリットが期待される。

本課題は、合理的な技術基準の適合確認に必要なとなる BIM による設計情報の記述表現方法、適合確認業務における情報の管理といった電子申請等の技術的仕様を検討するものである。

### (2) 研究の概要

#### 1) 建築物の技術基準への適合確認における電子申請等の技術の開発ステップの検討

- ① 電子申請等の技術が解決する課題の整理
- ② 電子申請等の技術の開発ステップの検討

#### 2) 電子申請等の技術に求められる情報とその表現、管理手法の検討

- ① 技術基準への適合確認に必要な設計情報の検討
- ② 電子申請等の技術における申請図書の表示・出力と互換性に関する検討
- ③ 電子申請等の技術における申請図書の管理手法の検討
- ④ 電子申請等の技術に求められる情報、その表現管理手法に係るガイドラインの検討

#### 3) BIM 利用を想定した電子申請等の技術のプロトタイプの実成と利用性検証

- ① プロトタイプの実成
- ② プロトタイプの試作・評価

・建築物の機能の高度化、複雑化の中で、建築確認手続き、省エネルギー性等の技術基準適合の為に、申請図書が、十分に整合していることが必要。

#### 隘路①整合性の確保

確認検査機関では申請図書の記載内容について、整合性の確認に相当の労力を払っているのが現状

申請に係る記載内容の整合性確保につながる対策が必要

- ・平成19年の法改正で、15年間の確認申請図書及び書類の保存が義務付け(設計事務所、特定行政庁、指定確認検査機関)

#### 隘路②図書保存の合理化

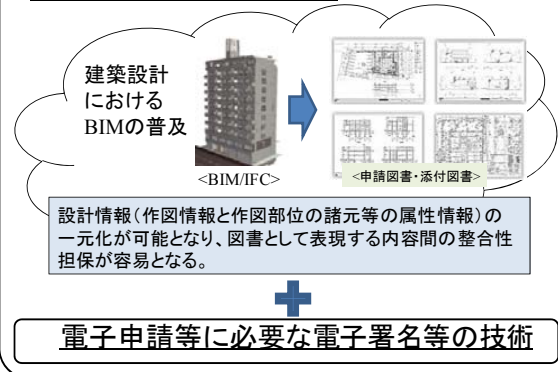
設計事務所・施工会社では、一般的にはCADが利用されている。確認申請は紙媒体を基本に行われ、図書の保存が課題。

- ・確認申請から確認済証の交付、確認申請図書及び書類の保存を電子化すれば、コストや手間の低減につながる

確認審査業務上の隘路(整合性、図書保存)



#### 隘路解消の周辺要素技術



#### 申請図書に記述される内容の整合性の確認を容易とし、審査の合理化につながる技術を開発

合理的な技術基準の適合確認に必要な電子申請等の技術的仕様

- ・BIMによる設計情報の記述表現方法(プロダクトモデルとしてのIFC/IFD検討)
  - ・適合確認業務における情報の管理(プロセスモデルとしてのIDM/MVD検討)
- 等

図1 研究開発のあらまし



(3) 平成 24 年度に得られた研究成果の概要

建築確認等の申請者、確認審査機関に対する電子申請に対するニーズ等、および、適合確認業務における電子申請等における申請図書の取扱いについて、ヒアリング等による調査の結果、以下の内容を明らかとした。

ア)紙図書作成手間が減るメリットは大きいですが、BIM の操作は煩雑であり、軽微な修正等で取扱が簡便、等の紙図書申請のメリットを上回る効果が無いと導入は難しい。(申請者)

イ)紙申請時では認印の押印で足りるのに対し、電子申請時に登録印(実印)相当の効力を持つ電子署名を使用する点や、費用面で電子署名利用の抵抗感が強い。(申請者、設計者)

ウ)戸建住宅試行審査時の、PDF 図面の画面上的閲覧は問題なく、検査時の図書閲覧で用いることができる等、利用性は高い。(審査者)

エ)長期優良等の電子審査の申請者が、建築確認での電子申請を求めている。その場合も、確認済証を紙で求めるニーズが高い(審査者)

次に、必要となる設計情報の整理、申請図書の表示・出力方法の互換検討、電子申請等における図書の管理技術については、IFC を介した BIM ソフトウェア間の表現互換性について、複合要素、部品、属性情報、ビュー表現の欠落があり、審査に必要な要素についての的確な情報の収集法の規定が必要であることを確認した。

また、建築物の技術基準への適合確認に供する電子申請等の技術検討 WG(主査:寺井達夫千葉工大准教授)を設置し、確認申請業務を従前の紙図書による審査から、電子申請等へと段階的に置き換える技術段階(技術開発ステップ)と各段階に必要な要素技術、隘路解消の効果について、図3のように整理した。

次年度以降は、今後は前述の検討結果を踏まえ、申請件数ベースで多数を占める戸建住宅程度の建築物を対象とし、プロトタイプの開発を含めた、実証的な検討を経て、電子申請等の技術的仕様の作成を図ってゆく予定である。

(1) 建築物の技術基準への適合確認における電子申請等の技術の開発ステップの検討(H24)

建築種別、規模別、各種技術基準適合の技術的課題、効果を包括的に整理し、電子申請等に向けた開発ステップを提示

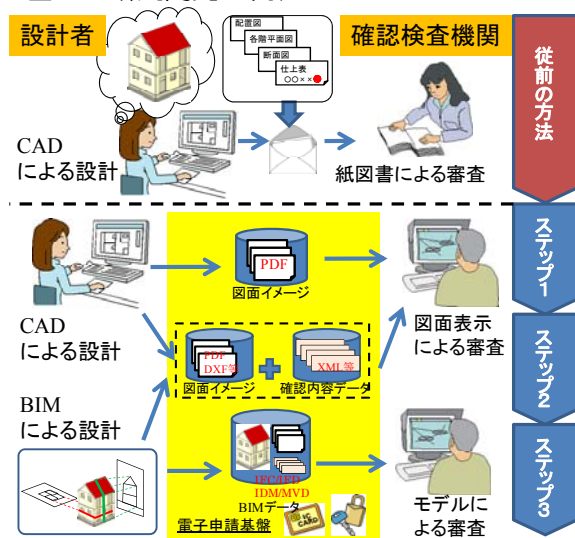
(2) 電子申請等の技術に求められる情報とその表現、管理手法の検討(H24-25)

適合確認に必要な設計情報の整理や図書の表示・出力等、互換性や図書の管理手法の検討

(3) BIM利用を想定した電子申請等の技術のプロトタイプ作成と利用性検証(H25-26)

図書情報のビュー、指摘事項等の記述・履歴管理プログラム、適合確認の支援プログラム等、プロトタイプを作成し、検証

図2 研究開発の流れ



開発段階	段階の目標と交わされる電子図書	必要となる要素技術等	隘路対応※	
			整合性	図書保存
ステップ1	●紙図書の電子化 紙図書のイメージ (H20事務連絡水準)	・図書イメージデータに対応した電子署名(多重署名、長期署名) ・電子申請等に対応した業務規程	—	◎
ステップ2	●データ化による審査の簡便化 紙図書のイメージ+確認内容のデータ	(ステップ1に加え) ・データファイルに対応した電子署名(多重署名、長期署名) ・図書イメージと確認内容データ間の整合性確保方法	○	◎
ステップ3	●整合性が確保された審査(高度な審査への対応) BIM利用を想定した一元化データ	(ステップ1に加え) ・モデルデータに対応した電子署名(多重署名、長期署名) ・審査に必要な設計情報のモデルへの収集方法(IFC/IFD) ・審査に必要なビューの定義と審査用ビュー(IDM/MVD)	◎	◎

(※ 凡例: ○:隘路解消に寄与、◎:隘路解消に大いに寄与)

図3 技術開発ステップと要素技術の整理

## 運営費交付金による基盤研究課題（平成24年度実施）

### 構造研究グループ

- 1 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）
- 2 屋根ふき材等の風圧に対する構造計算の明確化に資する検討（H23-24）
- 3 建築物の竜巻による被害発生メカニズムの解明（H24-25）
- 4 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）
- 5 既存大規模木造建築物の耐震補強技術の開発（H22-24）
- 6 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）

### 環境研究グループ

- 7 給排水衛生設備の性能評価技術等に関する技術的検討（H23-27）
- 8 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）
- 9 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）
- 10 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）

### 防火研究グループ

- 11 有機系材料を使用した内外装システムの火災安全性能に係る評価手法の開発（H23-24）
- 12 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）
- 13 熱応力・強制変形を受ける区画部材の耐火性能推定技術の開発（H22-24）

### 材料研究グループ

- 14 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（H24-26）
- 15 アスベスト含有成形板の改修工法に係る経年後の性能検証（H23-24）
- 16 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）
- 17 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（H24-26）

### 建築生産研究グループ

- 18 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）
- 19 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）

### 住宅・都市研究グループ

- 20 環境貢献措置を伴う市街地開発事業の損失・便益分析評価手法研究（H23-24）
- 21 人口減少期に適した区域区分のための地区別人口予測手法に関する研究（H23-24）
- 22 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）
- 23 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）

### 国際地震工学センター

- 24 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）
- 25 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）
- 26 建物の強震観測とその利用技術（H24-26）
- 27 地盤全体のせん断波速度構造の解明のための物理探査技術の研究（H24-26）

### 研究専門役

- 28 1918年以降に発生した地震の震源位置再検討による地震空白域推定に関する研究（H22-24）







# BRI 研究レポート

---

## 2013

平成 25 年 10 月発行

編集・発行 ©独立行政法人 建築研究所

住 所 つくば市立原 1 <http://www.kenken.go.jp/>

---

本資料の転載・複写の問い合わせ

企画部企画調査課 Tel 029-864-2151(代表)