

## 8 建築研究部

### 建築物等の維持管理段階における基準認証システムに関する研究

Research on standards and accreditation system of building, elevator equipment, amusement facilities etc. in the maintenance stage

	(研究期間 平成 26～27 年度)
建築研究部 基準認証システム研究室	室 長 安藤 恒次
	主任研究官 岩田 善裕
	主任研究官 壁谷澤 寿一

#### [研究目的及び経緯]

本研究は、建築基準法に基づく定期報告制度をベースにして、諸外国の状況等も踏まえつつ、建築物、建築設備（昇降機を含む）、遊戯施設等の維持管理段階における効果的かつ実効性のある基準認証制度及びその実施体制のあり方について検討を行うものである。

平成 26 年度は、昇降機（エレベーター、エスカレーター）の定期検査業務基準における検査項目、検査方法、判定基準や特定行政庁への報告様式等について、最近の事故事例や検査現場の実態・意見等を踏まえ、より効果的かつ実効性のある内容とするための見直し案を検討するとともに、遊戯施設の定期検査等について、米国における制度や実施体制等に関する調査を行った。

### 災害拠点建築物の機能継続技術の開発

Development of functional continuance technology for disaster preparedness facilities' structure

	(研究期間 平成 25～28 年度)
建築研究部	部 長 五條 渉
	建築新技術研究官 佐藤 研一
	建築災害対策研究官 奥田 泰雄
建築研究部 基準認証システム研究室	室 長 安藤 恒次
	主任研究官 岩田 善裕
	主任研究官壁 谷澤 寿一
建築研究部 評価システム研究室	室 長 井上 波彦
	主任研究官 脇山 善夫
建築研究部 環境・設備基準研究室	室 長 足永 靖信
	主任研究官 久保田 裕二

#### [研究目的及び経緯]

本研究は、東日本大震災等の被害を踏まえ、応急・復旧活動等の拠点となる建築物が、災害直後から機能を継続するための技術開発等を行うことを目的とする。本年度実施した 6 つの技術開発項目等の検討経緯は、以下のとおりである。

(1) 外壁材脱落を考慮した設計法の開発については、平成 25 年度に実施した ALC パネル・鋼板製外壁を対象とした静的加力試験および水理実験結果に基づいて外壁材脱落を考慮した設計法(案)を作成した。提案した設計法に基づき、外壁材脱落を考慮した鉄骨造の津波避難ビルの試設計例を作成した。(2) 低抗力津波避難ビルの開発については、津波避難ビルにおいて津波先端部の衝撃波力を建築物の立面形状により緩和する計画、柱やコアを集約することにより受圧面積を小さくする計画を提案し、次年度に実施予定の水理実験の基本計画を策定した。(3) 非共振天井材の開発については、天井と壁等にクリアランスを設けて、部分的に配置した大型の水平力抵抗部材により地震力に耐える天井工法について、水平力抵抗部材の配置をパラメータとした試験体を用いたユニット試験および振動実験（一部、空調設備と照明設備を配置）を行い、地震に対する損傷性状を検討した。(4) 非構造壁を活用した損傷制御設計法の開発については、通常の設計では壁と柱の間に設けられるスリットの位置を壁の内側に設けて、そで壁つき柱とはりで構成されるフレームとすることにより、高いコストをかけずに強度と剛性を高め、地震時に発生する損傷を減らす損傷制御設計法について実大 5 階建て鉄筋コンクリート造建築物の静的載荷実験を行い効果等を検証した。(5) 外装材の飛来物耐衝撃性能試験法の開発については、平成 25 年度に実施した ALC パネル・合わせガラス・鋼製ドア等の外装材を対象とした衝撃性能試験結果に基づいて、竜巻飛来物に対する外装材の耐衝撃性能の評価法(案)を作成した。また、外装材の衝撃性能試験法のマニュアルを作成した。(6) 災害拠点における設備システムの機能継続技術に関する検討については、平成 25 年度に実施した東日本大震災の被災自治体等に対する災害時設備システムに関するヒアリング結果を取りまとめた。ヒアリング結果と設備要素システムの情報収集結果に基づき、災害拠点建築物の災害後機能回復するまでの時間軸による整理と各時点でも有効とされる設備システムについて検討した。

## 構造物の崩壊荷重に基づく津波荷重の評価法に関する研究

A Study on Evaluation Method of Tsunami Wave Load from Collapsing Load of Structures

(研究期間 平成 25～27 年度)

建築研究部 基準認証システム研究室  
評価システム研究室

主任研究官 壁谷澤 寿一  
室 長 井上 波彦

### [研究目的及び経緯]

本研究は、建築構造物に作用する津波荷重の評価精度について、同一形状・配筋を有する鉄筋コンクリート造模型に対して静的載荷実験および水理破壊実験を実施することにより、外力に対する応答性状の比較から構造物の崩壊に有効な波力を検証することを目的とする。

本年度は、前年度実験を実施した水理実験施設について模型前面に傾斜を設けて約50cmの孤立波を作用させる追加実験を実施した。津波先端部の衝撃力により通過波浸水深の5倍の波圧、静的載荷実験における降伏転倒耐力の2倍程度の波力モーメントが計測され、試験体が転倒した。

## 倒壊限界と地震動被災を考慮した津波による建物の崩壊メカニズムに関する研究

A Study on Collapse Mechanism of Buildings due to Tsunami reflecting on Collapse Limit State and Seismic Damage

(研究期間 平成 26～28 年度)

建築研究部 基準認証システム研究室  
評価システム研究室

主任研究官 壁谷澤 寿一  
室 長 井上 波彦

### [研究目的及び経緯]

津波避難ビルの設計用津波荷重は東日本大震災の被害事例に基づいて提案されているが、建築物崩壊時の津波荷重は、外力分布、継続時間、浮力、構造物側では崩壊モード、靱性や地震動被災度等も影響しており、精度や一般性に限界がある。本研究では構造物モデルによる水理実験を実施し、浮力と振動被災の崩壊に対する影響を定量化する。

本年度は、1/8 縮小スケールの鉄筋コンクリート造ピロティ形式の架構の設計および製作を行った。試験体はピロティ階を構成する柱断面の異なる2種類とした。水理実験は水中振動台を有する大規模地盤波動総合水路において実施した。強度の低い試験体では津波のみを入射したケースでは倒壊に至らなかったものの、地震動により柱に損傷を与えてから同じ津波を入射したケースでは倒壊し、地震動被災が津波による崩壊荷重に与える影響について検証された。

# 災害時における建築物由来廃棄物対策の研究

Research on measures of disaster waste from buildings and housings

(研究期間 平成 26 年度)

建築研究部 構造基準研究室  
Building Research Department  
Structure Standards Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher

森田 高市  
Koichi MORITA  
古賀 純子  
Junko KOGA

Massive generation of waste from buildings and housings are generated at the time of large-scale disaster. Disposal of disaster waste is a critical subject for recovery from a disaster and effective use of those is important for resource-poor situation of the nation.

In this research, waste disposal of past disaster was investigated and condition of application on recycling technology to disaster waste was studied.

## 〔研究目的及び経緯〕

近年、地震や台風等の大規模な被害が頻発しており、今後も南海トラフ地震等の発生等、差し迫ったリスクが存在する。特に大規模地震においては建築物の倒壊や損傷等により、建築物由来の廃棄物が多量に発生する。これらの廃棄物を速やかに処理することが復興への第一歩であり、また、我が国は資源が少なくかつ最終処分場の残余量が逼迫していることを鑑みると、災害時の廃棄物等の再資源化等による有効利用は重要な課題である。

一方、建設廃棄物は、平成 14 年に「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」（建設リサイクル法）が施行されて以降、再資源化または縮減が義務づけられているコンクリート、木材等の特定建設資材に指定された廃棄物の再資源化が推進されており、再資源化・縮減率は平成 24 年度に 96.0%を達成している<sup>1)</sup>。建設廃棄物は「廃棄物の処理および清掃に関する法律」（廃掃法）により、産業廃棄物と位置づけられている一方、災害廃棄物は一般廃棄物として取り扱われる。法律上の取扱いが異なることは課題であるものの、建設廃棄物の再資源化技術の災害廃棄物への適用可能性、適用条件を検討し課題を整理することは、災害廃棄物処理の対策として有効である。

建築物由来の災害廃棄物には、多種多様な建材に由来する廃棄物が含まれており、再資源化にあたっては適正な分別を行うことが重要である。過去の災害時の災害廃棄物の発生形態を把握し、建設廃棄物の再資源化技術の適用時の阻害要因、適用条件等を検討する。災害廃棄物の再資源化に向けた分別条件に関する技術的知見は、災害廃棄物処理にあたって円滑な処理に有

効であり、速やかな復興に資することができる。

## 〔研究内容〕

- ・建築物由来の災害廃棄物対応の実態把握
- ・建築物由来の処理・再資源化手法及び適用条件の調査

## 〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

### 1. 建築物由来の災害廃棄物対応の実態把握

大規模災害の発生時の災害廃棄物処理の実態把握のため、2011 年に発生した東日本大震災後の災害廃棄物への対応について文献調査および処理を担当した中間処理業者等へのヒアリング調査を行った。

東日本大震災後においては、発生後に環境省から「再生利用が可能なのは、極力再生利用する」との方針が示された<sup>2)</sup>。同方針に従い、最も廃棄物発生量の多かった宮城県では処理段階に把握された廃棄物量の約 80%が再資源化された(図 1)<sup>3)</sup>。コンクリートくず、アスファルトくず、金属くずとして集積された廃棄物は全量再資源化された。また、木くずや混合廃棄物として集積された廃棄物は、分別を行った上で再生利用、焼却、最終処分がなされた。東日本大震災時の災害廃棄物の特徴として、津波の影響により、建造物に由来する廃棄物に車両、船舶、漁網、土砂等が混合していることがあげられる。

本調査では、東日本大震災後の震災廃棄物処理に従事した総合建設業者、建設廃棄物の中間処理業者にヒアリング調査を行い、一次仮置き場から二次仮置き場を経て再資源化、焼却および最終処分に至るまでの分別処理の工程の確認を行った。表 1 にヒアリングにより把握した廃棄物の一次仮置き場での集積品目および二次仮置き場での分別・集積品目を示

す。仮置き場では、概ね建設廃棄物処理と同様の品目に添って集積されており、建設廃棄物の処理を基本に処理が進められていたことが伺える。なお、一次仮置き場で単品として示された品目の分別状況は十分ではなく、混合物が非常に多い状態とのことであった。二次仮置き場では一次と比較して分別が進んだ状態で集積され、さらに分別工程を経て再資源化等が図られている。表2に同一のヒアリング調査から得た処理困難物（分別・再資源化処理の妨げとなる物品等）および夾雑物（危険物等）を示す。東日本大震災における災害廃棄物の特徴が顕著に現れ、津波により、建造物以外に由来する物品が多く挙げられた。また、漁網や漁具等が挙げられ地域の特性が伺える。仮に都市部で災害が発生した場合には様相の異なる災害廃棄物となることが推測され、速やかに処理を行うためには廃棄物の内容、特性の把握が重要である。

また、東日本大震災時の広域処理による処理事例として、建設混合廃棄物の再資源化処理業者に対しヒアリング調査を行い、災害廃棄物の建設廃棄物の再資源化技術への適用事例の把握し、適用条件を確認した。

## 2. 建設廃棄物の再資源化技術への災害廃棄物の適用条件の抽出および展望

1. で得た災害廃棄物の発生形態を踏まえ、建設廃棄物の再資源化技術への適用条件の抽出するため、再資源化処理業者へのヒアリング調査および文献調査により再生資源の受入条件について事例収集を行った。これにより、コンクリート塊、木くず、可燃系混合廃棄物、不燃系混合廃棄物について、災害廃棄物の受入条件を確認した。災害廃棄物をコンクリート塊への再資源化技術に適用する場合の受入条件の一例を表3に示す。再生資源の品質条件を満たすための条件、製造上不純物となる材料の除去条件を確認した。

東日本大震災においては、廃棄物の放射能汚染への懸念、輸送手段の確保が困難であった等の理由により、広域処理による再資源化はごく一部にとどまった。しかしながら、災害の規模、地理的条件によっては広域処理による廃棄物の処理も有効な手段であるため、平時から施設の所在地、受け入れ条件等を整理し把握しておくことが肝要である。

また、高度な品質の求められる材料への再資源化は東日本大震災では実施されなかったが、都市部等でコンクリート塊が多量に発生し、かつ選別して収集・運搬できる場合など、災害の発生状況によっては平時の建設廃棄物の再資源化技術の適用の可能性がある。

## 【成果の活用】

災害対策マニュアル等策定のための技術資料となる。

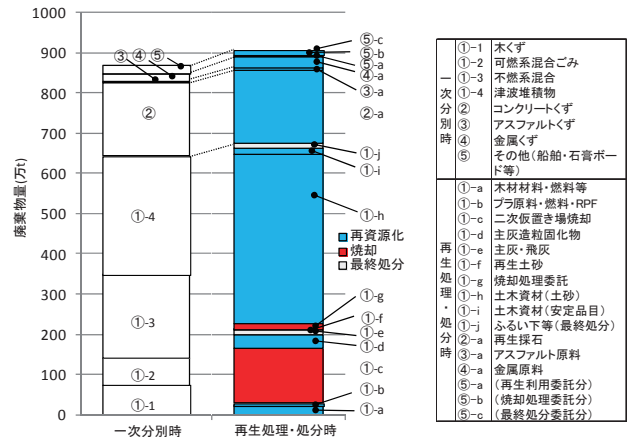


図1 災害廃棄物の発生量と処理・処分の内容<sup>3)</sup>

表1 仮置き場における集積品目(例)

分別品目	一次仮置き場		二次仮置き場			
	宮城県 a地区	岩手県 a地区	宮城県 b,c地区	岩手県 a地区	岩手県 b地区	宮城県 d地区
可燃物系混合物	●	●	●	●	●	●
不燃物系混合物	●	●	●	●	●	●
津波堆積物	●	●	●	●	●	●
混合物(分別)	●	●	●	●	●	●
土(土砂)	●	(細粒物)	●	●	●	●
コンクリート塊	●	●	●	●	●	●
アスファルトくず	●	●	●	●	●	●
砕石	●	●	●	●	●	●
金属くず	●	●	●	●	●	●
木くず	●	●	●	●	●	●
廃プラスチック類	(漁網)	●	●	●	●	●
発泡プラスチック	●	●	●	●	●	●
塩ビ管	●	●	●	●	●	●
ガラスくず	●	●	●	●	●	●
陶磁器くず	(茶碗)	●	●	●	●	●
石膏ボード	●	●	●	●	●	●
畳	●	●	●	●	●	●

表2 抽出した処理困難物および夾雑物

処理困難物	家電、船舶、自動車、タイヤ、電線、電池類、絡みもの(ロー・うき等)、墓石・仏像、漁網・漁具、布団、家具(マットレス・ソファ等)、壁材、断熱材、発泡ウレタン、竹・草、ヘッドロ、土砂混じり廃プラスチック、せつこうボード
夾雑物	ボンベ類、PCB使用機器、アスベスト使用建材、農業、廃油、廃酸、廃アルカリ、土対法規制物(重金属)、腐敗するもの、自然発火するもの

### 参考文献

- 平成24年度建設副産物実態調査結果、国土交通省
- 東日本大震災に係る廃棄物の処理指針(マスタープラン)、平成23年5月、環境省
- 災害廃棄物処理実行計画、宮城県、H25.7

表3 コンクリート塊の再資源化技術の受入条件(例)

項目	再資源化手法	コンクリート用 再生骨材			コンクリート二次製品用 再生骨材		再生砕石			
		再生骨材H	再生骨材M	再生骨材L	アレイストコンクリート 道路・下水道	アレイスト コンクリート	再生砕石 (RC-40)	再生砕石 (RC-10)	再生埋戻	
品質条件	原コンクリート	種類	①	①	①	①	①	①	①	①
		大きさ	②	②	②	②	②	②	②	②
	化学的性質	アルカリ反応	③	③	③	③	③	○	○	○
		塩化物量	④	④	④	④	④	○	○	○
	物理的性質	粒度	×	×	×	×	×	×	×	×
		吸水率	⑬	⑬	⑬	⑬	⑬	○	○	○
		微粉分量	⑬	⑬	⑬	⑬	⑬	⑬	⑬	⑬
		総乾密度	⑬	⑬	⑬	⑬	⑬	○	○	○
		すりへり減量	⑬	⑬	⑬	⑬	⑬	×	×	×
	分別条件	不純物	カド、レンガ、陶磁器類	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	—	—
ガラス片			⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
石膏および石膏ボード			⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
無機系ボード			⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
プラスチック片			⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
有害物		木片、竹片、布きれ、紙	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑥	⑥	⑥
		金属片	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	—	—	—
		不純物量の合計	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑩	⑩	⑩
		アスベスト	×	×	×	×	×	×	×	×
		その他の特別管理廃棄物 土壌汚染物質	×	×	×	×	×	×	×	×

- ：要求されない(品質条件)、分別不要(分別条件)④：塩化物を多量に含んでいないことを確認できれば○  
 △：条件付きで要求される(品質条件)、条件付きで分別  
 ×：要求される(品質条件)、分別必要(分別条件)⑦：0.5%以上混入することがないことを確認できれば○  
 ①：天然砂、天然砂利、砕石若しくは砕砂を原骨材に用い  
 ②：0.1%以上混入することがないことを確認できれば○  
 ③：0.2%以上混入することがないことを確認できれば○  
 ④：0.5%以上混入することがないことを確認できれば○  
 ⑤：1.0%以上混入することがないことを確認できれば○  
 ⑥：2.0%以上混入することがないことを確認できれば○  
 ⑦：3.0%以上混入することがないことを確認できれば○  
 ⑧：5.0%以上混入することがないことを確認できれば○  
 ⑨：目視により多すぎないか確認できれば○  
 ⑩：JIS規定による

# 木質構造住宅における外皮の構造・仕様とその評価に関する研究

Research on construction method and performance evaluation of external envelope of timber-framed houses for improving the durability of the buildings.

(研究期間 平成 24～26 年度)

建築研究部 構造基準研究室  
Building Department  
Structural standards Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher

森田 高市  
Koichi MORITA  
宮村 雅史  
Masashi MIYAMURA

This study was aimed at the specifications and evaluation method of the wooden house exterior. The exterior of the woody structure housing (roofs, barriers and balconies, etc.) has an influence on the durability, fire resistance, earthquake resistance and esthetics, etc. remarkably. This research proposed the waterproof specification related to the exterior of the wooden house.

## 【研究目的及び経緯】

木質構造住宅の木材や木質材料を腐朽させる主な要因は、外装材まわりからの雨水浸入や壁内結露、通気・換気量不足などがあるが、近年の木造住宅は、高気密化されていることが多く、適切に通気・換気的设计及び施工がされていない場合、雨水浸入及び結露による滞留水が外部に放出されにくい仕様のため、早期に著しい劣化が生じる事故事例が繰り返し生じており、住宅瑕疵担保履行法の円滑な運用に支障をきたすことが危惧されている。このようなことから本研究では、戸建ての木造住宅を対象として、各種の劣化要因を調査・研究し、居住者の安全・安心及び建物の資産を確保するため、建物外皮の設計・施工方法について検討・分析するとともに、各種の構法や材料・部材の耐久性に関する評価方法を提案することを目的としている。

本研究では、包括的かつ横断的な研究を進める一環として、産学官連携の共同研究「木造住宅の耐久性向上に関わる建物外皮の構造・仕様とその評価に関する研究」も実施しており、関係業界へのヒアリングや設計・施工調査により実態を把握してきた。これまで「躯体接合部」、「モルタル外壁」、「瓦屋屋根」を対象として実態調査を実施しており、その結果、瑕疵担保履行法関係の設計施工基準、JASS や指針、住宅金融支援機構の木造住宅工事仕様書などに準拠していない設計・施工事例が数多く存在した。これらの対象部位に共通することは、全て施工後に内外装材に囲まれ、内部の施工状態が判らなくなることである。

耐震性や耐久性に関する元請けや下請けの認識が低く、誰からも評価・検査されない場合、設計・施工者はこのような被覆される部位に対して初期費用を優先し、推奨されていない材料、構法、施工方法を選ぶこ

とがある。さらに、大規模な地震が発生して外装材が脱落し、内部の状況が露出しても、住まい手は自然災害であるとの諦めが先立つ場合や、住まい手向けの技術資料が無いため、適切な設計・施工状況であったか否かを判断出来ない場合がある。

このような背景から本研究では、設計者や施工者だけではなく、住宅購入予定者も対象として、住宅の長寿命化に役立つ情報を判りやすく提供することを目的としている。

## 【研究成果】

本研究では、数多くの調査・実験を実施してきたが、紙面の都合上、住宅購入予定者を対象とした成果の一部を以下に紹介する。

本研究では、「長持ち住まいのチェックシート」、「材料・部材選択シート」、「構法選択シート」、「不具合事例」を作成しており、住まい手に長寿命住宅を適切に構築する援助となるよう以下の提案をした。

### 1.長持ち住まいのチェックシート（図1）

住宅購入予定者は、一般的に木造住宅関連の Web サイトを訪れたり住宅展示場に通ったりして、その特徴を把握しようとするが、基礎的な情報が少ない場合は表面的な印象に左右されやすく、住宅が保有する本質的な性能を公平に確認することが困難な場合がある。住宅の性能を計るものとして、品確法の性能表示制度があり、耐久性関係は劣化対策により等級が定められているが、雨水浸入や結露は納まりや施工により著しく影響を受けやすいため、現在の制度だけではなく、より詳細な設計・施工に関する情報が必要とされている。本シートは、共同研究で得られた防水や防露に関する知見を活かし、住まい手が判りやすく横並びの評

価が可能となるように検討したものである。

以下に想定する本シートの利用手順を示す。

①住宅購入予定者は、Web サイトより本シートを入手し、希望する部屋の数や各々の広さなど、仕様や見積もりに必要となる基本的な要望事項を入力する。検討対象となる住宅建設会社の数社に本シートをメールなどで送付する。②本シートを受け取った建設会社は住宅購入予定者の要望事項に配慮した上で、標準仕様、オプションの仕様、それに伴う費用などを入力し、依頼者へメールなどで返送する。③住宅購入予定者は、数社から返送された本シートを印刷し、横並びに比較検討する。

本シートは、基本的に各項目に対して、A～Fの6つのグレードに分けており、特に推奨される構法や材料などは、黄色の網掛けをしているので、木造の耐久性に詳しくなくとも容易に選択することが可能となる。また、推奨項目を住宅供給会社がオプション設定している場合は、その価格差が判るようにしている。グレード分けが困難な場合は、網掛けを施していない。

不明な内容がある場合は、その部分をクリックして、リンクされた判りやすい解説を読むことが出来る。

なお、ユーザーの利便性を考慮し、耐久性以外の項目も記載している。

## 2.材料・部材選択シート

本シートは、木造住宅の外皮を構成する材料・部材を適切に選択出来るように、写真や図などを使用して、住宅購入予定者にも判りやすく解説したものであり、その項目を下記に示す。

①使用部位、②役割、③種類、④必要性能、⑤選定方法、⑥選定のポイント、⑦推奨品の性能、⑧経済的メリット、⑨価格の目安、⑩グレード、⑪参考Web サイト

## 3.構法選択シート

本シートは、屋根、外壁、基礎・床下、バルコニーを対象として、屋外から屋内に至るまでの層構成や問題点などについて、図表などにより解説したものである。

## 4.マイホーム建設参考資料

住宅のトラブルを防ぎ、長寿命化を図るには、住まい手による基礎的な理解が必要となる。「マイホーム建設参考資料」では、住宅購入予定者に予め知って頂きたい項目や、誤った選択をしてしまうリスクについて、親しみやすく判りやすいようにしたものである。読者がより詳細な情報を必要とする場合に対応するため、資料の中に上記の各種シート及びWeb サイトへのリンク貼り付けがされている。

検討している建設会社にチェックしてもらい、返却後に住宅選定の参考資料として下さい

会社名：〇〇工務店  
 担当者名：建設太郎  
 建物の名称：〇〇ホーム  
 標準仕様による建設費(概算)：¥20,000,000

抜粋

		A	B	オプション (A~F)	全体の価格差
全体	上記の「標準仕様による建設費(概算)」に含まれないもの	<input type="checkbox"/> バルコニー	<input type="checkbox"/> 小屋裏収納		¥500,000
	構法	<input type="checkbox"/> エアコン	<input type="checkbox"/> 空調配管費	D	
図面	一般	<input type="checkbox"/> ユニットバス	<input type="checkbox"/> システムキッチン		
		<input type="checkbox"/> 在来軸組構法	<input type="checkbox"/> 枠組壁構法		
	構造	<input type="checkbox"/> 通気構法	<input type="checkbox"/> 通気構法(シート)		
		<input type="checkbox"/> 配置図	<input type="checkbox"/> 施主に譲す	<input type="checkbox"/> 要請により譲す	
		<input type="checkbox"/> 平面図	<input type="checkbox"/> 施主に譲す	<input type="checkbox"/> 要請により譲す	
		<input type="checkbox"/> 地盤調査図	<input type="checkbox"/> 施主に譲す	<input type="checkbox"/> 要請により譲す	
設備建具	<input type="checkbox"/> 基礎伏図	<input type="checkbox"/> 施主に譲す	<input type="checkbox"/> 要請により譲す		
	<input type="checkbox"/> 防水・通気関係図面	<input type="checkbox"/> 施主に譲す	<input type="checkbox"/> 要請により譲す		
資料	工事関係資料	<input type="checkbox"/> 配管図	<input type="checkbox"/> 施主に譲す	<input type="checkbox"/> 要請により譲す	
		<input type="checkbox"/> 工程表	<input type="checkbox"/> 施主に譲す	<input type="checkbox"/> 要請により譲す	
	維持保全	<input type="checkbox"/> 工事担当者紹介資料	<input type="checkbox"/> 施主に譲す	<input type="checkbox"/> 要請により譲す	
		<input type="checkbox"/> 保証書	<input type="checkbox"/> 施主に譲す	<input type="checkbox"/> 要請により譲す	
屋根	共通事項	<input type="checkbox"/> 保守点検資料	<input type="checkbox"/> 施主に譲す	<input type="checkbox"/> 要請により譲す	
		<input type="checkbox"/> 軒の出	<input type="checkbox"/> 60cm以上	<input type="checkbox"/> 45~59cm以下	
	瓦屋根	<input type="checkbox"/> けらぎの出	<input type="checkbox"/> 60cm以上	<input type="checkbox"/> 45~59cm以下	
		<input type="checkbox"/> 屋根の形状	<input type="checkbox"/> 切妻	<input type="checkbox"/> 寄棟	
		<input type="checkbox"/> 屋根材	<input type="checkbox"/> 瓦屋根	<input type="checkbox"/> 金属屋根	
		<input type="checkbox"/> ガイドライン構法	<input type="checkbox"/> 採用	<input type="checkbox"/> 非採用	
天井・屋根断熱	<input type="checkbox"/> 屋根材メーカー指定	<input type="checkbox"/> 準拠	<input type="checkbox"/> 非採用		
	<input type="checkbox"/> 勾配	<input type="checkbox"/> 4/10以上	<input type="checkbox"/> 3.5/10		
外壁	共通事項	<input type="checkbox"/> 瓦の種類	<input type="checkbox"/> いぶし瓦	<input type="checkbox"/> 釉薬瓦	
		<input type="checkbox"/> 断熱フィルム	<input type="checkbox"/> 防湿フィルム	<input type="checkbox"/> 防湿フィルムテープ	
	窯業系サイディング外壁	<input type="checkbox"/> 透湿防水シート	<input type="checkbox"/> 透湿防水シートA	<input type="checkbox"/> 透湿防水シートB	
		<input type="checkbox"/> 通気胴縁の厚さ	<input type="checkbox"/> 15mm以上	<input type="checkbox"/> 10~14mm	
		<input type="checkbox"/> 外装材	<input type="checkbox"/> 窯業系サイディング	<input type="checkbox"/> 金属サイディング	
		<input type="checkbox"/> 断熱	<input type="checkbox"/> 縦断熱	<input type="checkbox"/> 横断熱	
床下	<input type="checkbox"/> 張り方	<input type="checkbox"/> 横張り	<input type="checkbox"/> 縦張り		
	<input type="checkbox"/> 厚み	<input type="checkbox"/> 21~28mm	<input type="checkbox"/> 18~20mm		
基礎	<input type="checkbox"/> 留め付け	<input type="checkbox"/> 金具留め	<input type="checkbox"/> 釘留め		
	点検の容易さ	<input type="checkbox"/> 床の納まり	<input type="checkbox"/> 根太省略構法	<input type="checkbox"/> 一般構法	
		<input type="checkbox"/> 地面からの床高さ	<input type="checkbox"/> 600mm以上	<input type="checkbox"/> 400~599mm	
	不動沈下	<input type="checkbox"/> 東	<input type="checkbox"/> 鋼製東	<input type="checkbox"/> フラスチック東	
<input type="checkbox"/> 種類		<input type="checkbox"/> 杭基礎	<input type="checkbox"/> 深基礎		
防湿	<input type="checkbox"/> 防湿処理	<input type="checkbox"/> 防湿フィルム	<input type="checkbox"/> 防湿シート		
	<input type="checkbox"/> 基礎外側のコンクリート	<input type="checkbox"/> 全て見える	<input type="checkbox"/> 10cm未満がある		
地盤	<input type="checkbox"/> 基礎内側のコンクリート	<input type="checkbox"/> 全て見える	<input type="checkbox"/> 10cm未満がある		
	<input type="checkbox"/> 地盤調査	<input type="checkbox"/> 第三者が実施	<input type="checkbox"/> 施工主が実施		
保証	<input type="checkbox"/> 地盤に関する保証	<input type="checkbox"/> 保証規定あり	<input type="checkbox"/> 保証規定なし		
	<input type="checkbox"/> 液状化に関する保証	<input type="checkbox"/> 保証規定あり	<input type="checkbox"/> 保証規定なし		
	<input type="checkbox"/> 結露に関する保証	<input type="checkbox"/> 保証規定あり	<input type="checkbox"/> 保証規定なし		
	<input type="checkbox"/> 雨漏りに関する保証	<input type="checkbox"/> 保証規定あり	<input type="checkbox"/> 保証規定なし		

建物全体の価格差 ¥500,000  
 オプションを入れた建設費 ¥20,500,000

## 【成果の活用】

木造住宅業界ではコスト競争が激化し、インシヤルコストを押さえるため、耐久性が低い構法・材料が選定されることがある。長寿命の住宅を建設するためには、発注者となる住まい手の耐久性やLCCへの理解が必要となる。本研究により得られた成果は、住宅品質確保促進法、住宅瑕疵担保履行法および設計施工基準、関係学会や関係業界に対して、設計・施工の際の技術資料になり得るものと思われる。

## 参考文献(共同研究)

木造住宅の耐久性向上に関わる建物外皮の構造・仕様とその評価に関する研究(以下、副題のみ示す)

- ①石川廣三ほか、研究の背景と課題、木造(1)2013, pp1341-1342
- ②江原正也ほか、木造勾配屋根の内部結露に起因する不具合事例の調査、木造(1)2013, pp1343-1344, 材料施工
- ③神品夏葉ほか、木造真壁の防雨性能に関する実験(伝統土壁中塗り仕上げの場合の浸入水の挙動、木造(1)2013, pp1345-1346,
- ④神戸睦史ほか、湿式外壁用土台水切りの腐食に関する一実験、木造(1)2013, pp1351-1352, 材料施工
- ⑤梅田 泰成ほか、木材の含水率変化とステンレス製ステーブルの支持力との相関性、木造(2), 2013, pp1353-1354
- ⑥武市英博ほか、木造住宅の長期使用に資するモニタリングシステムの一事例、木造(2), 2013, pp1355-1356, 材料施工
- ⑦宮村 雅史ほか、木造住宅の外装構法選定に関する技術情報ツールの提案、木造(2), 2013, pp1357-1358, 材料施工
- ⑧大場 喜和ほか、木造住宅外皮の実態調査から見える不適切施工に関する考察、木造(2), 2013, pp1359-1360, 材料施工

# 外装材の耐震安全性の評価手法・基準に関する研究

Study on environmental conservation in the external tiled wall safety at the earthquake.

(研究期間 平成 24~26 年度)

建築研究部 構造基準研究室  
Building Department  
Structural Standards Division

住宅研究部 住宅ストック高度化研究室  
Building Department  
Housing Stock Division

建築品質研究官  
Research Coordinator for  
Quality Control of Building  
主任研究官  
Senior Researcher  
主任研究官  
Senior Researcher  
室長  
Head

鹿毛 忠継  
Tadatsugu KAGE  
古賀 純子  
Junko KOGA  
根本 かおり  
Kaori NEMOTO  
眞方山 美穂  
Miho MAKATAYAMA

We studied about wet construction method of tile and mortal exterior walls specification in exfoliation resistance by the big earthquake damages. We research and survey the damages of these exterior wall by the big earthquake which occurred in the past for 20 years. The result that the most dominant reason was deterioration. Experimental studies were clear that the adhesive tiled method was the better construction method of exfoliate prevent performance to big shear deformation. And, we became to clear the diagonal test method was good which was to concede the exfoliation resistance of shear stress.

## [研究目的及び経緯]

建物の長期使用により既存ストックが年々増加しており、民間調査による推計では三大都市圏の共同住宅だけでも10万棟を超える既存ストックがある。一方、建物の外装材は経年劣化による剥離・剥落の危険性を潜在的に有している。国土交通省住宅局の調査では、脱落の危険が指摘されている建物は10%を超えており、上記既存ストック数から三大都市圏だけでも多数の共同住宅に外装材の剥離・剥落の潜在危険性が懸念され、これらの被害を防止するための技術支援・対策が急務と言える。そのような中、今回の東日本大震災では、1981年の新耐震設計以降に建設された建築物の場合、主要構造部にはそれほど大きな被害は報告されていないが、外装材については剥離・剥落等の被害が多数報告されている。また、既往の地震被害調査ではRC造建築物のタイル・モルタル等の湿式外装材（以後、外装材と記す）については、中規模の地震でも被害が発生することが確認されている。

本研究では、耐震安全性に関して技術的検討が不足しているタイル・モルタル仕上げの湿式外装材を対象に、剥落抵抗性の高い仕様の検討および、簡便な試験方法により耐震安全性を評価できる手法について検討を行った。

## [研究内容]

研究は主として、大地震による湿式外装材の被害調査とともに試験体を用いた検証実験を行った。

## 1. 湿式外装材の耐震安全性を考慮した剥落防止のための技術的検討

東日本大震災の被災地、宮城県仙台市内の新耐震設計以前に建設された RC 造建築物のタイル及びモルタル外装材を中心に被害調査を行った。同時に過去 20 年間に発生した大地震の被害調査報告書から被害の大きかったタイル・モルタル外装材の仕様ならびに部位等について整理した。実験では、調査結果に基づきタイル外装材を対象に既往の建築物に多い下地処理法やタイル下地、目地等の仕様を選定しコンクリートを基板とする試験体を作製し、引張り試験やせん断試験およびコンクリートの圧縮変形に対する外装材の追従性試験（以降、変形追従性試験と記す）を行うことで個々の仕様が持つ特性を整理した。また、剥落抵抗性が高いとされるタイル接着剤張りや直張り工法、下地モルタルが厚いタイルにアンカーピンを施工した仕様についても同様に前述の各種試験を行った。さらに、大型の柱梁付き壁試験体を用いた静的水平加力試験を実施し、躯体のせん断変形に対する剥落抵抗性のあるタイル外装材の仕様について検証実験を行った。

## 2. 地震後の湿式外装材の健全性を評価する方法の検討

500 mm×500 mm×厚 70 mm の鉄筋コンクリート基板の小型試験体を用いて、外装材の損傷程度を評価できる

ダイヤゴナル試験法について検討した。ここでは、試験体の寸法および形状ならびに試験に用いる専用治具ならびに載荷試験方法に関する検討を行い、コンクリートと外装部分にどの程度の損傷が生じるのか、大型試験体を用いずになるべく正確に耐震性の評価ができる方法について検討した。

**【研究成果】**

主な研究成果の概要を以下に示す。

**1. 湿式外装材の耐震安全性を考慮した剥落防止のための技術的な検討**

外装材の被害調査から、古い建物は経年劣化由来のコンクリート損傷による外装材落下が多く、コンクリートのかぶりと共に剥落する場合とタイル・モルタル仕上げ層のみ広く剥落する場合とがあった。剥落部位(箇所)は、コンクリートの損傷位置とほぼ一致しているが、タイル・モルタル外装材単独では伸縮調整目地やベランダ・庇等の鼻先、壁の出隅及び配管等金属材の取付け箇所周辺に小面積で剥落が生じていた。これは、外装材の変形挙動が拘束されること及び劣化による雨水侵入等で接着力が低下していた為と考えられる。剥落した外装材は、下地モルタルの塗りが厚い傾向が見られたが、単独で剥落したものはタイル裏足で剥離していた。仙台市内の湿式外装材の被害は目視調査ではひび割れが圧倒的に多く、それと比較すると剥落は少なかった。その他被害調査では、RC造では建物1階部分に湿式構法で施工された石張り仕上げの広い面積の剥落が多数報告されていた。外装用の石材は1枚の面積が大きいいため剥落すると重大な事故につながる危険性が高い。また、特に大面積での脱落が指摘されたのが、鉄骨造の建物外壁に用いられていたラスシートモルタル外壁であった。躯体取付け材の強度不足や金属部分の腐食により脱落は生じており、古い建物に多いことから今後、調査・修繕等の対策が必要である。

タイル外装材の仕様別特性および大型試験体による検証実験から得られた結果は表-1に示したとおりである。せん断変形によるタイル外装材の剥落防止の観点では、タイル接着剤張り構法がコンクリートが破損してある程度の変形が生じてても容易には剥落しない点で優れていた。ただし、コンクリートの不陸調整のためにモルタル施工してある場合には、下地モルタルでタイル張りしたものと同等の性能となる。また、タイル接着剤張りは比較的新しい構法であるため、経年劣化による剥落への影響は分かっていない。

**2. 地震後の湿式外装材の健全性を評価する方法の検討**

写真-2に示すように、試験体を斜め45°に装置に設置しコンクリートを加力してタイル仕上げ層のせん

断変形に対する損傷発生を測定するダイヤゴナル試験を行った。コンクリート内の縦横の鉄筋は埋込みインサートに溶接付けし、それをボルトで治具に固定した。治具上方から載荷することで鉛直方向は圧縮力、水平方向は引張り力が働く。本試験法は、試験体に満遍なく力が加わり仕上げ層のせん断変形性能を評価できることが確認された。一方、試験体の作製精度が求められ試験体設置が難しい点に課題が残る。また、埋込みインサートからコンクリートに亀裂が入り易いため、剥落が生じるまで加力することが難しい。



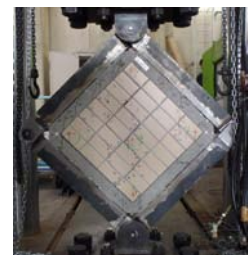
層間変形角 1/100 の下地モルタル 2 層塗りタイル  
写真-1 柱梁付き壁試験体の静的加力試験

表-1 タイル外装材のせん断試験等結果

結果	備考
タイル接着剤張りは、コンクリートにひび割れ少しの変形が生じて剥離は生じるものの剥落まで至るものはほとんど無い。	面外方向・面内方向の接着力は0.4N/mm <sup>2</sup> を超えるがそれほど大きくない。接着剤の下に不陸調整などでモルタルが施工してある場合には、下地モルタルと同様に剥離・剥落が生じる。
タイル接着剤張りは接着剤が変形性能に富むため、タイル表面にはほとんどひび割れが生じない。柱梁など拘束が働く箇所では特に剥落防止効果が見られる。	タイル接着剤張りは、タイル表面にひび割れが生じにくい。そのためコンクリートの損傷を見逃す危険性がある。目地詰めした場合は、目地にひび割れが集中して生じる。
タイル外装材の目地詰め効果は、コンクリートの変形追従性の点で大きい。目地詰め効果はタイル下地が薄いほど効果が見られる。	深目地としたタイル外装材は、1枚ずつではあるが剥落に至る。コンクリートの変形が大きくなると剥落する危険性がある。
タイル直張りは引張り試験やせん断試験の結果から、面外・面内方向の接着力が他の構法よりも高い。	一方で、コンクリートの変形追従性については、タイルに変形が直に伝わるため、タイルのひび割れや接着面からの剥離・剥落が生じやすい。
下地モルタルを厚塗りしたタイルは、コンクリートが比較的に小さな変形の段階から剥離が生じ、コンクリートとの接着界面で生じることが多い。このため、モルタルとタイルの塊で剥落する傾向が見られる。	コンクリートとの接着力が高い場合は、コンクリートにひび割れが生じるとタイル表面にも大きなひび割れが生じる。
規定の範囲内で下地モルタルを施工した2層塗りタイルは、コンクリートの変形によく追従する。施工がきちんと成されたものは、面外方向・面内方向共に接着力も高い。	コンクリートの層間変形角が1/200未満であれば、ひび割れは生じるものの剥離は少ない。それ以上に変形すると、急速に剥離・剥落が多くなっていく。躯体を変形させるせん断試験ではコンクリートとの界面で剥離が生じるが、面外引張り試験では下地モルタルが脆断してタイルが割れる。



直張り構法



接着剤張り構法

写真-2 ダイヤゴナル試験

**【成果の活用】**

本研究で得られた成果および知見については、湿式タイルおよびモルタル外装の新築時の仕様および補修構法を計画する際に活用できる。



## 巨大地震に対する中低層建築物の地震被害軽減技術に関する研究

Research on earthquake damage reduction technology of the middle low-rise buildings for the large earthquake

(研究期間 平成 26～28 年度)

建築研究部 構造基準研究室

室 長 森田 高市

主任研究官 新井 洋

主任研究官 諏訪田 晴彦

建築研究部 評価システム研究室

室 長 井上 波彦

### [研究目的及び経緯]

本研究は、使用材料や基礎構造と上部構造のバランス等の工夫を加えることで、効率的に中低層建築物の地震被害を軽減させる耐震技術について検討を行う。

平成 26 年度は、繊維補強コンクリートの利用効果を分析するために、繊維補強コンクリートの二次壁が組み込まれた 1 層 1 スパンの実大架構試験体を 1 体製作し、加力実験を実施した。また、平成 27 年度に予定されている上部構造－基礎－地盤連成系の縮小模型実験（遠心振動実験）の実験計画を取りまとめた。さらに、29 棟の対象建物の内外で同時に観測された地震観測記録を収集し、建物振動特性や地盤と構造物との動的相互作用効果について、分析を行った。

## 微動探査と地質情報に基づく多次元液状化リスク簡易評価手法の開発

A simplified method to estimate liquefaction risk from microtremor survey and geological information in sedimentary basin

(研究期間 平成 26～28 年度)

建築研究部 構造基準研究室

主任研究官 新井 洋

### [研究目的及び経緯]

本研究は、将来の大地震に対する建物の耐震設計において不可欠な、広範囲にわたって実施可能な液状化地盤応答の簡易評価法を確立するため、以下の検討を行う。(1) 液状化層の S 波速度低下率を適切に推定する方法の導出、(2) 微動 1 点観測から地盤の S 波速度構造を推定する手法の適用限界の明確化、(3) (1)、(2)の結果を反映した液状化地盤の水平変位と建物への地震荷重の簡易評価法の構築および有効性・適用限界の検討、(4) (3)で構築した簡易液状化解析法の多次元的な液状化リスク評価への応用の可能性の検討。

平成 26 年度は、液状化層の S 波速度低下率を適切に推定する方法の導出について、鉛直アレイ強震記録の同定解析に基づいて検討した。その結果、液状化層の等価せん断剛性を補正 N 値から設定する方法について、既往のデータも参照の上、建物設計に利用可能な経験式として提案した。この提案式を組み込んだ簡便な地盤応答解析により、液状化地盤の水平変位と建物への地震荷重を実務レベルで評価可能な方法について、論文を取り纏め、日本建築学会の技術報告集に投稿し、採用が決定した（平成 27 年 6 月掲載予定）。これを、微動 1 点観測による地盤 S 波速度構造の推定手法と組合せる点については、検討の進捗が遅れているが、見通しは明るい感触を得ている。

# 建物火災時における避難安全性能の算定法と目標水準に関する研究

Study on quantitative calculation method and target level on performance of evacuation safety in building fire

(研究期間 平成 24～26 年度)

建築研究部 防火基準研究室  
Building Department  
Fire Standards Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher

林 吉彦  
Yoshihiko HAYASHI  
鈴木 淳一  
Junichi SUZUKI  
山名 俊男  
Toshio YAMANA  
五頭 辰紀  
Tatsuhiko GOTO

In this study, the quantitative calculation method of evacuation performance in a building fire was developed based on probabilistic approach which is applied to input data such as activation of smoke control system, characteristics of evacuees and probability function of fire growth. These input data were determined by the analysis of statistical data of fire incident and supplementary simulations and experiments. As a result of case studies by using above method, fire risks were calculated in typical use type of buildings as an index of evacuation performance, which became possible to compare the effect of risk reduction by each smoke control system or characteristics of evacuees. This study will be expected to contribute to investigation of technical standards for revision of fire safety regulations.

## [研究目的及び経緯]

現行の建築基準法における防火・避難規定は、従来の火災の教訓をもとに経験的に改正が繰り返され、火災による死傷者数の低減に寄与してきた。しかし、近年老人ホームや雑居ビル等の従来とは異なる用途・利用形態の建築物での火災及びそれに伴う死傷者が増加しており、これらに対しても避難安全性能を確保するための改善が必要である。現状では告示で定められた検証法やより高度な検証方法の導入が可能となっているが、これらは一定の条件下での検証による安全性を担保しているのみであり、建築物が有する避難安全性能を明確に示すものではない。

このような状況の下、基準法の技術基準全般の再編・合理化に向けた検討が進んでおり、本研究では、安全・安心な建築物の整備に資するため、火災リスクを指標として建築物が備えるべき避難安全性能を明確にすることを目的とする。本研究の成果を基準法改正に活用することで、避難安全性能の向上に寄与する新しい防火対策技術の導入が促進され、また、建築物の利用実態に応じた合理的な対策が選択可能となり、建物火災による死傷者数の増加を抑制することが期待される。

## [研究内容]

### 1. 火災リスク算定法の開発

発生する火災規模及び避難安全のための煙制御設備の作動信頼性を確率で表記し、起こりうる事象（シナリオ）の生起確率とそのシナリオでの死傷者数の積を全てのシナリオで足し合わせたものを火災リスクと定義し、建築物が有する避難安全性能を火災リスクで算定するフレームワークを構築した。

このフレームワークにおいて、発生する火災規模の確率密度関数に関する及び在館者の特性を各種入力条件として整理した。

### 2. 避難安全性能の目標水準の提示

現行規定において達成される避難安全性能を定量的に評価するため、まずは各種建築物用途における代表的なモデルプランを作成した。そのモデルプランにおいて算定された火災リスクが現行規定上の目標水準であるとして各種用途において避難安全性能の目標水準を提示した。

## [研究成果]

主な研究成果の概要を以下に示す。

### 1. 火災リスク算定法の開発

火災リスク算定法のフレームワークの概要を図1に

示す。火災リスク算定の流れは、まずは建物条件として、建物の規模や用途、煙制御設備を入力とし、これらから各種設備の作動特性、発生する火源規模及び避難行動特性を導き出し、それぞれの想定火災条件の発生確率を算出する。また、その想定火災条件に基づき、建物内での煙流動予測及び避難行動予測を行い、予想される死傷者数を特定することで火災リスクを算出するものである。

想定火災条件を設定するため、火災報告（1995～2008）等の統計データに基づく過去の火災事例を調査し、用途や床面積による死傷者の発生確率や煙制御設備の作動状況や奏功状況について検討した。

同様に、在館者の避難行動特性についても、既往の文献や避難訓練等を調査するとともにマルチエージェントモデルによるシミュレーション結果から、高齢者や乳幼児等の避難能力の低い在館者の混在比率や建物内の避難群衆の歩行速度や出口での滞留時間を導いた。

想定される火源規模については、火災が時間とともに加速度的に成長するものとして、室内の可燃物量及び統計データから得られる焼損面積と時間の関係から火災の成長因子の確率密度関数が対数正規分布に従うものとして取り扱うこととし、確率変数を確定するための実験を実施し、火災成長因子の発生確率と火災盛期での最大発熱速度をモデル化することで、煙流動予測のための入力条件とした。

これらの成果は、図面情報を読み込むことで避難行動予測と煙性状予測を並行して行い、火災リスク算定を行うツール（図2）として整備し、今後の利活用を容易にしている。

## 2. 避難安全性能の目標水準の提示

各種用途での代表的なモデルプランを用いて避難安全性能の定量化を行った。モデルプランに設ける煙制御設備は現行の仕様規定に従うものとしている。

事務所を例に挙げると、算定された火災リスクは0.041[人/火災1件]であった。スプリンクラー作動時は全ての在館者が安全に避難しており、火災リスクは発生しなかった<sup>注)</sup>。一方、スプリンクラー不作用時には、死傷者が発生する結果となった。特に、排煙不作用時には多数の死傷者が発生する火災の件数が増加し、リスクを高めている。この結果の分析より、排煙設備を設けることで火災リスクを約半分にできることが明らかとなった。

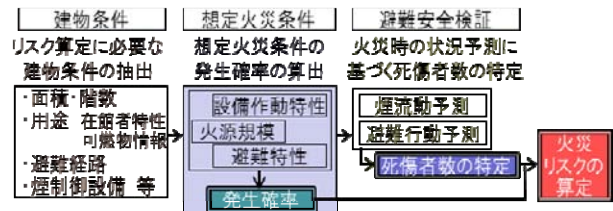


図1 火災リスク算定法の概要

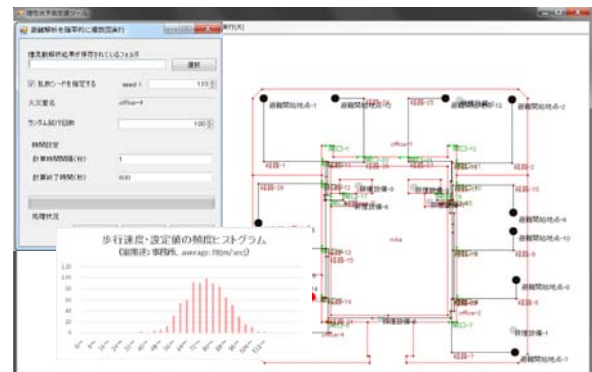


図2 火災リスク算定支援ツール

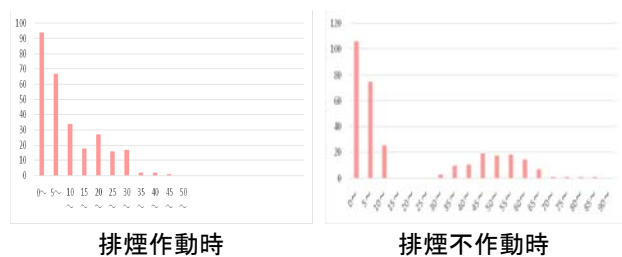


図3 スプリンクラー不作用時のリスク分布

同様に、病院での火災リスクは0.449[人/火災1件]となった。この結果は、避難弱者の多く、かつ、就寝の用に供される用途では火災リスクが大幅に高まることを示唆しており、高齢化が進むにつれ病院以外での用途でも同様の傾向を示すものと考えられる。

### 【成果の活用】

本課題の成果により、火災リスクを定量的に算定できるようになるとともに、現行規定で要求されている避難安全対策の効果を比較することが可能となり、今後の基準見直しにおいて合理性を与えるものと期待される。

注)統計データの調査ではスプリンクラー作動時でも死傷者が発生している。これは、避難開始前や初期消火時の火傷等の軽度の負傷も含むものであり、現行規定で要求している煙制御設備では対応できないリスクであるため、本課題では検討対象外とした。

# 木造3階建学校の火災安全性に関する研究

Fire safety of 3-story wooden school

(研究期間 平成23～26年度)

建築研究部 防火基準研究室  
Building Department  
Fire Standards Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher

林 吉彦  
Yoshihiko HAYASHI  
鈴木 淳一  
Junichi SUZUKI  
山名 俊男  
Toshio YAMANA  
五頭 辰紀  
Tatsuhiko GOTO

According to the Building Standard Law, when building 3-story schools, it was conventionally required from the standpoint of fire prevention that the building was a fire-resistive building whose principal building parts like columns and beams were of fire-resistive construction. However, in the "Countermeasure policies pertaining to regulation/system reforms" (decided June 2010), a research results-based review was requested regarding the regulations. Furthermore, in the "Act for promotion of use of wood in public buildings etc." (enforced October 2010), the promotion of wood for the construction of institutional buildings was prescribed based on a review of the regulations. To enable the construction of 3-story wooden schools, NILIM had conducted three full-scale fire tests, performed a series of fire experiments using real scale classrooms and had been collecting necessary information to review the Building Standard Law since 2011.

## 〔研究目的及び経緯〕

従来、建築基準法では、学校等を3階建てとする場合、防火上の観点から、柱や梁などの主要構造部を耐火構造とした耐火建築物とすることを義務付けており、延べ面積が3000m<sup>2</sup>を超える木造建築物の主要構造部も耐火構造が求められていた。しかし、これらの規制に関し、「規制・制度改革に係る対処方針」（平成22年6月18日閣議決定）では、研究成果を踏まえた見直しが必要とされ、「公共建築物等における木材利用の促進に関する法律」（平成22年10月施行）では、公共建築物の積極的な木造化の促進が規定された。

本研究では、以上の状況を踏まえて、木造3階建て学校の実大火災実験や関連する要素実験、シミュレーション等の調査検討を行い、避難が安全にできること、火災による周囲への熱的影響が少ないこと、急速な倒壊などによる消防活動上の障害が少ないことなど、火災安全性が確保される基準整備に資する検討を行った。

## 〔研究内容と研究成果〕

予備実験（表-1）では、主要構造部を1時間準耐火建築物の基準により設計し、防火区画となる壁を準耐火構造、開口部を特定防火設備（鉄扉）とした以外、特

に防火的配慮のない試験体建物としたところ、大規模な開口噴出火炎の発生、区画部材・特定防火設備の脱落等を媒介として急速な燃焼拡大が生じた。

準備実験（表-1）では、予備実験で把握された個々の課題を建築部材レベルで解決するために、内装不燃化による初期火災拡大の遅延及び噴出火炎性状の緩和、バルコニーや庇による噴出火炎の上階への影響の緩和、非金属製特定防火設備による火災加熱時の変形緩和等の対策を講じたところ、出火室の火災拡大の著しい遅延、開口噴出火炎による上階延焼の防止、特定防火設備の機能維持等を実現できた。しかし、学校としての基準の可能性を展望すると、予備実験の試験体建物仕様を必要不可欠な条件とすることには多くの困難があるうえ、予備実験では、点火室でフラッシュオーバー以前に高温が長時間続き、部材試験で評価した準耐火性能が建築物レベルで発現し得たかの検証に曖昧さを残した。また、2階への延焼（出火室天井から）から3階への延焼した段階で安全管理上の理由から消火したため、火災室等で長時間、盛期火災が続いた後の建物全体の自立性等、実大実験でなければ把握困難な建造物としての火災安全性能の検証には至らなかった。

以上を踏まえ、本実験（表-1）を実施した。

木造3階建て学校の主要構造部は、木材に一定の防火措置を講じた準耐火構造とした。建物規模は、長さ24m、奥行き12m、高さ15mの3階建て、建築面積約310㎡、延べ面積約850㎡の軸組工法とし、防火壁で区画して延焼評価用建物を設けた(図-1)。防火壁の外壁面からの出寸法は50cmとし、内部の防火扉は鉄製の特定防火設備とした。軸組工法部は、桁行方向は8mスパンの集成材による一方向ラーメン構造、梁間方向は4mスパンの耐力壁構造とした。バルコニー、ひさしは設けず、教室の壁は木材としたが、天井は準不燃材料を用いた。

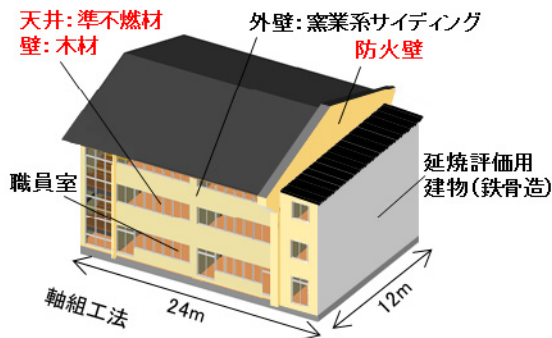


図-1 試験体概要

実験は平成25年10月20日に実施した。1階職員室内で点火してスタートした。教室内の天井を燃えにくく

くすることで火災初期の延焼拡大を抑制できた。また、1階、2階ともに、柱や梁は60分以上の強い火熱を受けながらも建物は倒壊せず、防火壁を越えた延焼も見られなかった(図-2)。避難、消防活動、周囲に与える熱的影響等に関して、支障ないことを確認した。



図-2 火災の様子

〔成果の活用〕

以上の結果を基に基準化に向けた検討が国総研に設置された建築防火基準委員会において行われ、建築基準法第21条第2項及び第27条の改正を含む一部改正法が平成26年6月に公布された。具体的な技術的基準を定めた政令や関連告示の策定、公布も進められた。改正基準は平成27年6月より施行される予定である。

表-1 試験体概要

実験名称		予備実験		準備実験		本実験		
実験日		2012年2月22日 9:00 着火		2012年11月25日 8:00 着火		2013年10月20日 8:00 着火		
気象条件		晴、北東の風約5m/s		晴、ほぼ無風		雨、ほぼ無風		
実験場所		つくば市旭		下呂市御厩野				
実験目的		学校の実態に即した木造3階建て学校の防火上の問題点の明確化		予備実験で明らかになった問題点への対策の有効性の確認		基準化を想定した仕様(延焼防止に配慮した仕様)の確認		
実験条件	建物	規模	建築面積	約830㎡		約310㎡		
			延べ面積	約2260㎡		約850㎡		
			躯体	軸組工法、枠組壁工法		軸組工法		
			教室	オープンプラン形式				
			バルコニー/庇	なし		あり(出寸法1.5m)	なし	
	その他		収納可燃物*	木クリブ		木クリブ(教室は木製机、椅子設置)		
			火源	木クリブ		木クリブ	メタノール	
			出火室開口部	廊下側解放、外壁側閉鎖		廊下側閉鎖、外壁側閉鎖	廊下側閉鎖、外壁側一部開放	
			他室開口部	1階廊下側解放、外壁側閉鎖		廊下側:閉鎖、外壁側:閉鎖		
			カーテン	南側の室の一部あり		なし		
	屋内散水装置	なし		3階教室、階段室(延焼時にマニュアル作動)				

## 木造建物の防火基準の要求性能の明確化に関する研究

Research on clarification of the requirements of fire standards for timber buildings

建築研究部 防火基準研究室

(研究期間 平成 26～27 年度)

室 長	林 吉彦
主任研究官	鈴木 淳一
研 究 官	山名 俊男
研 究 官	五頭 辰紀

### [研究目的及び経緯]

建築基準法第 21 条「大規模の建築物の主要構造部」および第 27 条「耐火建築物又は準耐火建築物としなければならない特殊建築物」の改正において、大規模木造建築物や木造の特殊建築物の火災安全に係る技術基準の整備が必要となっている。通常期待される消防能力を上回る火災を防止するために大規模木造建築物に 3,000m<sup>2</sup> 以内毎に設ける壁等の技術基準、開口部から噴出する火炎による上階延焼防止のための技術基準に関して、その要求性能を明確にする必要がある。本研究では、実験および解析などにより、壁等に関する外壁および開口部の要求性能、上階延焼防止に関する開口周囲の必要性能を明らかにすることを研究目的とした。

本年度は、無風条件・有風条件における開口からの噴出火炎性状に関して、火災風洞で区画実験を行った。また、実験結果を数値解析によって再現し、防火壁や庇などの突出寸法を主な因子として整理し、壁面へ入射する熱流束などの技術資料を蓄積し、防火構造・耐火構造の外壁を要求する範囲、防火設備や特定防火設備の要求する範囲を明確にした。

## 防火材料等の性能評価体系の高度化に関する研究

Research on the improvement of evaluation methodology for fire prevention materials

建築研究部 防火基準研究室

(研究期間 平成 25～27 年度)

室 長	林 吉彦
主任研究官	鈴木 淳一
研 究 官	山名 俊男
研 究 官	五頭 辰紀

### [研究目的及び経緯]

防火材料等の新たな性能評価認定制度が平成 12 年に施行されてから 10 年以上経過したが、その間、性能評価体系で想定していなかった新しい材料が開発され、その防火性能が適切に評価されているか懸念される場合も生じている。また、防火材料・防耐火構造の試験体偽装や認定仕様偽装製品の販売事件が発覚する等、性能評価体系を揺るがす大きな問題も発生している。それらに対して、応急的な改善は行われているが、体系全般に対しての見直しは行われていない。そこで、防火材料等の性能評価認定制度全般についてより適した制度を検討するため、現行制度の問題点を調査・整理し、改善検討項目を明確にするための資料を得ることを目的として研究を行う。

本年度は、防火材料等の性能評価認定制度に係る、平成 12 年度以前の性能評価制度と現行の制度と比較し、その特徴等をまとめた。また、実際の評価試験方法を定めている指定性能評価機関の防火材料試験関係の業務方法書について調査し、その問題点等を整理した。更に、現行の代表的防火材料認定試験方法である発熱性試験方法の測定精度に関して検討した。

## 省エネ基準一次エネルギー消費量算定値に関する検討

### Research on Verification of Primary Energy Consumption Calculation Method for Energy Efficiency Standard

(研究期間 平成 26～28 年度)

建築研究部 環境・設備基準研究室

室 長 足永 靖信  
主任研究官 久保田裕二  
主任研究官 宮田 征門

#### [研究目的及び経緯]

実効ある省エネルギーを達成するためには、設計時にエネルギー消費性能を予測・評価し、最適な設計を誘導することが重要であり、省エネルギー基準では着工前に省エネ性能を評価して報告することを求めている。省エネルギー基準は平成 25 年 4 月に改正され、一次エネルギー消費量を評価する新たなツール類を公開したが、本ツールを介して様々な省エネ技術を横並びで評価をすることになるため、本ツールには高い公平性・信頼性が求められる。そこで、本研究では、本ツールの推定精度の検証として、複数の実建物に対して本プログラムによる評価を適用し、実際のエネルギー消費量との比較を行うことを目的とする。

平成 26 年度は、関東地方の業務ビル 8 件、北海道・東北地方のビル 8 件について、エネルギー消費量の推定値と実測値を比較した。照明の消費電力がやや大きめに推定される場合があること以外は、現在の評価ロジックに大きな問題は無いことを確認し、この結果に基づいて、算定ロジックの改良や計算条件の調整の方針について検討を行った。

## 電力依存度低減に資する建築物の評価・設計技術の開発

### Development of building evaluation/design technologies to lower dependence on electric power

(研究期間 平成 25～27 年度)

建築研究部

部 長 五條 渉

建築研究部 環境・設備基準研究室

室 長 足永 靖信  
主任研究官 久保田 裕二  
主任研究官 宮田 征門

住宅研究部 住環境計画研究室

主任研究官 三浦 尚志  
主任研究官 赤嶺 嘉彦

#### [研究目的及び経緯]

本研究は、建築物の設備システムや躯体構造の工夫、特殊建材の導入など各種要素技術を総合して建築物の電力消費の低減やピークシフトの効果を検証することにより、需要側のピーク対策を促進することを目指している。

今年度は、建物の表面仕上げ、開口部、構造等による建物全体の熱負荷をピーク時間帯からシフトさせる方法の検討を行った。これらの伝熱特性について小規模な実験を行い、数値シミュレーションによる熱負荷シフト効果の定量化とモデル検証を行うとともに、建物の熱負荷のシフトに伴う室内環境の変化が人体に及ぼす影響について検討した。また、エネルギーソースシフトを実現する各種設備の蓄エネルギー、自然エネルギーの組み合わせについて必要な条件の洗い出し作業を実施し、各種設備の蓄電等に関する実験により電力の消費データを取得するとともに、数値モデルによる再現性について検討を行った。

## 建築物の低炭素化、性能規定化に関する基盤的研究

Basic Research on buildings considering low-carbon technology and performance specification

(研究期間 平成 25～27 年度)

建築研究部 環境・設備基準研究室

室 長 足永 靖信

主任研究官 宮田 征門

主任研究官 久保田 裕二

### [研究目的及び経緯]

省エネ基準の義務化や性能規定化等を背景として、環境設備関連の技術基準に関して更なる研究の取り組みが求められている。本研究は、建築物の低炭素化、性能規定化の動向を踏まえ、建築物の環境設備関連の技術基準に関する基盤的・基盤的研究を実施する。

今年度は非住宅建築物の省エネルギー性能に関する技術基準の基盤的検討を行い、外皮性能と一次エネルギー消費量という 2 つの指標による新たな基準に移行するに当たって、外皮性能と気候区分の関係及び室内環境のエンタルピー評価に関する検討を行った。



## 建築構成部材の構造性能検証に資する外力評価及び試験方法に関する研究

A study on the method for external force evaluation and strength test of building members for seismic performance verification

建築研究部 評価システム研究室

(研究期間 平成 25～27 年度)

室 長 井上 波彦  
主任研究官 脇山 善夫

### [研究目的及び経緯]

本研究は、近年の地震において構造体以外の建築構成部材の地震被害報告が目立つようになってきている状況において、非構造部材の被害の中でもこれまで主対象として検討はされてきていない面外方向への変形や慣性力などによる影響が大きいと推定される被害事例を対象として、被害防止のための外力の評価や構造性能検証のための試験方法について検討し、建築構成部材の構造性能検証に資する技術資料を整備することを目的とするものである。

本年度は、近年の地震においても被害が確認されていて構造体や隣接する部材の変形・振動によって生じる面外方向への変形や慣性力の影響が大きいと想定されるガラススクリーン工法を対象に、実大の試験体を用いた振動台加振実験を実施するとともに、地震時の外力評価の検討のためにガラススクリーン工法を用いている低層鉄骨造建築物を対象にした地震観測を前年度から引き続いて実施した。