

## 復興住宅等への活用を考慮した賃貸共同住宅の 性能基準設定に関する研究

Research on method to ensure the housing performance level to utilize rental apartment houses  
for public housing for disaster

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

住宅研究部 住宅計画研究室  
Housing Department  
Housing Planning Division

室 長 藤本 秀一  
Head FUJIMOTO Hidekazu

It has been pointed out that the specifications and performance of rental housing continue to be lower than those of owned houses. In the event of a large-scale disaster, it is also necessary to utilize rental housing as public housing for disaster, and it is important to ensure the basic performance of rental housing. This study aims to grasp the specifications and performance levels of rental housing and to obtain the measures to improve the performance of rental housing.

**【研究目的及び経緯】**

住宅品確法（2000年施行）以来、我が国の持ち家（分譲住宅を含む）については、住宅性能の向上や表示が進む一方、賃貸住宅については性能の向上、表示ともに遅れた状況にあり、課題となっている。共同住宅でみれば、住宅ストックの約60%、新設着工住宅数では約70%が賃貸住宅であり、また、近年ではセーフティネット住宅や、大規模災害時の借上げ仮設住宅、借上げ復興住宅としての利用も必要とされるなど、賃貸住宅の質の向上は国民の住生活の安定・向上の観点からも重要となっている。良質な住宅ストックを形成し、その長期使用によって環境への負荷を軽減するとともに、より豊かで優しい暮らしへの転換を図ることを目的とした長期優良住宅についても賃貸住宅への普及が進んでいない状況にある。

本研究では、賃貸住宅の仕様・性能水準の実態を把握し、平時の賃貸住宅利用だけでなく、非常時の住戸単位での復興住宅等への活用を考慮した賃貸住宅（共同住宅）の性能基準設定及び性能向上、また賃貸住宅への長期優良住宅の普及促進に向けた施策展開を図るための基礎資料を得ることを目的としている。

**【研究内容】**

近年の賃貸共同住宅の仕様・性能水準を把握するため、年間供給戸数が多い住宅事業者（6社）へのヒアリング調査及び各社の建物仕様・性能に関する資料収集を行った。また、建設住宅性能評価書の交付を受けた新築住宅のデータ（2016～2018年度）の分析から、賃貸共同住宅の個別性能に係る等級取得等の状況を把握した。調査・分析の対象とする性能項目等は公営住宅等整備基準、長期優良住宅認定基準において要求されている項目を中心に選定した。これら基準の主な要求性能項

目、要求性能レベルを表-1及び表-2に示す。

建設住宅性能評価の実績データ（2018年度）から共同住宅等のうち、賃貸住宅、分譲住宅の住宅種別ごとの主な個別性能に係る等級取得等の状況を図-1に示す。賃貸住宅での性能評価取得は、耐震等級2以上で地震保険の割引適用、劣化対策等級2以上で不動産投資ローンの融資返済期間の延長適用等を目的とし、住棟のうち代表的な1住戸のみ取得する等、限定的である。このため標準的な性能水準より高めの性能となっている。

**表-1. 公営住宅等整備基準での性能表示制度の要求性能**

項目	参酌基準・技術的助言
温熱環境 (省エネ)	原則として等級4 (これにより難しい場合は等級3)
遮音性能	重量床衝撃音対策等級2等 透過損失等級(外壁開口部)等級2等
劣化の軽減	劣化対策等級(構造躯体等)等級3 (木造の場合は等級2)
維持管理への 配慮	維持管理対策等級(専用配管)等級2 維持管理対策等級(共用配管)等級2
空気環境 (シックハウス)	ホルムアルデヒド(策等級3(特定建材を 使用する場合))
高齢者等への 配慮(住戸内)	高齢者等配慮対策等級(専用部分)等級3
高齢者等への 配慮(共用部分)	高齢者等配慮対策等級(共用部分)等級3

**表-2. 長期優良住宅の主な認定基準（共同住宅等）**

性能項目	認定基準
劣化対策	劣化対策等級(構造躯体等)等級3かつ構 造の種類に応じた基準
耐震性	耐震等級(倒壊等防止)等級2等
維持管理・更新の 容易性	維持管理対策等級(専用配管)等級3 維持管理対策等級(共用配管)等級3 更新対策(共用排水管)等級3 ※一部の基準を除く
可変性	躯体天井高さ2,650mm以上
バリアフリー性	高齢者等配慮対策等級(共用部分)等級3 ※一部の基準を除く
省エネルギー性	断熱等性能等級 等級4

る可能性があることには注意を要するが、この結果は住宅事業者へのヒアリング及び建物仕様等の調査とも概ね符合する。ただし、高齢者等対策についてはヒアリング調査等の結果とは異なる傾向が出ている。

耐震(倒壊等防止)や維持管理対策、可変性(躯体天井高)では分譲との構造種別の相違(賃貸では鉄骨造(S造)、木造が、分譲ではRC造の比率が高い)の影響もみられる。ただ、現行の公営住宅等整備基準や長期優良住宅認定基準を満足できる水準のものは相当限られることが予想される。小規模なS造・木造では工法的な特性により、住戸の専用排水管が下階住戸の天井裏(梁間のスペース)を通ることが標準的で、かつ躯体天井高も現行規定では梁下での計測となり2,650mmの確保が困難であるなど、建築構法の特性を踏まえた基準化の必要性を唱える意見もみられた。

また、復興住宅等、公営住宅としての既存住宅の活用(借上げ)について、地方公共団体による借上げの実態、借上げ基準、借上げ住宅の仕様・性能水準等の調査を実施した。既存住宅の借上げによる場合、現行の公営住宅等整備基準によらないことが可能であり、借上げ公営住宅を管理している19団体のほぼ全てで整備基準の緩和適用(一部適用を含む)や独自基準の設定を行っていた。借上げ基準としては、現行の建築基準法の耐震規定適合、検査済証、借上げ期間(10年とする場合が多い)内に耐用年数を超過しないことが共通しており、このほか入居対象とする世帯特性を踏まえ

て、水廻りへの手摺り設置や段差解消等の高齢者等への配慮等が求められている。借上げが必要な戸数確保のため、住宅の建設年代に応じた一般的な仕様・性能水準の設定に止めているのが現状である。要求基準の設定にあたっては、温熱環境(省エネ)、遮音性能等の判断や近傍同種家賃の算定に必要な図書が揃わないこと、高齢単身世帯の需要が増すなかで単身者用の小規模住宅で浴室、トイレ等の水廻りの要件に合致する物件確保が困難という意見もみられた。水廻りを中心としたバリアフリー化とともに、住宅の仕様・性能を判断する資料、情報の整備も求められる。

以上を踏まえ、長期優良住宅認定基準における可変性(躯体天井高)について、賃貸住宅の構造・規模、構法特性等を踏まえた評価方法への合理化、維持管理対策(専用配管・共用配管)については、建物所有者による一元管理と賃貸借契約での居住者の協力規定(維持管理のための建物管理者の住戸立入り)を前提に、賃貸住宅の場合における一部規定の適用除外等の評価基準の合理化の方策を検討し、具体的な基準原案の作成を行った。

#### [成果の活用]

本研究の成果の一部は「長期優良住宅の普及の促進に関する法律」の令和3年改正に伴う長期優良住宅認定基準の改定において、賃貸型基準の設定に反映されている。

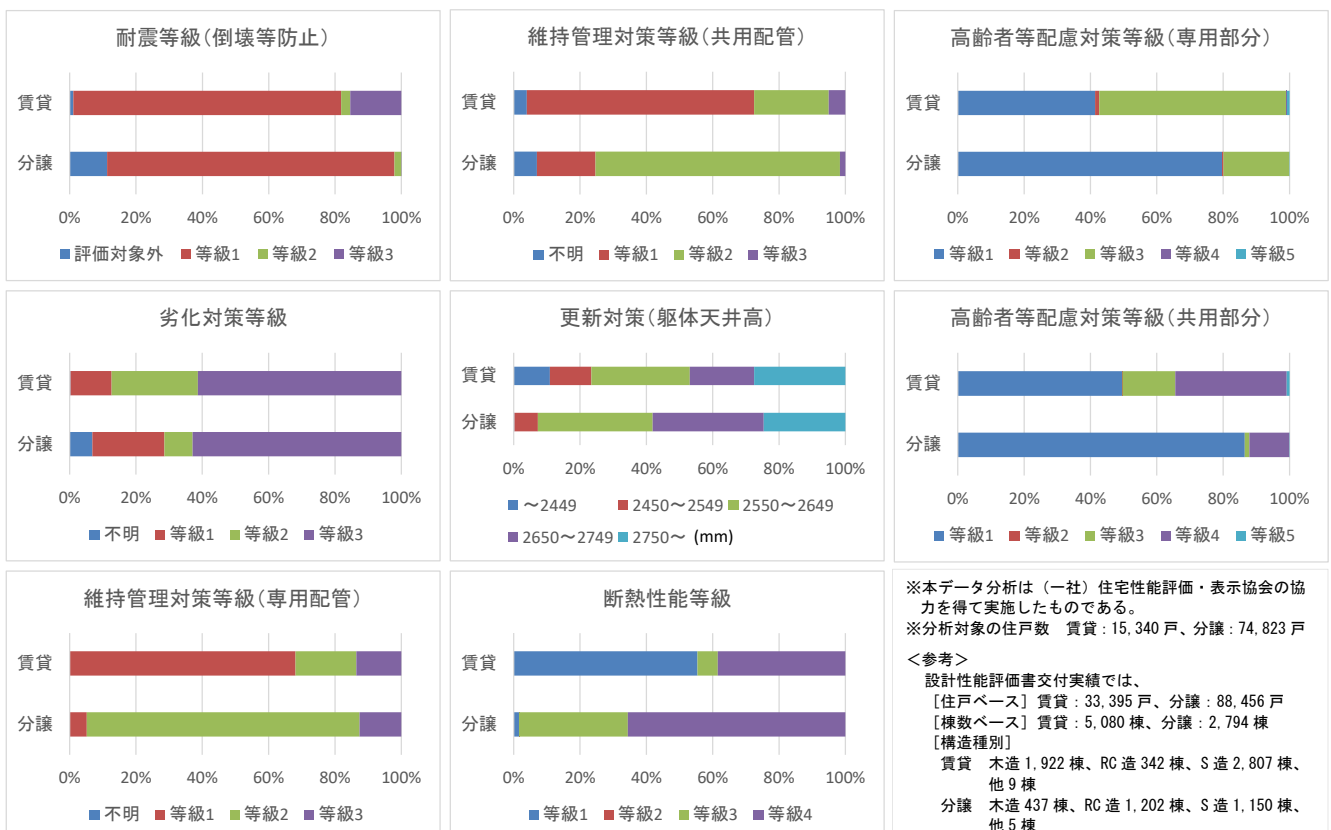


図-1. 共同住宅等における住宅種別(分譲/賃貸)ごとの等級取得等(2018年度)の状況

## 空き家の管理不全化に対する予防的対策効果の定量化に関する研究

Study on quantification for effectiveness of prevention measures from housing abandonment

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

住宅研究部 住宅計画研究室

主任研究官 内海 康也

### [研究目的及び経緯]

空き家数、空き家率は継続して増加の傾向にある。このうち、管理不全な状態にある空き家については、空家特措法による代執行等の事後的な対応が主となっているが、市町村における対応には限界が見られてきており、空き家の管理不全化を予防するための対策が必要となる。そこで本研究では、①管理不全化を予防するために最低限必要な管理水準及びその実施手法の開発、②管理不全化の予防的対策の効果の定量的評価手法の開発を行うことにより、空き家の管理不全化の予防の推進、国や市町村、所有者の空き家対策コストの削減に資する基礎資料を得ることを目的とする。

令和3年度は、所有者の将来の管理改善意向や関連補助事業の利用意向等について把握することを目的としたwebアンケートを行った上で、この結果等を踏まえ、空き家の管理不全化に対する予防的対策の効果の定量的評価ツール（案）を作成した。また、所有者や市町村における空き家管理、予防的対策等の実施シナリオを設定した上で、市町村における空き家対策コスト・効果を試算した。その結果について市町村ヒアリングを行い、シナリオの妥当性や改良点等を確認・整理した。

## 民間賃貸住宅市場における家賃負担限度率の設定手法に関する研究

Study on Calculating Method for Limit of Ratio of Housing Cost in in Rental Housing Market

(研究期間 令和3年度～令和4年度)

住宅研究部 住宅計画研究室

主任研究官 内海 康也

### [研究目的及び経緯]

本研究は、民間賃貸住宅市場における家賃負担の実態を把握し、地域特性・世帯特性を反映する形で、家賃負担について検討を行うことにより、住宅セーフティーネット政策の推進に資する基礎資料を得ることを目的とするものである。

令和3年度は、これまで家賃負担限度率として用いられてきた数値の妥当性を検証することを目的として、過去の家賃負担限度率の算出方法の追試を行った。また、同様の方法により平成30年の家賃負担限度率を地域別、世帯タイプ別に把握し、約20年間で家賃負担限度率が最大で約10%上昇していること、既存の家賃負担限度率が実態に必ずしも即していないこと等がわかった。

## マンション建替えの合意形成における高齢者対応に関する研究

Research on the Issue of Elderly People in Consensus Building for Reconstruction Condominiums

(研究期間 令和3年度～令和4年度)

住宅研究部 住宅計画研究室

研究官 牧 奈歩

### [研究目的及び経緯]

築40年超のマンションは現在の91.8万戸から10年後には約2.3倍の213.5万戸になると推計されているなど、高経年マンションは今後急増する見込みである。こうした中、高経年マンションでは立地の郊外化や地価の低下等による市場性・経済的条件の悪化に加え、区分所有者の高齢化により建替え等の困難さが増しているものが少なくない。そのため、建替え等の実施に向けては、合意形成の適切な進め方がより重要となり、区分所有者の高齢化への対応が大きな課題となる。本研究では、高齢者の建替えに対する不安などの合意形成上の課題への対応手法の収集と整理を目的として取り組むものである。

令和3年度は、建替えの合意形成過程における高齢者の課題と対応方法を把握するため、文献調査及びコンサルタント等の専門家へのプレヒアリングをもとに整理した。高齢者に関わる課題は、これまで明らかにされている点と概ね相違ないが、取り組み事例の増加により、課題への対応方法のアイデアに広がりが見られた。また、相対的な高齢者の増加により、決議の実施や成立に向けて専門家の対応がより重要になってくる点や、高齢者の負担を軽減するような事業計画上での工夫が求められる傾向がうかがえた。

## 平成19年度プロ研「歴史的文化的価値を踏まえた高齢建造物の合理的な再生・活用技術

### の開発」のフォロー

Follow-up study after the PROJECT RESEARCH “Development of Rationalized Rehabilitation and Utilization Technologies for Aging Buildings in Consideration of their Historical and Cultural Value”.

(研究期間 令和3年度～令和4年度)

住宅研究部 住宅計画研究室

研究官 長谷川 直司

### [研究目的及び経緯]

プロ研成果をフォローしその社会実装を本格化する道筋を付けるとともに、当時は研究対象としなかった問題に対する新たな調査研究課題項目を設定しその解決策の道筋を検討することを本課題の目的とする。

公共所有かつ現役に機能する鉄筋コンクリート造の指定文化財建造物（築50年以上）の修理工事の実態ならびに問題点を把握するために現地修理状況実態調査・担当ヒアリング調査を実施した。その結果、優良事例において判明したことは以下である。①指定文化財といえども、施設の使用者（職員、利用市民、関係者、第三者）の安全確保のため大胆な耐震補強工事ならびに劣化部材部位の修理・交換等が実施されている。②ただし文化財的価値の保存のため、部材部位の全交換は避け、現位置では保存不可の場合は別途保存の措置等を講じている。③意思決定の際には有識者等で構成する委員会形式の諮問機関に意見を求める体制をとり効果を上げている。④修理工事の記録報告書を作成している、等の実態がある。ただし必ずしも優良事例ばかりではない。

# マッチング理論を用いた既存住宅ストック活用可能性の定量化手法に関する研究

Study on Quantification Method by using Matching Theory for Possibility to Utilize Existing Housing Stock

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

住宅研究部 住宅計画研究

主任研究官 内海 康也

## [研究目的及び経緯]

本研究は、世帯と住宅を、それぞれ「入りたい住宅」、「入居してほしい世帯」といった「選好」を有する主体と捉え、中長期的な将来における地域ごとの既存住宅ストックの活用可能性を「世帯と住宅のマッチング」の結果として定量化する手法を開発することで、地域の実態に即した住宅ストックマネジメント方策を検討するものである。

令和3年度は、住宅市場において実際に住み替え先として選ばれている既存住宅ストックの実態を把握するため、住宅選好に関するwebアンケートを行った。この結果から、家計における消費支出における家賃負担率と住宅規模等との関係性を把握した。この結果等を踏まえ、既存住宅ストックへの世帯の入居マッチングのシミュレーションを行い、結果の検証および改良点の整理等を行った。

# 西日本豪雨災害等におけるトレーラーハウス型等の仮設住宅の導入

## 結果の検証と今後の課題に関する研究

Research on Temporary Housing with Trailer Houses in the Torrential Rains in Western Japan

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

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

室 長 大水 敏弘  
Head OOMIZU Toshihiro

The purpose of this study is to understand the trends of temporary housing with Trailer Houses in the Torrential Rains in Western Japan etc., and to sort out the characteristics.

### [研究目的及び経緯]

災害において設置される応急仮設住宅(以下「仮設住宅」という)について、平成30年の西日本豪雨災害には、被災者ニーズに対応するため一般的なプレハブ型や木造仮設住宅に加え、倉敷市真備町にトレーラーハウス<sup>\*1</sup>及びコンテナ型のハウス<sup>\*2</sup>(以下「トレーラーハウス等」という。)による仮設住宅の設置が初めて行われた。一般社団法人協働プラットフォーム、一般社団法人日本RV輸入協会及び一般社団法人日本ムービングハウス協会の協力により、北海道、長野県等からトレーラーハウス及びムービングハウスが移送されたもので、トレーラーハウス等による仮設住宅は、メディアにも取り上げられ一般的にも認知されるようになってきている。これまでの仮設住宅としての導入状況は表-1のとおりとなっている。

※1 トレーラーハウス…車輪を有する移動型住宅で、原動機を備えず牽引車により牽引されるもの(建設省住宅局建築指導課長から各都道府県建築主務部長あて通達/平成9年3月31日)

※2 コンテナ型のハウス…船舶や車両などで輸送することを前提に製作される住宅で、建築確認をとることができる上にトラック等での輸送もできる移動性を有するもので、金属製の貨物用コンテナを改造したコンテナハウスと、輸送効率性を考慮したサイズで製造された木造コンテナハウスとがある。トラックで輸送しやすい4m級・7m級と、セミトレーラーで輸送しやすい20フィート(約6m)・40フィート(約12m)の規格がある。

表-1 仮設住宅設置状況

災害等の事由	設置場所	設置時期	設置タイプと提供数
平成30年7月豪雨	岡山県倉敷市	H30.7～	トレーラーハウス11戸、ムービングハウス40戸
平成30年北海道胆振東部地震	北海道厚真町、安平町、むかわ町	H30.11～	トレーラーハウス・ムービングハウス61戸
令和元年台風第19号		R1.11～	ムービングハウス9戸
令和2年7月豪雨	熊本県球磨村	R2.7～	ムービングハウス68戸



図-1 トレーラーハウス(左)とコンテナハウス(右)

仮設住宅建設の長期化は被災者の避難所生活の長期化を招くため、災害時に早期に仮設住宅を提供することは重要な課題となっている。本研究では、近年設置が行われているトレーラーハウス等による仮設住宅について、その動向を把握し、特徴等について整理を行った。

なお、仮設住宅以外の対応としては、表-2のとおり熊本地震において災害救助法の福祉避難所として使用されたほか、近年のコロナ禍の対応として活用された事例がある。

表-2 その他の主な支援状況

災害等の事由	設置場所	設置時期	設置タイプと提供数
熊本地震	熊本県益城町	H28.5	福祉避難所としてトレーラーハウス25台設置
コロナ禍	長崎市	R2.4	医療支援活動等の施設としてコンテナハウス50台((株)デベロップが提供)
コロナ禍	東京都三鷹市	R2.6	医療支援活動等の施設としてコンテナハウス設置(茨城県境町が提供)

### [研究内容]

#### 1. トレーラーハウス等の特徴の把握

仮設住宅としての利用について、倉敷市に導入された事例でトレーラーハウス等とプレハブ等の住宅を比較すると、表-3のような違いがみられた。温熱環境に関しては、トレーラーハウスについて既往の研究で十分な断熱性能を有していることが指摘されている。

これまでの事例調査を行った結果、トレーラーハウス等の特徴については、表-4のように整理した。な

お、トレーラーハウス等は所有者による再利用を前提としたリース契約によって設置が行われるため、2年程度の設置期間であれば費用を抑えて設置することが可能となっている。

表-3 倉敷市内に設置された仮設住宅の仕様等

タイプ	断熱仕様	窓	設置に要した期間
プレハブ	天井 t=100、壁 t=50、床 t=50	シングルガラス 掃出し窓	40日程度
木造	天井 t=100、壁 t=105、床 t=50	ペアガラス、掃出し窓	1ヶ月半程度
トレーラーハウス	天井 t=100、壁 t=100、床 t=42	ペアガラス、腰高窓（一部掃出し窓）	約1ヶ月
コンテナ型のハウス	スタイロフォーム 天井 90、壁 60、床 90	トリプルガラス、腰高窓	約1ヶ月

表-4 トレーラーハウス等の仮設住宅の特徴

<p>機動性：車輪を有する、若しくはクレーンにて吊り上げ可能な造りとなっており、トラックによる輸送を行うことで、全国の被災地等に遠隔地からでも速やかに運び込むことが可能。（球磨村の事例では被災約2週間後に設置開始）</p> <p>設置の迅速性：設置に当たって本体工事の必要がないため、建設工事を行う場合と比較して設置に要する期間を短縮することが可能。（球磨村の事例では設置から工事完了まで約10日間）</p> <p>設置の柔軟性：トレーラーハウス等のもつ機動性と本体工事が不要なことから、設置場所を柔軟に考えることが出来る。ただしトラックやクレーンが入れるスペースは必要。（北海道胆振東部地震では農家の自宅近くに仮設住宅の個別設置を行った）</p> <p>リユース：被災地等での使用終了後も解体工事を行うことなく、トラック等により搬出して別の地において再利用できる。このため、1カ所当りの設置費については、コストを抑えることが可能。</p> <p>住環境：現場では設置するのみで品質管理により一定の住環境を確保することが可能。個別に独立した造りで遮音等に利点がある。ただしスペースの幅に制約があり、縦長の居住スペースとなる。</p>
--

また、倉敷市に設置された仮設住宅について、一部の空き住戸を選定し、温熱機器を一定期間設置して、居住環境を調査したところ（令和2年8月調査実施）、ムービングハウスの仮設住宅の室内は傾向として温度変化が緩やかで断熱効果が読み取れる結果となった（ただし、住戸の間取りや東西南北の配置が異なるため、構造タイプのみによる比較はできていない）。

## 2. 事業者ヒアリング

トレーラーハウス等について、災害等に対する支援を行っている事業者にはヒアリングを行い、課題等の把握を行った。

- ・コンテナ型であれば、運搬のために特殊な経費（通行許可、先導車両の確保等）がかからず、機動性において有利である。

- ・コロナ禍で医療の観点からも必要性が認識されつつあるなか、自治体の理解も得られやすくなっている。
- ・ストック状況については、平時の置き場所の確保が課題。全国的なストックヤードが確保できていない状況では運搬コストに一定の費用がかかる。また、平時の管理コストを抑えるための収益確保も課題。

トレーラーハウス等の提供側においては、近年では、特に木造のコンテナ型のハウス等の開発が進んでおり、災害時における活用について、災害時等支援の実績のある事業者が地方公共団体と協定を締結する取組が進展しつつある。さらに、住宅メーカー等が地方公共団体を支援する動きも出てきており、こうした動向を把握した。

### [研究成果]

これまでの設置事例の調査やヒアリング等を踏まえ、トレーラーハウス等の運用について、平時の保有と災害時活用の可能性について表-5のとおり整理した。

表-5 トレーラーハウス等の仮設住宅の特徴

平時の運用方法の可能性	運用主体	事例	課題
公共施設 公園関連 の施設	地方公共団体	境町において公園のクラブハウス等として設置している事例有り	導入にあたって議会等の理解を得ることが必要
ホテル、 会議室	民間、 一般社 団法人 等	デベロッパがコンテナ型のホテルを台規模に展開。日本ムービングハウス協会・アーキビジョン21による防災・家バンク、協働プラットフォーム等によるホテル設置の取組など。	平時の採算性の確保（民間の資金力を活かして大規模な展開を進めているところもある）
イベント 施設 暫定敷地 の活用	民間、 まちづ くり会 社等	中心市街地におけるコンテナ型暫定利用の事例が各地において見られる。	平常時活用に加え、官民連携による災害時対応についてスキームの構築が必要。

### [成果の活用]

本研究では、これまでの災害等におけるトレーラーハウス型等の仮設住宅の導入結果の検証と今後の課の課題を整理した。基礎的知見の拡充を図るとともに、被災者等のニーズに対応した提供が行われることとなるよう、成果を活用してまいりたい。

### [参考文献]

- 1) 立教大学大学院長坂俊成研究室：2018年北海道胆振東部地震における応急仮設住宅の居住性能に関する調査結果（概要報告）2019.6
- 2) 倉敷市のトレーラーハウス型応急仮設住宅における温熱環境の改善点の検討、日本建築学会近畿支部研究報告集、環境系 2020-06

## 公共賃貸住宅に係る Building Information Modeling 検証調査に関する研究

Study of Building Information Modeling for public housing

		(研究期間	令和元年度～令和4年度)
住宅研究部		部	長 高橋 暁
住宅研究部 住宅ストック高度化研究室		室	長 大水 敏弘
住宅研究部 住宅計画研究室		室	長 藤本 秀一

### [研究目的及び経緯]

我が国では、人口減少時代を迎える中労働者の減少が見込まれているが、それを上回る生産性を向上させることで経済成長を実現する「生産性革命」を建設現場でも目指すことが求められている。このため、ICT（情報通信技術）の活用による建設生産システム全体の生産性向上を図る「i-Construction」の取組が進められており、その一貫で、Building Information Modeling（以下「BIM」という。）の活用が推進されている。BIMは主として新築時を中心に活用されているが、公共賃貸住宅においては特に高度成長期に建設された膨大な数の既存のストックの維持管理が喫緊の課題となっている。

今年度は、公共賃貸住宅の維持管理における情報管理の実態を調査し、団地・地域等における複数住棟の管理を想定した維持管理BIMモデルの導入の可能性や導入にあたってのニーズ・課題等を把握した。その上で、公共賃貸住宅の管理者等のデータ管理レベルの相違を踏まえつつ、維持管理BIMモデルを導入して円滑に情報管理を行っていくためのBIMモデルの構成及び手順を提示した。また、既存の公的賃貸住宅の団地を選定し、具体的維持管理情報の実データを用いて、ケーススタディを実施した。



# 住宅におけるライフライン途絶への対応技術・手段に関する研究

Survey on alternative apparatus and means in case of lifeline service disruptions.

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

住宅研究部 建築環境研究室  
Housing Department  
Building Environment Division

主任研究官 羽原 宏美  
Senior Researcher HABARA Hiromi

Alternative apparatus and means in case of lifeline service disruptions have been diversified and varied. Our division is working on a research project: "Required specifications of off-grid power system for staying at home during a blackout". Using together off-grid power system and alternative apparatus and means is expected to raise the possibility of staying at home during a blackout. The purpose of this study is that technical information is organized to examine the complementarity between off-grid power system and alternative apparatus and means.

## 〔研究目的及び経緯〕

住宅において重要となるライフラインとして、上水道、下水道、ガス、電気といった公共的な設備に、近年においてはさらに情報が加わり、これらが途絶した場合の対応技術・手段について、開発・整備が進められている。特に、ここ数年の間においては、大規模災害が多く発生したことや南海トラフ地震への対策から、その選択肢が増えつつある。

当研究室では、ライフラインのうち電気に関連して、事項立研究課題「災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標に関する研究」を実施している。事項立研究課題においては、停電時における自宅での居住継続の実現に対し、自立型エネルギーシステム（太陽光発電と蓄電池を組み合わせたシステム）の実効性を判断する目安として、住宅設計に適用する設計目標の整理を検討している。ただし、自立型エネルギーシステムには、気候、住宅・設備の仕様、居住者の住まい方等により対応可能な範囲に限界があるが、他の対応技術・手段との併用により居住継続の可能性をより一層高めることが期待できる。

本研究は、住宅におけるライフライン途絶への対応技術・手段について最新の情報を収集・整理し、自立型エネルギーシステムとの相互補完性の検討に資する技術資料の取得を行うことを目的とするものである。

## 〔研究内容〕

住宅におけるライフライン途絶への対応技術・手段について、カタログ、技術資料等の公表物を収集し、対応技術・手段の特徴（仕様、価格、適用範囲、使用上の留意点など）を整理した。整理にあたっては、ライフライン（電気、ガス、水道）の用途を「発電・蓄電」「暖房」「冷房」「照明」「給水」「給湯・衛生」「トイレ」「調理・食事」「情報」の9区分に分類した。さらに、供給形態により「公的機関や公共性の高い事業者が供給す

るサービス」、「住宅設備・機器」、「行政機関や居住者の備え」の3区分に分類した。

## 〔研究成果〕

本研究において、情報を収集した対応技術・手段を整理して表に示す。なお、収集した対応技術・手段の特徴に関する情報には、製品や製造事業者を特定可能な情報が含まれるため、ここでは割愛して対応技術・手段の名称のみを記す。

住宅向けのライフライン途絶への対応技術・手段のうち、「公的機関や公共性の高い事業者が供給するサービス」に該当するものには、生命維持や衛生管理のために途絶時において緊急性や必要性が高い「給水」「トイレ」に関するものや、途絶がある程度長期化した場合に要望が増える「給湯」に関連するものがあつた。また、最近では、インターネットの普及に伴い、情報源を確保するために「電源」「情報」に関連する対応が整備されていた。

「住宅設備・機器」に該当するものは、通常の機能に加えてライフライン途絶時には対応策として役立つ機能を有しているものが中心であつた。例えば、「コージェネレーション」「電気ヒートポンプ式給湯機」「ハイブリット給湯機」については、普段の生活では発電（コージェネレーション）、暖房（一部のコージェネレーション、ハイブリット給湯機）および給湯を行うが、貯湯タンクが備わっている機器であれば、断水時において貯湯タンクの水を生活用水として使用することができる。また、「電動車」「蓄電池」は、まとまった量の電気を蓄電できるため、停電時において消費電力の大きな機器を稼働させることも可能であることから、長期停電への対応策として関心が高まっているようであつた。

「行政機関や居住者の備え」に該当するものには、パッケージ等を工夫して長期保存を可能とすることで防災備蓄向けとして販売されているものが多くあつた

表 本研究で情報を収集した住宅向けのライフライン途絶への対応技術・手段

主な用途	使用する主なライフライン			住宅向けのライフライン途絶への対応技術・手段		
	電気	ガス	水道	公的機関や公共性の高い事業者が供給するサービス	住宅設備・機器	行政機関や居住者の備え
電源	-	-	-	・充電スポット	・コージェネレーション ・小型発電機 ・電動車 ・蓄電池	・ポータブルソーラーパネル ・ポータブル電源 ・モバイルバッテリー ・空気電池 ・乾電池
暖房	○	○	-	-	・各種ストーブ ・ファンヒーター	・使い捨てカイロ ・エマージェンシーブランケット
冷房	○	-	-	-	・扇風機 ・冷風扇	・冷却用ボディシート
照明	○	-	-	-	・バッテリー内蔵照明	・懐中電灯 ・ヘッドライト ・首掛けタイプライト ・サイリウムライト ・ランタン
給水	○ (※)	-	○	・災害時応急給水拠点 ・配水池 ・応急給水槽 ・非常災害用井戸	・給水経路内の備蓄 ・雨水タンク	・ペットボトル水 ・アルミボトル水 ・ポリタンク ・ウォーターサーバー ・給水袋 ・浄水器
給湯・衛生 (トイレを除く)	○	○	○	・仮設入浴場 ・仮設シャワー	・電気ヒートポンプ式給湯 ・ハイブリッド給湯機	・手指消毒液 ・液体歯磨き ・歯磨きシート ・ウェットシート ・ドライシャンプー
トイレ	○ (※)	-	○	・マンホールトイレ ・仮設トイレ	-	・簡易トイレ ・携帯トイレ
調理・食事	○	○	○	-	-	・備蓄食品 ・アルファ米 ・缶詰 ・レトルト ・発熱材 ・カセットコンロ
情報	○	-	-	・同報系防災行政無線 ・特設公衆電話 ・移動基地局車 ・災害用伝言サービス	-	・ラジオ ・多機能ラジオ ・防災行政無線個別受信機

※主に給水ポンプ。

(例えば、乾電池、使い捨てカイロ、ペットボトル水、アルミボトル水、液体歯磨き など)。また、最近では、アウトドア用品や介護用品を基に開発された対応技術・手段も見られた(例えば、エマージェンシーブランケット、簡易トイレ など)。

#### [成果の活用]

本研究の成果は、事項立研究課題「災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標に関する研究」において、自立型エネルギーシステムとライフライン途絶への対応技術・手段の代替関係を検討するために役立つ。

# 省エネ基準申請データを活用した建築設計仕様の現状分析と

## 省エネ化に向けた施策に関する研究

Research on the current status of building design specifications using building energy efficiency standard application data and measures to improve energy efficiency of buildings

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

住宅研究部 建築環境研究室

主任研究官

宮田 征門

Housing Department

Senior Researcher

MIYATA Masato

Building Environment Division

住宅研究部

住宅情報システム研究官

三木 保弘

Housing Department

Research Coordinator for Housing Information System

MIKI Yasuhiro

It is essential to clarify the actual design specifications of buildings in order to plan future energy conservation measures. This paper focuses on the single purpose office buildings built in the financial year of 2018 and analyses the data on building envelope and equipment specifications from the calculation program to confirm compliance with building energy code.

### [研究目的及び経緯]

2050年カーボンニュートラル化を実現するためには、住宅・建築物の更なる省エネルギー化が必要である。住宅・建築物の省エネルギー化を達成するためには、その実態を的確に把握してより効果的な施策を講じることが重要であるが、特に非住宅建築物については、外皮・設備設計仕様の実態を用途や規模毎に調査した事例が乏しく、用途等の特性を踏まえた有効な施策検討が難しい。

この課題を解消するために、国総研では省エネ基準の適合性判定プログラム(Webプログラム)の入出力データをプログラム利用者の許諾のもとで収集し、非住宅建築物の省エネルギー性能の実態解明を行っている。本研究では、収集したデータを詳細分析し、非住宅建築物の標準的な設計仕様を定量的に示すを試みる。

### [研究内容]

本研究では、2018年度の省エネ基準申請データ(計14,802件分)のうち、モデル建物法(簡易評価ルート)により省エネ性能の評価がなされた新築事務所ビル(計1,731件分)を対象として標準的な設計仕様の解明を行う。特に、一次エネルギー消費性能評価結果毎に建築物の省エネ性能をグループ化し、このグループ毎に設計仕様にどのような差があるかを明らかにする。

### [研究成果]

分析対象データの一次エネルギー消費性能評価結果(BEIm)の分布を図-1に示す。BEImは設計一次エネルギー消費量(設計仕様に基づき計算したエネルギー消

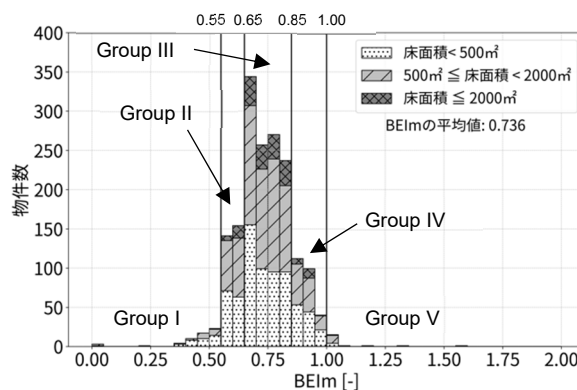


図-1 BEImの分布 (新築事務所ビル)

費量)を基準一次エネルギー消費量で除した値であり、BEImが1以下であれば基準適合となる。図-1より、BEIm=0.55、0.65、0.85を境に大きな件数の差があることが分かる。よって、BEImに基づき図-1に示す5つのグループ(Group I、II、III、IV、V)に分けて分析をすることとする。また、Group Iについては太陽光発電設備の有無で傾向が大きく異なるため、Group Iのうち太陽光発電設備がない物件(計35件)をGroup I-npvとして抽出し、Group I全体の結果とは別に分けて示す。

グループ別の外皮仕様の分析事例として、窓面積率(窓面積を外皮面積で除した値)及び外壁の熱貫流率(単位はW/m<sup>2</sup>K。小さいほど断熱性能が高い)の分析結果を図-2、図-3に示す(図中の△は平均値を示す)。窓面積率(図-2)について、グループ毎に大きな差はみられないものの、BEImが小さいグループは窓面積率が僅かに小さい傾向がある。Group Iの平均値は0.159、

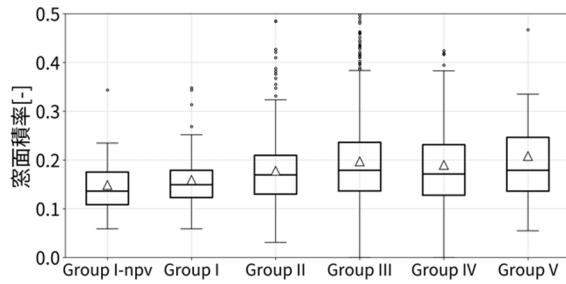


図-2 窓面積率

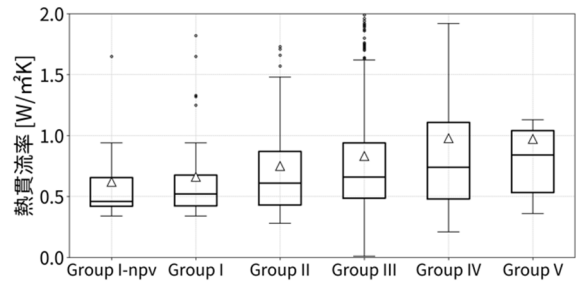


図-3 外壁の熱貫流率

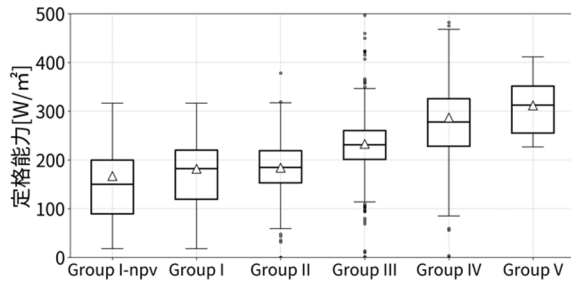


図-4 空調冷熱源機器の定格能力

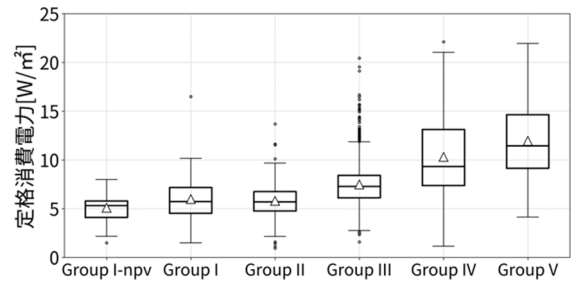


図-5 照明器具の定格消費電力

表-1 標準的な外皮・設備設計仕様（新築事務所ビル）

グループ	外皮					空調設備				照明設備	太陽光発電の容量 [W/m²]	
	外壁面積率 [-]	外壁の熱貫流率 [W/m²K]	屋根の熱貫流率 [W/m²K]	窓面積率 [-]	窓の熱貫流率 [W/m²K]	定格能力 [W/m²]		定格効率 [-]		定格消費電力 [W/m²]		
						冷房	暖房	冷房	暖房			
Group I-npv	0.75	0.45	0.40	0.15	4.5	0.50	150	180	1.5	1.7	5	無
Group I		0.50	0.40	0.16			180	210	1.4	1.6	6	12
Group II		0.60	0.45	0.17			230	260	1.3	1.4	8	無
Group III		0.65		0.20			290	320	1.2	1.3	11	無
Group IV		0.75	320				350	1.1	1.2	13	無	
Group V		0.85										

Group IIは0.176であり、全グループの平均値は0.191である。外壁の熱貫流率(図-2)はグループ毎に差があり、Group Iの中央値は0.52W/m²K、Group IIは0.61W/m²K、Group IIIは0.66W/m²K、Group IVは0.74W/m²K、Group Vは0.84W/m²Kである。

グループ別の設備仕様の分析事例として、空調冷熱源機器の床面積あたりの定格能力及び照明設備の床面積あたりの消費電力の分析結果を図-4、図-5に示す。冷熱源機器の定格能力(図-4)は、Group IとIIの平均値はほぼ同じで約182W/m²であり、Group IIIは232.6W/m²、Group IVは286.8W/m²、Group Vは311.6W/m²と順に大きくなる。照明器具の定格消費電力(図-5)は、Group IとIIがほぼ同じで約5.9W/m²、Group IIIは7.48W/m²、Group IVは10.30W/m²、Group Vは11.94W/m²と順に大きくなる。

データ分析結果から得られた知見を踏まえ、グループ別の標準的な設計仕様を明らかにした結果を表-1に示す。省エネ基準申請データを活用することで、これまでは不明であった我が国全体の標準的な設計仕様を

定量的に示すことが出来た。

【成果の活用】

現在、脱炭素社会の実現に向けて省エネ基準の強化に関する議論がなされているが、本成果を活用すれば、例えば、Group IVレベルからGroup IIレベルまで上げるためには「外壁の熱貫流率を0.75W/m²Kから0.60W/m²Kに向上させる」、「照明の消費電力を11W/m²から6W/m²まで下げる」等、何をしなければいけないかが明確になる。国や自治体が補助金制度や設計指針等を立案する際や、建築主や設計者が設計目標を立てる際に役立つことが期待される。

【参考】

- 1) 国総研資料 No.1107, No.1143, No.1184  
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1107.htm>,  
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1143.htm>,  
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1184.htm>

# 浄化槽の性能評価における試験用汚水調整方法の拡充に 関する基礎的検討

## Basic Study on Wastewater Quality Adjusting Method of Performance Evaluation Method of JOKASO

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

住宅研究部 建築環境研究室  
Housing Department  
Building Environment Division

シニアフェロー 山海 敏弘  
Senior Fellow SANKAI Toshihiro

The performance Evaluation method of JOKASO strictly defines concentration range of raw wastewater for fair evaluation. Case of this reason, it becomes to difficult to adjust the specified water quality and select the place for performance Evaluation of JOKASO. Therefore, in this basic study, methods of adjusting raw wastewater used for this evaluation method are searched by experimental method and literature review.

### [研究目的及び経緯]

浄化槽については、建築基準法第31条に基づき設置が義務付けられ、建築基準法施行令第32条により要求性能、処理対象人員の算定基準（JIS A 3302）、浄化槽の構造基準（昭和55年建設省告示第1292号）が規定されている。この浄化槽の構造基準に適合しない浄化槽については、建築研究所が開発した「浄化槽の性能評価方法」に基づき、試験用の浄化槽を用いたプラント試験の結果に基づき、国土交通大臣の認定を取得することとなっている。

この「浄化槽の性能評価方法」においては、通常の生活排水とみなせる水質範囲の実汚水（原水）を必要な分量、常時取得できる施設を試験場として選定し、必要に応じて添加剤を用いて濃度を調整した試験用原水を作成して温度調整した上で恒温室内に設置した、評価対象とする試験用浄化槽に流入させ、処理性能の可否を評価している。しかし、「浄化槽の性能評価方法」が人間のし尿が含まれた実汚水を要求し、かつ比較的高濃度の実汚水を要求している点は、試験場の選定・調達を非常に困難なものとしている。

試験場を下水処理場の一角に整備できれば、試験用汚水を調達し、調整することも用意と考えられる。

しかし、下水処理場の流入水は、不明水の流入や管路内の生物処理反応等により、一般に濃度が低く、試験に用いる汚水としては薄すぎるという問題がある。

また、この実汚水については、性能評価を適正に担保する上での必要性から、許容される水質の範囲が厳しいことも、問題を一層困難なものとしている。

原水に許容される許容される水質の範囲については、表-1に示すとおりとされており、特にBOD（生物化学

的酸素要求量）、COD（科学的酸素要求量）については、調整剤によって調整を行った場合、いずれの値についても変動が生ずることとなるため、試験に用いることができる原水の選定・調整は非常に難しい。

表-1 原水に許容される水質

項目	最小	標準値	最大
pH	5.8	—	8.6
BOD	150	200	250
COD	75	100	125
SS	120	160	200
T-N	30	45	70
T-P	3	5	7
n-Hex	—	25	—

この問題を解消するためには、究極的には「実汚水に依存しない浄化槽の性能評価方法の構築」が求められるが、現実的には「実汚水を有効に調整できる範囲を十分に拡大すること」が必要となる。

このため、本研究においては、実汚水に対する調整可能範囲を十分に拡大することについて検討を進めるとともに、実汚水に依存しない浄化槽の性能評価方法の構築についても検討することを目指し、実験的検討、文献調査を行った。

### [研究内容]

(1) 実汚水及び添加剤で調整された実汚水の生物処理における処理特性に関する検討

1) 既往の知見の整理

実汚水、添加剤で調整された実汚水（精密膜等

によって濃縮されたものを含む。以下同じ) を対象として、水質、生物処理における生分解性(難分解性、易分解性の分布等)、汚泥転換率等に関して既往の文献、データ等の収集・分析を行った。

## 2) ベンチスケール実験による検証

ベンチスケール実験装置により、添加剤で調整された実汚水を対象として、添加剤の比率を高めた際に顕在化する不具合現象を明確化することを目的として、既往データ等の収集・分析を行った。

### (2) 人のし尿を用いないで調整した汚水の生物処理における処理特性に関する検討

上記(1) 1) の検討によって得られた知見に基づき、人のし尿を用いないで調整した汚水の生物処理における処理特性に関して検討を行った。

## [研究成果]

### (1) 実汚水及び添加剤で調整された実汚水の生物処理における処理特性に関する検討

#### 1) 既往の知見の整理

北海道、関東、九州に設置されている集合住宅用浄化槽(15 箇所)に流入する汚水を対象として、春、夏、秋、冬における流入水質の調査結果は、図-2 に示すとおりであった。

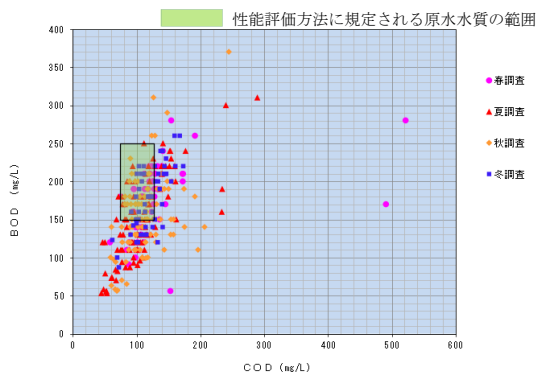


図-2 浄化槽に流入する汚水の濃度範囲

また、排水の生分解性を示す BOD の酸化反応速度定数の値は、 $k_3$  の値が  $17 \sim 19 \times 10^{-3}$  (1/h)、 $k_5$  の値が  $19 \sim 20 \times 10^{-3}$  (1/h) であった ( $k_3$  は 3 日間、 $k_5$  は 5 日間の値を示す)。

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

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)

## 2) ベンチスケール実験による検証

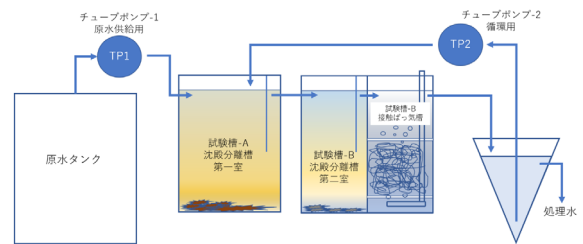


図-1 ベンチスケール装置の構成と処理フロー

図-1 に示すベンチスケール実験装置による検証実験を想定し、添加剤で調整された実汚水を対象として、添加剤の比率を高めた際に顕在化する不具合現象、複数の添加剤を組み合わせ使用した場合の処理特性を明らかにするための検討を進めた。結果、単一の添加剤の比率が汚水濃度の 1/2 程度を超えた場合、排水処理に異常が発生することが懸念されることがわかった。

### (2) 人のし尿を用いないで調整した汚水の生物処理における処理特性に関する検討

人のし尿を用いないで汚水を調整する方法として、鶏糞、豚ふん等、一次発酵が完了したものをを使用することを検討した。結果、鶏糞は C/N 比が 6~8、豚ふんは C/N 比が 10~20 程度と想定されること、有機物の生分解性は一次発酵が完了していることから相対的に小さくなること等を把握することができた。

## [成果の活用]

本研究の成果は、「浄化槽の性能評価方法」における試験場の選定基準、実験に用いる汚水の調整方法の改善に活用されることが見込まれている。

## [参考文献]

- 1) 山海 敏弘、「節水による汚水の高濃度化の影響と浄化槽による処理特性」、2021 年空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2021 年 9 月
- 2) 山海 敏弘、「省エネルギー・節水を考慮した生活排水処理システム」、用水と排水、2020 年 4 月号 P51-57
- 3) 山海 敏弘、「浄化槽の性能評価方法等に関する技術的検討」、平成 25 年度建築研究所年報 (第 48 号 P9-10)、2014 年 6 月

### 3次元建築環境シミュレーション結果の解りやすい切り出し手法に関する基礎的研究

Fundamental research on intelligible cut-out method for 3D built environment simulation results

(研究期間 令和3年度～令和4年度)

住宅研究部

住宅情報システム研究官

三木 保弘

住宅研究部 建築環境研究室

室 長

西澤 繁毅

主任研究官

宮田 征門

#### [研究目的及び経緯]

3次元建築環境シミュレーションは、居住者にとって適切な環境になるかどうかを設計時に把握するために行われるが、画像としての見せ方（切り出し方）によって、解りやすさは異なる。

今年度は、代表的な光・熱・空気環境の指標の調査及び対応する3次元的な環境シミュレーション結果の収集と整理を行い、指標の意味に対し適切な表示がなされる場合となされない場合の特徴や問題点を明らかにした。

次年度は、今年度の成果を基に、視点・遠近法等による画角や画像の範囲と形状、評価指標との関係等について、設計者等への調査実施を行い、BIMによるシミュレーション結果表示との関係や既存の2次元・2.5次元表示との関係等を踏まえ、体系的な“解りやすい切り出し手法”としてとりまとめる。

### 災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標に関する研究

Required specifications of off-grid power system for staying at home during a blackout.

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

住宅研究部 建築環境研究室

主任研究官

羽原 宏美

#### [研究目的及び経緯]

災害後における居住継続に必要な電力用途の把握および自立型エネルギーシステム（太陽光発電設備と蓄電設備とを組み合わせたシステム）に対する住宅設計上の要求事項の定量化を行い、災害後における居住継続のための自立型エネルギーシステムの設計目標として整理することに取り組む。

令和3年度においては、対象住宅（外皮性能、機器の種類・仕様とその使い方など）を想定した上で、停電時において自宅での居住継続に必要な電力量をシミュレーションにより算定し、1時間ごとの年間データを作成した。作成した電力量データを用いて太陽光発電設備を併設する蓄電設備の充放電量等を算定し、停電時における自宅での居住継続を実現するためのシステムに対する要求事項を検討するための基礎データを取得した。

### 負荷変動に対する動的応答を考慮したVRFエアコンのエネルギー消費性能評価法の開発

Research on Evaluation Method for Energy Performance of VRF Air Conditioners Considering Dynamic Response to Load Fluctuation.

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

住宅研究部 建築環境研究室

主任研究官

宮田 征門

#### [研究目的及び経緯]

VRFエアコンのエネルギー消費性能はJIS B 8616:2015で規定された方法に基づき試験されるが、この試験性能と実際にVRFエアコンが建築物に設置され運用されたときの性能（実働性能）には乖離があり、真に省エネルギーに寄与するVRFエアコンの開発や普及の阻害要因となっている。本研究では、より省エネルギーな非住宅建築物の設計及び運用の実現を目指して、VRFエアコンのエネルギー消費性能を実態に即して適切に評価・表示する新たな手法の開発を行う。

令和3年度は、省エネルギー基準の申請データを活用して事務所と店舗の標準的な設計仕様を明らかにし、試験に用いる熱負荷パターンの規定を行った。また、空調設備性能評価試験装置にて実機を対象とした試験を実施し、実働性能を試験により明らかにするための具体的な手順やセンサー等に求められる要件を整理した。

# 非構造部材の構造安全性確保に資する仕様の決定過程に関する研究

## Research on the of specification determination process of non-structural members for the structural safety

(研究期間 令和3年度)

住宅研究部 住宅生産研究室  
Housing Department  
Housing Production Division

室 長  
Head

脇山 善夫  
WAKIYAMA Yoshio

This survey on the specification determination process of non-structural members was carried out for structural safety. Important detail is shown by an association of manufacturers that do not supply the significant joint part. Structural safety should be studied also not to damage other members on or around the load path.

### [研究目的及び経緯]

建築物に作用する外力に対する構造体の構造安全性は、建築基準法に規定される構造計算により確認される。屋根ふき材等の非構造部材に関しては、建築基準法施行令第39条に基づいて構造方法が告示で定められている部材は仕様や計算方法が示されているものの、その他の多くの部材は、部材や材料の製造者、設計者、施工者等によって蓄積された技術的知見を活用することで仕様が決定されて構造安全性が担保されている。

自然災害等で損傷した非構造部材について構造安全性の確保・向上を図るには、被害状況を踏まえて、対策が必要な部位の技術的情報の整備・普及に繋げる必要がある。本研究は、近年の災害で顕著な被害が確認された非構造部材を対象に、仕様の決定過程について調査・整理し、構造安全性確保の上での要点・課題を整理することを目的に実施した。

### [研究内容]

本研究の対象とする非構造部材は、低層鉄骨造建築物の外周部に設置されるフロントサッシである。近年の強風によってサッシが一続きで転倒するような被害が複数確認されており(図-1)、現地調査では、図-2に示すような構成のものについて接合部の損傷が報告されている。構造安全性を確保する上では接合部の耐力評価法の検討・整備が重要であり、技術情報の反映先を検討する上で仕様の決定過程を踏まえる必要がある。本研究では、フロントサッシを対象に、関係者へのヒアリング調査や文献調査等により、仕様の決定過程について調査・整理するとともに、構造安全性検討の上での課題について検討した。

### [研究成果]

対象とするフロントサッシの接合部近傍の構成は図-2に示す通りで、風圧や地震による外力を受けて、ガラス・サッシ→アンカー→鉄筋→軽量形鋼→構造体の経路で力が適切に伝達されることが必要となる。



図-1 令和元年房総半島台風でサッシが転倒した被害  
(左の3枚の写真は、右写真赤円内の接合箇所) \*1

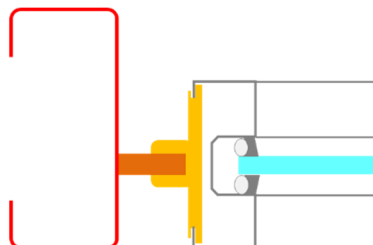


図-2 接合部近傍の模式平面図(鉄筋の溶接による場合)  
(■躯体(軽量形鋼)、■鉄筋、■アンカー、■サッシ、■ガラス)

実際の被害の報告(図-1)では、サッシとアンカー、アンカーと鉄筋、鉄筋と軽量形鋼、それぞれの間で外れたような被害形態が見られる。

### 仕様の決定過程

図-3はフロントサッシに関する設計から施工計画にかけてのプロセスを整理したものであり、設計者(監理者)、施工者、製造者の間で段階に応じて情報交換が行われている。例えば、設計者が設計図書についてサッシの検討をする際には、部品として市場に供給されているサッシを、製造者が提供するカタログ等の技術資料(図-3の①の矢印)から選択するのが一般的である。また、施工者が施工図等を検討する際には、製造者から接合部の詳細を含めた納まり図の提供を受ける(図-3の②の矢印)。



### 接合部仕様の決定

接合部の現場での納まりは、施工者からの提出をうけて監理者が承認して決まり（図-3の③）、材料は、サッシとアンカーは製造者が供給し、接合に用いる部材（図-2では鉄筋）は専門工業者が施工に先立って準備するなどする。その納まりは、実態は、製造者の関連団体が技術資料で示す納まり例に準じており

（強風被害を踏まえて、関連団体の技術資料では、鉄筋ではなく鋼製アングルでの納まり例が示されている）、部品の供給主体がその性能の担保に重要な隣接部材の仕様決定について情報提供する形となっている。

### 関連して生じる構造安全性検討の課題

図-2と同様の詳細でフロントサッシの上部を納めた場合、軽量形鋼による横架材はサッシへの風圧を受けてたわみを生じる。そのたわみが、一般的な耐風梁と同様、材長に対して1/300～1/200許容されるとすると、最大26～40mmのたわみが生じる可能性がある。図-1の建物同様にサッシ内外に吊り天井が近接する場合は、横架材に取り合う天井が面内圧縮方向に押されて損傷する可能性もある。接合部等の耐力確保に加え

て、荷重経路上の部材の変形の検討も重要である。

### 【成果の活用】

本研究では、フロントサッシを対象に、構造安全性確保に資する仕様の決定過程について調査・整理した。フロントサッシ接合部の構造安全性については令和元年補正予算研究課題「建築物の外装材及び屋根の耐風性能向上に資する調査研究」で接合部の耐力試験・評価法を整備したところであり、業界の基準への反映が進められている。非構造部材は多種・多様であり、災害による被害をうけて技術的な整備が必要な部材について、本研究と同様の調査・整理を踏まえて構造安全性の向上に引き続き取り組んでいく予定である。

### 参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人建築研究所、令和元年台風第15号に伴う強風による建築物等被害 現地調査報告（速報）、2019年10月24日
- 2) 国土交通省建築研究所、改正建築基準法の構造関係規定の技術的背景、2001年、（社）建築研究振興協会

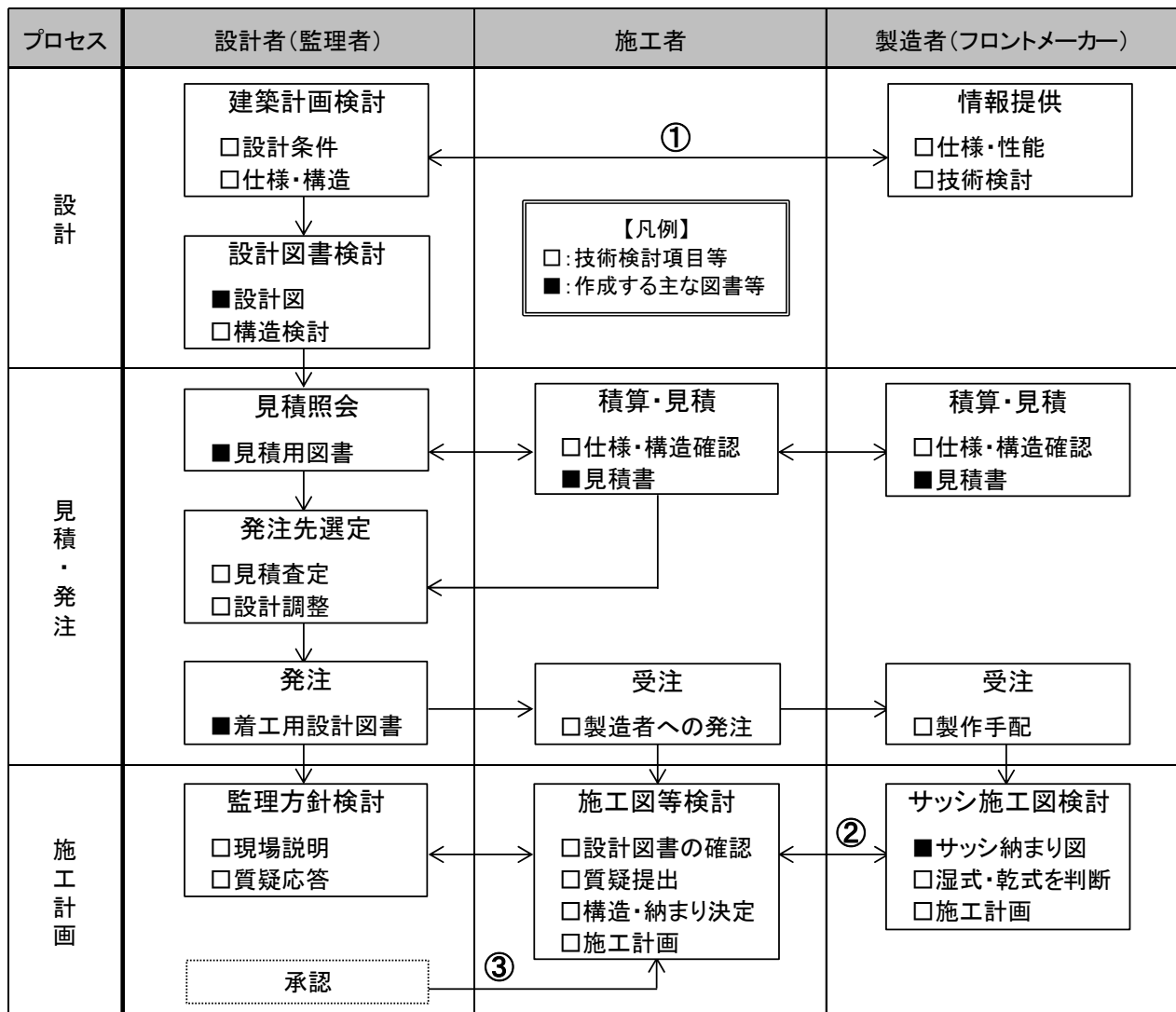


図-3 フロントサッシに関する設計から施工計画にかけてのプロセスの例

# 水害時の被災リスクを低減する既存戸建住宅の 予防的改修方法に関する研究

A study on preventive renovation methods to reduce the risk of damage to existing detached houses in the event of flooding

(研究期間 令和3年度)

住宅研究部 住宅生産研究室  
Housing Department  
Housing Production Division

室 長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher

脇山 善夫  
WAKIYAMA Yoshio  
小野 久美子  
ONO Kumiko

住宅研究部 住宅計画研究室  
Housing Planning Division

室 長  
Head

藤本 秀一  
FUJIMOTO Hidekazu

Preventive repair methods for existing detached houses were studied as optional countermeasures for flood damage to reduce the degree of post-flood damage. Technical literature research and field survey were compiled in preventive renovation methods and renovation case studies show the effect of each method in cost and time.

## [研究目的及び経緯]

近年豪雨災害が頻発しており、災害後の復興費用の低減等の観点から、住宅の被害を最小限に抑えるとともに、避難所への避難者数を減少させることが求められる。被害低減の選択肢として浸水想定区域からの移転が考えられるが、当該区域の全世帯を移転させることは困難が伴う場合もあり、既存住宅への対策実施による被災リスクの低減が求められる。

本検討では、既存住宅の水害予防策の選択肢として、既存戸建住宅の水害による被害の程度を抑え、被災後の居住空間の確保と早期復旧を可能とするための予防的な改修方法について検討した。

## [研究内容]

既存戸建住宅の予防的改修方法を検討するための基礎的な技術情報を整理することを目的に、過去の水害時の被災戸建住宅の復旧事例調査により水害対策を含めた改修実態を把握し、既往の耐浸水要素技術を戸建住宅の耐浸水性の向上の観点から整理した。これらの基礎的な技術情報を踏まえて、既存戸建住宅の予防的改修についてケーススタディを実施した。

## [研究成果]

### 1. 住宅の被害状況及び補修事例に関する実態調査

過去の豪雨災害等によって浸水被害を受けた戸建住宅の復旧事例について、被害内容と復旧方法に関する文献調査を行うとともに、表-1に示す豪雨災害及び被災地域を対象に、被害内容と復旧方法に関する実態調査を実施した。この調査結果を整理し(2. および3.) 4. のケーススタディの検討において活用した。

表-1 実態調査の対象

豪雨の名称	調査対象地域
平成30年 7月豪雨	愛媛県大洲市
	岡山県倉敷市真備町
	広島県安芸郡坂町
令和元年 台風19号	長野県長野市・千曲市
令和2年 7月豪雨	山形県村山市・西村山郡河北町
	福岡県大牟田市
	熊本県人吉市

### 2. 復旧の範囲・容易性や居住再開時期に影響を及ぼした被災住宅の建築技術的要因の整理

実態調査の結果を踏まえて、i) 復旧の範囲、ii) 復旧の容易性、iii) 居住再開時期、の3点に影響を及ぼした被災住宅の各部構法、材料、平面計画の観点から、被害の軽減や、浸水被害後の復旧の迅速もしくは効率的な実施が期待される建築技術的要因を抽出・整理した。整理に当たっては、個々の事例で生じる住宅の立地や敷地条件、敷地内の住宅配置の影響を考慮し、これらの影響を受けない部分を抽出している。

### 3. 既存戸建住宅における耐浸水性を高める改修要素技術の整理

2. での整理を踏まえて、既存戸建住宅の耐浸水性を高める改修要素技術の基本となる改修計画の考え方を4つの方向性で整理した(表-2)。整理にあたっては、公的な機関等において水害に対して一定の見解が蓄積されている海外3ヶ国(米国、英国、ドイツ)の文献等も参考にしている。

表-2 改修計画の考え方の整理

考え方		建築技術的要因	海外文献*
1. 浸水回避	浸水深以上の高さに居住階床面を設置し、住宅内部への浸水を防ぐ	・機器・資材・家財の上方設置による浸水の防止（床レベルごと）	米：Elevation 英：回避策 独：回避 avoid
2. 浸水防止	建物外周を防水化し、住宅内部への浸水を防ぐ	・基礎の止水性の向上 ・排水管からの逆流による浸水の防止	米：Dry Floodproofing 英：緩和策=resistant 止水 独：耐水 withstand
3. 浸水許容	点検・洗浄・排水・乾燥の容易化	・基礎の排水性の向上 ・床下空間へのアクセス性と換気性の向上 ・取り外ししやすい内壁材・外壁材による壁内乾燥の容易化	米：Wet Floodproofing 英：緩和策=resilient 許容 独：適応 adapt
	家財・設備被害の軽減	・壁の繊維系断熱材・壁仕上材の上下の区画による被害範囲の限定 ・洗浄・再利用可能な素材による撤去・更新の縮小 ・機器・資材・家財の上方設置による浸水の防止（財物ごと）	
	生活継続対策	・住設機器、就寝空間の配置変更による生活継続性の向上	
4. 外周障壁	敷地内への浸水を防ぐ	・排水管からの逆流による浸水の防止	米：Barrier Systems 英：敷地内対処策（水防堤等）

※ 参考文献 米：FEMA P-312 Homeowner's Guide to Retrofitting -Six Ways to Protect Your Home From Flooding-  
英：BS85500-2015 Flood resistant and resilient construction -Guide to improving the flood performance of buildings  
独：A Primer on Flood Protection~Protecting property and building wisely

#### 4. 既存戸建住宅を対象とした耐浸水性を高める予防的改修のケーススタディ

##### 1) 基本プラン及び予防的改修案の作成

耐浸水性を高める改修要素技術を踏まえ、既存戸建住宅の最も代表的な構法である在来木造軸組構法のモデル住宅（2階建て、延べ面積100m<sup>2</sup>）を想定して、既存戸建住宅の耐浸水性を高める予防的な改修方法のケーススタディ（基本設計レベル。住宅本体対象で家財は含まず。）を行った。

ケーススタディでは、建築年代の異なる2タイプ（建設年：1985年頃、2010年頃）を想定し、床上浸水高さを、LV1：1FL-0.2m、LV2：1FL+0.3m、LV3：1FL+0.9m、LV4：1FL+2.0mと設定し、2FLを超える浸水レベルLV5についても検討した。図-1はLV3に対する修復容易化改修案として計画したものであり、浸水時に被害を受ける分電盤の高所化（2階設置）や1階内壁の腰壁が修復容易となるように計画したものである。

##### 2) 予防的効果の検討

LV1～LV5について対策未実施や各対策実施を含めて計26パターンに整理した上で、復旧コストや復旧工期につ

いて検討した。浸水被災後の主な作業内容としては、①排水・土砂撤去、②取外し・廃棄、③洗浄・排水、④消毒、⑤乾燥、⑥調達・取付け、を想定している。LV1での屋内の浸水被害を生じさせない浸水防止やLV2での外周障壁は一定の予防的効果が認められ、LV4での浸水許容・生活継続対策は生活継続性向上について予防的効果が見込まれたものの、LV3での浸水許容・修復容易化は効果が見えにくい結果となった。一方で、耐震・省エネ等の性能向上との合併施工により合理的に予防対策に取り組むことが可能と考える。

#### [成果の活用]

予防的改修方法の適用による効果について、国総研資料として成果を取りまとめるとともに、今後も継続的な情報の蓄積を行う予定である。

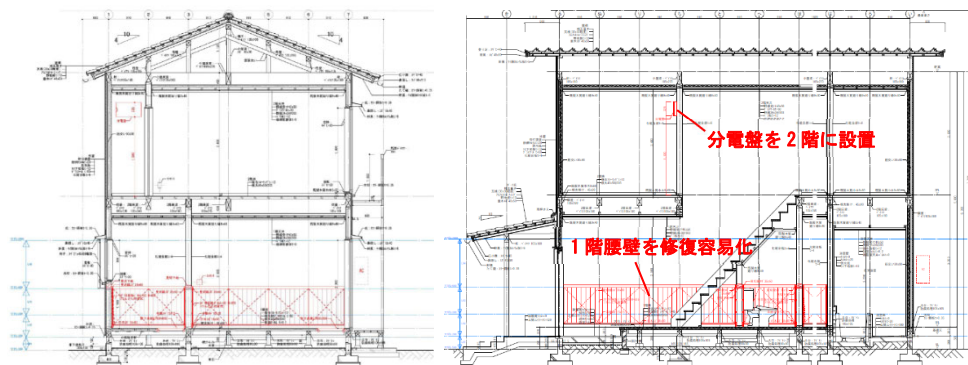


図-1 検討した予防的改修のケーススタディ例

# 低層鉄骨造建築物の大判ガラスに見られる地震被害の被害低減のための研究

## A Study on Seismic Damage Mitigation for a Glass Screen System of Low-Rise Steel Frame Building Based on Earthquake Response Observations

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

住宅研究部 住宅生産研究室  
Housing Department  
Housing Production Division

室 長 脇山 善夫  
Head WAKIYAMA Yoshio

Dynamic behavior of glass screen of low-rise steel frame building, where a glass pane was damaged by past earthquake, has been examined by earthquake response observations and simulation analysis. It was confirmed that the glass screen at the corner of the building tends to be easily destroyed due to the influence of coupling with the torsional vibrations in addition to the large vibrations in out-of-plane direction.

### [研究目的及び経緯]

近年の震度5強程度以上の地震で、自動車ショールーム等で建築物の前面に設置された大判ガラスの損傷がニュース等で報告されている。地震が起こった際に建物の前を人が歩くなどしていると大怪我に繋がることも考えられる。これまで、ガラスだけ、あるいは、建物の骨組みだけを対象に、これら被害に関して被害発生や耐震について検討を行った事例はあるものの、実際に生じた被害の中にはそれらの検討だけでは説明できないものも存在する。

本研究は、実際に地震で前面の大きな板ガラスを損傷した建物を対象に、振動性状の計測や解析モデルの検討を通して、このような地震被害を減らすための設計時の配慮事項について取りまとめることを目的に実施した。

### [研究内容]

大判ガラスの地震時の損傷について検討する上では、実際にガラススクリーン構法のガラスに被害を生じた建築物の動的特性について、構造体を含めて把握することが重要である。このため、関係各位の協力の下に、過去の地震で同種の被害を生じた建築物について調査・調整し、図-2に示すような、1989年竣工の、平面形状は概ね南北30m×30mで、部分的に2階を有する平屋建て鉄骨造建築物について協力を得て、研究を実施した。

研究では、この建築物について、振動特性を把握するために、常時微動計測、強制加振及び強震観測を実施するとともに、研究期間中に記録された強震観測結果等を踏まえて解析モデルを作成・検討し、被害発生の再現や地震被害メカニズムを検討するとともに、大判ガラスの地震被害の低減を図るための設計上の配慮事項について検討した。

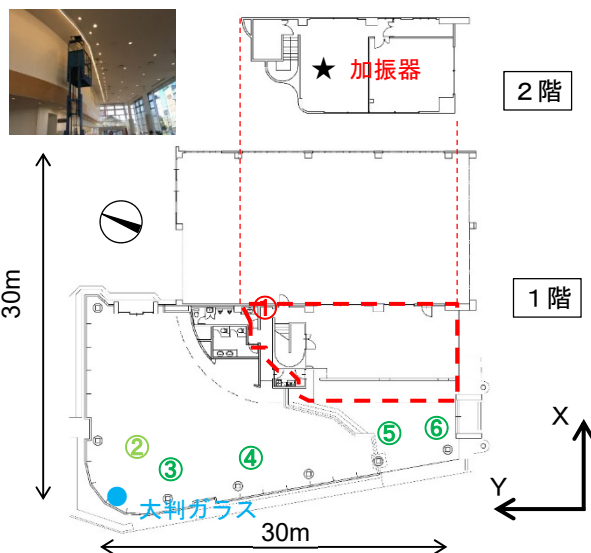


図-1 検討対象とした建築物の内観(左上)と平面図(下:1階、上:2階)



図-2 大判ガラス上部の状況

### [研究成果]

常時微動計測と加振実験は、図-1に示す6点を測点測点として実施した。測点①は1階床上、測点②は

柱間の梁上、測点③～⑥は柱上部（床上 5.5m）であり、大判ガラス上部については写真 2 に示す箇所に測点を設定した。常時微動測定、加振実験より各測点の X、Y 方向について伝達関数を算定した（常時微動測定結果から算出した伝達関数は測点①を分母として、ParzenWindow0.2Hz の平滑化処理をした）。その結果、X 方向の卓越振動数は 4.25Hz であり、測点②では 9.46Hz にもピークが確認され、Y 方向については 3.9～4.3Hz の範囲に複数の卓越が見られるなど（図-3）、対象とした建築物の振動特性を把握することができた。

強震観測は、センサ設置数 10 点の制限の中で、微動測定時に実施したのと同様に大判ガラス上部の梁柱接合部も含め、建築物の X 方向（短辺方向）、Y 方向（長辺方向）および上下方向の応答性状を検討できるよう、各点水平 2 成分、上下 1 成分の 3 成分を同時観測した。地震観測期間（令和元年 11 月から令和 4 年 2 月）の間に小規模から大規模まで 20 の地震記録の地震記録を得た。観測された地震観測記録のうち、対象建築物が所在する仙台市近郊により近い場所で発生した 10 地震について、横軸に対象建築物での計測震度、縦軸に北側柱上と南西隅柱上のねじれの最大応答変位差を取ると図-4 のように、計測震度が大きくなるにつれて右肩上がり の曲線となっており、地震が大きくなるにつれてねじれた挙動をする傾向を確認した。

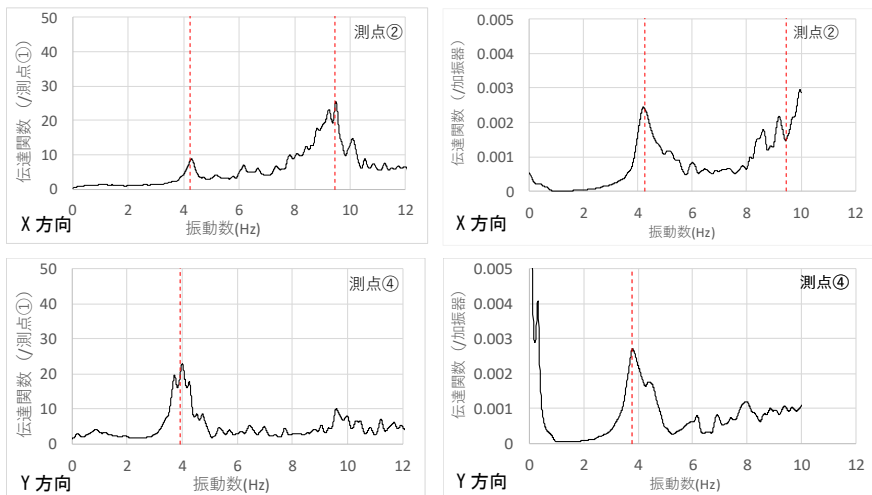


図-3 伝達関数（左列：常時微動測定、右列：加振実験）

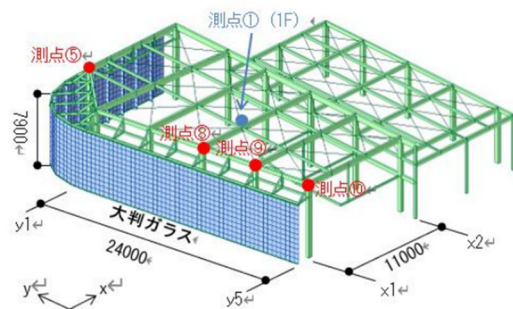


図-5 解析モデル

モデル解析は、梁はビーム要素、大判ガラスは板要素、屋根部の水平ブレースは引張専用要素でモデル化し、減衰は、剛性比例型として常時微動測定記録を踏まえて算出した減衰定数 3.4% を用いた。入力波は 2021 年 2 月 13 日の福島県沖の地震の際に対象建築物で観測した地震記録（Eq015）を用いた。固有値解析から得られた建物の固有振動数は X 方向で 3.0Hz、Y 方向で 4.3Hz であり、偏心率は X 方向 9%、Y 方向 3% と、X 方向でねじれが大きくなった。ここで、X 方向の偏心率を小さくするため、図-5 に示す y5 通りの柱の曲げ剛性を増大させ、X 方向の偏心率を 3% としたモデル（Y 方向の偏心率は同じ）で同じく地震応答解析を行ったところ、結果は図-6 に示すように、各測点における応答が 10～30% 程低減することを確認した。大判ガラスの地震被害を防ぐ上では、建築物の過度なねじれを抑制することで有効であると考えられる。

【成果の活用】

本研究の結果は、特定の建築物についての検討であるため、研究結果をすぐに一般化できるものではないが、検討の蓄積を踏まえて、設計の際に活用される技術資料への反映や同種の観測結果やモデル解析を蓄積することで耐震設計に繋げることが可能となる。同様の被害を低減するために、引き続き調査・整理を蓄積して構造安全性の向上に取り組んでいく予定である。

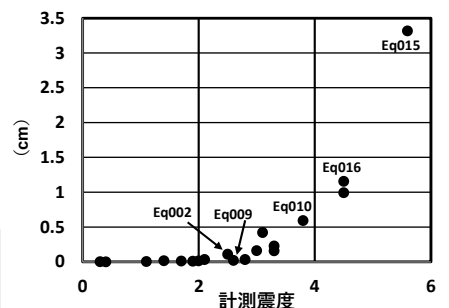


図-4 計測震度とねじれ最大応答変位（北側柱上と南西隅柱上の間）の関係

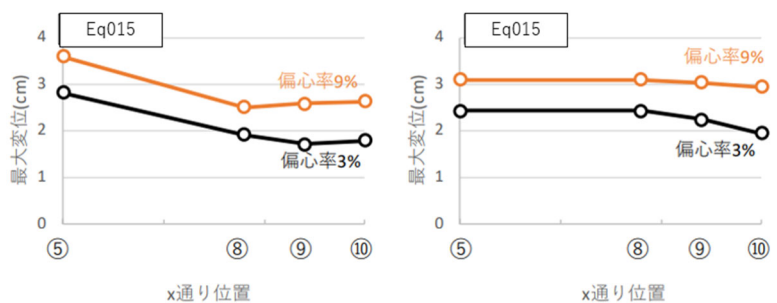


図-6 Eq015 の各測点最大変位値の比較

## 水害等被災住宅の復旧に併せた住宅性能向上促進方策に関する研究

Research of Improve housing performance in conjunction with the restoration of homes damaged by floods and other disasters

住宅研究部 住宅生産研究室

(研究期間 令和2年度～令和4年度)  
主任研究官 小野 久美子

### [研究目的及び経緯]

台風や水害等による災害の復旧時に、被災住宅の改修と併せて既存住宅の耐震性や断熱性の性能向上の改修を行うことは合理的かつ効果的であるが、現状では、制度的・施策的な取り組みはほとんど行われていない。本研究は、災害復旧をきっかけとした既存住宅の性能向上の促進を図るため、水害等被災住宅の復旧に併せた住宅性能向上促進方策を提案することを目的として、行政側・民間側（改修工事の施工者等）の対応のあり方を検討するものである。令和3年度は、平成30年7月豪雨で被害のあった岡山県倉敷市真備町を対象として住宅の災害復旧の際に耐震改修が例を中心に現地調査を行い、改修内容および設計、工期、コスト等の点からその課題を整理し、水害からの復旧時に性能向上を促す方策について検討を行った。

## 浴槽レス浴室のバリアフリー基準に関する研究

Research on barrier-free standards for bathtub-less bathrooms

住宅研究部 住宅生産研究室

(研究期間 令和3年度～令和5年度)  
主任研究官 小野 久美子

### [研究目的及び経緯]

社会の高齢化に伴い在宅高齢者の入浴中の浴槽での溺水による死者数が増加している。今後の高齢化率の推移予測からも今後さらに高齢者人口が増加することは明らかであり、溺水死亡事故への対策が急務となっている。本研究は、近年開発が進む「浴槽レス浴室（浴槽のない浴室）」での入浴（例えばシャワー浴やミストサウナ浴等）が溺水事故の防止に効果的であることに着目し、現在未整備である浴槽レス浴室のバリアフリー基準について検討するものである。令和3年度は、入浴や浴室の安全性に関する概念整理を踏まえ、高齢者を想定した入浴に係る行動パターンについて、車いす使用、介助者の有無など入浴者の身体的条件別に整理し、今後実施する実験検証に向けて検証すべき行動パターンの動作確認や、浴室の平面配置と浴室内の機器の配置等の確認を行った。