

仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進 国-03・05

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）
革新的建設・インフラ維持管理技術 / 革新的防災・減災技術領域
令和元年度成果

令和2年7月

国土交通省 国土技術政策総合研究所
国立研究開発法人 建築研究所

資料1 「仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進」の概要

現状と課題

南海トラフ地震が発生した場合、全半壊住宅は最大500万棟、必要な応急仮設住宅は約205万户と推計(内閣府)。応急仮設住宅等の必要全数の新築は供給能力に限界があるため、既存住宅の継続使用性を速やかに判断し、避難者数の削減や、借上型の仮設住宅として活用することが必要。一方、被災建築物の損傷程度把握は、現状、専門家の人力に依拠しており、多くの時間を要しているところ。また、復興住宅を早期に整備するためには、平時とは異なる建築資材等の需給環境にあることを念頭に、調達可能な資材を有効活用できるよう、なるべく多様な工法の選択肢を技術資料として整備しておくことが必要。

「仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進」の概要

地震時等における被災者の早期の居住安定の確保と、被災自治体の財政支出削減に資する体制整備を加速化するため、PRISMで推進する。

被災建築物の即時・迅速、正確な被災レベルの判定：
「クイックサーベイ」

- ・IoT等を活用した健全性判定手法の開発(応急危険度判定の効率化)
- ・直ちに使用可能と判定された施設・住宅の1週間以内の戻り入居の実現

施策1：「サイバー上で被災レベルを即時判定するとともに被災建築物の速やかな修復、跡地利用等を支援するシステム(クイックサーベイ)構築のための研究」

【事業】迅速な被災建築物判定手法及びデータプラットフォームの構築に関する研究

ストック活用 直ちには使用困難と判断された軽微な被災建築物の速やかな補修補強工法等の開発：「クイックリペア」

- ・ストック活用による借上仮設住宅の2ヶ月以内の供給実現
- ・損傷が一定範囲内の共同住宅について、3ヶ月以内の再使用の実現

施策2：「改修等による仮設住宅等の早期供給(クイックリペア)支援データベースの整備に関する研究」

【事業-1】被災RC造共同住宅の迅速な補修補強工法選定支援データベースの構築に関する研究

【事業-2】既存住宅の住みながら改修可能判断の判定基準に関する研究

新規整備 被災地域における土地の確保、平時と異なる資材の需給環境を考慮した、木質・木造復興住宅等の早期整備のための技術開発：「クイックコンストラクション」

- ・復興住宅の最速6ヶ月以内の供給

施策3：「復興住宅等の資材調達・早期供給(クイックコンストラクション)支援データベース整備に関する研究開発」

【事業-1】土地の有効利用に資する木造建築物の高層化技術の開発

【事業-2】木質混構造を活用した復興住宅の設計例に関する検討

出口戦略

【施策1：クイックサーベイ】 SHM:構造ヘルスマニタリング

- ・民間等が個別に取り組むSHMの妥当性判断基準を開発。健全性判定マニュアルにとり纏め、公的な応急危険度判定への活用や民間SHMの利用促進に寄与。
- ・IoT技術等を活用した被災建築物の健全性及び補修・補強方法の判定を可能とするシステムを開発。SIP4D等を通じて共有され、被災地における拠点建築物の無被害判断や応急危険度判定を効率化。
- ・健全性判定手法の開発は、地震保険の損害調査の検討とも連携。

【施策2：クイックリペア】

- ・損傷した共同住宅等の、迅速かつ効果の高い補修補強工法を適用した復旧技術を開発し、「震災建築物の復興技術指針」(建防協)に反映。避難所不足を解消し、被災者の居住安定を早期・効率的に確保。
- ・住みながら改修、居住性向上改修により、戻り入居・借上げ復興住宅等として活用可能なストックの判定基準を策定。公営住宅等整備基準を踏まえた「ストック活用型借上げ公営住宅標準基準」にとり纏めて国土交通省より地方公共団体に周知し、応急仮設住宅や復興住宅の新規建設戸数の適正化により、被災自治体の対策コストを削減。

【施策3：クイックコンストラクション】

- ・マスティンバー工法等による高層木造復興住宅、及び新しい木質材料を活用した混構造の復興住宅の早期整備に資する設計例等を開発。関係機関等への情報提供のほか、「CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」(日本住宅・木材技術センター)を通じて公表。被災自治体による、限られた用地や建設資材の特殊な需給環境を踏まえた復興住宅供給計画の早期立案に寄与。

マニュアル、指針等の技術資料はSIP4Dを通じても情報提供

民間研究開発投資誘発効果等

- 財政支出削減効果として、最大7.67兆円(国費ベース)
 - ・仮設住宅の戸数適正化(最大 1.43兆円)
 - ・復興住宅の戸数適正化(最大 6.24兆円)
- 民間からの貢献額：R1年度実績 55,000千円相当(内訳)人件費、機器等の提供、交流研究員の受入

資料2 「仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進」の概要

アドオン（国土交通省）：H31（R1）/156,000千円
 元施策名：
 地震を受けた拠点建築物の健全性迅速判定技術の開発（国総研）
 既存鉄筋コンクリート造建築物の地震後継続使用のための耐震性評価手法の開発（建研）
 成熟社会に対応した郊外住宅市街地の再生技術の開発（国総研）
 木造建築物の中高層化等技術に関する研究開発（建研）
 新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発（国総研）

- 元施策の概要**
- ・中低層庁舎の健全性判定【元施策】
 - ・RC壁面部材の損傷探知・特定【元施策】
 - ・RC袖壁の補強工法開発【元施策】
 - ・既存RC住宅の耐久性・不具合現象の評価・診断手法等開発【元施策】
 - ・中層木造建築物実現のための要素技術の開発【元施策】
 - ・CLT等を用いた木質系混構造建築物のプロトタイプの技術開発【元施策】

【PRISM】

【施策】クイック・サーベイ
 SHMや3Dレーザースキャナを活用し、人力に依拠しない被災建築物の健全性解析機能を備えたサイバー上のシステムを開発。被災建築物の迅速な継続使用性の判定とともに、中破建築物の損傷程度把握、補修方法等の特定を支援。

【施策】クイック・リペア
 < -1> 被災度判定に係る専門家の確保が困難な規模のRC造公営住宅を対象に、【事業】を踏まえ、部材の損傷程度に応じた補修補強工法とその効果評価手法を開発。
 < -2> 住みながらの安全性確保改修により継続使用が可能となる被災建物の判定基準、及び借上げ復興住宅の合理的な居住性向上改修等により、借上げ復興住宅化が可能な建物の判定基準を開発。

【施策】クイック・コンストラクション
 < -1> 早期整備と、被災地での用地有効利用の観点から、マスティンバーを活用した高層木造建築物等を対象に、要求性能を満たす部材、接合部、耐力要素を組み合わせて設計例を開発・公表。
 < -2> 早期整備と、平時と異なる需給環境下での資材調達観点から、木質混構造建築物等の技術開発を実施し、計画・設計・施工を支援するデータベースを構築・公表。

【開発のイメージ】



事業 -1

共同住宅等に適用可能なピロティ形式架構の補修補強工法

判定基準

事業 -2

- ・被災建築物の住みながらの安全確保改修による継続使用性判定基準
- ・居住性向上改修により借上げ復興住宅に活用可能な既存住宅の判定基準

事業 -1

汎用可能な設計例

土地の有効活用と早期整備に資する高層木造復興住宅の汎用的設計例

事業 -2

技術資料 構造設計例等

資材の供給環境に柔軟に応じる木質混構造建築物の構造設計例等

・震災建築物の復旧技術指針（日本建築防災協会）
 ・ストック活用型借上げ公営住宅標準基準

・関係機関等への情報提供
 ・CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル（日本住宅・木材技術センター）

策定主体等と調整中

S I P 4 D

資料3 「仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進」の目標達成状況

施策全体の目標

- ・IoT技術等を活用した、被災建築物の即時・迅速、正確な被災レベルの判定：「クイックサーベイ」
- ・直ちには使用困難と判断された軽微な被災建築物の速やかな補修補強工法等の開発：「クイックリペア」
- ・被災地域における土地の確保、平時と異なる資材の需給環境を考慮した、木質・木造復興住宅等の早期整備のための技術開発：「クイックコンストラクション」


事業名等	令和元年度目標	目標の達成状況
①：迅速な被災建築物判定手法及びデータプラットフォームの構築に関する研究	民間建築物等のSHM手法の情報収集、迅速な被災度判定を可能とするSHM手法を検討。点群データ分析に基づき、被災建築物単体の損傷計測に適した現地計測方法を提示。計測精度を明らかにし、部材の損傷評価手法の提示とそれらに対するAI技術の有効性を検証。分析機能を付与したデータプラットフォーム上のシステムの試作を行い、活用方法を示す。	<u>ほぼ計画どおりの成果・進捗を得た。</u> SHMの加速度記録に基づく判定基準(案)の策定を完了、データフォーマットの特定等データ収集システムの設計を完了。 点群データの測定精度等を明確化、2時期の差分解析による計算アルゴリズムを開発。AI技術を活用した解析を実施し、現時点における手法の有効性を確認。 データプラットフォームに付与すべきデータ分析ツールを提案し、システムを試作。そのシステムを用い被災架構を対象とした分析を行い、データ分析手法の有効性を確認。
-1：被災RC造共同住宅の迅速な補修補強工法選定支援データベースの構築に関する研究	各損傷性状に応じた補修補強工法を選定。試験体に対して被災状態を再現する加力を実施し、有効な補修補強工法を適用した後の構造特性を確認。当該工法の妥当性を検証する。	<u>ほぼ計画どおりの成果・進捗を得た。</u> 今年度作成した無損傷の柱試験体に対して、3つの補強工法を適用し、それぞれの補強効果を確認。 地震後の損傷状態を再現した柱試験体に対して、上記で得られた補強工法を適用して、補修補強後の試験体に対する補強効果を確認。
-2：既存住宅の住みながら改修可能判断の判定基準に関する研究	住みながら改修が可能な建物条件のデータの整備：実建物での騒音・振動等の実測データ(計18タイプ)、住みながらの改修実施の被災共同住宅の被災状況のデータ(10事例程度) 既存住宅の性能・仕様と要求水準のデータの整備：既存住宅の建設年代別の性能・仕様(3事例程度)、地方公共団体における既存住宅を活用した住宅制度における居住性の要求項目・水準(5事例程度)	<u>ほぼ計画どおりの成果・進捗を得た。</u> 被災建物の住みながら改修による使用継続性の判定基準の開発： 公社賃貸住宅の耐震改修現場で騒音・振動等を実測、住棟内の騒音レベルの予測手法を提示し、判定要素を明確化。既往の被災マンション調査データ(約300件)を追加分析し、被災内容と復旧工事の費用等の関連を類型化して判定要素を明確化。 借上げ型復興住宅として活用可能な建物の判定基準の開発： 共同住宅の建設年代別の安全性、居住性に係る仕様・性能レベルの推移を明確化。借上げ公営住宅について調査(全国約1,700自治体)、活用実態、居住性の要求項目等のデータを取得、評価項目を明確化。
-1：土地の有効利用に資する木造建築物の高層化技術の開発	高層木造の構造設計に必要な耐力要素・接合部データを10種類程度整備 マスティンバー工法を活用した高層木造建築の構造一次設計例を作成 高層木造用のあと施工アンカーの施工精度(傾斜角)を5°程度に向上させる	<u>計画どおりの成果・進捗を得た。</u> 高層木造の構造設計に必要な耐力要素・接合部データについて、目標を上回る12種類程度を実験的に取得。 マスティンバー工法のみならず、枠組壁工法、軸組構法、接着パネルを用いた新しい構造方法による一次設計例を作成した。 高層木造用のあと施工アンカーの施工精度(傾斜角)について、検証実験の方法を考案し、実験室内検証として2°未満を達成。
-2：木質混構造を活用した復興住宅の設計例に関する検討	木造及び、木+RC混構造の構造実験、施工実験および解析等を実施 構造性能評価法と施工性についての技術資料を収集	<u>計画どおりの成果・進捗を得た。</u> ガイドラインに関し、木質混構造建築物の2つのモデル設計について、構造設計方法やCLT壁式構造に関する施工方法を提案。 復興住宅データベースの構築に必要な構造設計方法を明確化。 木質混構造建築物の耐震性、施工性を検証するため、実証実験により、構造性能や施工性の妥当性を確認。

資料4 「仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進」の成果

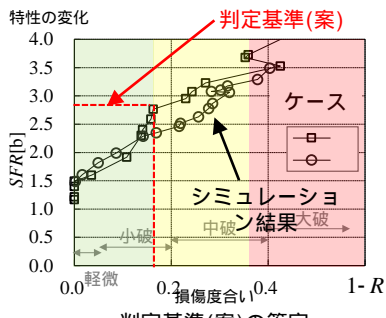
施策1: 「サイバー上で被災レベルを即時判定するとともに被災建築物の速やかな修復, 跡地利用等を支援するシステム(クイックサーベイ)構築のための研究」

【構造ヘルスマモニタリング】

地震時の建築物のシミュレーションを行って、特性の変化と損傷度合いとの関係を明らかにし、判定基準(案)を策定した。



建築物のイメージ



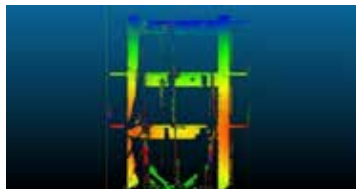

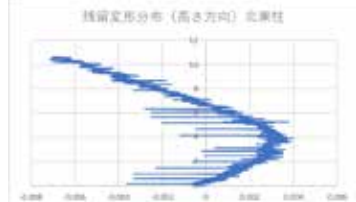
特性の変化
SFR(b)
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0

判定基準(案)の策定

多地点において観測されるデータを収集分析表示するシステムを検討し、観測データの標準フォーマットについて提示した。

【3次元点群データ】


E-defense架構試験体による損傷評価: 残留層間変位の算定

残留変位分布(高さ方向) 北東柱


【データプラットフォーム追加機能】

- 損傷検知機能を開発
- 損傷評価機能を開発
- 架構全体および各層の残留水平変位, 傾斜角
- 構造部材表面の浮きや剥落面積及び残留部材角
- 床面の鉛直方向変位分布
- 点密度表示機能 / 真値推定機能
- ノイズ削除機能 / 損傷箇所抽出機能



施策2: 「改修等による仮設住宅等の早期供給(クイックリペア)支援データベースの整備に関する研究」

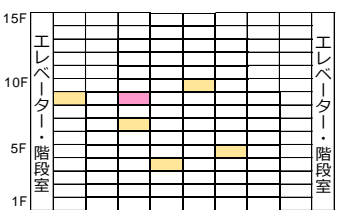
【事業 -1】 架構試験体を設計・製作し、損傷した柱試験体の補修補強を実施。




吹付補修状況 → UFCパネル貼付(補強)

【事業 -2】 実建物の騒音・振動実測値から住棟内の騒音レベル予測手法を提示

共同住宅の建設年代別の安全性, 居住性に係る仕様・性能レベルを明確化



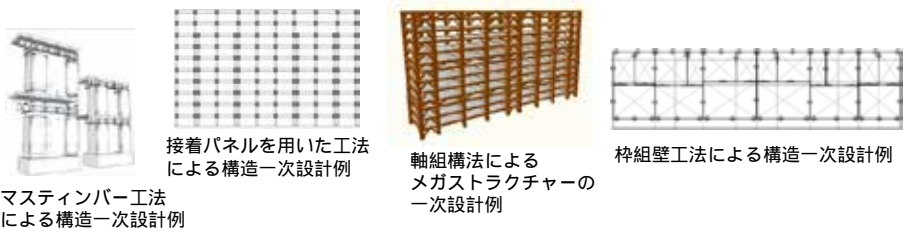
騒音・振動の発生場所と測定場所(はつり, 穿孔)



分譲マンション(1980年代)
公社賃貸住宅(1970年代)

施策3: 「復興住宅等の資材調達・早期供給(クイックコンストラクション)支援データベース整備に関する研究開発」


【事業 -1】 耐力要素・接合部に関するデータを実験により取得 新しい構造方法による一次設計例の作成(下図)



接着パネルを用いた工法による構造一次設計例
軸組構法によるメガストラクチャーの一次設計例
枠組壁工法による構造一次設計例
マスティンバー工法による構造一次設計例

【事業 -2】 住戸のユニット化や壁接合部の仕様の簡易化等(CLT壁式)

既存RC住宅に木造を追加した混構造中層復興住宅(RC+CLT袖壁)の提案



CLT壁式構造
2層による部分架構の実証実験
RC造+CLT袖壁架構

資料5 「仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進」の民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献額：令和元年度実績 55,000千円相当
 (内訳) 人件費, 機器等の提供, 交流研究員

令和元年度当初見込み		令和元年度実績	
事業	人件費：20人・年程度	事業	人件費：10人・年程度 機器等の提供：3Dレーザー計測装置等 交流研究員：1名
事業 -1	人件費：3人・年程度 機材の提供	事業 -1	人件費：6人・年程度 機器等の提供：高強度繊維補強コンクリート材料 交流研究員：1名
事業 -2	人件費：2人・年程度	事業 -2	人件費：2人・年程度
事業 -1	人件費：100～120人・年程度 情報の提供・収集等	事業 -1	人件費：100～120人・年程度 機器等の提供：構造計算プログラム, 計測装置等 交流研究員：3名
事業 -2	人件費：2人・年程度	事業 -2	人件費：2人・年程度

○出口戦略： マニュアル, 指針等の技術資料はSIP4Dを通じても情報提供

- 【施策1】 ・民間等が個別に取組むSHMの妥当性判断基準を開発。健全性判定マニュアルとしてとりまとめ、公的な応急危険度判定への活用や民間SHMの利用促進に寄与。地震保険の損害調査とも連携。
 ・IoT技術等を活用した被災建築物の健全性及び補修・補強方法の判定システムは、SIP4を通じて、被災地における拠点建築物の無被害判断や応急危険度判定を効率化。
- 【施策2】 ・損傷した共同住宅等の、迅速かつ効果の高い補修補強工法を適用した復旧技術は、「震災建築物の復興技術指針」（日本建築防災協会）に反映され、避難所の容量オーバー防止、被災者の居住安定の早期・効率的な確保に寄与。
 ・住みながら改修、居住性向上改修により活用可能なストックの判定基準は、公営住宅等整備基準を踏まえた「ストック活用型借上げ公営住宅標準基準」にとり纏めて国土交通省より地方公共団体に周知し、応急仮設住宅や復興住宅の新規建設戸数の適正化により、被災自治体の対策コストを削減。
- 【施策3】 ・マスティンバー工法等による高層木造、及び新しい木質材料を活用した混構造の復興住宅の早期整備に資する設計例等は、関係機関等への情報提供のほか、「CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」（日本住宅・木材技術センター）を通じて公表。被災自治体による限られた用地や平時と異なる建設資材の需給環境を踏まえた、復興住宅供給計画の早期立案に寄与。

令和元年度当初見込み	令和元年度実績
<p>最終成果がマニュアル等の技術資料に反映予定のものは、反映方針について、策定主体と具体化を図る。 SIP4D等を通じて公表予定のシステム等については、公表可能な水準の完成度を得た上で、実装手段を明確化する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・【事業】構造ヘルスマモニタリング (SHM) は、民間データの収集方法について建防協と協議、実際の運用に関する検討を開始。また、応急危険度判定関連の検討委員会や損保協会において活用方法が検討されているところ。 ・【事業 -1】「震災建築物の復興技術指針」に盛り込む方向で建防協と調整開始。 ・【事業 -2】「ストック活用型借上げ公営住宅標準基準」の策定に向けて、国土交通省と調整を開始。 ・【事業 -1・-2】設計例等の関係機関へ情報提供及び協議のほか、「CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」等に盛り込む方向で関係機関等（日本住宅・木材技術センター、業界団体）と調整開始。