

国-05

デジタルデータを活用した建築物の被災判定 による迅速な復旧促進

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3年度成果

令和4年3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 「デジタルデータを活用した建築物の被災判定による迅速な復旧促進」の概要 アドオン額:51,873千円

(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) 元施策・有/PRISM事業・継続予定

課題と目標

■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205万戸と推計（内閣府）されるが、これらの必要全数の新築は困難。このため、既存住宅の継続使用性を速やかに判断し、戻り入居による避難者数の削減や、借上型仮設住宅等としての活用が必要。

しかし、被災建築物の損傷程度の把握は、専門家の人力に依拠し、多くの時間を要しているところ。また、復興住宅の新設に際し、平時と異なる建築資材等の需給環境にあることを念頭に、調達可能な資材による早期整備を可能とするための多様な選択肢（工法）を備えておくことが有用。

■目標：①〈損傷度把握〉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（応急危険度判定の迅速・効率化）、直ちに使用可能と判定された住宅等に1週間以内の戻り入居

②〈ストック活用〉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」 ※ R2年度終了

⇒ スtock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

③〈復興住宅の新規整備〉被災地域における土地の有効利用、平時と異なる資材の需給環境を考慮した、木造・木質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 ※R3年度よりバイオ技術領域に移行

「仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進」の概要

■元施策の概要

- ① 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） ⇒ 中低層庁舎の健全性判定
- ② 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） ⇒ RC壁面部材の損傷探知・特定、RC袖壁の補強工法開発
- ③ 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） ⇒ 既存RC住宅の耐久性・不具合現象の評価・診断手法等開発
- ④ 木造建築物の中高層化等技術に関する研究開発（建研） ⇒ 中層木造建築物実現のための要素技術の開発
- ⑤ 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） ⇒ CLT等を用いた木質系混構造建築物の「ポトタイプ」の技術開発

■PRISMで実施する理由

○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。

■テーマの全体像（旧テーマ名称：「仮設・復興住宅の早期整備による応急対応促進」）

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

資料1 「デジタルデータを活用した建築物の被災判定による迅速な復旧促進」の概要 アドオン額:51,873千円

(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) 元施策・有/PRISM事業・継続予定

課題と目標

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」 ※ R2年度終了

【事業②-1】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②-2】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

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」 ※ R3年度よりバイオ技術領域に移行

【事業③-1】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③-2】木質混構造を活用した復興住宅の設計例に関する検討

■事業の社会的意義と効果

大災害時における被災者の早期の居住安定の確保、及び仮設住宅・復興住宅の整備戸数適正化等による財政支出の効率化 ⇒ このため公的主体が実施

■SIP防災を踏まえた位置づけ: 地震等の「災害発生後の対応」(被災者の早期の居住安定の確保)

出口戦略

被災建築物の健全性等の判定システムは、SIP4Dを通じて発災時の被災自治体等を支援。技術資料はマニュアルや指針等にとりまとめて全国に展開。

民間研究開発投資誘発効果等

○財政支出の効率化: 最大7.67兆円(国費ベース) ⇒ (内訳) 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

○民間投資誘発効果: 55億円相当(10年) ⇒ (内訳) 構造ヘルスマモニタリングの導入/約51億円相当, 損傷度判定に係るソフト開発/約4億円相当

○民間貢献額: R2年度実績/合計 99,254千円相当, R3年度見込み/合計 60,000千円相当

アドオン（国土交通省）：R3/51,873千円

元施策名：

- ①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） R3：10,063千円
- ②既存鉄筋コンクリート造建築物の地震後継続用のための耐震性評価手法の開発（建研） R3：11,250千円

〈元施策の概要〉

- 【元施策①】 中低層庁舎の健全性判定
- 【元施策②】 RC壁面部材の損傷探知・特定 RC袖壁の補強工法開発



【PRISM】

【施策①】 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。

【開発のイメージ】

PRISMによる成果

<① 迅速なSHM判定システム>

- ・一般的なRC造建築物を対象として、様々な壊れ方を考慮した健全性判定基準を提案。応急危険度判定への活用に関するマニュアル作成。
- ・応急危険度判定データ収集するシステムをモックアップとして示すことで、実用化に向けた検討を進めるための基盤を構築予定。

<② 飛行体レーザー判定システム・固定レーザー判定システム>

- ・被災建築物の損傷評価を行うための、点群を用いた計測マニュアルの原案を作成予定。

<③ 中破建築物の迅速な補修・補強工法等の特定支援>

- ・中破建築物に対して迅速に補修補強できる工法を調査し、それらを取り纏めた。



元施策への波及

【元施策①】

- ・健全性判定基準に関して、対象を中低層庁舎から一般的なRC造建築物に拡大し、応急危険度判定への活用策につなげることで、社会実装を加速化する。

【元施策②】

- ・研究対象を部材レベルから建物全体へ拡大し、元施策の技術基準等へ反映することで社会実装を加速化する。

資料3 「デジタルデータを活用した建築物の被災判定による迅速な復旧促進」の目標達成状況

施策全体の目標：〈損傷度把握〉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（応急危険度判定の迅速・効率化），直ちに使用可能と判定された住宅等に1週間以内の戻り入居を促進。飛行体レーザを用いて使用不可となる建物を数日以内に特定。固定レーザを用いて修復工事が必要な建物を1ヶ月以内に調査し，補修補強方針を決定。

事業名等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	目標の達成状況
① <u>迅速なSHM判定システム</u>	1.応急危険度判定への活用に関するマニュアルを作成する。 2.データ転送のための標準フォーマットの決定やアカウント登録，収集後のデータ分析に関する検討等を実施し，実運用に必要な要件を纏める。	1. 昨年度までに検討したSHMによる判定基準と応急危険度判定と関係を整理し，その結果に基づきマニュアルに必要な技術資料をまとめた。 2. 応急危険度判定データの収集サーバの設計を行い，それをモックアップとして構築した。その検討結果に基づき，当該サーバにて実運用に必要な要件を纏めた。
② <u>飛行体レーザ判定システム・固定レーザ判定システム</u>	令和2年度までの検討結果を実建物において検証し，これらを活用するための技術資料をマニュアル原案を示す。	飛行体レーザおよび固定レーザを用いた計測マニュアル原案を作成し，内部査読を実施した。 上記損傷評価マニュアルを検証するために必要な架構試験体に対して点群データ計測および損傷評価を実施し，その成果を当該マニュアルに反映させた。
③ <u>中破建築物の迅速な補修・補強工法等の特定支援</u>	これまで得られた知見を元に，迅速な補修補強工法として必要な項目を明らかにし，既往の各種補修・補強工法から選定できる方法を取りまとめる。	補修補強工法として有用な方法を収集し，補修補強を行う際に役立つ情報を纏めた。

資料4 「デジタルデータを活用した建築物の被災判定による迅速な復旧促進」の成果

<①迅速なSHM判定システム>

○応急危険度判定への活用に関するマニュアルの作成

R1, R2：定量的な指標のある被災度区分判定に基づき,SHMによる判定基準を作成

R3：被災度区分判定と応急危険度判定との関係を整理 →両者の明確な対応付けは難しいことが明らかとなったため、新たに開始された技術評価における考え方等の調査を行い、判定基準と概ね整合することを確認 →応急危険度判定にも活用

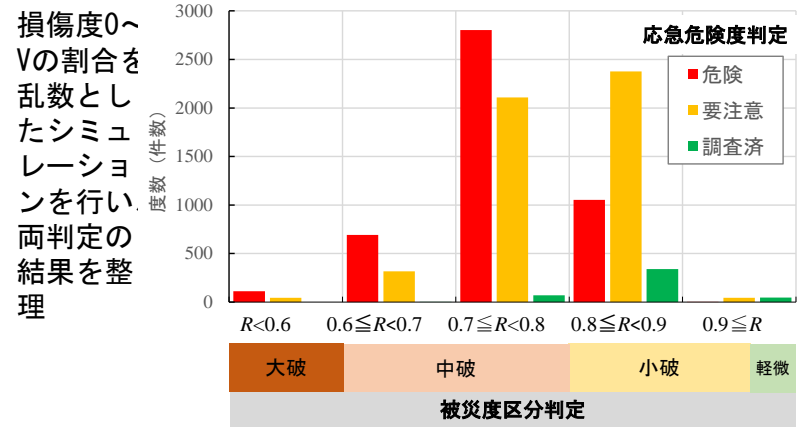


図 応急危険度判定と被災度区分判定の関係

(参考) 被害調査の種類

	応急危険度判定	被災度区分判定
実施時期	第1段階 (発災直後の時期)	第2段階 (やや混乱の落ち着いた時期)
調査内容	余震等に対する安全性の調査	被災度の調査及び復旧の要否の判定

出典：(一財)日本建築防災協会HP

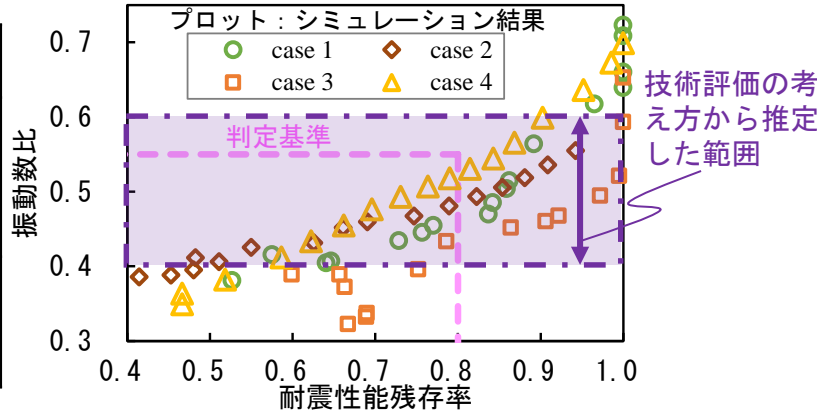


図 判定基準と技術評価の考え方から推定した振動数比の範囲

○迅速なSHM判定システム

データ収集を行う実運用のための仕組みを設計し、SHM収集サーバを試作した

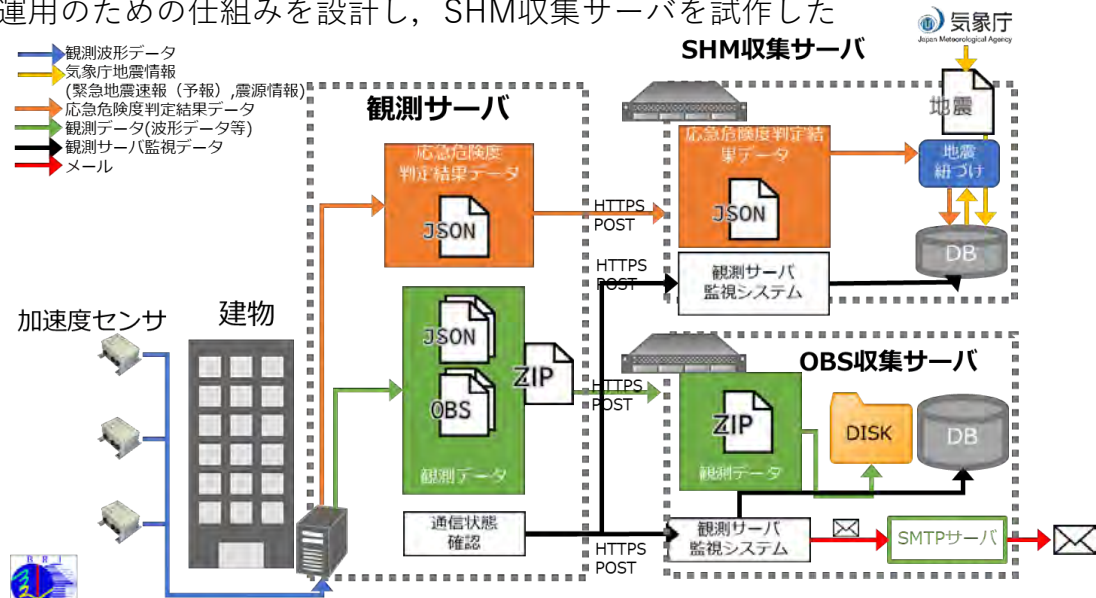


図 SHMデータを収集するシステムの構成

資料4 「デジタルデータを活用した建築物の被災判定による迅速な復旧促進」の成果

<②飛行体レーザー判定システム>

○以下のマニュアル原案を作成し、内部査読を実施し、その結果を反映させてマニュアル案を纏めた

[2]航空レーザを用いた建築物の被災特定のための計測手法および損傷評価マニュアル（案）

第1章 総則

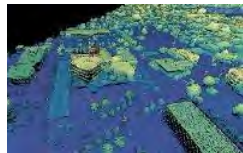
1.1 目的 1.2 適用範囲 1.3 用語の定義 1.4 計測手法

第2章 航空レーザ計測

2.1 概説 2.2 計測のための準備作業
2.2.1作業計画立案 2.2.2標定点の設置
2.3 計測作業
2.3.1 計測作業 2.3.2 調整用基準点の計測
2.4 データ編集作業 2.5 成果物

第3章 航空レーザ計測から得られる点群を用いた建築物の損傷評価

3.1 概説 3.2 被災前に実施する損傷評価手順
3.2.1 評価対象建築物屋根面の特定
3.3 被災後に実施する損傷評価手順
3.3.1 評価対象建築物屋根面（DSM）・敷地地盤（DEM）のデータセットの準備
3.3.2 評価対象建築物屋根面の特定 3.3.3 敷地地盤変位量計測
3.3.4 差分解析による建築物屋根面標高変化計測
3.3.5 差分解析による損傷評価
3.3.6 建築物屋根面損傷評価結果データセット作成
3.4 成果物



<③固定レーザー判定システム>

○以下のマニュアル原案を作成し、内部査読を実施し、その結果を反映させてマニュアル案を纏めた

[1]地上型レーザを用いた建築物の被災特定のための計測手法および損傷評価マニュアル（案）

第1章 総則

1.1 目的 1.2 適用範囲 1.3 用語の定義 1.4 計測手法

第2章 地上レーザ計測/事前

2.1 概説 2.2 計測のための準備作業
2.2.1作業計画立案 2.2.2標定点の設置 2.2.3評価参照点の設置
2.3 計測作業 2.4 データ編集作業
2.4.1 オリジナルデータの作成 2.4.2 差分解析に用いるデータ
2.5 建物基本情報の作成 2.6 成果物

第3章 地上レーザ計測/事後

3.1 概説 3.2 計測のための準備作業
3.2.1作業計画立案 3.2.2標定点の設置
3.3 計測作業 3.4 データ編集作業
3.4.1 オリジナルデータの作成 3.4.2 差分解析に用いるデータ
3.5 3次元点群ファイルの作成 3.6 成果物

第4章 損傷評価

4.1 目的 4.2 適用範囲 4.3 評価項目 4.4 評価手順
4.5 標準様式とサンプル表示 4.6その他



資料5 「デジタルデータを活用した建築物の被災判定による迅速な復旧促進」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3年度の実績で70,000千円相当
- ①人件費：30人・年程度(34,000千円相当)
 - ②機器等の提供：地上型レーザースキャナー(20,000千円相当)
 - ③地震の揺れの観測用データ(10,000千円相当)
 - ④実験資機材(6,000千円相当)

当年度当初見込み	当年度実績
①地上型レーザースキャナーを用いた計測マニュアルの作成や補修補強工法の取り纏めに関して30人/年の貢献を得る見込み	①左記の通り貢献を得た
②現地計測に用いる地上型レーザースキャナー(20,000千円相当)の提供を得る見込み	②左記の通り貢献を得た
③地震観測されたデータ(50,000千円相当)の提供を得る見込み	③左記のうち、データ(10,000千円相当)の貢献を得た
④現地実験において必要となる資機材(6,000千円相当)の提供を得る見込み	④左記の通り貢献を得た

- 出口戦略
被災建築物の健全性等の判定システムは、SIP4D等を通じて発災時の被災自治体等を支援。技術資料はマニュアルや指針等にとりまとめて全国に展開。

当年度当初見込み	当年度実績
①応急危険度判定への活用に関するマニュアルを作成する。 ②今年度は被災判定システムを被災自治体が利用できるような仕組みを設計し、そのためのサーバを試行的に構築する。また点群を用いた計測手法に関するマニュアルの本文の原案を作成する。	①,②左記の当初予定を実施した。