

レーザ計測・衛星等の活用による 建物被災判定・調査

建築研究部長
成瀬 友宏

国土強靭化：地震や津波、台風などの自然災害に強い国づくり・地域づくりを目指す取組

国土強靭化が目指すこと：大災害が発生しても、

- 人命の保護
- 迅速な復旧復興
- 財産及び公共施設の被害最小化
- 経済社会の維持



(<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/kyojinka/about/>)

建築研究部において実施する国土強靭化の推進に資する研究内容のうち、

- ・飛行体レーザ計測データを用いた建築物の被災分布の判定手法の開発
- ・衛星を活用した建物被災判定技術の開発
- ・大地震時における建築物の既製コンクリート杭の損傷低減に資する設計法に関する研究等の内容を紹介する。

2. 建築研究部における国土強靭化の取組の概要



建築に関する災害及び災害調査（過去10年間の地震・突風（竜巻）・火災の主なものを例に）
地震

災害名	主な事象	人的被害（人）		住宅被害（棟）			備考	出典
		死者・行方不明者	負傷者	全壊	半壊	床上浸水		
平成28年（2016年）熊本地震	平成28年4月14日21時26分 最大震度7 平成28年4月16日1時25分 最大震度7	273	2,809	8,667	34,719	—		1)
平成30年北海道胆振東部地震	平成30年9月6日 最大震度7	43	782	469	1,660	—	道内全域で大規模停電が発生	1)
山形県沖を震源とする地震	令和元年6月18日 最大震度6強	0	43	0	28	—		1)
福島県沖を震源とする地震	令和3年2月13日 最大震度6強	2	184	144	3,065	0		1)
令和6年能登半島地震	令和6年1月1日16時06分 最大震度7	674	1,405	6,436	23,693	6	石川県、新潟県及び富山県の3県で17件の火災発生	2)

1) <https://www.bousai.go.jp/updates/shizensaigai/shizensaigai.html>

2) https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/r60101notojishin/pdf/r60101notojishin_59.pdf



国総研による調査を実施したもの

2. 建築研究部における国土強靭化の取組の概要



建築に関する災害及び災害調査（過去10年間の地震・突風（竜巻）・火災の主なものを例に）

突風（竜巻）

災害地点	竜巻発生日時と推定風速 【JEFスケール】	人的被害（人）		住宅被害（棟）			備考	出典
		死者・行方不明者	負傷者	全壊	半壊	一部損壊		
茨城県つくば市	2025年9月18日 14時53分頃 約45m/s 【JEF1】	0	0	0	0	19	竜巻	3),4)
静岡県焼津市	2025年9月5日 13時頃 約65m/s 【JEF2】	0	2	0	4	209	竜巻	3),5)
静岡県牧之原市・吉田町	2025年9月5日 12時50分頃 約75m/s 【JEF3】	1	86	76	292	1386	竜巻	3),5)
静岡県掛川市	2025年9月5日 12時30分頃 約55m/s 【JEF2】	0	0	0	2	26	竜巻	3),5)
沖縄県伊江村	2018年6月16日9時30分頃 約70m/s 【JEF3】	0	2	0	0	1	竜巻	3),6)

3) <https://www.data.jma.go.jp/stats/data/bosai/tornado/list.html>

4) <https://www.pref.ibaraki.jp/somu/hodo/hodo/pressrelease/hodohappyoushiryou/2203/documents/250924bousai.pdf>

5) https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/077/298/1128saitai.pdf

6) https://www.data.jma.go.jp/stats/data/bosai/tornado/new/20180616/20181011_okinawa.pdf



国総研による調査を実施したもの

2. 建築研究部における国土強靭化の取組の概要



建築に関する災害及び災害調査（過去10年間の地震・突風（竜巻）・火災の主なものを例に）

火災

災害名	主な事象	人的被害（人）		住宅被害（棟）			備考	出典
		死者・行方不明者	負傷者	全焼	半焼	部分焼		
糸魚川市大規模火災	2016年12月22日 約30時間継続 焼損床面積30,213m ²	0	17	120	5	22	糸魚川市の気象観測点 で最大風速13.9m/s (出火時)	7)
令和6年能登半島地震の輪島市朝市通り付近における市街地火災	令和6年1月1日 焼損棟数約240棟 焼失面積約49000m ²	(管轄消防本部に おいて 継続調査中)		約240棟 (管轄消防本部において 継続調査中)			大津波警報発令中	8),10)
大船渡市林野火災	令和7年2月26日 約3,370haの区域を焼失 焼損棟数226棟	1	0	54棟全焼/90棟(住家) 121棟全焼/136棟(非住 家)			大船渡（アメダス）で 10分毎の最大瞬間風速 が18.1 m/s	9)
大分市佐賀関火災	令和7年11月18日 12/4鎮火 焼損棟数182棟	1	1	182棟			12/4鎮火	

7) <https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/h29/topics2/46070.html>

8) <https://www.fdma.go.jp/publication/hakusho/r6/index.html>

9) <https://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/R7/ofunatokasai.pdf>

10) https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/post-149/03/houkokusyo.pdf



国総研による調査を実施したもの

2. 建築研究部における国土強靭化の取組の概要



災害時の対応

建築物の耐震基準（建築基準法）：

人命の保護

- 広域建物被害の状況把握

→ UAV・航空機・衛星等による計測データの活用 (cf. 従来の人・航空機等による調査)

→ **迅速な復旧復興** 【早期の対応】

→ 建物の耐震性と被災判定結果の関係性分析に基づき、地区の耐震性能の目標設定

→ **財産及び公共施設の被害最小化** **経済社会の維持** 【中・長期の対応】

- 建物単体被害の状況把握

→ 建物に設置するセンサによる点群データの活用 (cf. 従来の人による調査)

→ 点群データを活用することで建物状態の把握 【早期の対応】

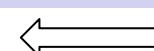
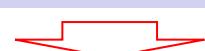
→ **迅速な復旧復興**

→ 地震時に観測されたデータに基づき、建物に作用する地震外力等の把握を通して、実建物の地震時挙動の詳細な把握

→ 建物の耐震性評価・合理的な設計方法（耐震基準の高度化）【中・長期の対応】

→ **財産及び公共施設の被害最小化** **経済社会の維持**

国土強靭化



対策技術・関連技術の検討

※既存建物・CX等も関係

【飛行体レーザによる点群データを活用した地震後の建築物の被災分布判定手法の開発】

開発の必要性

現状、大規模災害が発生した場合、建築物群の被災分布を特定するのに現場で人力で行うことで多くの時間を要するだけでなく、その状態把握のために調査者が危険にさらされており、被災分布把握手法を改善する必要がある。

そこで、飛行体レーザ（UAVレーザ、航空レーザ）による計測データを用いて災害後の多くの建築物の被災状態を計測し、その分布を把握する方法を開発する。

UAV
レーザ

課題

輪島市内で転倒した建築物を対象に、試行錯誤を繰り返して損傷状態の把握を行ったところであり、時間を非常に要した。

解決策

様々な条件において、UAVレーザを用いる場合の計測手法及びデータの分析方法を提案する。

航空
レーザ

課題

大破以上の建築物の被害分布において、沈下は8割程度・傾斜は6割程度の正解率であり、被災判定精度を向上させる必要がある。

解決策

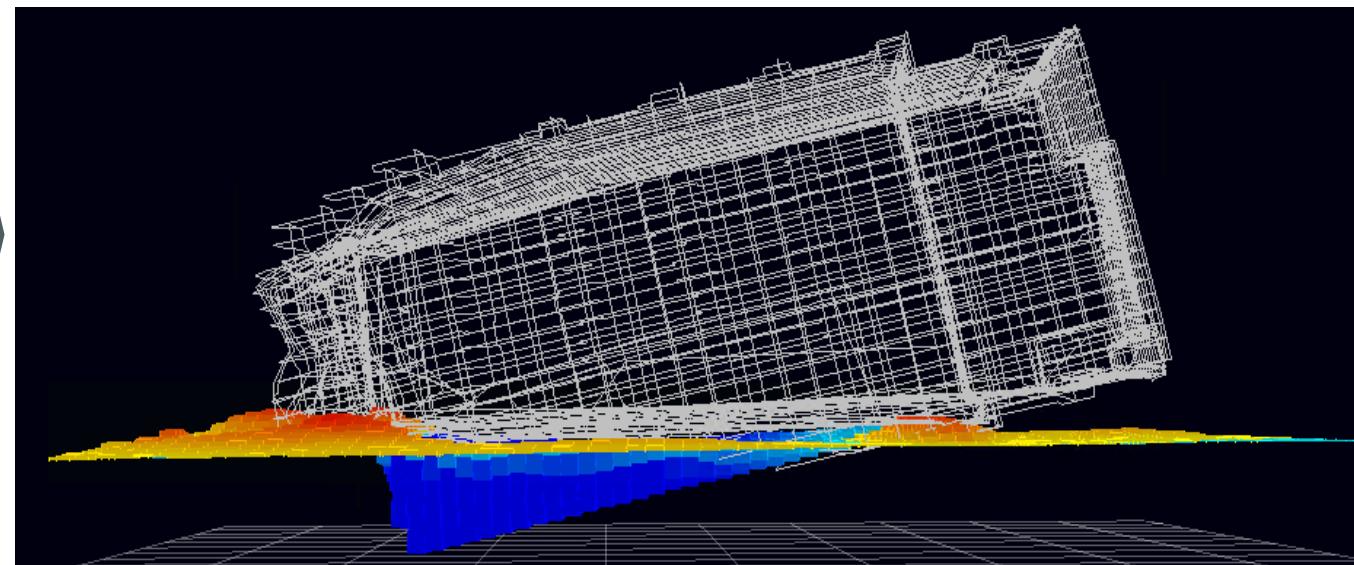
十分な被災判定を行えるデータの点密度や解析方法の改善策を提案する必要がある。

研究の概要

飛行体レーザによる3次元点群データを用いて傾斜・沈下した建築物の迅速な損傷評価手法を構築するとともに、災害後にすぐに被災判定するための点群データを整備する。

- 航空レーザ計測による点群データを用いた小規模建築物群の損傷評価手法の構築および都市部を対象とした建築物群の被災前のデータ整備に関する検討
- UAVレーザシステムによる点群計測手法・計測データを用いた被災建築物の損傷評価手法の構築

R6能登半島地震で転倒崩壊した建築物のUAVレーザによる点群を用いた損傷状態の把握

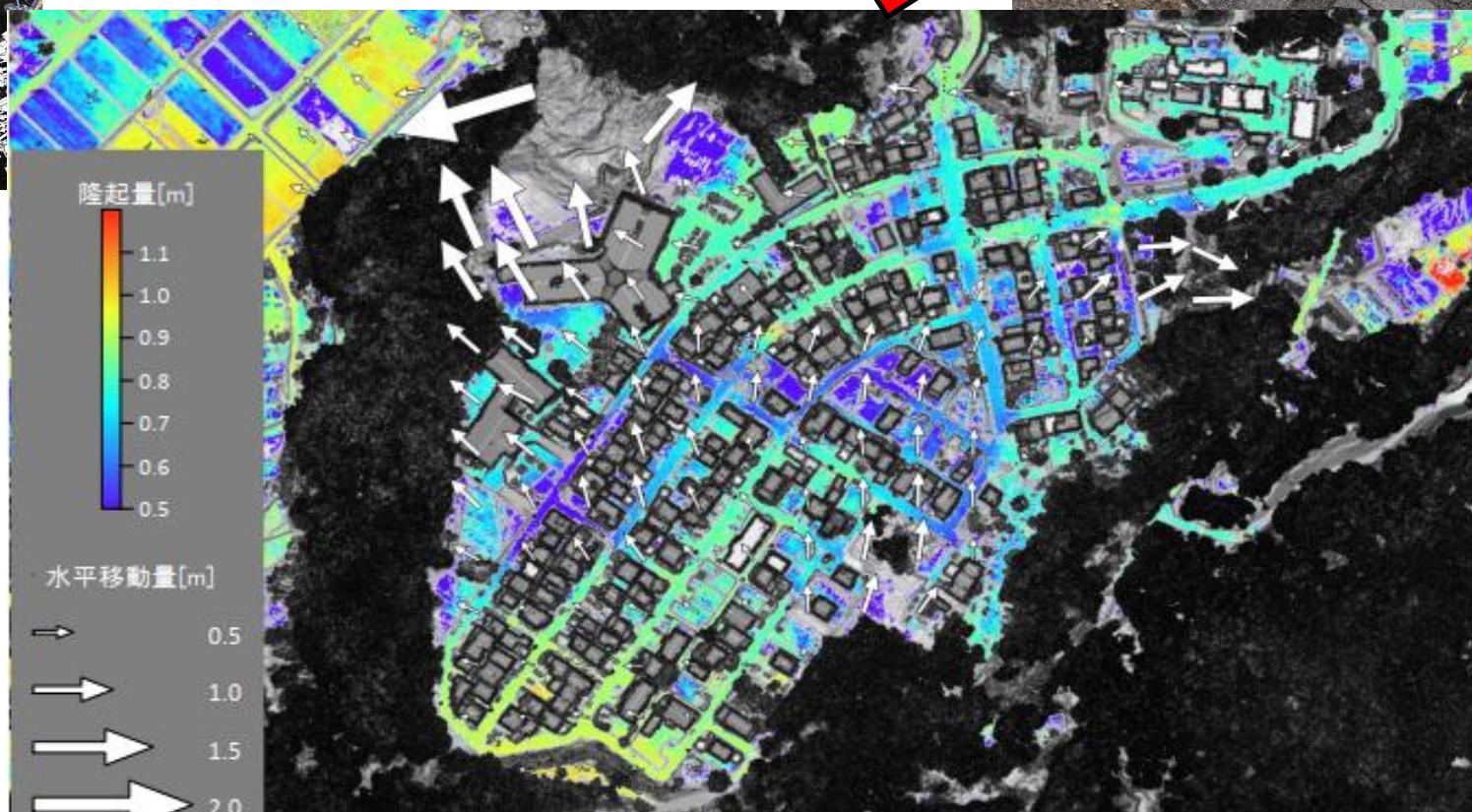
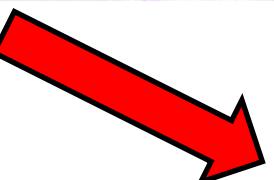
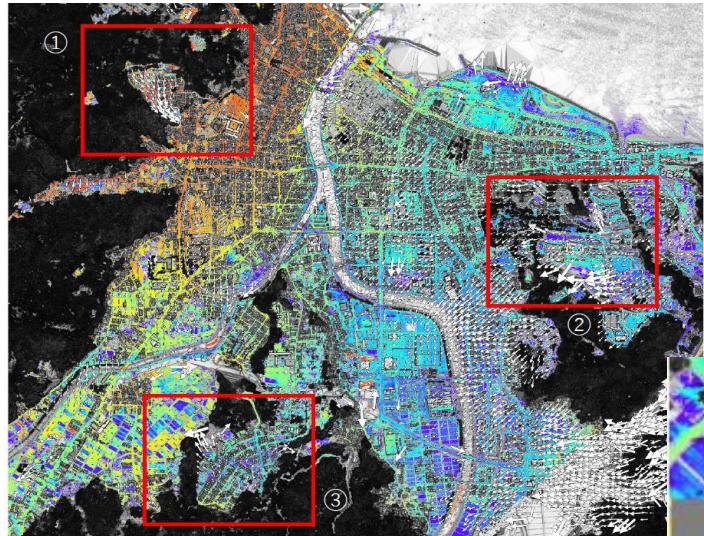


デジタルデータにより被災状態の可視化

3. 国土強靭化にかかる研究内容の紹介 (被害の状況把握 1) 3/4



例 R6能登半島地震で航空レーザを用いた点群計測による輪島市街地の地表面及び建築物の移動量・隆起量の分布



地盤変状や建物被害
の発生



【飛行体レーザによる点群データを活用した地震後の建築物の被災分布判定手法の開発】

成果の見込みおよびその活用

本研究で検討した被災判定手法を基に、飛行体レーザを用いた点群計測手法及びそのデータを用いた評価手法をガイドラインとしてとりまとめる。

被災判定手法等を取り纏めたガイドラインを普及させ、被災前に建築物の点群データ等を持ち合わせた自治体を増やし、被災後の早期の被災分布特定が可能となる。

【衛星観測データ等を用いた建築物の被災分布の判定手法に関する研究】

開発の必要性

現状、大規模災害が発生した場合、建築物の被害を迅速に把握するのに現場で人力で行うことで多くの時間をするだけでなく、その状態把握のために調査者が危険にさらされており、被災分布把握手法を改善する必要がある。

そこで、衛星観測データによる計測データを用いて災害後の多くの建築物の被災状態を計測し、その分布を把握する方法を開発する。

研究の概要

衛星観測データを用いた地震を受ける建築物の応答状態の計測方法を確立し、その計測精度を明確にする。被災状態を評価する構造ヘルスモニタリング (SHM) システムの必要要件を検討し、適切な普及に必要な情報を纏める。

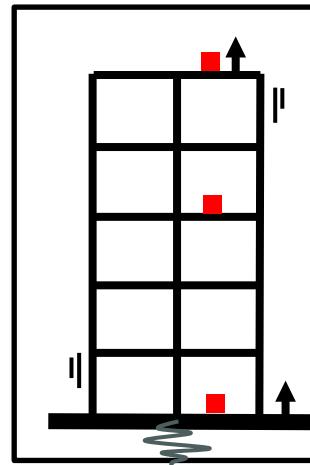
成果の見込みおよびその活用

本研究で検討した被災判定手法を基に、衛星観測データを用いた被災状態の評価手法を提案する。被災分布評価技術は、将来の建築物の地震後の継続使用性判定に活用されることを見込む。

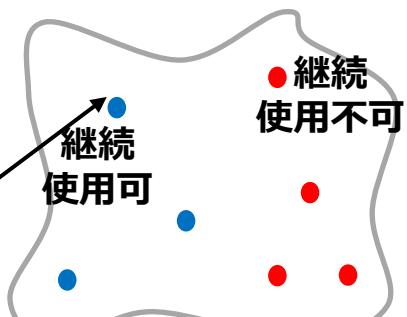
3. 国土強靭化にかかる研究内容の紹介 (被害の状況把握 2) 2/2



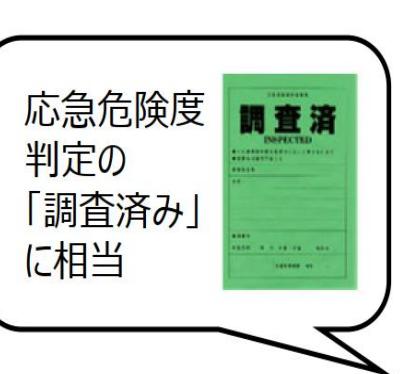
- 加速度センサ
- ↑ 衛星測位センサ



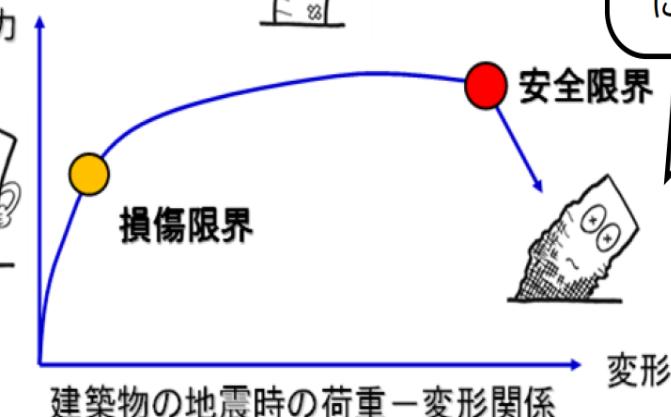
構造安全性に関する
被災判定結果を収集



加速度センサの例
衛星測位センサ
の例



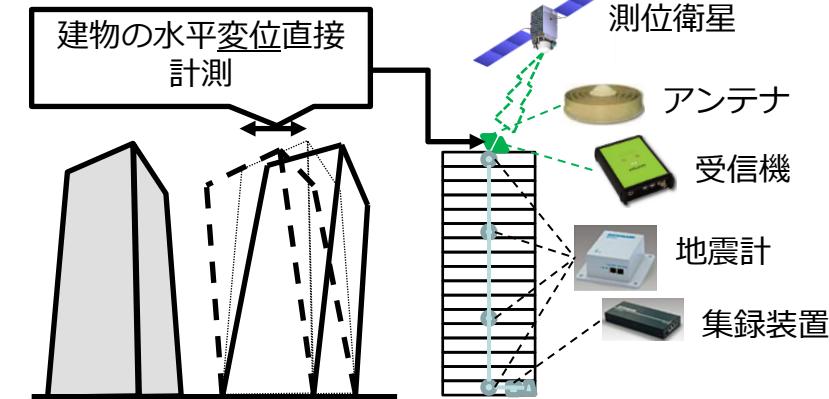
水平力



応急危険度
判定の
「危険」
に相当



地震時に観測される衛星測位データに基づく建築物の被災判定のための設置基準を構築し、それに基づき実建物への設置を実施。



平時 地震時



衛星観測データに基づく被災分布判定

3. 国土強靭化にかかる研究内容の紹介 (対策技術の検討1) 1/3



【大地震時における建築物の既製コンクリート杭の損傷低減に資する設計法に関する研究】

背景

- 令和6年能登半島地震において、**RC建築物等の傾斜・沈下等の被害**が多く確認された。
- 輪島市で調査した約40棟のうち半数以上の建築物が、傾斜・沈下により**中破以上の被害**を受けた。
- 大地震時に杭が負担する応力レベルは非常に高く、変形性能の低い既製コンクリート杭が脆性破壊する被害**が確認されている。



必要性 <転倒RC建築物>

①大地震時に地盤等が**杭**に与える**外力評価法**は学会規準に示されているものの、適用にあたって高度な知見が求められ**一般化に至っていない**ため一般化が必要

②**優れた韌性能**を有する**既製コンクリート杭基礎**の構造設計法等が確立されていないため確立が必要

※既製コンクリート杭：工場で製造されたコンクリート製の杭

※優れた韌性能：建物又は部材が最大耐力以降、大きな変形を強制されても顕著な耐力低下を示さないこと

3. 国土強靭化にかかる研究内容の紹介 (対策技術の検討1) 2/3



現状の問題点

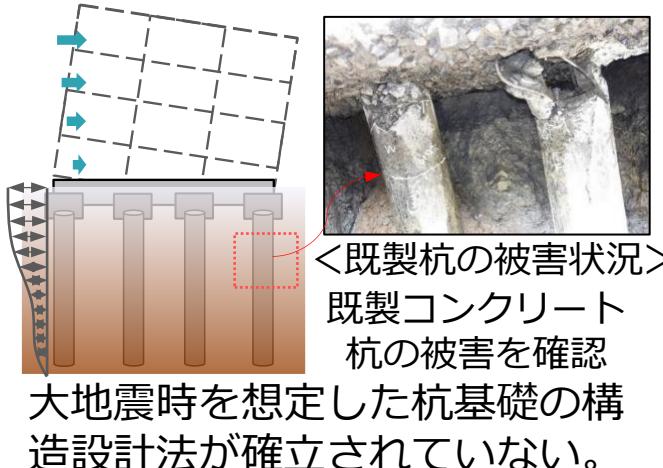
① 転倒建築物以外に傾斜建築物が多数発生



〈転倒RC建築物〉 〈傾斜RC建築物〉

輪島市で調査した約40棟のうち傾斜・沈下による中破以上の判定は約20棟にのぼる。

② 大地震時の杭基礎の構造設計法が未確立



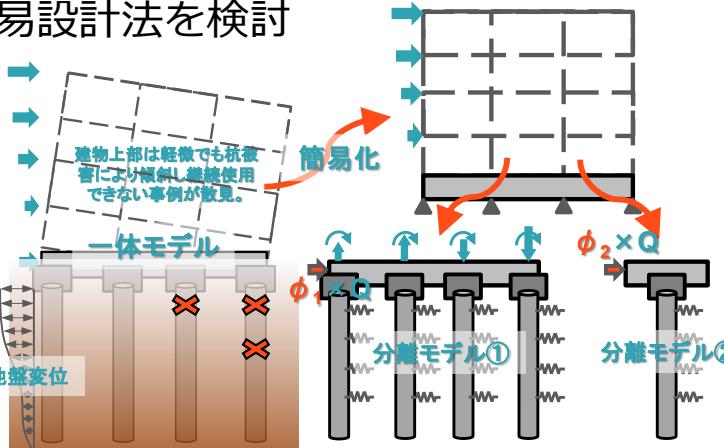
〈既製杭の被害状況〉
既製コンクリート杭の被害を確認
大地震時を想定した杭基礎の構造設計法が確立されていない。

技術的課題と研究開発の概要

③ 杭基礎に作用する設計用外力の簡易化に関する検討 ★課題

大地震時に地盤が杭に作用する応力は非常に複雑であり、外力の評価方法は一般化されていない。

→ 解析的に地盤変位を想定した外力を化し簡易設計法を検討



④ 優れた韌性能を有する杭基礎の構造性能評価の検討 ★課題

大地震時における既製コンクリート杭が負担する応力レベルは非常に高く、既製コンクリート杭の変形性能は乏しい。

→ 大型実験設備により大地震時に変形性能を発揮する杭基礎の構造設計法を検討

成果の見込み

⑤ ガイドラインへの反映

・大地震時を想定した杭基礎の損傷低減に資する簡易設計法の提案。

・優れた韌性能を有する杭基礎及びその構造設計法の提示。

機能継続ガイドライン※等に反映

※国土交通省住宅局：
防災拠点等となる建築物に係る
機能継続ガイドライン、2018

成果の活用

✓ 大地震時の建築物の構造安全性の確保

✓ 地震後継続使用を可能とする建築物の普及

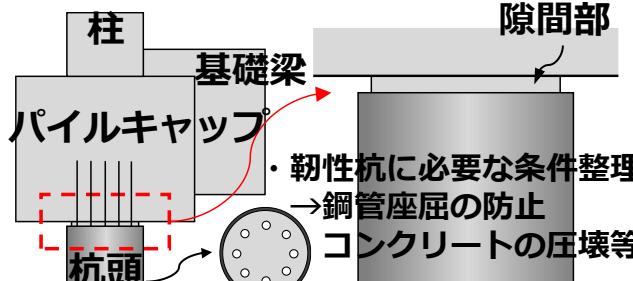
3. 国土強靭化にかかる研究内容の紹介 (対策技術の検討1) 3/3



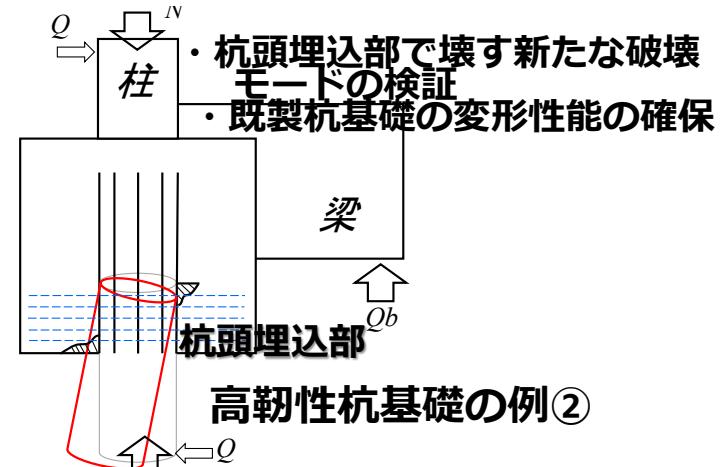
【大地震時における建築物の既製コンクリート杭の損傷低減に資する設計法に関する研究】

④-1 優れた靭性能を有する杭基礎に必要な条件の整理

- 既往研究を調査し大地震時に優れた靭性能を有する杭基礎に必要な条件（仕様や構造方法）を整理する。



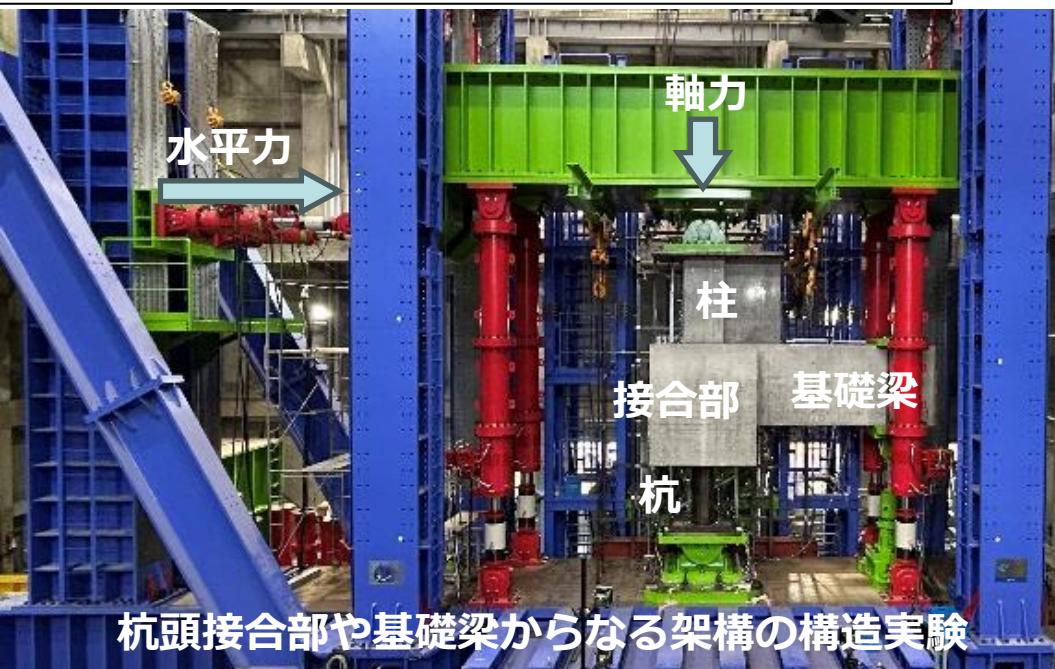
高靭性杭基礎の例①



高靭性杭基礎の例②

④-2 優れた靭性能を有する杭基礎の部分架構実験による構造性能の検証

- 杭頭部分架構実験による対象部材の性能確認。
- 部分架構試験体は、杭及び基礎梁、柱で構成。
- 杭頭接合部の配筋や大きさ、杭種を変数とした架構の性能検証



杭頭接合部や基礎梁からなる架構の構造実験

【既存住宅の外壁調査等への省人化技術の適合性評価に関する研究】

既存住宅等の建築物の性能維持のための調査方法

開発の必要性

既存住宅の老朽化が社会問題となりつつあり、中古売買のタイミングを捉えた既存住宅状況調査^{*1}のような建物調査も増やしていく必要がある^{*2}。一方で、近年の労働者人口の急速な減少等により、建物調査の省人化（省力化含む）に向けた技術導入が急務となっている。そこで、負担の大きい外壁および屋根の調査を中心として、遠隔臨場やロボット／ドローン関連技術の既存住宅状況調査方法基準に対する適合性の評価等を行い、技術の普及促進を図る必要がある。

*1: 不動産取引時等に実施される建物の健全度を簡易的に評価する制度。通常1件につき検査時間は1~3時間で料金が5~7万円程度。

*2: 住宅性能に関する情報が明示された住宅の既存住宅流通に占める割合の成果目標: 15% (令和元) → 50% (令和12) 〔住生活基本計画（全国計画）（令和3年3月閣議決定）〕

研究の概要

技術的課題

既存住宅に係る各種調査の効率化等について、「中長期的には、ドローン・点検ロボット等を用いた検査手法の整理や、赤外線やサーモグラフィ等の検査機器を用いた検査方法の開発や判断基準の策定等を行うべき。」
〔社整審「既存住宅流通市場活性化のための優良な住宅ストックの形成及び消費者保護の充実に関する小委員会とりまとめ」(R3.1)〕

- 遠隔臨場やロボット／ドローン関連技術を活用した建物調査の省人化技術の適用範囲とその導入方法が不明。（関連告示ではデジタル技術の活用を可能とする改正は対応済）
- 安価な調査費用で実施している建物調査では、民間の技術開発および技術導入のためのコストがかけられないため、新技術の導入が進みにくい。

（有資格者の作業負担を軽減しないと、人手不足等により建物調査自体が実施できなくなる恐れがある）

4. 国土強靭化に関する技術開発の紹介 (関連技術の検討1: 既存建築物)



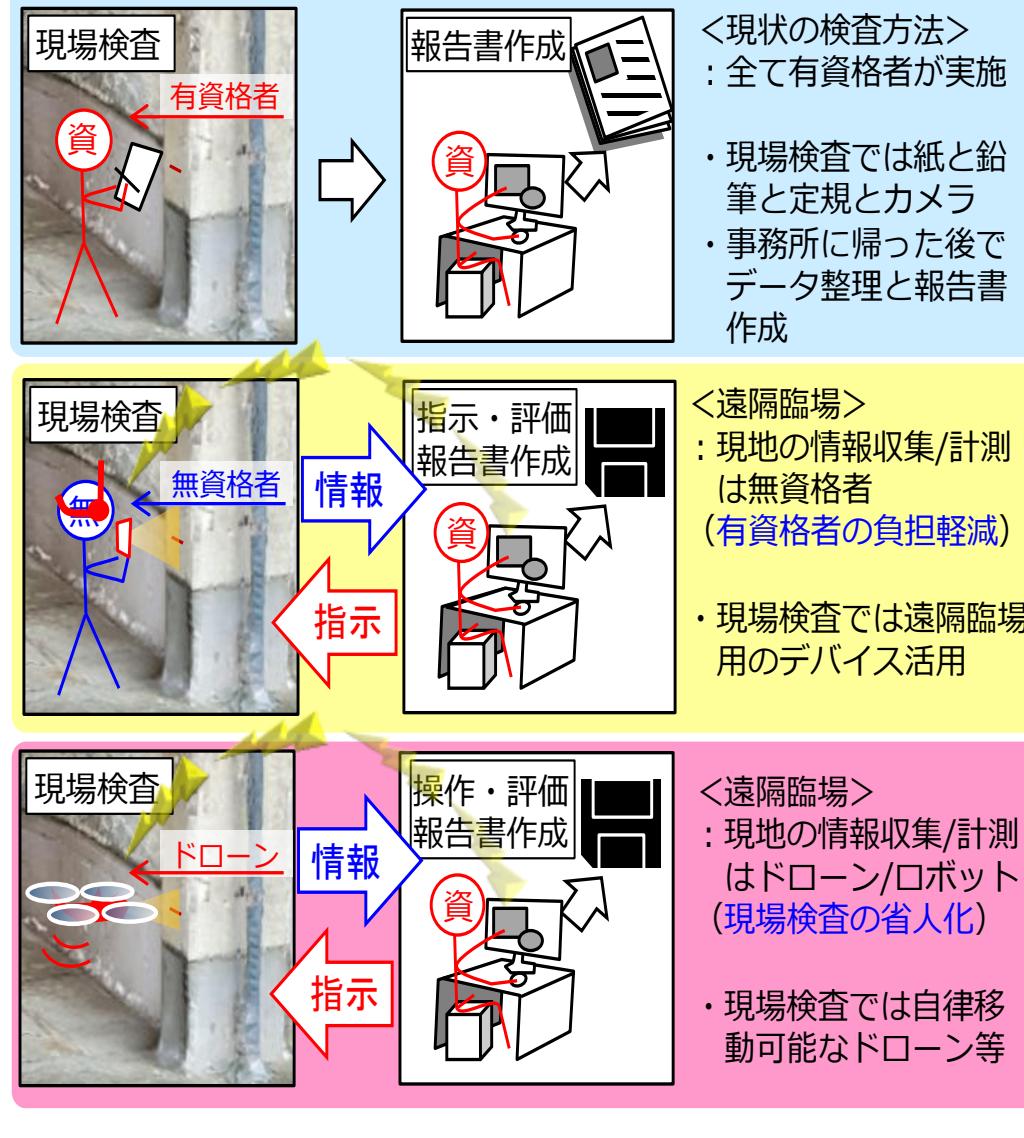
【既存住宅の外壁調査等への省人化技術の適合性評価に関する研究】

研究の概要

省人化技術（省力化含む）：建物調査に対する遠隔臨場やロボット／ドローン関連技術

- ① 建物調査に対する省人化技術（一部高度化も含む）の適用範囲と適切な技術の導入方法の検討（遠隔臨場技術とデジタル計測技術の組合せ等）
- ② 省人化技術の社会実装に向けて不足する技術要素の抽出・整理
- ③ 省人化技術活用のためのガイドラインの作成
- ④ 建物調査に対する省人化技術の適合性に関する評価基準の開発

計測・記録のためのデジタルデバイスに関してはR4-6の事項立て研究「RC造マンションの既存住宅状況調査等の効率化に向けたデジタル新技術の適合性評価基準の開発」の成果を活用



成果の見込み

建物調査に対する、遠隔臨場やロボット／ドローン関連技術の活用のためのガイドラインおよび適合性に関する評価基準

成果の活用

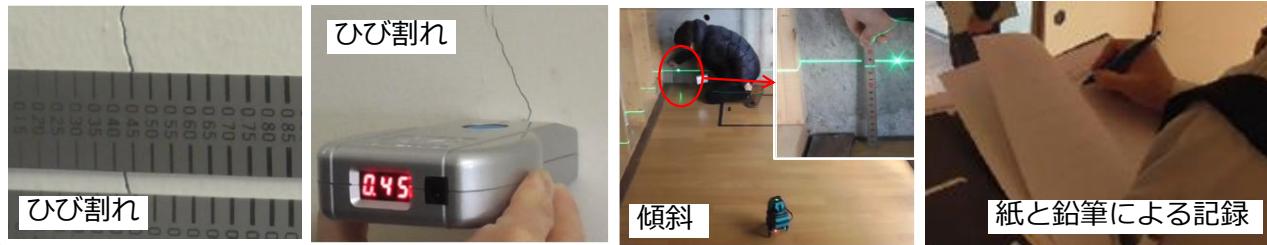
- ・「既存住宅状況調査」等の建物調査の普及（現場検査の効率化や精度向上）により、既存住宅の流通促進
- ・技術開発目標の明示による民間の技術開発促進
- ・既存住宅の日常点検／定期点検等への応用により、既存住宅の維持管理のコスト削減
- ・住生活空間の安全確保

4. 国土強靭化に関する技術開発の紹介 (関連技術の検討1: 既存建築物)

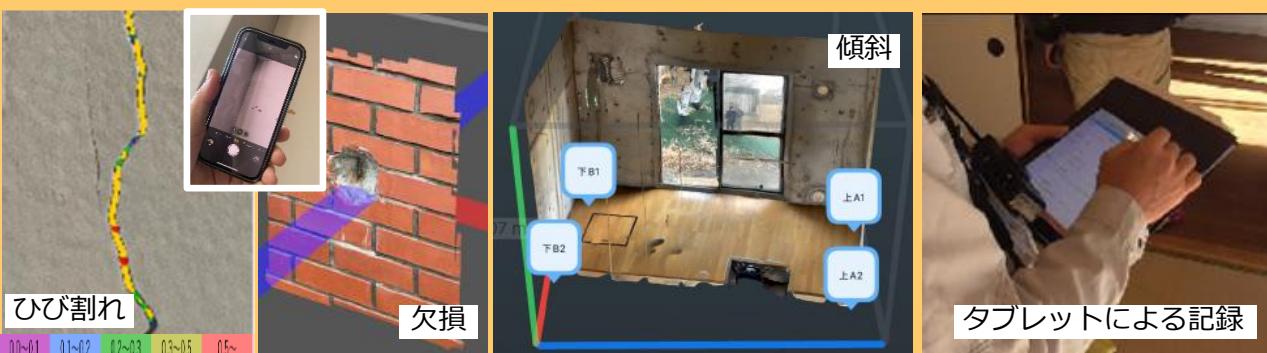


(既存住宅の外壁調査等への省人化技術の適合性評価に関する研究)

従来の計測方法



デジタル技術 (スマートフォンによる簡易な計測)

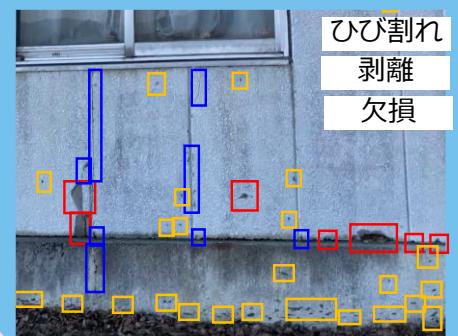


事項立て研究 (R4-6)

+

AIによる劣化検出

基礎重点研究 (R5-6)

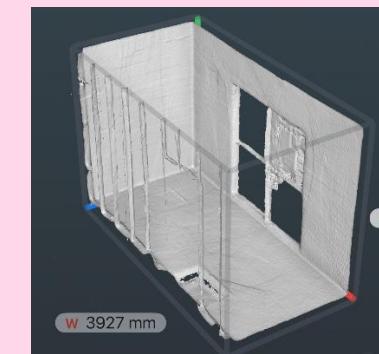


AIによるひび割れ抽出

基礎重点研究 (R5-6)



3D計測による間取図作成



適用技術のイメージ例

本申請研究の検討範囲

(遠隔臨場技術とデジタル
計測技術の組合せ等)

遠隔臨場¹⁾



ドローン²⁾



4. 国土強靭化に関する技術開発の紹介 (関連技術の検討1: 既存建築物)



【既存住宅の外壁調査等への省人化技術の適合性評価に関する研究】

研究の位置づけ (研究対象のイメージ)



✓ 社会実装性を考慮し、**検査**のコストおよび所要時間は従来の検査と同等とする

将来的な到達点
高度な無人検査

通常の検査方法では見えない部分の調査
{高所 (屋根) など} {点検口から見える範囲以外の狭小空間 (小屋裏、床下) など}



壁体内部など、非破壊では見えない部分の調査



現状の既存住宅状況調査では検査の対象外

高度化

4. 国土強靭化に関する技術開発の紹介 (関連技術の検討2 : CX関連)



【低潮線保全基本計画に基づく環境配慮型コンクリートの開発】

CXを背景とした関連する技術開発

必要性

環境配慮型コンクリートは、カーボンニュートラル社会の実現に不可欠な要素技術であり、主要な建設材料として広範な活用が見込まれるが、長期耐久性を有する必要がある。そこで、特定離島である沖ノ鳥島の苛烈な暴風・高潮等による長期暴露試験を実施する。

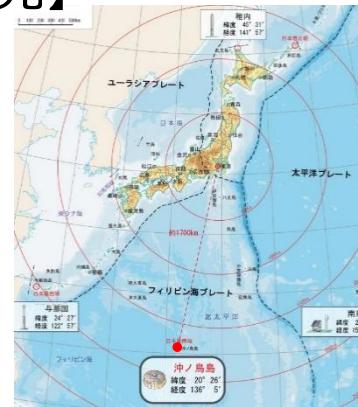
研究の概要

近年開発が進む環境配慮型コンクリートを用いた鉄筋コンクリート試験体を製作し、沖ノ鳥島およびつくばにて長期暴露試験を実施する。また、高耐久仕上げ塗材の開発も併せて行う。

成果の見込みおよびその活用

長期暴露試験体の制作および設置を行うとともに、初期材齢における基礎的な性能の確認する。

環境配慮型コンクリートの長期耐久性に関する技術は、将来のカーボンニュートラル社会の実現に不可欠な要素技術であり、主要な建設材料として広範な活用が見込まれる。



沖ノ鳥島の位置
(出典: 国土地理院webサイト)

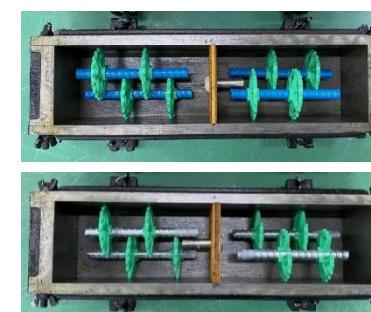


沖ノ鳥島の遠景

＜沖ノ鳥島の環境条件＞

・高温	・多湿
・塩害環境	・強紫外線

鉄筋コンクリートや仕上げ塗材に過酷



特殊な鉄筋の使用



暴露試験体の設置状況

建築研究部において実施する国土強靭化の推進に資する研究内容のうち、

- ・飛行体レーザ計測データを用いた建築物の被災分布の判定手法の開発
- ・衛星を活用した建物被災判定技術の開発
- ・大地震時における建築物の既製コンクリート杭の損傷低減に資する設計法に関する研究等の内容を紹介した。

今後も、研究開発を継続的に実施して国土強靭化の推進を加速化するよう研究開発を実施して参ります。