

多様な災害に対応する被災歴史的建造物調査システムの再構築 ならびに文化財防災への活用に関する研究

北海道大学 ○池上 重康*
山形大学 永井 康雄**
東京家政学院大学 大橋 竜太***
金沢工業大学 山崎 幹泰****
文化財防災センター 小谷 竜介*****

歴史的建築総目録 災害調査支援システム 自然災害
令和 6 年能登半島地震 文化財ドクター派遣 データマッピング

はじめに

1995 年の阪神大震災を契機に企画され、2000 年から運用を始めた「日本建築学会歴史的建築総目録データベース (GLoHB: General List of Historic Buildings)」は、東日本大震災や熊本地震では被災調査の基礎台帳として活用された。2022 年 3 月には GLoHB に連携した災害調査システム (DRP: Disaster Research Project System) を構築し、同時に文化財防災センターをはじめとする関連 4 団体との両システムの利用協定を締結し、被災調査への体制を整えた。しかし、この調査フォームは地震に特化し、近年多発する水害などには対応していない。そこで本研究では、多様な自然災害に対応した調査フォームを検討し、かつユーザーライクなシステムを再構築することを目的とする。

1. 初年度の動き

2023 年 5 月 5 日に発生した能登半島の地震により、当初予定の沖縄県竹富町、鹿児島県人吉市、福井県福井市・大野市・南越前町、新潟県関川村の視察のみを実施し、以後は奥能登地方での実地調査へとシフトした。前年に実施した福島県沖地震調査で生じた紙ベースによる調査報告の遅延問題を教訓とし、文化財ドクター派遣事業を統括する文化財防災センターの要請で紙調査を廃止し、代わりに調査前にシステム利用講習会を実施した。その結果、現地調査を円滑に進行できた。

2024 年 1 月 1 日の令和 6 年能登半島地震では津波・火災が同時発生し、DRP の記録項目見直しが必要となった。当初は単年度研究の予定であったが、震災発生による調査の継続が求められ、さらに研究期間延長が認められたことで、DRP を根本から見直すことになった。

2. 初年度の成果と課題

視察を通じ、地震以外の自然災害による建物の被害状況の記録部位については、どの災害も地震被害の記録項目で対応可能なことが確認された。しかし、建造物の被害以外の項目 (地盤、浸水など) を見直す必要が生じ、DRP を発展的に継承した災害調査支援システム (DSSS: Disaster Survey Support System) の構築を決断した。

初年度は、1 次調査 (外観目視) および 2 次調査 (内部実見・層間変位測定) はすべて DRP で実施され、調査員の登録、調査の申請と承認、GLoHB からの物件データ取

り込み、自治体への報告書作成も DRP が担った。

3. 新しいシステムの構築

DSSS では、DRP の課題を解消する機能を導入した。GLoHB からの物件データ読み込み時、DRP では再読み込み時にすべてのデータが上書きされていたが、DSSS では未編集の場合は上書き可能とした。調査シートには GLoHB や他のシート (例えば 1 次から 2 次) へのリンク表示機能を追加した。また、部材ごとの被害記録項目では、被害の程度 (一部損壊、半壊、大規模半壊、全壊) と被害の実態 (傾斜) を整理し、浸水・地盤・火災の記録項目を新設した。被害状況に「確認できず」を追加し、瓦礫で確認困難な場合にも対応できるようにした。

調査シート上部の「印刷用画面を表示」ボタンを押すと A4 判の PDF シートが自動生成される。さらに、文化財防災センターによる 3 次調査 (修理の提言と工事費概算の提示) のための調査対象設定、報告書表紙の自動生成、表紙と本文のバインド機能も追加された。ただし、3 次調査は現時点では修理見積もり調査の段階であり、次年度以降の本格運用時にこの仕様が検証される。

さらに地図表示機能を強化した。調査報告ページの一覧表上部にある「地図表示」ボタンを押すと、調査対象地区内の全物件がプロットされ、被害程度を項目別に色分けした表示を可能とした (図 1)。ピンをクリックする

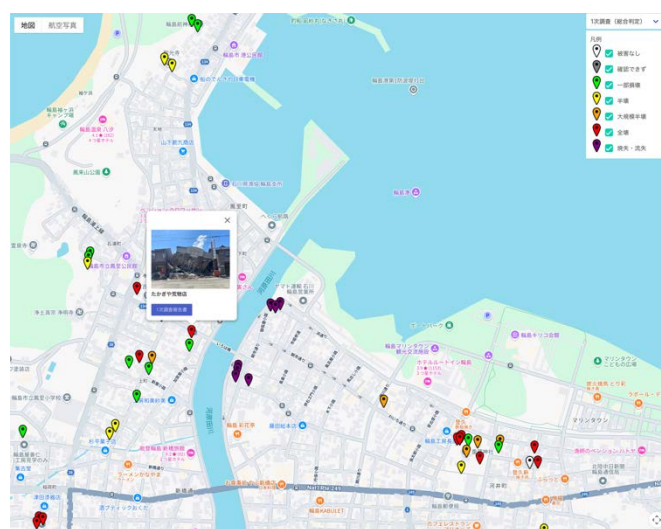


図 1 DSSS によるマッピングの一例 (輪島市の朝市周辺)

と1次調査シートの1枚目の写真がサムネイル表示され、物件名および1次・2次調査シートへのリンクボタンも表示される。この機能によりシステム上で調査行程の検討が可能となり、1次調査と2次調査で別の調査員が担当しても物件取り違えが防止される。ただし、この機能は2025年3月に入ってから実装されたため、現時点では活用実績はないが、次年度以降の調査で調査員の負担軽減に大きく貢献することが期待される。

4. 部位別被害状況の考察と今後の検討

建物の全壊・大規模半壊は能登地域で顕著だったが、地盤の被害分布はこれとは異なる傾向を示している。図2～図4は、それぞれ地盤の液状化、陥没・隆起、亀裂が確認された地点を示している。液状化は海岸線近くに分布するが、建物の全壊とは必ずしもリンクしない。陥没・隆起と亀裂は同時に発生している箇所が多いように見える。これらの図は広域地図であるため、地図を拡大して詳細に観察することで、部位別被害程度と地盤被害の関係をさらに深く分析できるであろう。

次に、部位別被害状況について検証する。図5～図7は、屋根、軸組・架構、壁の被害状況を示す。屋根の被害は小屋組の構造被害ではなく瓦の崩落を、壁の被害は土壁の亀裂や崩落を記録した。一瞥するに、瓦の崩落によって軸組の破壊が防がれた事例は確認できない。一方で、壁が崩落していても、軸組・架構の被害が大規模半壊以

下にとどまっている事例が散見された。

2023年能登半島沖地震で被害を受けた建物の中には、2024年能登半島地震で全壊を免れたものが存在する。能登半島では2007年、2022年、2023年の3度の地震被害を受けており、一部の建物には耐震補強が施されている可能性がある。奥能登は未調査地域が多く、現時点での調査結果によれば、過半の建物が大規模半壊以上の被害を受けたが、一部損壊以下の物件も確認されている。今後、公費解体が進むことで、これらの物件は減少していくことが予想される。そうした中で、強震度に耐えた歴史的建造物の補強対策を記録に残すことは極めて重要である。

むすび

新たに構築したDSSSにより、文化財ドクター派遣事業における被災歴史的建造物の調査活動が効率的かつ迅速に行える体制が整備された。文化財の維持・継承において日本の防災対策の重要な基盤となることが期待される。DSSSは紙媒体を使用せず、全て電子データで完結する次世代型システムであり、同様の仕組みは世界的にも類を見ない。このシステムは、文化財ドクター派遣の調査員を経験した各県のヘリテージマネージャーや日本建築家協会の文化財修復塾修了者からも高く評価されている。また、彼らが各種集会で行った活動報告を通じて、DSSSの有効性が広く全国に認知されてきた。

DSSSは、被災建造物の部位ごとの被害程度を色分けして地図上に表示する機能を備えるに至った。将来的には、防災マップ、ハザードマップなどをレイヤーで重ねることで、地震以外の自然災害と歴史的建造物の潜在的なリスクを視覚化できる可能性がある。例えば、過去に遡れば2020年熊本県南部豪雨災害の被災データをDSSSに入力することで、豪雨災害の被災レベルの可視化も可能となる。DSSSの潜在能力を検証するため、これらのデータの統合・解析を今後の研究課題として提示しておきたい。

最後にDSSSの課題を提示して本論を終えたい。

2023年および2024年の調査では、通信インフラが壊滅的被害を受け、僻地では通信電波が届かない地域も多かった。今後、オフラインでのデータ入力と事後アップロードの仕組みの導入が求められる。また、2024年度に積極的な成果報告を行えなかったのは、著作権や個人情報保護のポリシーが未策定であったことに起因する。各種ポリシーの早期策定が必須である。2025年度以降も文化財ドクター派遣事業の継続が決定し、DSSSを活用した調査の計画・実施・報告が期待されている。

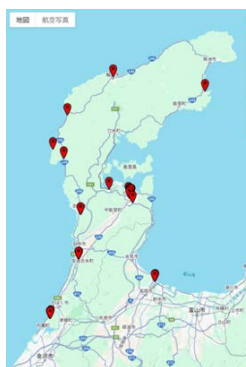


図2 地盤の液状化



図3 地盤の陥没・隆起

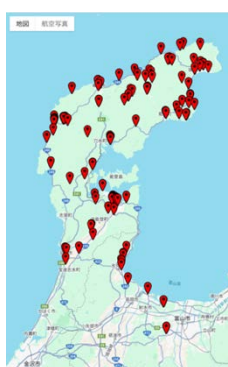


図4 地盤の亀裂



図5 屋根の被害



図6 軸組・架構の被害



図7 壁の被害

*北海道大学大学院工学研究院
**山形大学工学部建築・デザイン学科
***東京家政学院大学現代生活学部
****金沢工業大学建築学部
*****国立文化財機構文化財防災センター

*Graduate School of Engineering, Hokkaido University
**Faculty of Engineering, Yamagata University
***Tokyo Kasei Gakuin University
****Kanazawa Institute of Technology
*****Cultural Heritage Risk Management Center, Japan