

大規模地震災害向け遠隔建物被害認定システム に関する実証実験の実施と評価

藤生 慎¹・大原 美保²・目黒 公郎³

¹正会員 東京大学生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail:fujiiu@iis.u-tokyo.ac.jp

²正会員 東京大学大学院情報学環/生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail:ohara@iis.u-tokyo.ac.jp

³正会員 東京大学大学院情報学環/生産技術研究所 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1)

E-mail:meguro@iis.u-tokyo.ac.jp

大規模地震災害時に発生しうる莫大な数の建物被害認定調査を効率的かつ迅速に実施するための遠隔建物被害認定システムを構築した。筆者らが構築したシステムの有効性を検証するために、東北地方太平洋沖地震での建物被害認定の経験のある自治体職員を対象としてシステムの実証実験を実施した。その結果、写真を用いた遠隔建物被害認定システムによる遠隔判定が可能であることが示唆された。しかし、判定時には、部位による判定のうち損傷程度と損傷面積の判定に特に留意する必要があることも明らかとなった。

Key Words : building damage assessment, remote system, large-scale earthquake disaster

1. はじめに

我が国では、近い将来、首都直下地震、東海地震、東南海地震、南海地震など大規模な地震の発生が想定されており、莫大な数の建物被害の発生が予想される。地震発生後には、建物被害認定調査に基づいて罹災証明書が発行され、各種の生活再建が行われる。建物被害認定調査で採用されてきた従来手法には内閣府による方法¹⁾、DATS²⁾、自己診断³⁾などがあり、DATSや自己診断は、2007年に発生した能登半島地震、新潟県中越沖地震の際に、輪島市と柏崎市で実践されている。しかし、大規模地震後は調査が必要となる建物数が莫大であるため、これらの現場での悉皆調査には限界がある。迅速かつ効率的に建物被害認定調査を行い被災者の生活再建を実現するためには、新たな解決策の提案が必要である。

そこで筆者らは、過去の建物被害認定に関して指摘されている問題点を解決し、迅速性、効率性、正確性、客観性、公平性を担保した建物被害認定を行うために、遠隔地にいる専門家を有効活用する遠隔建物被害認定システムを提案・開発している⁴⁾。このシステムは、現場から建物被害認定に必要な適切な写真を瞬時にアップロードできるシステム、遠隔地から写真により被害認定を行うシステム、建物被害認定の方法を学習することができるe-learningシステム、さらに被災地とのインタラクティ

ブな関係の中で被害認定精度を高めるWeb・GISクラウドサーバーシステムの4つで構成される。

筆者らは、システムのプロトタイプを開発するとともに、東北地方太平洋沖地震後の被災地で携帯電話の通信速度を計測し、遠隔建物被害認定システムへの写真のアップロードの可能性の評価も行った。しかし、遠隔の判定員が写真と現場から提供される情報をもとにして正確に判定を実施できるか否かについては検証がなされていなかった。実際の建物被害写真により遠隔地から判定を行える状況を構築し、提案・開発したシステムが十分な判定精度を担保することが可能であるかを検証する必要がある。そこで、本研究では、提案・開発した遠隔建物被害認定システムのうち、写真による遠隔判定システムについて、建物被害認定の経験者に対する実証実験を通じてシステムの検証を行った。

2. 遠隔建物被害認定システムの概要

(1) 建物被害認定調査

建物被害認定作業の調査方法・判定方法は、内閣府により建物被害認定作業の実施指針(「災害に係る住家の被害認定基準運用指針」¹⁾、以下、運用指針)が示されている。運用指針は2001年に初めて作成され、その後、

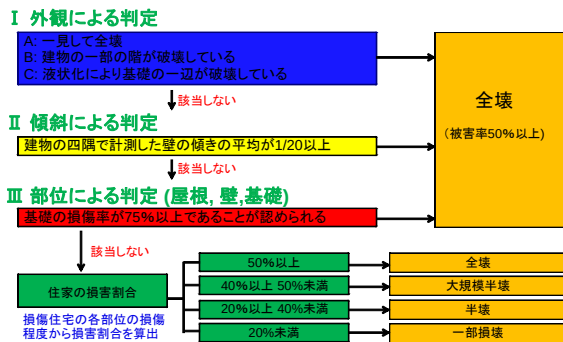


図-1 地震災害時の1次判定の判定フロー

2009年に改訂され、運用されている。図-1に、地震災害時の1次調査の判定フローを示す。罹災程度の種類は、4種類あり、「全壊」・「大規模半壊」・「半壊」・「一部損壊」であり、不服があった場合には、住民が調査結果に合意するまで再調査を実施し、いずれかの調査結果が確定することになる。調査は、外観・傾斜のうちいずれかが、基準値以上であれば、「全壊」と判断され、いずれにも該当しない場合には、各部位の損傷の程度などから損害割合を算出し、罹災程度が決定される仕組みである。各部位の損傷程度も屋根・壁・基礎の住家を構成する3つの主要要素に対して細かく基準が設けられている。

(2)遠隔建物被害認定システムのコンセプト

筆者らは、ITを用いて被災地内と被災地外とを有機的に結合し、迅速性・効率性・正確性・客観性・公平性を担保した建物被害認定を実施することができる「遠隔建物被害認定システム」を提案・開発してきた⁴⁾。ここで、迅速性とは、災害の発生から長期間経過することなく判定が完了できることを示す。効率性とは、莫大な数の調査員を被災地内に投入することなく調査が可能であることを示す。正確性とは、被災程度が内閣府の判定指針に通りに判定されていることを示す。客観性とは、調査員のスキルに依存することなく調査が実施可能であることを示す。公平性とは、被災自治体間で調査方法や調査結果に違いが生じないことを示す。本システムは「被災地内から建物被害写真をアップロードするシステム (システム1)」、「被災地外での遠隔判定システム (システム2)」、「建物被害認定トレーニングシステム (システム3)」、「Web・GISクラウドサーバー (システム4)」という4つのシステムから構成される。

システム1: 被災地内から建物被害写真をアップロードするシステムは、消防団員や被災住宅の住民などの被災地内の人材が、スマートフォンを用いて被災住宅の写真を専用サーバーにアップロードするシステムである。アップロードされた被災住宅の写真データには、住所情

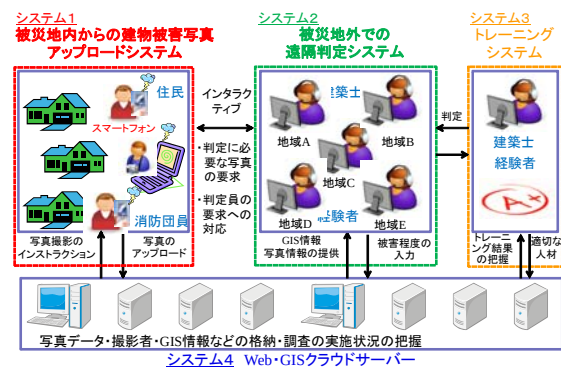


図-2 遠隔建物被害認定システムのコンセプト⁴⁾

報 (GPS情報を含む)、写真撮影時刻、撮影者などの情報が付与され、GISデータベースとリンクされた形で格納される。

システム2: 被災地外での遠隔判定システムは、被災地外の建築士や建物被害認定の経験者などの応援職員が写真を見ながら被災住宅の被災程度を判定できるWebシステムである。本システムは、Web環境が整っていれば、場所を問わず判定が可能であり、被災地から写真がアップロードされていれば、悪天候時や夜間でも判定ができるなどのメリットがある。また、ダブルチェック、トリプルチェックができる仕組みも備えている。

システム3: 建物被害認定トレーニングシステムは、発災前や発災後に建築士や建物被害認定調査に従事する可能性のある自治体職員を対象として建物被害認定のトレーニングするシステムである。このシステムは、Web環境が整っていれば、場所を問わず建物被害認定のトレーニングが可能である点が従来のトレーニング方法と異なる。

システム4: Web・GISクラウドサーバーは、クラウド環境に構築されたサーバーである。本サーバーは、GISデータベース、課税台帳・住民基本台帳システムとの連結、被災住宅の写真、判定員情報、判定結果の提供、罹災証明書の発行支援など、遠隔建物被害認定システムを一括管理する機能を有する。つまり、システム1、システム2、システム3のデータはすべてWeb・GISクラウドサーバーで管理される。

3. 建物被害認定結果に与える影響の分析

実証実験でシステムによる判定精度を検証するにあたり、まずは被害認定の各ステップが最終の判定結果に及ぼす影響を把握しておく必要がある。これは、遠隔判定を念頭に置いた場合のみならず、被災地内での目視調査を実施する際にも、判定精度を担保するという観点から、調査精度が、最終的な被害認定結果にどのように影響を

及ぼすのかを定量的に把握しておく必要がある。そこで、内閣府の建物被害認定調査指針に基づいて、損傷程度と損傷面積の違いが判定結果に及ぼす影響の違いを定量的に分析した。

(1) 分析方法と分析条件

屋根・壁・基礎それぞれの損傷程度、損傷面積違いが最終的な建物被害認定結果に及ぼす影響をシミュレーションした。

建物被害認定のプロセスは、外観目視調査、傾斜の評価、部位（屋根・壁・基礎）による損傷程度の評価の3つの軸で調査を実施する。なお、本シミュレーションでは、外観目視調査、傾斜の評価で全壊判定がなされなかった被災住家を想定して、部位（屋根・壁・基礎）による損傷程度、損傷面積の評価を分析対象とした。

分析の設定条件を表-1に示す。各部位（屋根・壁・基礎）の判定する上での構成比と損傷ランク（1, 2, 3, 4, 5）は、指針通りに設定した。また、被災した住家の損傷割合は、全体の0.25, 0.5の2パターンを設定した。また、被災した住家の損傷面積を1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 10%と変化させた。

(2) 損傷程度の影響に関する分析

屋根・壁・基礎のそれぞれの被害程度を変化させ、損傷割合にどれだけ影響を及ぼすか分析を行った。ケース1は、住家の損傷面積を25%と仮定した場合、ケース2は、住家の損傷面積を50%と仮定した場合の分析結果である。なお、評価項目以外の損傷は最少を想定している。横軸は損傷程度のランクを示し、縦軸は損害割合を示す。

表-1 分析条件

項目	設定値
対象部位	屋根・壁・基礎
構成比	屋根:10%
	壁:80%
	基礎:10%
損傷ランク	損傷程度1・2・3・4・5 （屋根・壁） （1:10%, 2:25%, 3:50%, 4:75%, 5:100%） * 損傷程度の割合は、指針通りに設定 * 基礎は、損傷長割合を3~75%で設定
住家の損傷面積	25%, 50%の2パターンを想定
罹災程度の判定	内閣府の運用指針通りに判定

(a) ケース1：損傷面積（25%）

屋根と基礎の損害割合の変化量と比べて壁の損害割合の変化量の大きさが極めて大きい。このことから、壁の損傷が判定結果に大きく影響している。被害程度が3または4は、「半壊に至らない」と「半壊」の境界領域に位置し、被害程度を1ランク正しく評価できない場合、

最終的な評価結果に誤りが生じる（図-3）。

(b) ケース2：損傷面積（50%）と仮定

損傷面積が大きい場合には、屋根と壁の損害割合の変化量と比べて壁の損害割合の変化量が極めて大きい。また、損傷程度の変化は、「半壊に至らない」から「全壊」まで幅広い判定結果の領域を持っており、壁の損傷による影響が支配的である。さらに、損傷程度が2または3の時には、それぞれ「半壊」と「半壊に至らない」、「半壊」と「大規模半壊」の境界領域に位置し、被害程度を1ランク正しく評価できない場合、最終的な評価結果に誤りが生じる（図-4）。

以上の分析の結果、損傷程度の影響は、壁に大きく影響が出ることが明らかとなった。特に、損傷面積が大きい場合には、誤った判定により最終判定結果が大きく変わる可能性があることも明らかとなった。

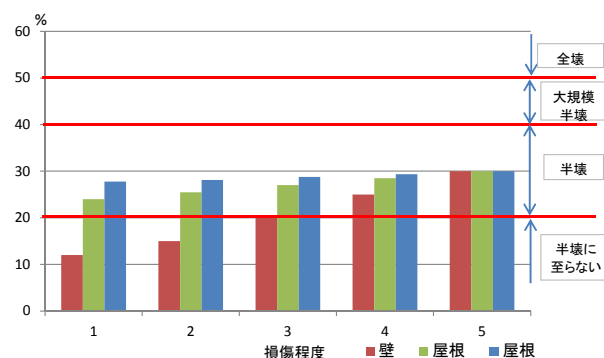


図-3 損傷程度の影響度（損傷面積：25%）

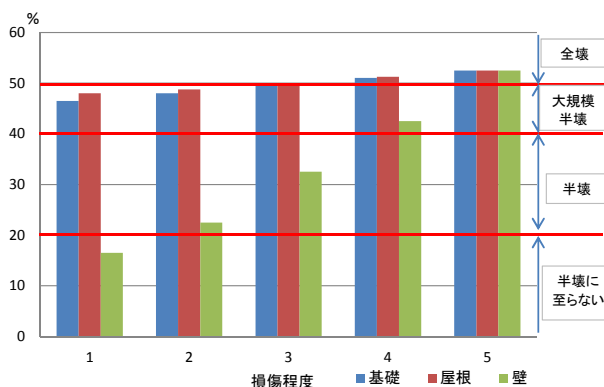


図-4 損傷程度の影響度（損傷面積：50%）

(3) 損傷面積の影響に関する分析

屋根・壁・基礎のそれぞれの損傷面積を変化させ、傷割合にどれだけ影響を及ぼすか分析を行った。ここでは、住家の屋根・壁・基礎の損傷面積を変化させた場合の分析結果を示す。なお、評価項目以外の損傷は中程度を想定した。横軸は、損傷面積の変化を示し、縦軸は損害割合を示す。また、損傷パターンは、基本パターンに加え、損傷程度別に4パターン作成した。被災住家の損傷程度は軽いケースを損傷1として、損傷程度が最も重い

ケースを損傷4と設定し分析を行った。

(a) ケース 1：屋根の損傷

屋根以外の損傷程度が中程度の場合、損傷面積の違いによる判定結果への影響範囲は、半壊の範囲内で収まり、建物全体の評価に大きな影響を与えていることは認められない。屋根の損傷は、住家全体の被害に対する構成比が 10%であることから、面積変化から大きな影響は受けない (図-5)。

(b) ケース 2：壁の損傷

壁以外の損傷程度が中程度の場合、損傷面積の違いによる判定結果への影響範囲は、半壊と大規模半壊の範囲となる。数パーセントの損傷面積の違いにより損傷程度に違いが生じる。壁の損傷は、住家全体に対する構成比が 80%であることから、面積変化が最終結果に及ぼす影響は大きい。この結果より、損傷面積の評価は正確に行う必要がある (図-6)。

(c) ケース 3：基礎の損傷

基礎以外の損傷程度が中程度の場合、損傷面積の違いによる判定結果への影響範囲は、半壊の範囲内で収まり、建物全体の評価に大きな影響を与えていることは認められない。基礎の損傷は、住家全体の被害に対する構成比が10%であることから、損害割合 (損傷基礎長) から大きな影響は受けない (図-7)。

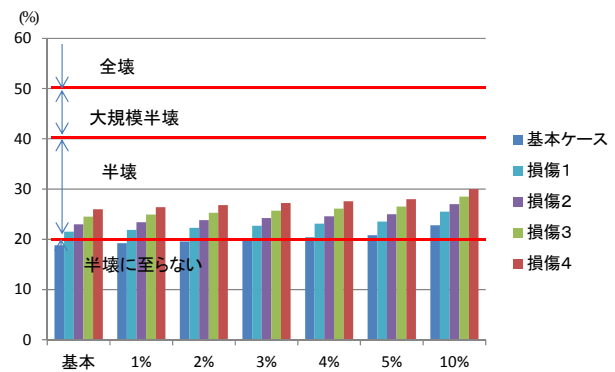


図-7 損傷面積の影響度 (基礎)

(4) 建物被害認定結果に与える影響の分析のまとめ

損傷部位 (屋根・壁・基礎)、損傷程度、損傷面積それぞれの変化が最終的な建物被害認定結果に及ぼす影響をシミュレーションした。その結果、いずれの場合でも壁の被害程度が最終的な判定結果に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。さらに、屋根や基礎の被害が小さい場合でも、壁の被害が卓越した場合には、判定結果は、全壊や大規模半壊など程度の大きな判定結果となることが明らかとなった。特に遠隔判定システムで写真を用いて判定する際には、壁の損傷程度、損傷面積を正しく評価できない場合には、最終的な判定結果に誤りを生じることも明らかとなった。このことにより、正しい最終判定結果を得るためには、壁の評価に十分留意する必要があると考えられる。

4. 遠隔建物被害認定システムの実証実験システム

本章では、前章での分析結果を踏まえて遠隔建物被害認定システムを用いて建物被害認定を実施するための実証実験システムを開発した。システムのうち「システム②：被災地外での建物被害遠隔判定システム」と「システム③：Web・GISサーバー」を実証実験用に改良した。なお、本研究で開発した実証実験用システムのうち、「システム③：Web・GISサーバー」は、クラウドサーバー上に、クラウドLMS (Learning Management System) であるSmartBrainをインストールすることで、成績管理や設問の管理を行うシステムを構築した。被験者は、クラウドLMSへWeb接続環境からアクセスすることで、実験用画面にアクセスして、遠隔建物被害認定システムの実証実験に参加することが可能な環境を構築した。

(1) 実証実験メニューの作成

写真を用いた遠隔建物被害認定システムの実証実験を行うにあたり、全壊、大規模半壊・半壊・一部損壊の4

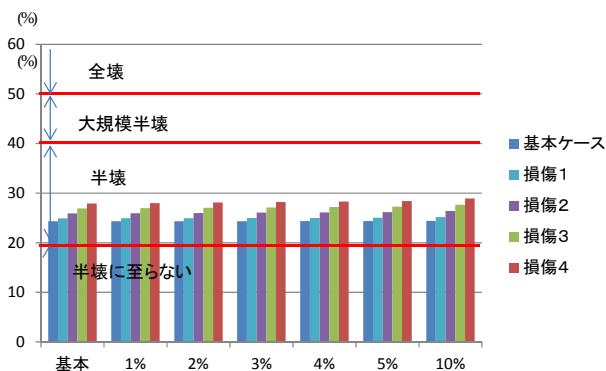


図-5 損傷面積の影響度 (屋根)

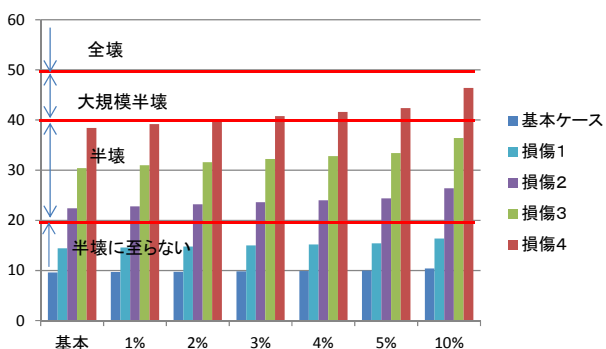


図-6 損傷面積の影響度 (壁)

表-2 実験メニュー

シナリオ	損傷程度	被害状況と判定員に要求する判定スキル
1	全壊A	あらかじめ全壊と判定可能
2	全壊B	あらかじめ全壊と判定可能
3	大規模半壊	経験者でも被害程度/被害面積の判定に判断を要するケース
4	半壊A	経験者であれば当該被害パターンと判定可能
5	半壊B	経験者でも被害程度/被害面積の判定に判断を要するケース
6	一部損壊A	経験者であれば当該被害パターンと判定可能
7	一部損壊B	経験者でも被害程度/被害面積の判定に判断を要するケース



図-8 半壊B（壁1）



基礎情報確認画面



全体の被害状況俯瞰画面



全景の判定画面

被害程度が混在している場合繰り返し



損傷面積入力画面



損傷程度入力画面



最終結果確認画面

4方向繰り返し

図-9 実証実験システムの画面推移（半壊A）

つの被害程度を設定した（表-2）。

被験者は、1回の実験で、7つの被害パターン（大規模半壊を除いて各2種類の建物被害パターン）に回答することとした。前章での分析結果を踏まえて、各被害パターンは、大規模半壊ケースを除いて、経験者であれば当該被害パターンと判定できるパターンAと経験者でも損傷面積と損傷程度の評価に判断を要する被害パターンBの2パターンをそれぞれの被害程度で設定した。被験者は、実証実験用システムにアクセスしIDとパスワードを用いてログインすると、ランダムに4つの被害パターンが表示され写真をもとにして判定を行う。なお、判定は、

全壊のケースを除いて1つのパターンにつき全景・傾斜・部位（屋根・壁・基礎）のすべてのプロセスを経て判定を実施する。また、システムに構築に使用した建物被害写真は、仙台市で行われた建物被害認定作業で撮影された建物被害写真を用いた。システム画面に用いた半壊Bの一部を図-8に示す。

(2)実証実験メニューの作成

写真を用いて建物被害認定を実施する実証実験用システムの画面の一部（半壊A）を図-9に示す。はじめに被験者は、基礎情報の確認画面で調査対象住宅の形状・位

置・構造形式や受けた地震動の強さなどの基礎情報を得ることができる。次に被験者は、「明らかに全壊」もしくは「あきらかに全壊ではない」の判定を実施する。その後、全壊判定でない場合には、傾斜の入力と部位（屋根・壁・基礎）の被害面積と被害程度の入力を行う。なお、壁は玄関正面、玄関右側、玄関左側、玄関裏側の4方向を分けて入力する。さらに、被害程度が混在している場合にも、被害程度ごとに繰り返して損傷面積と損傷程度を入力する。被害程度の入力は、写真で提示された部位の損傷程度（1，2，3，4，5）を選択肢の中からクリックして選択することになる。なお、提示された写真をクリックすると拡大された写真を見ることができる。また、さらに詳細な被害程度を確認したい場合には、拡大ボタンをクリックし、さらに拡大することが可能である。

5. 実証実験での評価結果

(1) 実証実験の概要

建物被害認定調査の経験者として横浜市と仙台市宮城野区の職員を被験者として実証実験を実施した。実験概要を表-3に示す。なお、横浜市の職員は、平成22年4月15日から10月31日まで仙台市宮城野区で建物被害認定作業の支援を実施した経験がある。実証実験は、はじめに、遠隔建物被害認定システムの開発経緯・概要、建物被害認定方法の概要について解説をした後、ノートPCを用いてLMSにインターネットを介して各被験者がそれぞれ接続する形で実施した（図-10）。

表-3 実験概要

実験期間	平成22年4月26日，27日，5月14日，15日
被験者数	20名（横浜市15名，仙台市5名）
内容	・建物被害認定に関する説明 ・遠隔建物被害認定システムの開発経緯に関する説明 ・遠隔建物被害認定システムの実証実験 ・遠隔建物被害認定システムに関するアンケート
実験時間	約2時間
場所	横浜市役所会議室，仙台市宮城野区会議室
被験者属性	30代～50代の男性19名，女性1名
使用機材	ノートPC，無線LAN接続機器



図-10 実証実験の様子

(2) 実証実験での判定結果

(a) 建物被害の判定結果

遠隔建物被害認定システムの実証実験の結果を考察する。図-11に、「全壊」、「大規模半壊」、「半壊」、「一部損壊」ごとの「正解率」と「不正解率」を示す。赤色の丸印は正解を示している。「全壊」では、すべての被験者が正しく判定を行うことができています。「大規模半壊」の正解率は約80%であった。「半壊」の正解率は、通常ケースでは88%である一方、判断の難しいケースでは71%であった。「一部損壊」を正しく判定できている割合は、通常ケースでは83%である一方、判断の難しいケースでは71%であった。このことから、判断の難しいケースでは、通常ケースと比較して、正しく判断できる割合が低下していることがわかる。

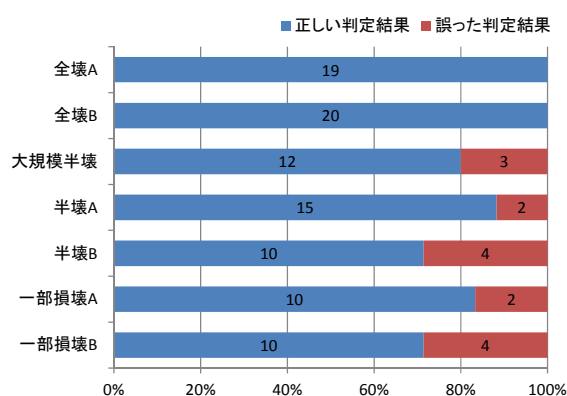


図-11 判定結果の正誤割合

(b) 壁の損傷程度・損傷面積の入力結果の分析

筆者らが、実証実験中に被験者の解答パターンを観察したところ、被験者が判定する上で、大規模に壁の剥落や脱落が生じている場合には、比較的容易に判定程度を決定していた。一方、「一部損壊」などで頻繁に生じている小規模なクラックなどを、どの程度の判定程度と評価すれば良いのかという点で悩み、判定程度の選択にバラツキが生じて、最終的な判定結果に影響を与えていると考えられる。そこで、最終的な判定結果に大きな影響を及ぼす壁の判定に着目して被験者の入力結果を分析する。

大規模半壊の判定に用いた写真を図-12に示す。写真を用いて判定を行った大規模半壊の壁1～壁4の損傷程度の入力結果を図-13に示す。正しい判定結果は、図中に赤色のバーで示した。壁1，壁2はそれぞれ、約86%（12人），約75%（11人）の正解率となっている。一方、壁3の正答率は約64%（9人）で約36%（5人）は被害程度を大きく見積もってしまっている。一方、壁4の正答率は約57%（8人）であり、約29%（4人）が被害程度を低く見積もってしまっている。写真を用いて行った大規模半壊の壁1～壁4の損傷面積の入力結果を図



図-12 大規模半壊の被害写真

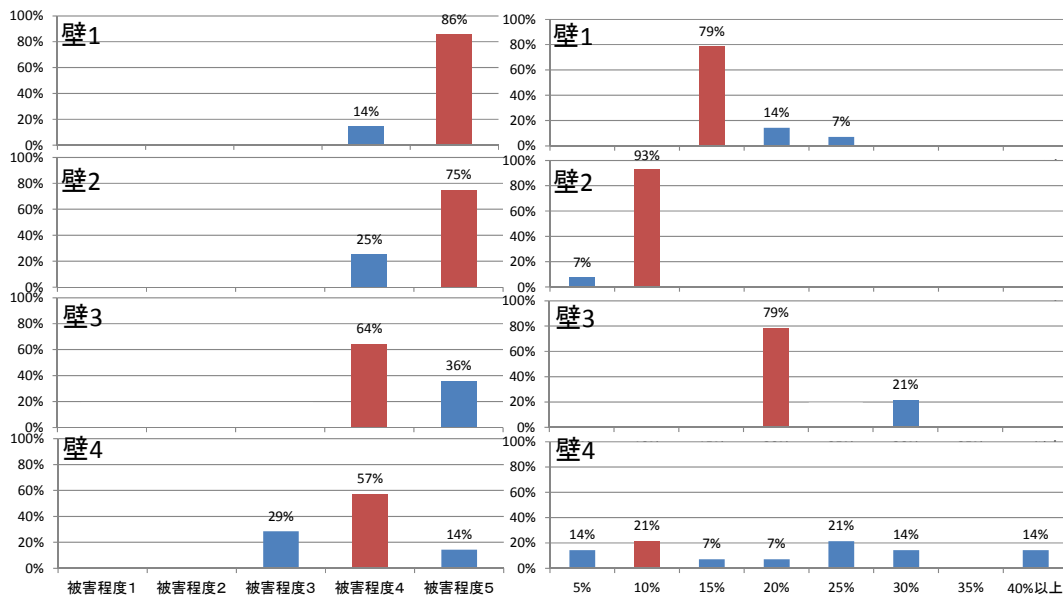


図-13 損傷程度の入力結果（大規模半壊）

図-14 に示す。壁 1～壁 4 の正しい損傷面積は図中に赤色のバーで示した。正答率は、壁 1 が 79% (11 人)，壁 2 が 93% (13 人)，壁 3 が 79% (11 人)，壁 4 が 21% (3 人) である。壁 1，壁 2，壁 3 では約 80%以上 (11～13 人) の被験者が正解している。一方、壁 4 では正答率が約 20% (3 人) であり正しく評価できていない。また、間違いの幅も大きい。壁 4 の回答がばらついた理由として、コンクリート壁の破断と仕上げ材の剥落により広い面積に渡って被害が生じていると判断されたと推測できる。

以上の結果より、大規模半壊は良好な判定成績である

図-14 損傷面積の入力結果（大規模半壊）

が、壁4のようなケースの場合に正確な判定を行うためには、写真の表示の工夫や被害程度の例示を見ながら判定できるサポート機能により被害程度・損傷面積の判定結果のばらつきを抑える工夫が必要と考えられる。

次に一部損壊Aを例に分析する。一部損壊Aの判定に用いた写真を図-15に示す。写真を用いて行った一部損壊Aの壁1～壁5の損傷程度の入力結果を図-16に示す。正しい判定結果は、図中に赤色のバーで示した。壁2，壁4，壁5の正解率は、約70～80% (10～12人) であり、壁1と壁3の正解率は、約40～50% (5～7人) であった。いずれの場合も、損傷程度を大きく見積もっているケー



図-15 一部損壊Aの被害写真

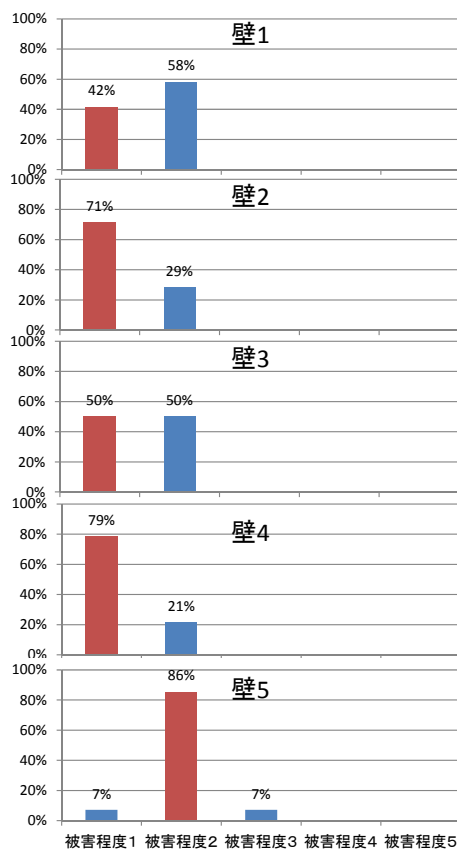


図-16 損傷程度の入力結果（一部損壊A）

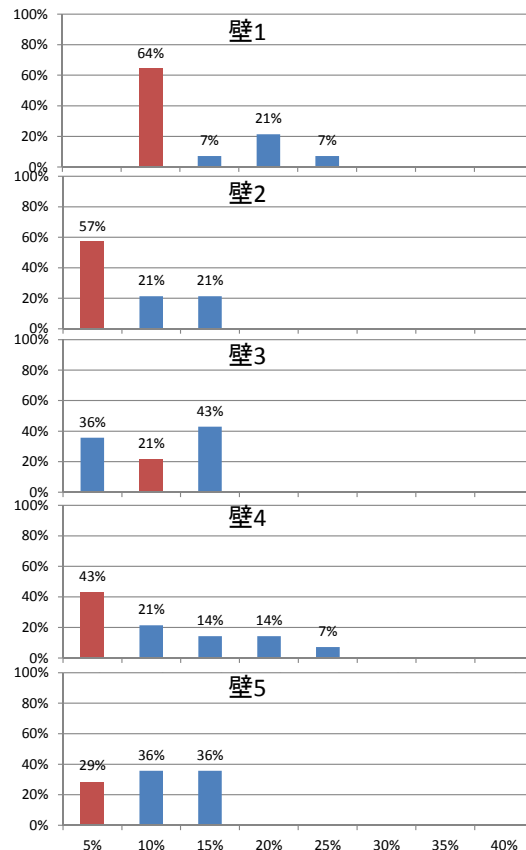


図-17 損傷面積の入力結果（一部損壊A）

スが見られる。一部損壊の被害の中心であるクラックは、表面のクラックと壁5のように剥落する可能性のあるクラックがあり、その程度を正確に見分けることが正確な判定につながる。写真を用いて行った一部損壊Aの壁1～壁5の損傷面積の入力結果を図-17に示す。正しい損傷面積は図中に赤色のバーで示した。いずれの場合も、損傷面積を過大に見積もってしまっている傾向が見られる。損傷程度の判断と同様であるが、一部損壊の被害の中心

であるクラックの範囲を正確に見定めることができれば正しい損傷面積の算出につながる。以上の結果から、クラックの入った壁の判定は難しいことがわかる。このような場合に正確な判定を行うためには、被害程度の例示を見ながら判定を行うことや面積算出用のメッシュを写真にオーバーラップさせ、被害面積を正しく判定できるような工夫が必要であると考えられる。

(3) アンケートによるシステムの評価

(a)被害の全体イメージについて

写真を用いて判定を行う際に、写真だけで被害の全体イメージをすることができたか否かが判定を行う上で非常に重要である。すべての被験者が写真を見ることで全体イメージをすることができたと回答している。特に、最初の画面で提示される、被害状況の俯瞰画面が有効であることが明らかとなった。

(b)システムの操作性について

画面の遷移や拡大機能などのシステムの操作性は、は判定結果にも大きく影響を及ぼす重要な評価項目である。操作性が悪い場合には、多くの写真を見ながら判定を行う判定員に多くの負担を強いることとなる。64%の被験者が「使いやすい」と回答している。一方、「使いにくい」と回答した被験者も、わずかに存在しているが比較的高齢な被験者であったためPCの使い方に慣れていない可能性が考えられる。しかし、判定員が高齢であることも考えられるため、PCの使い方に慣れていない判定員にも負担を感じることなく判定できる環境を構築する必要が考えられる。

(c)1次判定への適用可能性について

本研究で構築・開発したシステムが建物被害認定の1次判定に適したシステムであるか否かを評価を行った結果、すべての被験者が本研究で開発したシステムが建物被害認定の1次判定で適用可能であると回答している。その理由を図-18に示す。図より迅速性の担保や現場での調査時間の短縮など調査の効率性に関する評価が高いことがわかる。次いで、デジタルデータで管理ができる点や夜間・荒天でも認定が可能、危険な被災地に多くの支援要員が赴くことが不必要など写真による判定特有のメリットに関する評価が高い。その他にも、住民への説明が必要ないことなど現場で感じた苦労を軽減できるという評価があった。特に横浜職員からは、住民と接することなく判定ができる点が良いという評価があり、仙台市職員からは、一部損壊などの判定に赴くことが不要となるだけで、大幅に作業の効率化が図れるとの意見があった。さらに、半壊、大規模半壊、全壊などの建物の建物被害認定を実施できることで、1次判定の効率化はさらに増すとの意見を得た。一方、判定員は直接被災地に赴くことはないが、写真撮影員が被災地内の住宅に赴くため、写真だけで判定を実施することへの住民の理解を得ることやその説明を方法に関して課題が挙げられた。

(4)被験者とのディスカッションによる評価

横浜市職員からは、大規模地震災害時に莫大な数の建物被害に対して迅速に建物被害認定を実施できる点、住民に説明をしながら判定を行わずに済む点、デジタルデータですべての情報が管理される点が有効であると評価

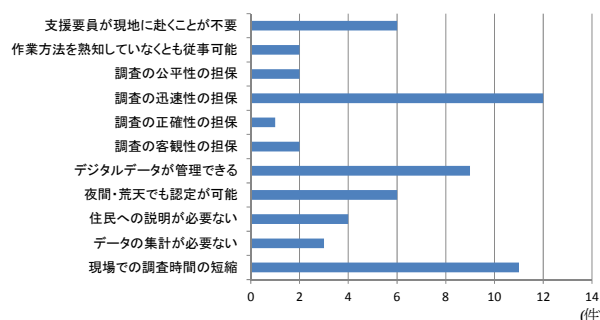


図-18 1次判定への適用可能性

を得た。さらに、行政が持つデータ、例えば住民基本台帳、課税台帳、建物現況図、GISデータなどを1つのプラットフォームで管理したシステムの中でこのシステムを運用する方法が考えられるとの意見もあった。一方、狭隘な都市空間に形成される住宅地で撮影された写真だけで判定が正確にできるか否かについては課題が残るとの指摘も受けた。

仙台市職員からは、遠隔建物被害認定システムを利用することで、1次判定は迅速に実施することが可能であり、一部損壊などの軽微な判定程度の被災住宅に赴き判定を行うという業務を削減できるだけで罹災証明書発行業務全体の大幅な迅速化につながるとの意見を得た。また、デジタルデータで管理されるので、住民からの公開要望や2次判定を実施する際にとても有効であるとの意見を得た。ただし、2次判定については、住民を納得させるという意味もあるため写真判定だけではなく、住民との対話が大切であるという指摘も得た。

6. まとめと今後の課題

本研究では、大規模地震災害時に活用する遠隔建物被害認定システムの開発を目指し以下の分析とそれらを踏まえた実証実験を実施した。はじめに、建物被害認定調査結果が調査項目から及ぼされる影響を分析した。その結果、屋根・壁・基礎の損傷項目のうち、壁の被害が判定結果に大きな影響を及ぼしていることが明らかとなった。さらに、損傷程度・損傷面積が判定結果に及ぼす影響を分析した結果、壁の損傷面積を正しく評価できない場合には、最終的な判定結果に誤りを生じることが明らかとなった。よって、正しい最終判定結果を得るためには、壁の評価に十分留意する必要があることが示された。

次に判定結果に及ぼす分析を踏まえて、遠隔建物被害認定システムの実証実験を東北地方太平洋沖地震で建物被害認定作業に従事した経験者を対象に実施した。その結果、筆者らが構築・開発している遠隔建物被害認定システムで建物被害認定の1次判定を実施した場合、被害程度が明確な被災住家の判定は可能である一方、損傷程度や損傷面積の評価が難しい場合に、より正確性を向上させる仕組みが必要であることが示された。今後は、実際

に現場からの写真をアップロードし、リアルタイムで建物被害認定調査を実施するシミュレーションを実施し、既存の手法と比較して本システムの運用することによる調査の効率性や迅速性の向上効果を検証したい。

参考文献

- 1) 災害に係る住家の被害認定基準運用指針，内閣府.
- 2) 堀江啓，重川希志依，牧紀男，田中聡，林春男：新潟県中越地震における被害認定調査・訓練システムの実践的

検証：小千谷市のり災証明書発行業務への適用：地域安全学会論文集(7)，pp.123-132，2005.

- 3) 田中聡：2007 年新潟県中越沖地震における建物被害認定調査プロセスに関する考察：柏崎市における再調査の事例，地域安全学会梗概集，(22)，pp.35-38 2008.
- 4) 藤生慎，大原美保，目黒公郎：大規模地震災害時における遠隔建物被害認定システムの開発と評価，日本地震工学会論文集第 12 巻第 7 号，pp.19-37，2012.

EVALUATION AND IMPLEMENTATION OF REMOTE BUILDING DAMAGE ASSESSMENT SYSTEM DURING LARGE SCALE EARTHQUAKE DISASTER

Makoto FUJIIU, Miho OHARA and Kimiro MEGURO

This paper developed the new system for building damage assessment using photos of damaged houses taken by residents or volunteer fire corps in damaged area. Specialists outside the damaged confirm these photos on the website and assess their damage levels. All the data used for building damage assessment is managed with GIS database on the management server located outside the damaged area under cloud condition. Furthermore, authors conducted operation test for some local government staffs to evaluate the effectiveness of developed systems.