

リアルタイム地震被害推定システムの開発



国立研究開発法人防災科学技術研究所
レジリエント防災・減災研究推進センター長 藤原 広行

1 はじめに

災害対策の基本は、事前に起こりうる被害を想定し対策を講ずることです。一方で、災害が発生した場合に、迅速に被害状況を把握し適切な初動体制の確立や災害対応につなげていくことも重要です。1995年阪神・淡路大震災における応急対策活動の遅れに対する反省から、被災状況を迅速に把握し、応急対策及び復旧・復興対策の各段階における情報を統合化し、総合的な意思決定を迅速に行うことの重要性が指摘されていました。内閣府では、地震防災情報システム及びそのサブシ

テムとして地震被害早期評価システムの整備、運用を行っています。その他にも被害推定システムは、地方公共団体、企業等の様々なレベルで構築されてきてはいるものの、推定精度の不足や、災害全体の俯瞰的な把握の困難性がこれまでも指摘されていました。

このような状況を踏まえ、防災科学技術研究所では、政府の総合科学技術・イノベーション会議が推進している戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の課題「レジリエントな防災・減災機能の強化」において、災害発生直後の初動対応の意思決定支援等に資することを目的として、大地震のような広域



図1 リアルタイム地震被害推定システムの概要

にわたる災害が発生した場合でも、被害全体をリアルタイムに推定、状況を把握することを可能とするリアルタイム地震被害推定・状況把握システムの研究開発を実施しています。以下では、開発が特に進んでいる、全国を対象としたリアルタイム地震被害推定システムの開発の現状について紹介いたします。

2 リアルタイム地震被害推定システムの概要

リアルタイム地震被害推定システム（J-RISQ）は、防災科学技術研究所が運用している強震観測網K-NE TやK i K-n e tの観測点で得られる強震データ、地方公共団体や気象庁の震度観測点で得られる震度情報を用い、微地形区分や広域地盤モデルから推定される各地点の揺れやすさを考慮した面的な地震動分布を推定し、それを入力とした震度曝露人口の推定や、建物種別や建築年代を属性として持つ建物モデルに複数の被害関数を適用することで建物被害推定を行います。J-RISQシステムの地震被害推定の概要を図1に示します。こうして得られるリアルタイム推定情報の一部（推定震度分布や震度曝露人口等）は、「J-RISQ地震速報」として、概ね震度3以上を観測した地震に対して、地震発生直後よりWeb公開を行っています（<http://www.j-risq.bosai.go.jp/>）。

J-RISQシステムでは、K-NE T及びK i K-n e tの強震動指標データ（計測震度、リアルタイム震度、加速度等）の他に、気象庁より提供される地方自治体や気象庁の計測震度データを受信しています。K-NE T及びK i K-n e tなどの観測データは地震が発生した後に同時に送られてくるのではなく、地震動が広がるにつれて順次それぞれの観測点から時間的にばらばらに送信されてきます。本システムでは、受信した計測震度2.5以上の観測点数があらかじめ設定して

いる閾値を超過した場合に被害推定を開始します。地震発生後可能な限り早期に被害推定情報を提供することを目的として、その時点で入手したデータを用いて推定を行い、逐次的に「報」を重ね、情報を更新していくことで情報の迅速性を確保しています。第1報は初めに震度データを受信してから1分程度で発表し、10分程度の間数報被害推定処理を実施し、被害推定情報を更新します。十数分後には最終版として、最終報を発表することになっています。

現在開発中の地震被害推定システムでは、具体的には、次のような手順で被害推定を行っています。最初に、各観測点から送られてくる地震観測データから工学的基盤面での地震動の分布を推定した後、工学的基盤からの地盤増幅率を考慮した地表での250 mメッシュ強震動指標を求めます。震度の面的な分布については、計測震度と地表最大速度との関係式を用いて、計測震度を地表最大速度に変換します。次に、求めた地表最大速度から地表での増幅率を除することで、工学的基盤最大速度を求めます。ここで用いる増幅率は、全国を対象として作成された地形・地盤分類250 mメッシュマップから求められた地表から深さ30 mまでの平均S波速度（AVS 30）に基づくものであり、それに増幅率とAVS 30との経験的な関係式を適用することで得られたものです。このような処理で得られた観測点直下の工学的基盤の最大速度から、逆距離加重を用いた補間法を用いて250 mメッシュに空間補間した後、増幅率を乗じて地表最大速度を推定し、震度の面的分布を算出しています。なお、関東や東海地域では、広帯域（0.1 Hz～10 Hz）の地震動特性を評価できるような地盤モデルの構築が進められており、これらのモデルによる増幅率を考慮した地震動の推定も行う予定となっています。

こうして予測された地震動の分布もとにし

て震度曝露人口、建物被害および人的被害を推定します。建物被害推定では、建物構造種別や建築年代などを考慮した被害推定手法を用いています。被害推定に用いる建物モデルについては、全国をほぼ網羅し現地調査によって作成されている住宅地図データ等を用いて、250 m四方のメッシュに分割したエリア毎に、建物構造分類や建築年等の被害推定に必要な属性を持つ建物モデル（全国約5,600万棟を対象）を作成しています。建物モデルの構造分類については、民間の不動産物件情報（約170万棟）の構造分類項目を木造・S造・RC造に整理し、不動産物件情報と住宅地図データを関連づけ、属性種別、階数、面積を用いて集計し、平成20年住宅・土地統計調査も参考して構造区分判定を行っています。建物年代の推定は、固定資産概要調書の「第38表年次区分による家屋に関する調」の19区分に分けられた年次区分を用いて年次毎の構造別の建物棟数推定を行っています。なお、現状では手法により推定結果にばらつきが生じるため、8種類の推定手法を用いて幅のある推定結果を出しています。人的被害では、平日・休日、月毎に1時間毎の滞留人口モデルを構築し、時間帯ごとの死者、重傷者、負傷者等を推定しています。

3 熊本地震での被害推定の状況

最大震度7を観測した2016年4月14日のM6.5の地震（以下、M6.5地震と呼ぶ）及び、4月16日に発生したM7.3の地震（以下、M7.3地震と呼ぶ）におけるリアルタイム被害推定は、以下のような状況でした。

M6.5地震においては地震発生から約29秒後にJ-RISQは第1報を発信し、約10分間で7報を発信しました。最終的には、1,091観測点の震度データを用い、震度6弱以上の曝露人口が約62万人、震度6強以上の曝露人

口が約29万人、建物被害推定結果は全壊棟数が約6千～1万4千棟程度、半壊棟数は約7千～3万3千棟程度となりました。建物被害の分布としては、江津湖の東側から益城町宮園地区にかけて長さ7km、幅1km程度の細長い領域に被害が集中する結果となりました。

M6.5地震から約28時間後に発生したM7.3地震では、地震発生から約29秒後に第1報を発信し、約11分間で8報を発信しました。最終的には、2,389観測点のデータを用い、震度6弱以上の曝露人口が約113万人、震度6強以上の曝露人口が約66万人、建物被害推定結果は全壊棟数が約1万2千～3万1千棟程度、半壊棟数は約1万6千～7万9千棟程度となりました。なお、後に入手した益城町宮園及び西原村小森の震度データを加味して再推定を行ったところ、全壊棟数が約1万6千～3万8千棟程度、半壊棟数は約1万8千～8万8千棟程度となりました。被害の分布としては、M6.5地震と同様の領域に加え、熊本市の東区や中央区等の広い領域で建物被害が多い地域が推定されました。これらの推定結果を、自治体の被害報告や空中写真を用いた建物判読等の実被害と比較すると定性的な空間分布は概ね整合する一方で、被害の量は実被害を過大に評価している傾向が見られました。J-RISQによる被害推定による全壊棟数分布と実際の全壊棟数分布の比較を図2に示します。

熊本地震による実被害データを用いた被害推定手法の改良については、現在検討中です。また、震度7を観測した益城町においては、M6.5地震で被災した建物がM7.3地震によりさらに被害程度が進行する例が多数見られました。益城町では、前震（4/14、Mj6.5）と本震（4/16、Mj7.3）の後、それぞれ空中写真が撮影され、その写真から住宅毎に被害程度が判読されています。そこで、これら

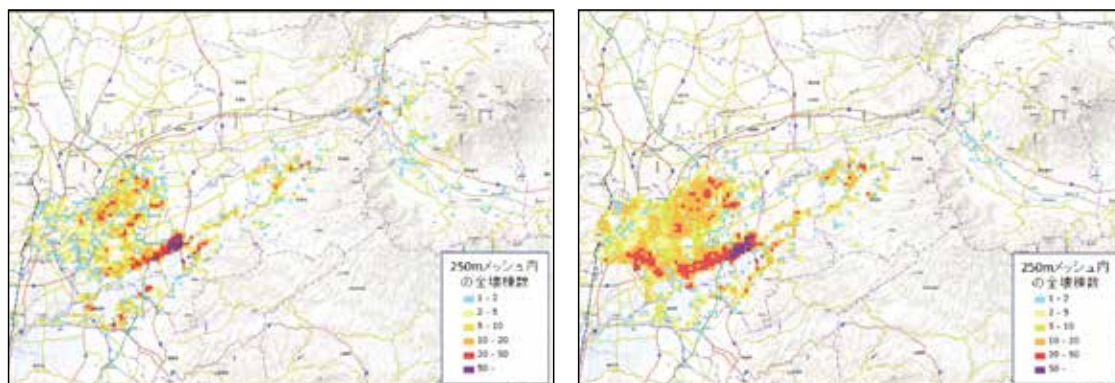


図2 実際の全壊棟数分布（左図）と熊本地震のJ-RISQによる被害推定による全壊棟数分布（右図）

のデータを利用して、建物の被害棟数の推定に、短期間に繰り返して強い揺れを受けたときの影響を反映する手法の開発を実施中です。

4 情報の提供とそれらの利活用に向けて

現状では、被害推定の結果は、インターネットからユーザ認証によりアクセス可能なWeb APIによる数値情報を提供するとともに、SIPに参加している研究者向けに推定被害結果を確認するための地図と表で表示した限定公開WebページおよびWMSを提供しています。Web APIによる情報提供は2016年1月から実験的にSIP共同研究機関への情報提供を開始しており、推定した被害推定情報は地震発生後に数値データをダウンロード可能となっています。また、Web APIを通して、SIPで開発が進められている府省庁連携防災情報共有システム（SIP4D）と連携し、他機関への迅速な情報提供を行っています。

さらに、リアルタイム被害推定情報を広く活用し、この情報を社会に実装するための企画を進めています。具体的には、本企画に参加して防災情報を活用したいと考えている民間企業、研究機関等で実験コンソーシアムを組織し、リアルタイム地震被害推定情報（震度情報、建物被害情報、人的被害情報等）の

利活用について検討するためのテストフィールドを提供する場を実験的に構築し、その場を介して実際にデータ受信し活用して頂き、それぞれの立場におけるアイデアによって、BCP・BCMへの活用、付加価値の生成、新たな情報提供サービスなどへの活用など検討していきたいと考えています。

5 おわりに

現在開発が進んでいるリアルタイム地震被害推定システムにより、熊本地震に対して地震発生後10分程度で、地震動、震度曝露人口分布、建物被害棟数分布を推定することができました。実際の被害状況との比較では、推定で得られた益城町で見られる被害の帯状の空間分布は、これまで報告されている実際の被害状況と調和的なものであることがわかりました。一方で、全体的に推定結果は実被害を過大評価している可能性があることも分析の結果わかってきており、今後、建物等の被害の詳細な調査に基づく被害推定結果の精度検証と精度向上を目指した改良を行う予定となっています。

