

地震災害を想定した被害情報の統合分析アルゴリズムの構築

国土技術政策総合研究所 正会員 ○長屋 和宏、松本 幸司
岐阜大学 能島 暢呂、(株)長大 佐々木 卓、馬場 彰文

1. はじめに

南海トラフ地震などの大規模地震による被災への対応では、限られた人員や資機材を効果的に配置することが求められる。そのため、いち早く被災の全体像を把握して応急活動の優先順位を判断することが不可欠であり、「情報空白時間・地域」を可能な限り排除することが求められる。国総研では、地震直後に入手可能な地震動分布に基づく施設被害推測情報を起点として、時系列に応じて入手される施設点検情報などを用いて情報を更新することで、災害対応従事者の意思決定を支援するシステムの開発を進めている。

本研究は、被害推測情報と点検情報を統合分析し、情報の確度を向上させる、分析アルゴリズムを開発するものである。

2. 情報分析アルゴリズムの概要

(1) 取り扱う情報項目

本研究における分析対象は、道路施設としており、情報の統合分析アルゴリズムでは、表-1に示す地震発生直後に入手される推計地震動分布に基づく施設(橋梁、盛土、斜面)の被害推測情報¹⁾と順次報告される点検情報を用いる。

(2) 情報分析アルゴリズムのフロー

統合分析アルゴリズムのフローを図-1に示す。情報の統合分析に先立ち、地震発生後に得られる被害推測情報から事前確率標本を生成する。その後、施設点検情報が入手される度に被害推測情報の確度を向上させる更新処理を逐次行う。更新処理では、点検情報を各施設に紐付け、ベイズ推計に基づく更新処理²⁾を行い、分析結果をシステムに表示するとともに次の更新処理に用いる事後確率標本を生成する。以降、全施設の点検終了まで、逐次更新処理を繰り返す。

3. 被害推測情報と点検情報による逐次更新処理

(1) 事前確率標本の生成

被害推測情報は、例えば橋梁では、設計に用いた道路橋示方書の年次や構造形式などに応じた分類と地震動強さ(SI 値/震度)によって、各施設の被災度を推測している。各施設の被災度を分析結果に反映するため、同様の被災程度を有する施設を「推測による被災区分(橋梁：道路橋示方書の年次及び SI 値、盛土：盛土高さ及び SI 値、斜面：対策の要否及び震度階)」に類型化し、表-2 に示すような事前確率標本を作成する。

(2) 逐次更新処理の実施

1) 点検情報の反映方法

点検情報では施設の異常は、「全面通行止」、「車線規制」の交通への影響が登録されるが、どの施設がどのような被災をしているかといった、詳細な被害状況は登録されない。このため、逐次更新処理では、表-3 に示すよ

表-1 取り扱う情報項目

時系列	情報項目	備考
発災後 30分	推計地震動分布	・250mメッシュ毎の震度、SI値、最大加速度 ※分析対象エリア/施設の抽出に使用 (震度5弱以上等)
	被害推測 情報	・橋梁 ・各施設の推測結果(被災度A,B,C,D)
		・盛土 ・各施設の推測結果(危険度大,中,小)
		・斜面 ・各施設の推測結果(被災リスク大,中,小,極小)
30分 ~90分	点検情報	・点検進捗(実施済み区間,未実施区間) ・点検結果(災害地点:全面通行止,車線規制) ※点検進捗、点検結果は逐次登録される
		・点検結果1 ・ ・ ・点検結果m

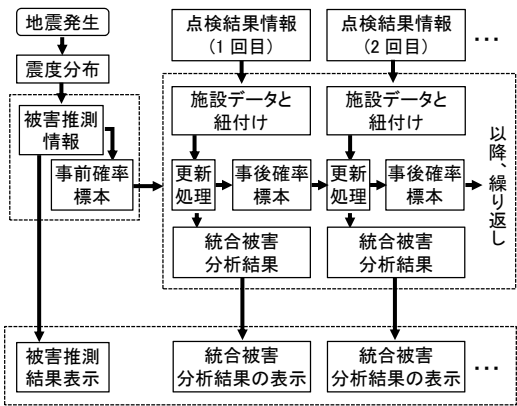


図-1 統合分析アルゴリズムのフロー

表-2 事前確率標本の作成例

(推測による被災区分：道路橋示方書 H2 以降
対象施設：橋梁、想定地震：南海トラフ地震)

SIランク	被災度A	被災度B	被災度C	被災度D	橋梁計	総計
SI ≤ 40	11	19	100	53	183	271
40 < SI ≤ 60	6	9	15	15	45	
60 < SI ≤ 80	8	6	10	7	31	
80 < SI ≤ 100	3	0	0	0	3	
100 < SI	5	3	0	1	9	

うに、交通への影響が報告された場合に付近の施設を抽出し、当該施設を「異常あり」として扱い、その被災度は推測情報に従うものとした。また、点検進捗において問題なく「実施済み」と報告がされた区間内の施設は「異常なし」として取り扱うこととした。

2) 逐次更新処理

事前確率標本(n'0、M'0)および点検情報(n0、M0)、被災区分(K)を基に、推測による被災区分(k)毎の統合被害分析結果を算出する。

なお、被災区分(K)は、被害推測情報の判定項目数を示し、橋梁の場合はK=4(被災度 A/B/C/D)、盛土はK=4(危険度大/中/小/無)、斜面は K=5(被災リスク大/中/小/極小/無)としている。

統合被害分析結果 =
$$\frac{n_{0k} + n'_{0k} + 1}{M_0 + M'_0 + K}$$

大きな地震動を受けた地域では、甚大な被害が発生し、点検の実施および被災情報の入手が困難となることが想定される。しかしながら、ベイズ推計を用いた逐次更新処理では、点検情報がない事前確率標本分類の施設は、処理が実施されないため、過度な施設の類型化はベイズ統計の特性が活かさない可能性がある。このため、図-2 に示す形で点検済み施設数が少ない状況においても、統合分析が可能となるように、SI ランク毎に集約した点検情報をもとに更新処理を行うものとした。

3) 分析結果による施設状況の判定

統合被害分析結果は、図-3 に示すように、未点検施設における推定被災ランクの確率値として表現される。

しかしながら、意思決定支援を目的としたシステムにおける分析結果の表示では、被害の有無が重要である。

このため、被害有無の表示判定を行った後、被害有りの場合は各施設の被害ランクの最大値を表示する。

4. 情報分析アルゴリズムの検証

南海トラフ地震(想定)における被害推測情報をもとに、点検結果情報を逐次与え、橋梁の被災度、盛土の危険度、斜面の被災リスクの統合被害分析結果の検証を行った。点検の進捗に伴い、「推測による被災区分」毎に被害分析結果が反映され、被害推測情報の確度が向上されることを確認した。(図-4)

5. まとめ

災害対応従事者の意思決定支援のための情報提供を目的とした、被害情報の統合分析アルゴリズムを構築した。今後、実際の地震時におけるデータを用いた検証を通じ、各パラメータの調整を行う。さらに、現場で活用される情報提供を踏まえたシステム開発を行う。

参考文献

1) 長屋和宏他：震後対応における意思決定を支援する即時震害推測システムの開発、第 35 回地震工学研究発表会講演論文集、講演番号 C13-874、2015.10. 2) 能島暢呂：被害推定の逐次更新機能を有する緊急対応の意思決定支援シミュレータの開発、地域安全学会論文集 No.9、2007.11

表-3 分析時の点検情報と被害推測情報の対応

点検情報	被害推測情報			施設の異常有無
	橋梁	盛土	斜面	
・点検結果 (全面通行止、 車線規制)	・被災度A ・被災度B ・被災度C	・危険度大 ・危険度中 ・危険度小	・被災リスク大 ・被災リスク中 ・被災リスク小	有
・点検進捗 (実施済み区間)	・被災度D (被災無)	・危険度無	・被災リスク極小 ・被災リスク無	無
・点検進捗 (未実施区間)	未点検のため、対象外			

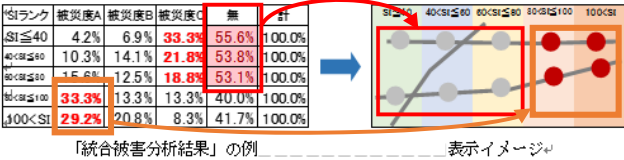
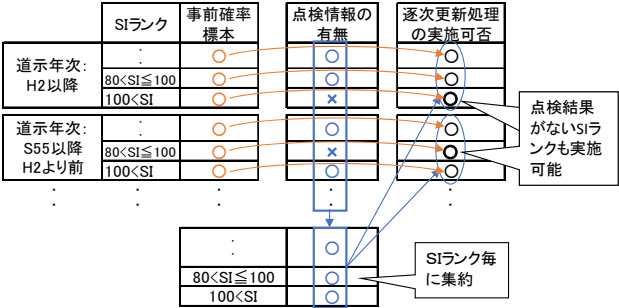


図-3 分析結果の表示例(橋梁)

