

地震の発生確率を考慮した橋梁構造物の地震被害推定手法

土木研究所
土木研究所
土木研究所

寒地土木研究所
寒地土木研究所
寒地土木研究所

正会員
正会員
正会員

○ 佐藤 京
西 弘明
今野 久志

1. はじめに

地震被災後、二次災害抑制や迅速な災害復旧の実施には、事前対策に加え、シミュレーション等ソフト的に地震被害を軽減するための道路構造物の被害推定技術を確立することは重要である。既報¹⁾では、北海道で想定される全地震発生源に起因する地震によって生じる道路構造物の被害推定手法を提案した。この考え方は、最悪の被害シナリオと言える。これらに基づいてリスク抑制を実施するためには、事前対策に多大な費用を要する。そこで、リスクレベルに応じた事前対策の優先順位の設定を行うことが肝要である。これを判断する一つの方法として地震の発生確率を考慮した地震荷重により被害推定を行うことが挙げられる。

本論文では、地震発生確率を考慮した橋梁の被害推定を行い、この被害推定手法の検証を行う。

2. 地震の発生確率を考慮した地表面の最大速度を算出するアルゴリズム

地震の発生確率を考慮した地震荷重の算出方法について概説する。なお、発生確率の求め方については省略する。

各地震発生源による基盤の地震荷重を距離減衰式²⁾を用いて求め、地盤の増幅度を用いて地表面の最大速度を地震荷重として算出³⁾する。その地震荷重に事象発生確率比を乗じることで、確率論的地震荷重が定義できるものと仮定した。なお、事象発生確率比を地震発生確率比とする。

α 年間に β %の地震発生確率に対して、ある地震発生源 i の α 年間の発生確率を β_i %とすると地震発生確率比 R_i は、式(1)のように表せる。

$$R_i = \beta_i / \beta (R_i \leq 1) \dots\dots\dots (1)$$

この地震荷重を「 α 年 β %地震荷重」と呼称する。

3. 被害予測結果

ここでは、 α を50年に β を10%として地震被害推定を行い、発生確率を無視した場合と比較して検証を行う。なお β_i は、内陸直下型で0.1~2.0%に、海溝型で20~90%の値に設定している。地震調査研究推進本部で発表されているもの、もしくは兵庫県内部地震の前の断層の発生確率などを参考に決定した。また表-1に示す通り、橋梁の被害は無被害か

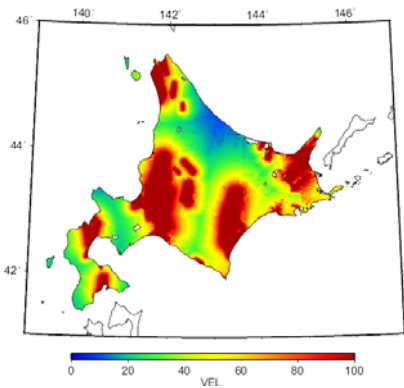
ら大被害まで4種類に分類し、そのしきい値は過去の地震被害の経験から決定している。

(1) 地表面の最大速度分布

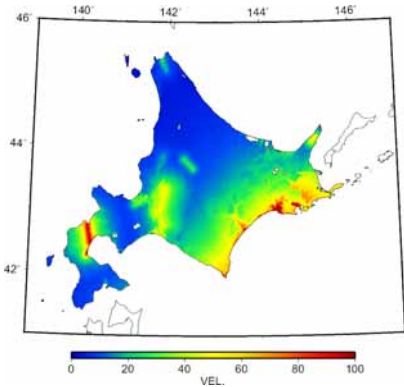
図-1(a)と(b)に発生確率を無視した場合と考慮した場合の地表面の最大速度分布をそれぞれ示す。ここで、(b)の地震荷重の呼称は「50年10%地表速度」になる。図-1(a)では、内陸活断層による地震の影響が大きく、その付近では80cm/s以上の大きな値を示している。これに対し、同図(b)

表-1 被害レベル別の被害指標と予測橋梁数

被害レベル	被害指標 (cm/s)	予測橋梁数	
		確率無視	確率考慮
無被害	~ 25	532	2,317
軽微被害	25 ~ 40	1,133	869
中規模被害	40 ~ 60	732	173
大規模被害	60 ~	996	25

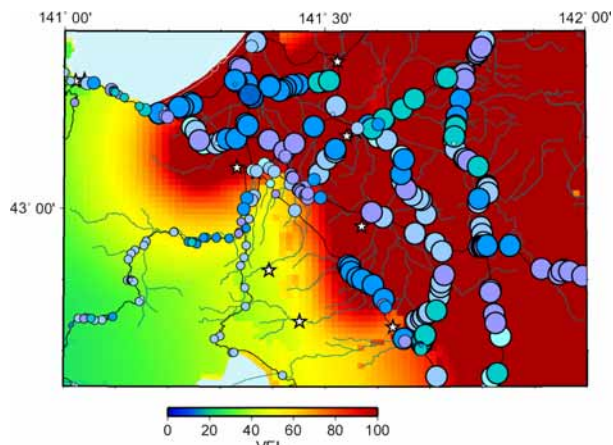


(a) 発生確率を無視した場合

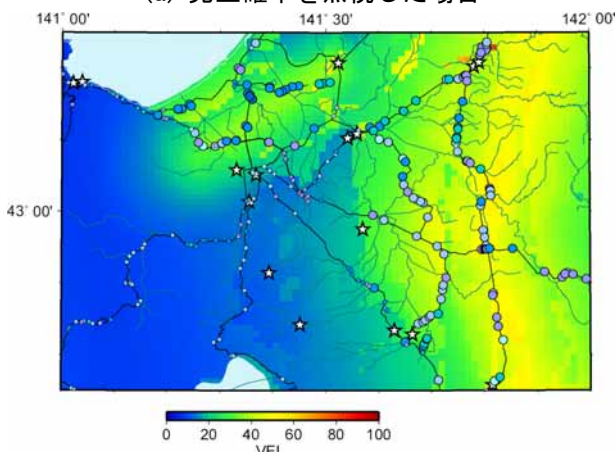


(b) 発生確率を考慮した場合

図-1 地震の発生確率を無視した場合と考慮した場合の地表面最大速度

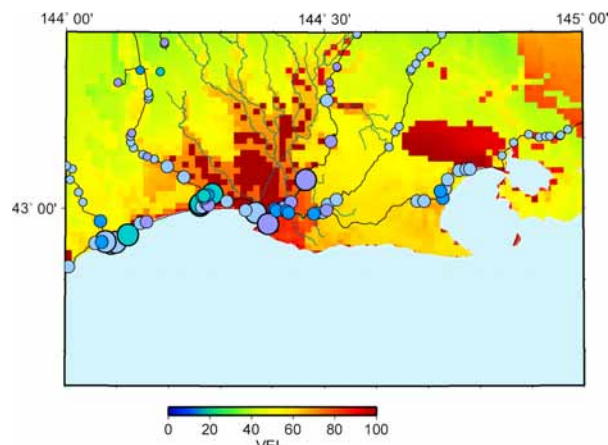


(a) 発生確率を無視した場合

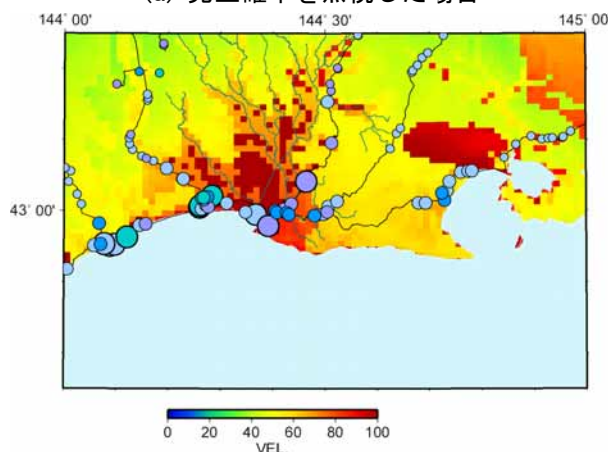


(b) 発生確率を考慮した場合

図-2 札幌市周辺における地震被害マップ



(a) 発生確率を無視した場合



(b) 発生確率を考慮した場合

図-3 釧路市周辺における地震被害マップ

では、太平洋岸に面した地域では発生確率の高い海溝型地震による影響が大きいため、発生確率の影響は殆どない。

(2) 地震被害マップ

ここでは、北海道の都市機能の中心である札幌市周辺と、過去に十勝沖地震による被害を幾度か受けている釧路市周辺を対象として、図-2と図-3に示すように地震被害マップを作成し確率を考慮した結果について検証した。なお、図中の丸印が橋梁構造物で、径が大きい方が大きな被害を、また色が濃いほど古い示方書で設計されたことを意味している。

図-2から明らかなように、札幌市周辺は内陸活断層による地震危険度が高いため、発生確率を考慮することで大規模被害となる橋梁はなくなる。

しかし、図-3に示した海溝型の地震危険度が高い釧路市周辺においては、発生確率を考慮したケースにおいても、大規模被害あるいは中規模被害と判定される橋梁数は、ほぼ同程度である。そのためこの地域では、大規模被害が予測される橋梁に対し、事前対策を行う必要性が高い。

4. まとめ

本論文では地震の発生確率を考慮した、橋梁構造物の地震被害マップを作成し、札幌市と釧路市の周辺地域を対象として被害推定手法の検証を試みた。その結果、内陸活断層が幾つかある札幌市周辺では、発生確率を考慮することで被害橋梁が少なくなることで、また海溝型地震による危険度の大きい釧路市周辺では発生確率を考慮しても、被害橋梁の数および分布は変わらないことが明らかとなった。今後、これらの被害マップを有効に活用して、地震被害の軽減に生かせるよう更なる検証を続けていきたい。

参考文献

- 1) 佐藤京, 西弘明: 地震被害マップを用いた橋梁構造物の地震被害の推定, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, VI-178, pp. 355-356, 2009.9
- 2) 司宏俊, 翠川三郎: 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 第523号, pp. 63-70, 1999.9
- 3) 佐藤京・西弘明・上明戸昇・池田隆明: 北海道の地震動観測記録を用いた表層地盤の増幅推定, 構造工学論文集, Vol.54A, 256-265, 2008