

阪神高速道路における高架橋を対象とした地震被災度推定システム

阪神高速道路(株) 正会員 ○丹波 寛夫, 正会員 西岡 勉
(株)建設技術研究所 正会員 上塚 晴彦, 正会員 松本 崇志

1. はじめに

兵庫県南部地震では、地震直後の被害情報の収集に困難を極めたことから、地震後の初動体制の円滑な構築が重要な課題であった。そこで阪神高速道路では、その教訓から橋脚等の耐震補強といったハード面の対策だけでなく、被害予測の推定など防災活動を支援するためのソフト面の対策を進め、平成11年度に総合防災システムを構築した。総合防災システムには、現在設置されている地震計の観測記録をもとに、地震発生直後の各路線の被害状況がリアルタイムに推定可能である地震時被害推定機能が搭載されている¹⁾。

ここで、総合防災システムは設置から10年以上が経過し、システムの更新に併せて被災度推定システムの再構築の検討を進める中で、既存システムの課題を整理し、さらなる被災度推定精度の向上を図ることを検討したので、本稿ではその概要について報告する。

2. 地震被災度推定システムの概要

過年度までに作成した地震被災度推定システム(以下、「旧システム」という.)を改良することを基本とし、図-1に示すフローに従い再構築することとした。

(1) 地震強度データ

旧システムでは、被災度推定を行うための地震強度指標として、阪神高速が所有する地震計データ(19箇所)より算定するスペクトル強度(SI'値)のみを用いていたが、新たに気象庁震度階データ(阪神高速沿線の81箇所)も用いることとした。なお、阪神高速道路の橋脚の固有周期が0.2~1.2(sec)に集中していることから、SI'値は(1)式のとおり定義している。

$$SI' = \frac{1}{1.0} \int_{0.2}^{1.2} S_v(T, h) dT \quad (1)$$

ここで、 S_v : 速度スペクトル, T : 橋脚の固有周期, h : 橋脚の減衰定数(0.05)

(2) 地震強度指標の補間手法

旧システムにおいて、評価点のSI'値の推定は、図-2に示すように、表層地盤の影響を排除するため、観測点地表面のSI'値を基盤面でのSI'値に変換し、基盤面での補間の後、評価点地表面のSI'値に変換しており、それを踏襲することとした。

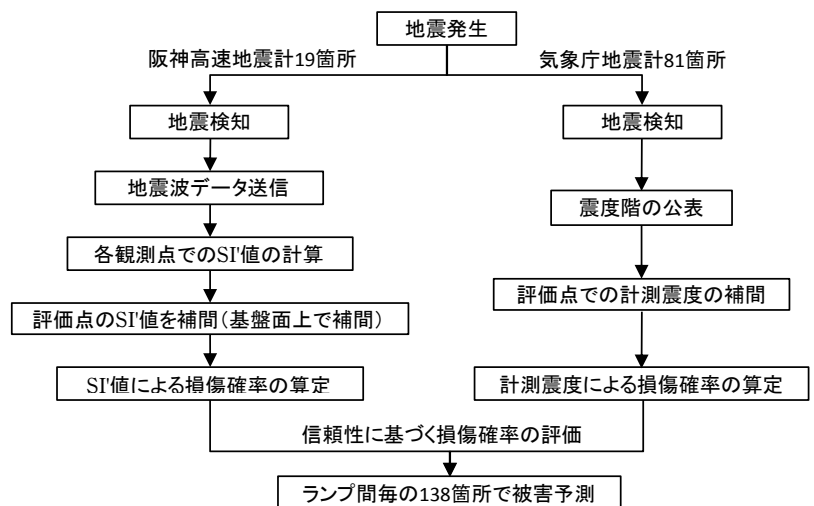


図-1 被災度推定システムの構築フロー

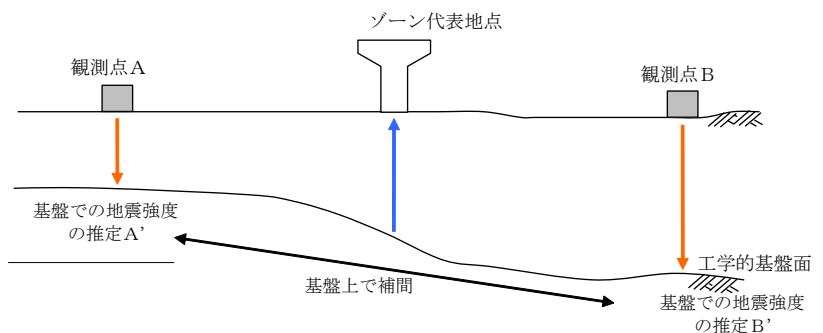


図-2 評価点でのSI'値の推定模式図

キーワード 高架橋, 地震防災, 被災度推定, クリッピング法

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路(株)技術部技術開発課 TEL. 06-4963-5607

一方、気象庁地震データは、地表面での距離補間とした。なお、補間手法については、いずれの指標についても、任意の点の平均と分散を評価することができ、また観測点の SI 値あるいは計測震度はその値を得ることができるクリギング法を採用した。

(3) 信頼性に基づく損傷確率の評価

評価点における損傷確率の算定にあたっては、SI 値及び計測震度から算出された損傷確率が図-3 のように得られるので、それぞれの平均と分散を用いて、(2)式により算出することとした。

$$\mu = \frac{\sigma_1 \mu_2 + \sigma_2 \mu_1}{\sigma_1 + \sigma_2}$$

(2)

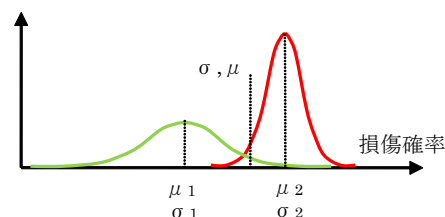


図-3 損傷確率イメージ

ここで、 μ_1 ：計測震度に基づく損傷確率の平均値、 σ_1 ：計測震度に基づく損傷確率の偏差

μ_2 ：SI 値に基づく損傷確率の平均値、 σ_2 ：SI 値に基づく損傷確率の偏差

(4) 損傷レベルの設定

被害曲線を算出するための損傷の定義として、地震時に点検・補修の要否が問われる橋脚の応答塑性率 μ が 1.0 以上となる損傷（レベル C）を対象とした。

(5) 被害曲線の設定

SI 値については、旧システム構築時に、阪神高速の橋脚 1425 基に対して 128 波の地震応答解析を実施し、応答塑性率 μ が 1.0 を超過する確率を算定し、対数正規分布として近似曲線を設定している。被害曲線の一部を図-4 に示す。なお、この図には、平均値の被害曲線を実線で、平均値 $\pm 1\sigma$ の被害曲線を点線で示している。一方、計測震度については、同じく橋脚 1425 基に対して 84 波の地震応答解析を実施し算定した。

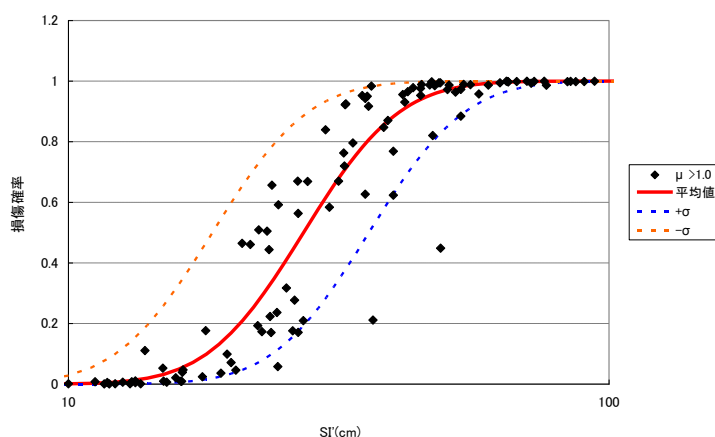


図-4 橋脚の被害曲線

3. 試算結果

今回のシステムの妥当性を検証するため、平成 18 年 12 月に中央防災会議が公表している想定地震動「上町断層 (M7.6)」を対象としたシミュレーション検証を行った。試算結果の一例として、被害確率の平均値を図-5 に示すが、気象庁の計測震度情報を取り込んでいるため、旧システムより精度が向上されているものと考えられる。

4. まとめと今後の課題

地震直後における初動体制の円滑な構築を目的として、阪神高速の地震計データと気象庁震度階データを用いて、地震被災度を推定するシステムを再構築した。試算の結果、旧システムより精度が向上されているものと考えられる。

なお今回は、関西地震観測研究協議会等の他機関で入手された地震データを自動で取り込み被災度推定するまでには至らなかった。今後これらのデータを有効に利用することも検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 加賀山泰一，澤登善誠，奥西史伸：地震時被害推定機能の開発，阪神高速道路公団技報第 18 号，平成 12 年 6 月

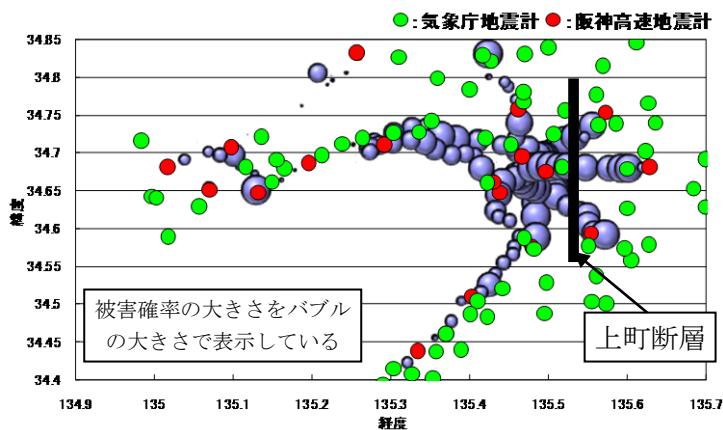


図-5 SI 値及び計測震度に基づく被害確率の平均値