

地震計ネットワークを使った公共土木施設の即時震害予測手法

建設省土木研究所	正会員	濱田 禎
建設省土木研究所	正会員	杉田秀樹
建設省土木研究所	正会員	金子正洋

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、危機管理策の充実を図ることで被害の軽減を図る、ソフト的地震防災へのニーズが高まっている。建設省土木研究所及び関東地方建設局でも、情報の有効活用による被害軽減を目標とする即時震害予測システムの開発を実施し、平成9年より試験運用を行っている。これは、管内に配置された地震計によって得られる地震の観測情報をもとに、各管理施設の被災状況を大まかに予測し、震災直後の情報の少ない段階において公共土木施設管理者の意志決定をサポートするものである。昨年度はシステムの概要について報告した。今年度は、液状化及び橋梁被害の予測手法について報告する。

(関東地建)

2. 震害予測システムの概要

本システムの構成を図－１に示す。本システムは、地震計ネットワークにより関東地方建設局管内 112 箇所（全 122 基）分の最大加速度及び SI 値等（以下、地震動特性値という）を通信サーバーに収集し、これより管理道路及び堤防沿いの地震動特性値の分布を推定し、さらにこれを用いて道路及び堤防沿いの液状化と構造物（橋梁）の被害を概略予測する。観測地点数及び予測地点数を表－１にまとめる。また、予測のフローを示すと図－２のようになる。地震発生から全ての予測計算終了までの目標時間は、地震発生から道路管理者が参集し点検の体制を整えるまでに要する時間として 15 分としている。

3. 被害予測の方針

道路沿いの液状化及び橋梁被害予測の結果は大・中・小・なしの4段階で表す。これらはそれぞれ道路が以下のような状態にあることを想定している。

大：長期間車両の通行が不可となる可能性あり。

中：応急対策を施すことにより、ある程度の期間で車両の通行が可能。

小：応急対策を施すことにより、比較的短期間で車両の通行が可能。

なし：車両の通行のために対策を施す必要なし。

液状化危険度を評価するための指標としては液状化に対する抵抗率 F_{12} に基づいて算出される液状化指数 P_L を用いる。 P_L 値により上記の4段階の評価を行うためには、 P_L 値がいくらであれば液状化危険度がどの

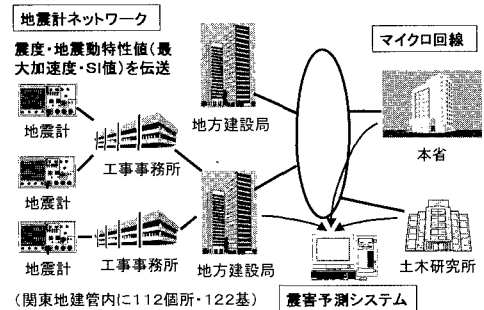


図-1 システム構成

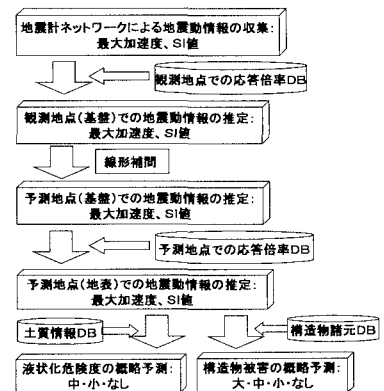


図-2 予測のフロー

表-1 観測地点数及び予測地点数

	地点数	備考
観測地点	112 (全122基)	・予測地点の特性値の推定に使用しているのはうち79
路線液状化 予測地点	6,028	・管理道路全線を対象
堤防液状化 予測地点	256	・平成7年に実施した耐震点検(概略)の対象となった区間
橋梁被害 予測地点	1,424	・予測用閾値設定済み橋梁は103

表-2 P₁～液状化危険度マトリクス

液化化危険度	大	中	小	なし
P_1 の範囲	一	$P_1 > 15$	$15 \geq P_1 > 5$	$5 \geq P_1$

キーワード：地震防災、被害予測、危機管理、公共土木施設

連 絡 先：茨城県つくば市旭1番地 (TEL)0298-64-3245 (FAX)0298-64-0598

段階に相当するのかの判断基準が必要となる。本システムにおいては、土木研究所による既往の事例分析³⁾に基づき、判断基準として表-2のように P_L ～液状化危険度マトリクスを設定した。河川堤防沿いの液状化予測についても、道路との整合を考慮して表-2のマトリクスを共通して用いる。また橋梁について、上記の4段階にその被災形態を分類すると、表-3に示す部材被災度～橋梁被災度マトリクスのようになる。本システムではこれに従って各部材ごとに発生した地震による被災度を判定し、そのうち最も被災度が高いものをその橋梁の被災度とする。各部材の被災度は観測値をもとに予測される橋梁位置でのSI値を、表-4のSI値～部材被災度マトリクスに対応させて判断する。なお、表-4のマトリクスは解析結果及び被災事例に基づいて設定したものである。

4. 閾（しきい）値の設定

予測にあたっては計算時間の短縮を図るため、3.の大・中・小・なしの各段階に判定されるのはどの大きさの地震動が作用した場合か（液状化は最大加速度、橋梁はSI値）を予め計算しておき、これを閾値としてデータベースに持たせている。地震が発生した際には、観測値をもとに予測される当該個所の地震動特性値と閾値との大小比較を行うことにより被害程度が判定される。図-3及び以下の①～④に例として橋梁被害予測の一連の流れを示す。

- ①橋梁諸元データの収集…各橋梁の諸元に関するデータを既往の耐震点検の結果等から収集する。
- ②部材ごとの閾値算出…①で収集した諸元データを加工し、表-4に従い部材ごとに閾値を算出する。
- ③橋梁全体の閾値算出…部材ごとに算出された閾値を比較し、最も弱い部材の閾値をその橋梁の閾値とする。これをデータベースとして震前に保有しておく。
- ④予測計算…地震後、4.の手法によって推定される予測地点のSI値と閾値とを大小比較し、被災度（大・中・小・なし）の判定を行う。図-4に予測結果の表示画面を示す。

5. 今後の課題

今後は観測データの蓄積を図り、実事象と予測結果の整合を図るべく、液状化及び橋梁予測の閾値に補正を行う必要がある。

参考文献：1)濱田祺他、地震動特性値分布の即時予測手法に関する研究、第24回地震工学研究発表会、pp193、1997、2)道路橋示方書・同解説V耐震設計編、pp91、（社）日本道路協会、平成8年12月、3)常田賢一他、地震時における差室地盤の液状化判定法と耐震設計への適用に関する研究、土木研究所資料第1729号、pp98、昭和56年9月

表-3 部材被災度～橋梁被災度マトリクス

部材	被災度大	被災度中	被災度小	なし
RC橋脚 (曲げ破壊)	終局	終局～降伏		降伏未滿
RC橋脚 (せん断破壊)	破壊	破壊～軽微な損傷		軽微な損傷
鋼製橋脚 支承	座屈	座屈～軽微な変形		軽微な変形
	破壊	損傷(高さの 高い支承)	損傷(高さの 低い支承)	軽微な損傷
基礎 (流動化)	—	大規模移動	大規模移動 ～軽微な移	軽微な移動

表-4 SI値～部材被災度マトリクス

		被災度大	被災度中	被災度小	被災度なし
RC橋脚 (曲げ破壊)	適用示方書	SI>30	30≥SI>10	10≥SI>5	5≥SI
	昭和55年以前	0.2>khy	50≥SI>30	30≥SI>10	10≥SI
		0.4>khy≥0.2	SI>50	50≥SI>30	30≥SI
		khy≥0.4	SI>50	—	50≥SI
	無し	0.5>khy	SI>100	100≥SI>50	50≥SI>30
		khy≥0.5	SI>50	50≥SI>30	30≥SI>10
	昭和55年	—	SI>50	50≥SI>30	30≥SI>10
	平成2年	—	khy≥0.5	SI>50	50≥SI>30
		—	khy>0.6	SI>50	—
	復旧仕様以降	—	khy≥0.6	SI>100	100≥SI>50
RC橋脚 (せん断破壊)	適用示方書	せん断支間比			
	昭和55年及びそれ以前	h/d<3	SI>50	50≥SI>30	30≥SI
鋼製橋脚	適用示方書				
	昭和55年以前		SI>50	50≥SI>30	—
	昭和55年		SI>50	50≥SI>30	—
	平成2年		SI>50	50≥SI>40	40≥SI>30
	復旧仕様以降		SI>100	—	100≥SI>50
支承	型式				
	免震支承	—	—	140≥SI>50	50≥SI
	金属支承	SI>140	140≥SI>50	50≥SI>20	20≥SI
	金属支承	SI>50	—	50≥SI>20	20≥SI
	折かけ長が不足	SI>50	—	50≥SI>20	20≥SI
基礎	設置条件				
	水際線から100m以内	—	PL>20	—	20≥SI

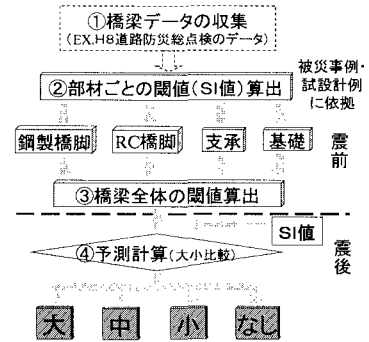


図-3 橋梁被害予測の流れ

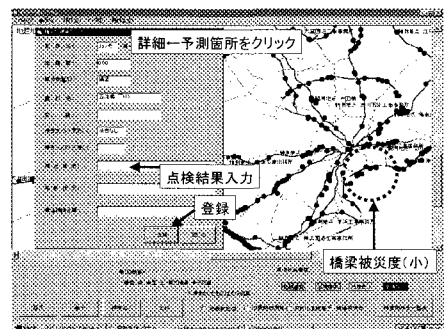


図-4 橋梁被害予測結果の表示画面