

GIS データを活用した道路橋の地震損傷予測

(株)ニュージェック 正会員 ○ 保田敬一 大阪市 正会員 辻本栄一
香川大学工学部 正会員 白木 渡 (有)シーエーイー 正会員 伊藤則夫
香川大学工学部 正会員 井面仁志 関西大学工学部 正会員 堂垣正博

1. まえがき

橋梁の設計・製作・架設・維持管理におけるそれぞれの段階には多種多様の情報が必要で、かつその都度新しい情報が生み出される。これらをデータベース(DB)化すれば、橋梁カルテができあがり、橋梁群を一元管理できる。これまでもさまざまな橋梁 DB が提案されてきたが、あまりに情報技術の進展が著しく、瞬間に陳腐化する感否めない。

近年、情報の効率的な蓄積と活用が可能な地理情報システム(GIS)が注目されている。ここでは、阪神高速道路の3号神戸線と5号湾岸線における橋脚の構造特性と兵庫県南部地震での被害状況を GIS 上で DB 化した後、危険度の高い橋脚の特徴を数量化理論 類で分析し、自己組織化マップ(SOM)で可視化した。GIS 上に構築した DB と、将来に発生が予測されている紀伊半島沖・南海地震や近畿地方で考えられる直下型地震に対して作成された推定震度マップを活用した道路橋の地震リスク解析の方法論を提案する。

2. 道路橋の橋脚構造特性の DB 化

阪神高速道路公団から提供された橋梁データのうち、橋脚の下部構造に関する数値・文字情報を GIS 上で DB 化した。本 DB には、管理番号、路線・ランプ等、名称、路線、橋脚竣工年度、下部工構造型式、橋脚材種、橋脚・橋台形状、橋脚全高、柱部材種、柱部断面形状、柱直径・橋直幅、柱橋軸幅、梁部材種、梁幅、梁長、杭基礎竣工年度、基礎数、基礎区分、基礎工方、基礎連続構造等、基礎平面形状、基礎直径・橋直幅、基礎橋軸幅、基

報が蓄積されている。ただし、3号神戸線の橋梁データは、兵庫県南部地震以前の数値情報である。Fig.1 に対象地域の全体図、Fig.2 にその拡大図を示す。図中、●が橋脚を表す。

3. 数値解析と橋梁の特徴分析

(1)評価対象

阪神高速道路の3号神戸線と5号湾岸線を対象に、兵庫県南部地震での橋脚の被災度と構造特性の関連性とその評価を行う。ここでは、兵庫県南部地震での被災度の情報が入手できた尼崎市から第二神明道路までの957基の橋脚を対象とした¹⁾。評価項目に橋脚の被災度と構造特性との関連性が強いと思われる橋脚材種、橋脚・橋台形状、柱部断面形状、基礎竣工年度、基礎区分、基礎連続構造等、杭長、推定震度(兵庫県南部地震時)、被災度(兵庫県南部地震時)を選んだ。

(2)想定地震モデル

橋梁の損傷度推定に必要な予想震度分布図に大阪府と兵庫県がそれぞれ作成した上町断層系、中央構造線、有

Table 1 数量化理論 類による解析結果

橋脚数 : 957 橋
重相関係数 R : 0.5088
決定係数 R^2 : 0.2588 観測値の平均 : 3.9760

アイテム	カテゴリー	偏相関係数	レンジ	スコア
1. 橋脚材種	複合構造	0.1239	0.8861	-0.0930
	鋼構造			-0.3310
	PC構造			0.0631
	RC構造			0.0467
	SRC構造			0.5550
2. 橋脚橋台形状	単柱など	0.3417	3.1065	-0.0286
	ラーメン脚			0.3293
	ピルツ橋の柱			-2.7772
3. 柱部断面形状	楕円形	0.0429	0.1584	-0.1109
	円形			-0.0485
	矩形			0.0476
4. 基礎竣工年度	～1961年	0.1090	0.4298	0.3414
	1961年～1968年			-0.0625
	1969年～1977年			0.2296
	1978年～			-0.0885
5. 基礎区分	直接基礎	0.1472	32.6845	-13.6402
	杭基礎			3.3154
	井筒基礎			-29.3692
	その他			-28.9382
6. 基礎連続構造等	なし	0.1469	15.8112	15.1046
	独立フーチング			-0.7065
	連続・連結基礎			-0.4434
7. 杭長	0m	0.1434	16.5343	13.8970
	0.1～10m			-2.4496
	10.1～20m			-2.6373
	20.1～30m			-2.4387
	30.1～40m			-2.2398
	40.1m～			-2.0903
8. 推定震度 (兵庫県南部地震時)	震度5	0.1547	0.4772	0.1938
	震度6			-0.0099
	震度7			-0.2835

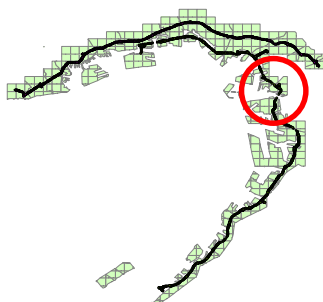


Fig.1 3,100 本の橋脚位置



Fig.2 5号湾岸線(港大橋付近)

キーワード：地震損傷予測，道路橋橋脚，GIS

連絡先：564-8680 吹田市山手町 3-3-35 関西大学工学部都市環境工学科

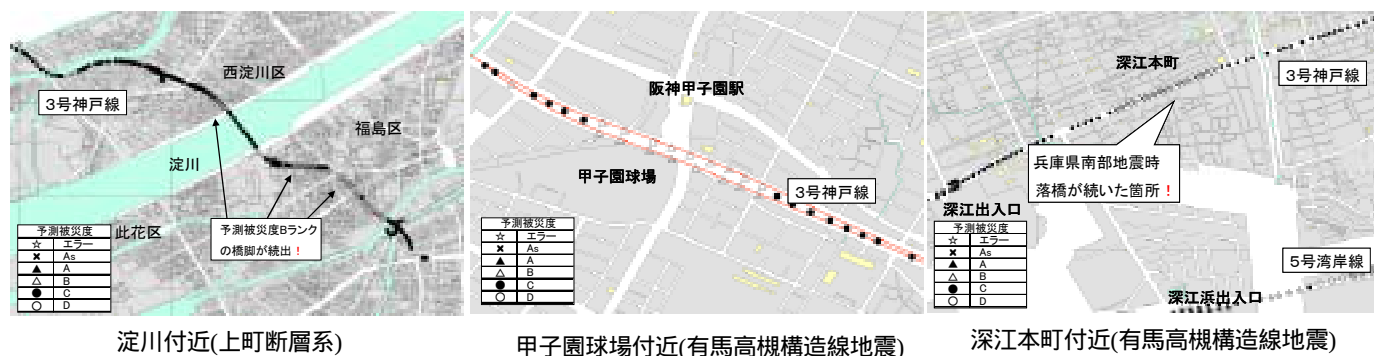


Fig.3 予測被災度

対する分布図を借用し、それをGIS上に改めて描画した。

(3)多変量解析

橋脚の既存被災度と構造特性の関連性から来るべき地震に対する損傷度を推測するため、数量化理論 類による多変量解析を行った。その解析結果をTable 1に示す。

4.予測被災度

予想被災度を予想される地震ごとに数量化理論 類で求め、それをGIS上で可視化した。たとえば、被災度がBランク以上に想定された被災度の高い橋脚が多く存在する箇所として、淀川付近、甲子園球場付近、深江本町付近、魚崎浜出入口付近、湊川出入口付近が挙げられた。それらの箇所の拡大図をFig.3に示す。

5.地震リスク解析

上述の予測被災度を用いた地震リスク解析を行う。ここでは、予測被災度が高い箇所の交通量を用い、地震リスクを求めた。阪神高速道路公団のHP上で公開された「阪神高速道路 - 混み具合マップ(時間帯別)」から休日と平日の交通量の多い時間帯の交通量を利用した。地震リスクの高い想定地震、箇所、時間帯を列挙すれば、つぎのようである。

淀川付近：上町断層系での直下型地震では、平日 17:00～19:00

甲子園球場付近：有馬高槻構造線での地震では、平日 17:00～19:00

深江本町付近：有馬高槻構造線での地震では、平日 10:00～12:00 または休日 10:00～12:00

湊川出入口付近：有馬高槻構造線での地震では、平日 11:00～12:00 または休日 10:00～12:00

6.実用化までの課題

本研究は、防災事業のソフト面対策に繋がる研究である。本研究の実用化へのモデル図を Fig.4 に示す。ただし、本研究を防災事業へ実用化するまでには、つぎのような課題の解決が欠かせない。

1) ここでは道路橋橋脚の構造特性として、兵庫県南部地震以前のデータを用いた。本来は、橋脚の補修履歴などの最新情報を DB 化しておき、被災度を予測する必要がある。

2) DB 化した道路橋構造特性以外の構造特性項目、地盤データ、人口密度、道路橋周辺土地利用状況、より詳細な地震予測データなどを収集し多種多様なデータを GIS 上で管理すれば、信頼度の高い地震リスク解析²⁾が可能になる。

7.あとがき

市民生活や経済活動に欠かせない都市内高速道路高架橋を対象に、地震損傷度予測のための GIS を活用した道路橋橋脚の地震リスク解析を行った。本研究の目的は、都市地震における 2 次災害の軽減にある。ここでは、都市内高速道路を対象としたが、本概念は国道、都道府県道、市町村道などあらゆる道路に適用可能である。

参考文献：1) 土木学会編：阪神・淡路大震災調査報告 - 土木構造物の被害 - 第 1 章 橋脚，1996-12。2) 星谷勝・中村孝明：構造物の地震リスクマネジメント，山海堂，2002-4。

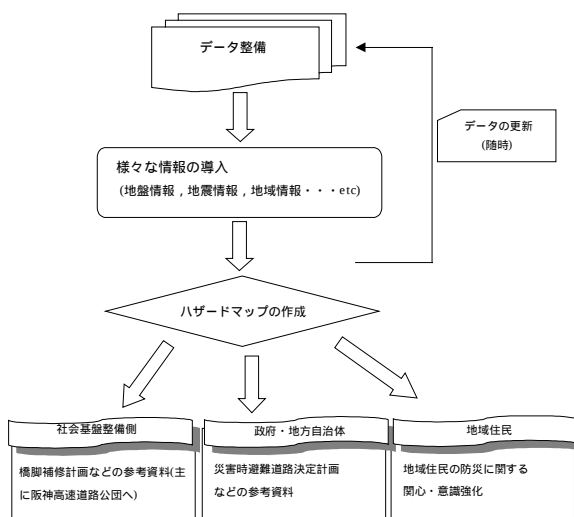


Fig.4 実用化へのモデル図