

関西大学工学部 学生員○辻本栄一 関西大学大学院 学生員 藤原康史
香川大学工学部 正会員 白木 渡 (株)ニュージェック 正会員 保田敬一
(有)シーエーイー 正会員 伊藤則夫 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、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、橋梁群を一元的に管理できる。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、瞬く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 上に DB 化し、危険度の高い橋脚の特徴を数量化理論Ⅰ類で分析して、自己組織化マップ(SOM)で分類した。GIS 上で構築した DB と、近い将来の発生が危惧される紀伊半島沖・南海地震や近畿地方に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について述べる。

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、基礎材種、杭材種、杭本数、杭経、杭長、経緯度などの情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、有馬高槻構造線、生駒断層系の直下型地震と南海地震に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Ⅰ類による多変

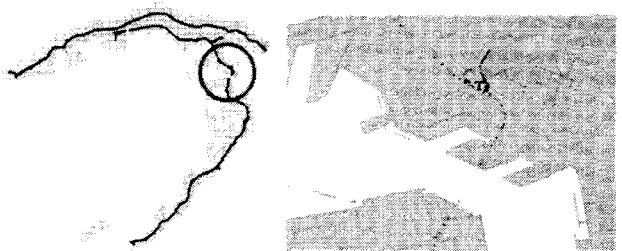


Fig.1 3,100 本の橋脚位置

Fig.2 5号湾岸線(港大橋付近)

Table 1 数量化理論Ⅰ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	①RC構造	0.1239	0.8861	-0.0930	
	②RC構造			-0.3310	
	③RC構造			0.0631	
	④RC構造			0.0467	
	⑤SRC構造			0.5550	
2. 橋脚橋台形状	①単柱など	0.3417	3.1065	-0.0286	
	②ラーメン脚			0.3293	
	③ビルツ橋の柱			-2.7772	
3. 柱部断面形状	①楕円形	0.0429	0.1584	-0.1109	
	②円形			-0.0485	
	③矩形			0.0476	
4. 基礎竣工年度	①～1961年	0.1090	0.4298	0.3414	
	②1961年～1968年			-0.0625	
	③1969年～1977年			0.2296	
	④1978年～			-0.0885	
	⑤直接基礎			-13.6402	
5. 基礎区分	②杭基礎	0.1472	32.6845	3.3154	
	③井筒基礎			-29.3692	
	④その他			-28.9382	
	①なし			15.1046	
6. 基礎連続構造等	②独立フーチング	0.1469	15.8112	-0.7065	
	③連続・連続基礎			-0.4434	
	④0m			13.8970	
7. 杭長	②0.1～10m	0.1434	16.5343	-2.4496	
	③10.1～20m			-2.6373	
	④20.1～30m			-2.4387	
	⑤30.1～40m			-2.2398	
	⑥40.1m～			-2.0903	
8. 推定震度 (兵庫県南部地震時)	①震度5	0.1547	0.4772	0.1938	
	②震度6			-0.0099	
	③震度7			-0.2835	

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Ⅰ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勘案し、地震リスク解析した。利用した交通量は、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ものである。得られた地震リスクの高い想定地震、箇所および時間帯を集約すれば、つぎのようである。

- ①淀川付近：上町断層系の直下型地震が平日の17:00～19:00に発生した場合。
- ②甲子園球場付近：有馬高槻構造線での地震が平日の17:00～19:00に発生した場合。
- ③深江本町付近：有馬高槻構造線での地震が平日の10:00～12:00もしくは休日の10:00～12:00に発生した場合。
- ④湊川出入口付近：有馬高槻構造線での地震が平日の11:00～12:00もしくは休日の10:00～12:00に発生した場合。

6.実用化までの課題

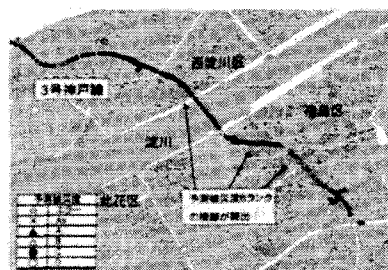
本研究は、防災事業のソフト面対策に繋がる研究である。本研究の実用化へのモデル図をFig. 4に示す。しかし、この研究を防災事業へ実用化するまでには、つぎのような課題の解決が欠かせない。

- 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。それゆえ、最新の情報を入手し、橋脚の補修履歴などのデータを収集し、現在の橋脚の状態に近い条件で被災度を予測する必要がある。
- 2) ここで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、信頼性の高い地震リスク解析²⁾が行える。

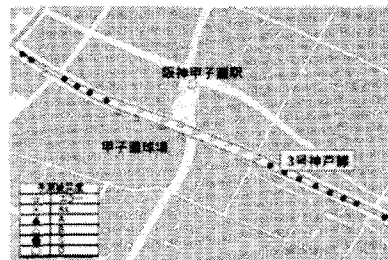
7.あとがき

ここでは、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、その地震時における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、国道、都道府県道、市町村道などあらゆる道路に適用できる。

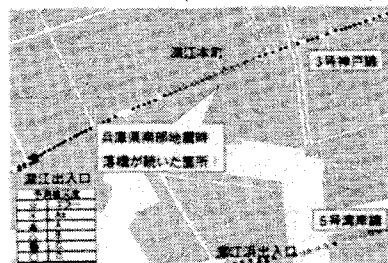
参考文献 1) 土木学会編：阪神・淡路大震災調査報告－土木構造物の被害－第1章 橋脚, 1996-12. 2) 星谷 勝・中村孝明：構造物の地震リスクマネジメント, 山海堂, 2002-4.



淀川付近(上町断層系)



甲子園球場付近(有馬高槻構造線地震)



深江本町付近(有馬高槻構造線地震)

Fig.3 予測被災度

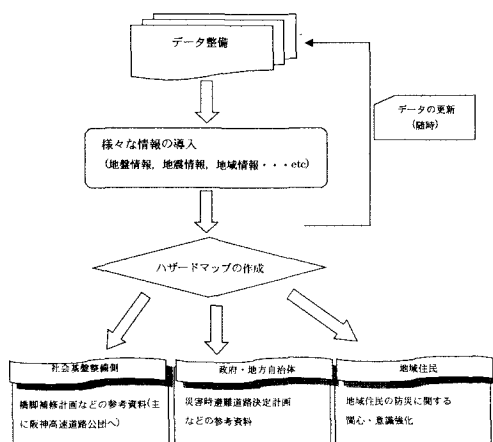


Fig.4 実用化へのモデル図