

京都大学 学生会員 ○中村 清人
京都大学大学院 フェロー 渡邊 英一
京都大学大学院 正会員 宇都宮 智昭
京都大学大学院 正会員 永田 和寿

1.はじめに

世界経済の半分を占め、同時に地震危険度の高いアジア・太平洋地域において、地震災害を自然科学的にとらえる理工学的視点のみならず、人文社会科学及び情報科学の成果を統合した総合的な視野に基づく防災科学技術の確立が求められている。これを実現する上で、社会基盤システムに関するデータベースを構築し、分析することは有効と思われる。本研究では、様々な地域における地震動特性および社会基盤システムの耐震性能の、ここでは特に橋梁に関するデータの分析方法や、データベースを構築する際の方向性を明らかにするための基礎的な検討を行った。

2.都市間の地震被災危険度に関する分析

はじめに、次のステップに従って、都市間の地震被災危険度の分析を行った。

- ① 地域特性の情報データ収集
- ② 主成分分析を用いた、被災度の総合特性値の算出
- ③ 主成分のカテゴリー化と因子スコアの算出
- ④ 都市のクラス化、評点化

ただし、本研究においては、実際のデータが不足していたため、仮のデータを作成し、今後情報収集する上での方針を検討した。表 1 に一部を示すデータを用いて、上記のステップにより求めると、表 2 の結果が表れた。これより、各都市の橋梁についての地震発生危険、対策能力に関する総合特性値が算出された。

表 1 各都市の地域特性データ

都市名	X1	X2	X3	X4
A	350	50	45	150
B	800	65	55	190
C	600	85	5	40
D	40	5	95	250
E	10	20	25	50

X₁: 各都市における再現期間100年の地震時最大加速度の期待値 (gal)
X₂: 都市内の道路橋梁部分総延長の、危険地盤上に存在する割合 (%)
X₃: 都市の土木技術者内の、地震に対する警戒の無い者の割合 (%)
X₄: 都市における貧困度

表 2 各都市のクラス化・評点化

都市名	S1	S2	T	標準化
A	4.55	5.05	9.60	0.09
B	10.00	7.61	17.61	1.51
C	7.52	0.00	7.52	-0.28
D	0.70	10.00	10.70	0.28
E	0.00	0.16	0.16	-1.60
平均値			9.12	
標準偏差			5.61	

3.危険構造に関する分析

本節では、兵庫県南部地震における、阪神高速道路 3 号神戸線のデータベースを基に、橋脚自体から見た被災危険度、橋梁全体系から見た橋脚の被災危険度に関する分析を、数量化理論 I 類を用いて行った。本研究においては、橋脚自体については、適用示方書、脚形式、脚材料、断面形状、断面積、高さを、全体系については、これに上部工線形、基礎形式を加えて、カテゴリー化を行った。まず、橋脚自体に注目して数量化を行うと、表 3 に示すカテゴリー値が表れた。これよりグループ化を行うと、表 4 に示すようになり、断面が小さく、円・楕円形の鋼製橋脚が最も危険であるという結果が表れた。次に、上部工線形、基礎形式を加えてカテゴリー化を行うと、表 5 に示すように、上部工線形については、曲線形のものが、基礎形式は直基礎のものが危険であるという結果が表れた。

- A: 地震の発生危険、対策能力とも平均的な都市
- B: 発生危険が高く、対策能力が低い都市
- C: 発生危険が高いが、対策能力が高い都市
- D: 発生危険は低く、対策能力も低い都市
- E: 発生危険が低く、対策能力が高い都市

表 3 カテゴリースコア

要因	カテゴリー	例数	Cat. Score	範囲
適用示方書	s39	728	2.485	0.068
	s46	70	2.417	
橋脚材料	鋼製	112	0.515	0.515
	RC	686	0	
橋脚形式	単柱	588	0	1.517
	ラーメン	150	-1.485	
	特殊単柱	26	-1.200	
	その他	34	-1.517	
断面形状	円形	443	0	0.785
	楕円形	15	0.015	
	正方形	139	-0.309	
	長方形	201	-0.785	
橋脚高さ	10m未満	107	-1.517	1.517
	10~15m	453	0	
	15m超	238	-0.570	
橋脚断面積	5m ² 未満	322	0.032	0.850
	5~10m ²	376	0	
	10m ² 超	100	-0.818	

表4 橋脚のグループ化

断面積	断面形状	橋脚材料	構造名称	推測値	単柱個数	平均被災度
10m ² 超	円・横円・小判	ST	A	2.148	0	
		RC	B	1.633	6	2.00
	矩形	ST	C	1.601	3	2.00
		RC	D	1.086	72	2.17
10m ² 以下	円・横円・小判	ST	E	2.966	23	2.91
		RC	F	2.451	396	2.40
	矩形	ST	G	2.419	10	2.40
		RC	H	1.904	79	2.09

表5 カテゴリースコア

要因	カテゴリー	Cat. Score	範囲	構造名称
上部構造の線形	直線形	0	0.75	a
	斜線形	0		
	曲線形	0.75		
基礎の形式	杭	0	1.062	a
	直基礎	1.062		

4. データベースについて

本研究で提案するデータベースの特徴としては、①GIS による他のデータベースとの連携、②インターネットを介した情報の共有、③リレーショナルデータベース(以下 RDB)の採用による効率的な情報管理、の3つが挙げられる。

まず、①についてであるが、EQTAP において、当研究室が提案する社会基盤データベース以外にも、様々なデータベースが存在する。これらを GIS によって有機的に連携することにより(図 1)、構造だけでなく、地盤、地形、さらに想定地震動など、多くの視点から複合的な分析が可能になる。次に、②については、アジア・太平洋地域に関するデータベースを構築するには、日本のみならず、他国のデータも必要である。これらを現地に行き行って収集するのは極めて困難である。そこで、インターネットにより情報の共有を行うのが有効である。(図 2)③については、RDB を採用することで、データの 1 元的管理が可能になる。また、都市、施工区間を単位として、x,y 座標を与えることにより、GIS との連携が可能になるように考案し、検討した。その結果、本研究で考案したデータベースは、アジア太平洋地域における社会基盤システムの地震被災危険度を分析する上で、有効なものであることが分かった。

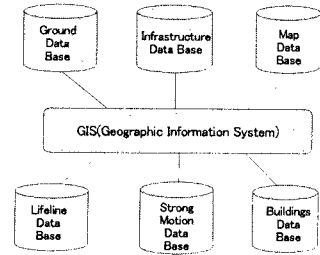


図1 GISによる他データベースとの連携

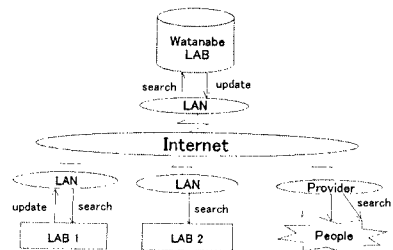


図2 インターネットを介した情報の共有

5. まとめ

本研究より、社会基盤施設データベースを構築し、分析を行う上で、都市の地震発生危険度、対策能力に関するデータ(地震時最大加速度、地盤状態、経済力、etc.)、橋梁の構造に関するデータ(適用示方書、材料、形式、断面諸元、高さ、etc.)に関するデータを収集することが有効であると考えられる。

今後は、被災危険度の高い都市、より有効な要因の抽出、データベースの具体的なシステム設計、インターフェース設計を行い、アジア太平洋地域における地震動特性ならびに社会基盤システムの調査・分析を進めていく予定である。

<参考文献>

- 1) 村上虎直・他：地震被災危険度のマクロゾーネイション、文部省科学研究費補助金(No.08248109)特定領域研究(A)(1) 計画研究 B-1、2000 年 3 月
- 2) 高田至郎・他：GIS データベースに基づいた橋梁耐震診断法の構築と損傷確率マトリックスの評価、構造工学論文集 Vol.44A、pp689-699、1998 年 3 月
- 3) 野見山哲典・岡林隆敏・他：地図情報から検索する橋梁画像データベースの作成、土木学会第 52 回年次学術講演会 VI-51、pp102-103、1997 年 9 月