

建設省土木研究所 正員 〇萩原良二

建設省土木研究所 小山達彦

1. まえがき

地震の発生前後において、道路は緊急輸送路、避難路等の重要な役割を果たす。したがって、予め道路の耐震性を評価し、その程度に応じてそれぞれの道路の役割を設定しておくかなければならない。本研究は、道路施設の中でも被害を受けた場合に交通機能に大きな影響を与えると考えられる橋梁の耐震性を評価する方法を導くために、既往の地震によって強い外力（振動）を受けた橋の特性と被害の程度の関係を数量化分析によって定量的に調査したものである。

2. 解析方法

解析の対象としては、関東地震（1923年9月1日、 $M=7.9$ ）、南海地震（1946年12月21日、 $M=8.1$ ）、福井地震（1948年6月28日、 $M=7.3$ ）、新潟地震（1964年6月16日、 $M=7.5$ ）、宮城県沖地震（1978年6月12日、 $M=7.4$ ）における震度5ないし6以上の地域の橋41橋を選び出し、橋の特性と被害の程度の関係を数量化分析I類によって調査した。橋の耐震性に寄与する項目として表-1のようなアイテム11項目を選び、各アイテムについて2～4のカテゴリーに分類している。また橋の被害の程度を次の6ランクに分類し、それぞれに被害度を表わす値 y_λ を与えた。

(1) 落橋（13橋）	$y_1 = 5$	$y_\lambda = a^{11} x_{11} a^{12} x_{12} a^{13} x_{13} \cdots a^{mn} x_{mn}$	(1)
(2) 落橋寸前の著しい被害（3橋）	$y_2 = 4$	$= \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^{n_i} a^{ij} x_{ij}$	
(3) 耐荷力の減少につながる被害（3橋）	$y_3 = 3$		

(4) 耐荷力の減少に影響のない被害（13橋）	$y_4 = 2$	ここに、
(5) 軽微な被害（2橋）	$y_5 = 1.5$	y_λ : 被害度 ($\lambda = 1 \sim 6$)
(6) 無被害（7橋）	$y_6 = 1$	a^{ij} : 重み係数 ($i=1 \sim m, j=1 \sim n_i$)

数量化分析に際しては、橋の特性と被害度の関係を式(1)のように仮定して解析を行った。なお、解析においてはデータの整備されている項目のみを考慮しており、必ずしも耐震性に係る項目を網らしているわけではない。

x_{ij} : ダミー変数
 $a^{ij} x_{ij} = a^{ij}$ もしくは 1
 m : アイテム数 ($m=11$)
 n_i : アイテム i のカテゴリー数 ($n_i=2 \sim 4$)

3. 解析結果

数量化分析I類による解析結果を表-1に示している。この表において、レンジおよび偏相関係数の値が大きいアイテムは橋の耐震性に寄与する度合いが高いと考えられる。また、重み係数(比)の値が大きいカテゴリーに属する橋は耐震性が相対的に低いものと考えられる。この解析結果から、次のようなことが考えられる。

- (i) 適用示方書、流動化の有無は橋の耐震性に寄与する度合いが特に高く、古い示方書に従って設計された橋、流動化の生じるような地盤上に建設された橋は地震による被災危険度が高い。
- (ii) 上部構造が連続桁の橋はゲルバー形式、単純支持形式の橋に比べて耐震性が高い。
- (iii) 断面勾配の大きい橋、下部構造形式がバイルベントもしくはRCラーメンの橋、橋脚が高い(10m以上)橋、下部構造が無筋コンクリートの橋、基礎工法が木ぐい、レンガもしくは石積ケーソンの橋は比較的耐震性が低い。

なお、平面線形、上部構造材料、地盤種別については仮定に反し負の相関を示す結果が得られたが、これらのアイテムに関してはデータの特性に偏りがあるため判断しがたい。

4. おとがき

過去の被災例に基づいて、橋の特性と地震による被害の程度の関係について調査した。適用系本書、初版化の有無及び橋の耐震性との関係の探いは、これが確認された。他の施設についても、過去の被災例を十分検討し、被災経験を参照して今後の防災対策の向上を図ることは必要であると考へられる。

なお、本研究に際して建設省道路局、建設省土木研究所基礎研究室の関係者の多大の御力頂き、ここに深く感謝の意を表す。

表-1 数値化分析工種による解析結果

アイテム	カテゴリー	重み係数	重み係数比	レンジ	偏相関係数	重相関係数
適用系 書	大正15年細則、昭和14年道示	1.46	2.02	2.02	0.72	0.88
	昭和31年道示、昭和39年道示	0.72	1.00			
上部構造 形式	ガレバー橋	1.01	2.41	2.53	0.40	
	2径間以上の単純支持	1.02	2.42			
	1径間単純支持、2連以上の連続桁	1.07	2.53			
	1連の連続桁	0.42	1.00			
平面線の 形式	斜橋、曲線橋	0.63	1.00	1.62	-0.34	
	直橋	1.02	1.62			
上部構造 材料	RC、PC	0.87	1.00	1.52	-0.51	
	鋼	1.32	1.52			
断面の配 比	6%以上	1.52	1.58	1.58	0.34	
	6%未満	0.97	1.00			
下部構造 形式	パイルベント	1.36	1.45	1.45	0.35	
	RCラーメン	1.04	1.11			
	その他	0.93	1.00			
橋脚高さ	10m以上	1.52	1.71	1.71	0.57	
	5m以上10m未満	0.89	1.00			
	5m未満	1.07	1.20			
地盤種類	4種	0.92	1.00	1.28	-0.31	
	3種	1.18	1.28			
	2種	1.12	1.22			
初版化の 有無	有り	1.78	2.19	2.19	0.71	
	無し	0.81	1.00			
下部構造 材料	大正15年細則・昭和14年道示による鉄筋コンクリート	1.77	1.82	1.82	0.39	
	RC、PC、鋼、昭和31年道示以後の道示による鉄筋コンクリート	0.97	1.00			
基礎工法	木びー、レンガ積び、石積び	1.14	1.30	1.30	0.27	
	既製RCびー、ベガスびー、2脚びー	0.88	1.00			
	場所打ちびー、RCびー、直接基礎、一般びー	1.01	1.15			

参考文献

- 日本道路協会：道路の震災対策に関する調査報告(Ⅱ)——道路橋梁物の被災予測に関する研究——，道路震災対策委員会，昭和54年9月
- 東京都防災会議：東京都区部における地震被害の想定に関する報告書，昭和53年5月