

I-B 101 兵庫県南部地震による高架橋被害のデータベース化の試みとそれに基づく2, 3の分析

東京大学 工学系研究科 正 藤野陽三 学 阿部哲子
学 大野和彦 正 阿部雅人
学 市岡隆興

1. まえがき

1995年1月の兵庫県南部地震では、高架橋をはじめ各種構造物に多大の被害が発生し、現在、耐震設計法の見直しに関連分野で行われている。道路橋に関して言えば、総延長数十kmにおよぶ高架橋が激震・強震域に位置し、崩壊に至ったものが出た中で、軽微な被害にとどまったものも多い。地盤条件・地震動、構造形式・設計法を含む設計条件が1つ1つ異なる中で、これらの被害全体ならびに個別的事例を論理的に理解することは難しいこととはいえ、体系だった整理を試みることは重要なことと考えられる。なお、被害全体のマクロ分析については建設省からの報告書¹⁾にもまとめられている。

ここでは、道路橋被害のデータベース化の試みを紹介すると共に、まだ中途の段階ではあるが、そこから得られた2,3の知見を示すこととする。

2. 高架道路橋被害のデータベース

基本的には高架橋を構成する基礎・脚・支承・桁すべてを対象とし、個々の部位に関する構造特性、損傷、修復そして地盤条件など周辺状況をデータ項目とする。1スパンあたり400を越える項目について調査を行った。

データ収集は、とりあえず被害の大きかった阪神高速道路公団西宮以西の神戸線（全長約30km）とした。現時点では、橋脚については対象区間をほぼ収集できたが、その他の部位については約半分の区間の調査を済ませた段階である。また資料の欠如から、多くの項目で不完全なデータセットとなっている。

3. 被害の分析

橋脚の傾斜 橋脚の残留傾斜は復旧時において重要なポイントとなる。図1に示すのは、単柱橋脚の傾斜角度を大阪側から明石側に向けてプロットしたものである。橋脚高さを10mとすると、1度は天端で17cmに相当する。倒壊したピルツは脚番号125～145に対応し、倒壊したため傾斜値は図1においてぬけている。今回の地震では断層直角方向（北西－東南）の地震動が強かったといわれている。たしかに、断層直角方向に近い橋軸直角方向の傾斜が大きい。橋軸方向の傾斜もそれに劣らず大きい。橋軸方向はマイナス（神戸側）に傾斜しているのが多く、橋軸直角方向はプラス（山側）に傾斜しているのが多い。地震動の関係と思われる。また脚番号50～300あたりがとりわけ大きく、西に行くに従い、小さくなっている。図1の結果は震度7の激震域とは必ずしも対応しておらず、被害レベルと傾斜の関係、地盤条件との関係などの視点から検討する必要があると考えている。

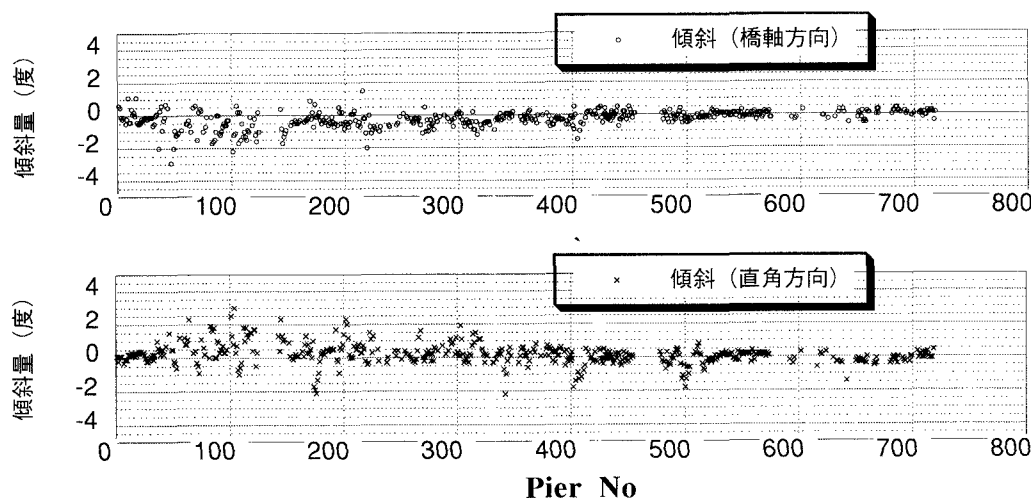


図1 阪神高速道路神戸線神戸市内単柱橋脚の傾斜

橋脚一高さとの関連 損傷が脚の基部（ここでは地表面近くの意味）にあるもの、中間部にあるものなどさまざまである。そこで損傷の位置と橋脚高さに注目してみた。RC橋脚と高さ（3つに区分）との関係を示すのが表-1、表-2である。表-1の被害の程度を表す指標、 A_s , A, B, C, Dはそれぞれ「崩壊（もしくはそれに近い）、甚大、かなり、軽微、ほとんどなし」に対応している。ちなみに A_s とAは取り壊しの目安となっている。表-1をみると、低い橋脚（7～10m）は無被害の多いが、被害があるものについては A_s , Aの割合が高いことがわかる。また表-2は、高い橋脚では被害が基部に集中しているのに対し、短柱では中間部にも被害が出る例が多いことを示している。これらのことは、脚の高さの違いにともなうせん断抵抗と曲げ抵抗との違い、中間段落としとの関係から説明がつくものと考えている。

同じく鋼製橋脚について調べたのが表-3である。鋼製橋脚の場合、中間部に損傷が出るパターンが多いことがわかる。これは板厚変化部、マンホール、充填コンクリートの影響と考えられる。

支 承 支承はその機構、材質のために脆く、設計震度（0.2gレベル）の2倍程度の外力で破壊する可能性が高い。たしかに破壊したものが多かったが、地震による揺れが大きかった割には無被害のものもかなり見られる（約50%強のオーダー（文献1））のは意外である。なお、支承の破損は橋脚や基礎に対してはヒューズとして働くのと期待されるところであるが、このような支承ヒューズ論は、文献1では「明確ではない」とされている。

現場の被災を見た際には、桁の損傷の大半は支承の損傷により生じた例が多いと理解していたが、表-4に示した支承とI桁との損傷の関係には、ある程度正の相関が認められるもののそれほど明瞭ではない。表-5は支承と橋脚の被害の関係を示している。ここでも、橋脚はI桁を載せているものに限定した。正の相関（対角成分）もかなりあるが、負の相関（非対角項）の存在もうかがえる。すなわち、I桁の場合、ある程度ヒューズ的な役割を支承が果たしたという傾向がみられる。支承の損傷調査結果そのものの精度の問題もあり、さらに詳しい検討が必要である。

4. おわりに

高架橋諸元・損傷のデータベース化、ならびにそれに基づく2,3の分析を紹介した。調査範囲もまだ限定されており、構造諸元（鋼製脚でいえば、板厚、補剛材など）については未調査であり、今後充実させていく予定である。これらのデータを用いて、全体を鳥瞰し、そして個別を吟味することにより、今回の地震による高架橋の損傷への理解が高まり、高架橋システム・耐震設計のあり方への知見が得られるものと願っている。

参考文献 1) 兵庫県南部地震道路端震災対策委員会：兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書，建設省道路局，1-146，1995.12.

表1 RC橋脚一高さ別の損傷頻度（数）

橋脚高(m)	総本数	被害数	A_s	A	B	C	D
7～10	85	35	2	11	14	8	50
10～13	113	76	1	21	19	35	37
13～16	35	28	0	4	6	18	7

表2 RC橋脚一高さと損傷位置との関係(%)

橋脚高(m)	基部のみ	中間部のみ	両方	被害なし
7～10	21.2	9.4	10.6	58.8
10～13	66.4	3.5	10.6	19.5
13～16	77.1	2.8	0.0	20.1

表3 鋼製橋脚一高さと損傷位置の関係(%)

橋脚高(m)	基部のみ	中間部のみ	両方	被害なし
7～10	11.1	66.7	0.0	22.2
10～13	33.3	66.7	0.0	0.0
13～16	0.0	50.0	0.0	50.0

表4 桁(I桁)と支承の損傷の関係（数）

		支承の被災度				
		A_s	A	B	C	D
桁 の 被 災 度	A_s	0	1	0	0	0
	A	0	8	1	3	1
	B	0	7	31	12	19
	C	0	11	69	47	142
	D	0	0	0	0	0

表5 橋脚と支承の損傷の関係（数）

橋脚被災度	支承の被災度	
	A_s, A, B	C, D
A_s, A, B	19	60
C, D	103	138