

I - B 146

1995年兵庫県南部地震における3径間連続高架道路橋の被害分析

東京大学 学生員 柳野和也
 東京大学 フェロウ 藤野陽三

東京大学 正会員 阿部雅人
 東京大学 学生員 阿部哲子

1. はじめに 1995年兵庫県南部地震において阪神高速道路3号神戸線は概して大きな被害を受けた。その被災状況と橋脚の耐震性能との対応を調べた結果、3径間連続高架道路橋(図1)の固定支承下の橋脚の被害が小さい傾向が見られた。しかし図2に示すように他の橋脚と比して固定側橋脚の耐力はかなり小さく、被災状況と整合しない。この原因として支承がヒューズの機能して地震力が橋脚に伝達しなかった可能性が考えられるが、これまでのところ定量的に明らかにされるに至っていない。また支承の耐震性能に関する研究や実験は少なく、地震時に高架橋に与える影響は不明な点が多い。そこで本研究ではまず、支承の耐震性能を定量的に評価する方法を被災事例に基づいて構築する。次いで3径間連続高架道路橋全体系が有する耐震性能を算出し、被災状況との整合性を検討する。

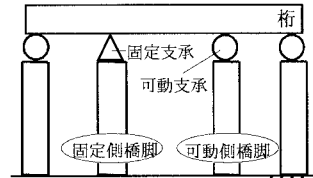


図1 3径間連続高架道路橋の模式図

2. 被災データの整理 3号神戸線全線では、3径間連続形式の高架橋は64ユニット存在した。そのうち分析対象として(1)橋脚の構造形式がすべてRC単柱橋脚である、(2)被災状況から考えて全般的に地震動の入力が大きかったと思われる西宮一摩耶間に存在する、という2つの条件を満たす11ユニットを選んだ。

まず支承と橋脚の被害関係を統計的に調べた。図3に固定支承と固定側橋脚の被害関係を示す。これより固定支承が損傷した場合、固定側橋脚の被害が小さくなる傾向が見られる。しかし固定支承が損傷した場合でも固定側橋脚が損傷している例も少なからずあるため、固定支承の損傷が固定側橋脚の損傷に与える影響についてこの検討のみから確定的な結論を導くことはできない。

3. 支承の耐震性能 対象区間内で用いられている支承は、固定支承はすべてピン支承であり、可動支承はすべて1本ローラー支承であった。しかし、同種類の支承であっても被災状況が異なり、その耐震性能を単一の方法で算定することは困難である。そこで橋軸方向、橋軸直角方向についてそれぞれ考えられる損傷パターンをすべて抽出した。そのパターンごとに、部材が降伏・破断するときの水平力及び変形性能を支承の耐震性能と考え、標準設計計算例を参考に算出した。その値を用いて図4、図5のように水平力-変位関係をモデル化した。

4. 全体系の耐震性能と損傷メカニズムの推定 橋脚と支承の耐震性能を用いて3径間連続高架道路橋全体系の水平力-変位関係を算出した。図9に代表的な水平力-変位関係を示す。まず橋軸方向に水平力が作用する場合を考える。①で固定側橋脚に作用する水平力が耐力に達し、固定側橋脚が損傷する。ついで②で可動支承に作用する水平力が耐力に達し、可動支承が損傷する。このメカニズムでは橋脚より先に可動支承が損傷するため、可動側橋脚は大きな損傷を受けないことが推定される。次に橋軸直角方向に水平力が作用する場合を考える。①で固定支承に作用する水平力が耐力に達し、固定支承が損傷する。その際固定支承が先に損傷するため、固定側橋脚は大きな損傷を受けない。ついで②で可動側橋脚に作用する水平力が耐力に達し、可動側橋脚が損傷することが推定される。

このように11ユニットすべてについて全体系の水平力-変位関係を方向別に算出し、方向別に推定される損傷を考え、実際の被災状況と比較した。11ユニットのうち6ユニットの実際の被災状況は橋軸直角方向の水平力-変位関係から推定される損傷と一致した。したがってこれらのユニットでは橋軸直角方向の地震力が卓越していたと考えられる。3ユニットは、固定側については橋軸方向、可動側については橋軸直角方向の水平力-変位関係から推定される損傷と一致した。したがって橋軸方向及び橋軸直角方向の両方向に強い地震力が作用したと考えられる。このようにして検討を行った結果、11ユニット中9ユニットについて被災状況を説明することができた。

キーワード：1995兵庫県南部地震，3径間連続高架道路橋，支承，耐震性能，被災メカニズム

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL 03-3812-2111(内線 6099) FAX 03-5689-7292

また残りの2ユニットについては、固定側については橋軸直角方向の水平力-変位関係から推定される損傷と実際の被災状況が一致した。しかし可動側について、橋軸方向の被災状況を説明することができなかった。この理由としては、ここでの解析が静的な解析であるため、動的载荷時の可動支承の橋軸方向の水平力の伝達を的確に表現できていない可能性が考えられる。また、この2ユニットの被災状況は橋脚本体の損傷ではなく残留傾斜であるため、地盤・基礎などの他の構造要素の影響も考えられる。

5. まとめ 本研究ではまず、支承の被災判定を再検討し、被災パターンの傾向を明らかにした。次いで支承の被災パターンと対応させて、耐震性能の算定法を構築した。最後に支承の耐震性能を定量的に評価することによって、例外はあるものの3径間連続高架道路橋の被災状況を静的解析によって説明できることを示した。

参考文献 柳野和也：兵庫県南部地震における3径間連続高架道路橋の被害分析，東京大学卒業論文，1998

謝辞 本研究を行うにあたって、阪神高速道路公団工務部設計課北沢正彦氏，横河ブリッジ研究所岩崎雅紀氏，川口金属工業構造部宮原幸春氏には多大なご協力を頂いた。なお，本研究は一部財団法人鹿島学術振興財団の研究助成によるものである。ここに記して謝意を表する。

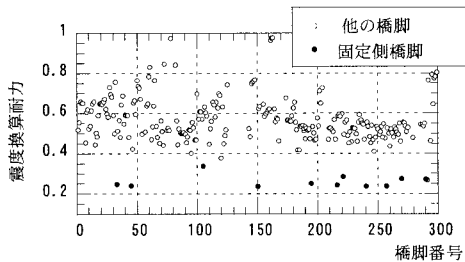


図2 橋脚の耐力

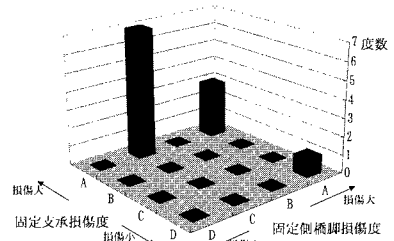


図3 固定支承と固定側橋脚の被害関係

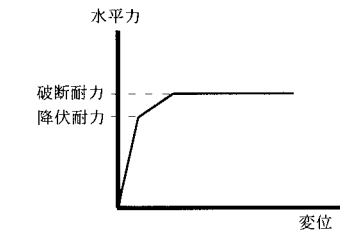


図4 ピン支承，1本ローラー支承（橋軸直角方向）のモデル化

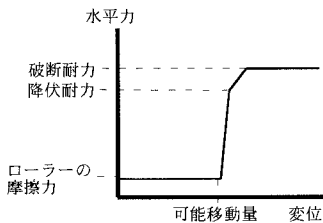
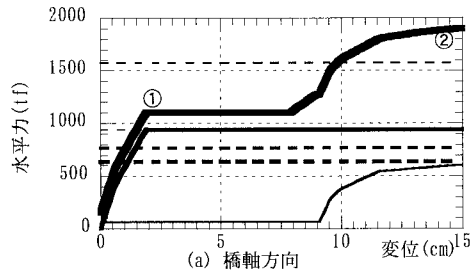
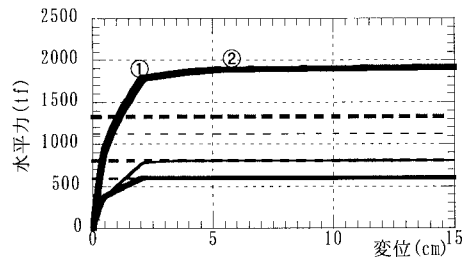


図5 1本ローラー支承（橋軸方向）のモデル化



(a) 橋軸方向



(b) 橋軸直角方向

図6 代表的な3径間連続高架道路橋の水平力-変位関係

