

(I-51) 上部構造の支承条件の差異が高架橋全体系の地震時挙動に及ぼす影響について

宇都宮大学 学生会員 大嶽 敦郎
宇都宮大学 正会員 中島 章典

1. はじめに

先の兵庫県南部地震に際しては、多くの橋梁や高架橋で橋脚や支承の損傷が見受けられた。一方、免震支承を用いた高架橋の支承や橋脚は被災を免れたことから、支承条件が橋脚の損傷に少なからず影響したことが確認された。よって、支承条件を含んだ高架橋の全体系の大地震時の挙動を把握する必要がある。

そこで本研究では、2径間連続高架橋において実挙動をシミュレートした支承のモデル化を行い、大地震時に、その差異が鋼製橋脚の弾塑性挙動、支承部に作用する力に及ぼす影響について考察を行った。

2. 解析モデルと解析方法

ここでは、図-1のような2径間連続高架橋を解析対象とした。P₁およびP₂橋脚の断面は、上部構造の鉛直反力と水平力の分担を考慮して、断面二次モーメントが表-1に示すように約1:2の割合になると仮定して決めた。上部構造の重量は600tfとし、各支承と上部構造との間には、桁高の影響を考慮して長さ1.2mのオフセット部材を挿入した。

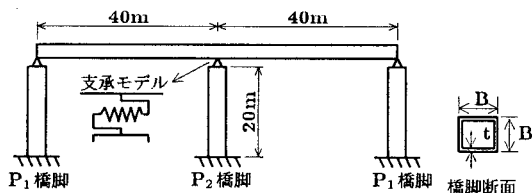


図-1 2径間連続高架橋

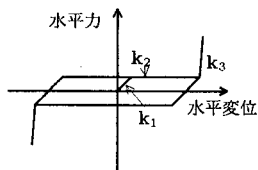


図-2 可動支承モデル

このような全体系モデルの支承条件として次の場合を考える。(1) 中間橋脚上を固定支承、両端を可動支承とした基本モデル。(2) 基本モデルの可動支承に対して、図-2のような5.75tfの摩擦力と、0.1mの変位制限を設けた場合¹⁾。(3) すべての支承をゴム支承とし、0.1m

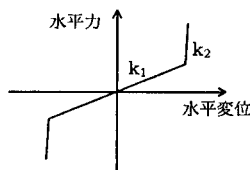


図-3 ゴム支承モデル

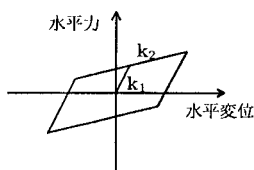


図-4 免震支承モデル

の変位制限を設けて、図-3のようにモデル化した場合¹⁾。(4) すべての支承を鉛プラグ入り積層ゴム支承の免震支承とし、0.02mの降伏変位を与え、図-4のような復元力特性とした場合²⁾。ここでは支承部をばねにモデル化し、その水平方向ばねに上述の復元力特性を導入した。なお、鉛直方向ばね定数は $1.8 \times 10^8 \text{tf/m}$ と十分大きくし、回転方向のばね定数は 10tf/m と十分小さくした。

全体系の解析に際しては、材料非線形性と幾何学的非線形性を考慮した平面骨組のための弾塑性動的応答解析プログラムを用いる。以上のような全体系モデルに支承条件の差異を考慮し、道路橋示方書V耐震設計編に規定される1種地盤川レベル2の地震波を水平方向に作用させて、全体系の地震応答解析を行った。

3. 解析結果

(1) 各支承の水平力 - 水平変位関係

P₁橋脚上の支承モデルの水平力 - 水平変位関係を図-5-a~図-5-cに示す。摩擦と変位制限を考慮したときの可動支承の場合を図-5-aに、ゴム支承の場合を図-5-bに、免震支承の場合を図-5-cに示す。これらの図から各モデルは仮定した復元力特性通りの挙動を示していることがわかる。

可動支承は変位制限を設けることによって、水平力が急激に大きくなり、そのためにP₁橋脚が水平力を受けていることがわかる。ゴム支承も同様の理由により大きな水平力を受ける。これに対して、免震支承は可動支承やゴム支承に比べて水平変位は大きい、履歴減衰のために水平力は小さくなり、免震効果が現れている。

(2) P₂橋脚基部のモーメント - 曲率関係

図-6-a~図-6-dに、P₂橋脚基部に作用するモーメントと曲率の関係を示す。図-6-aは基本モデル、図-6-bは摩擦と変位制限を設けた可動支承、図-6-cはゴム支承、図-6-dは免震支承の場合である。

可動支承の場合、変位制限を設けることによって、水平力の一部が外側の橋脚で負担されるために、モーメントと曲率の履歴ループが基本モデルに比べて小さくなっている。ゴム支承の場合はさらに顕著な傾向が認められ、またモーメント - 曲率関係は複雑になっている。これはP₁橋脚による水平力の負担とのP₂橋脚上の支承の変位制限によるものと考えられる。図には示さないが、この場合には、P₁橋脚も大きく塑性化し

表-1 各橋脚の支承モデルと断面諸元

	可動支承			ゴム支承		免震支承		B (m)	t (m)	A (m ²)	I (m ⁴)
	k ₁	k ₂	k ₃	k ₁	k ₂	k ₁	k ₂				
P ₁ 橋脚	3.5×10^3	1.0	35×10^3	0.5×10^3	35×10^3	1.5×10^3	0.75×10^3	2.0	0.025	0.1975	0.1284
P ₂ 橋脚	1.8×10^8	—	—	1.0×10^3	35×10^3	3.0×10^3	0.50×10^3	2.0	0.050	0.3900	0.2473

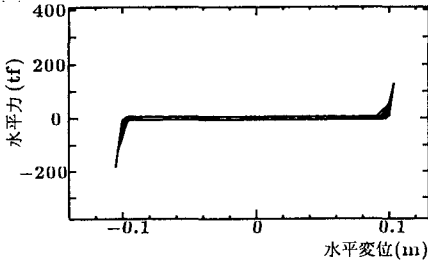


図-5-a 可動支承

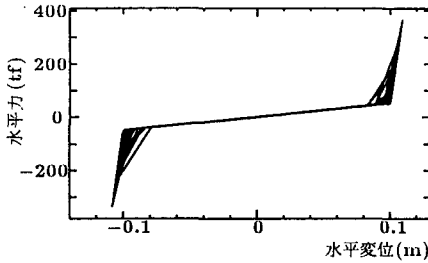


図-5-b ゴム支承

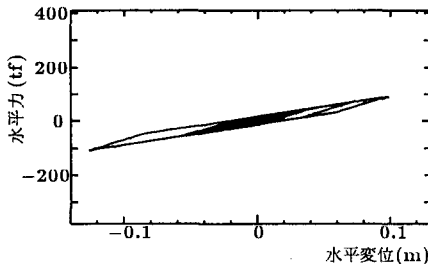


図-5-c 免震支承

図-5 各支承モデルの水平力 - 水平変位関係

ていることが見受けられた。一方、免震支承では、P₁ 橋脚、P₂ 橋脚とも塑性化が見られないことから免震効果のあることがわかる。

4. おわりに

本研究では、2 径間連続高架橋を対象とし、各タイプの支承のモデル化を考慮した構造全体系の弾塑性地震応答解析を行い、支承の差異が鋼製橋脚の弾塑性挙動、支承部に作用する力に及ぼす影響について考察を行った。

その結果、可動支承およびゴム支承では変位制限を設けることによって水平力が外側の橋脚にも分担されることが分かった。一方、免震支承については、そのエネルギー吸収能力によって、橋脚が塑性化しないと

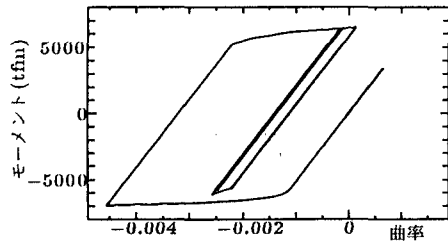


図-6-a 可動支承 (摩擦・変位制限なし)

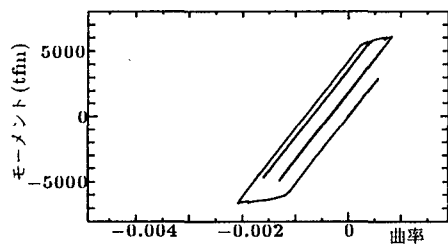


図-6-b 可動支承 (摩擦・変位制限あり)

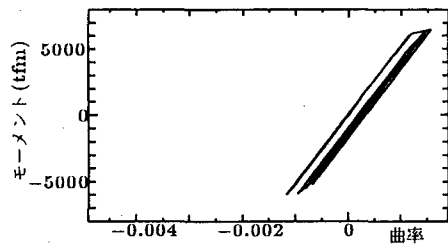


図-6-c ゴム支承

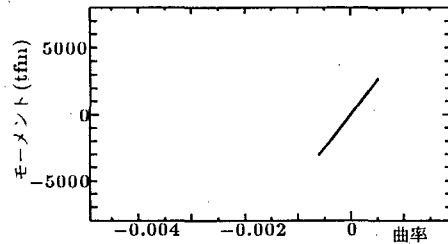


図-6-d 免震支承

図-6 P₂ 橋脚基部のモーメント - 曲率関係

いう結果が得られた。

参考文献

- 1) 日本道路協会: 道路橋支承便覧, 1991.3.
- 2) 土木研究センター: 建設省 道路橋の免震設計法マニュアル (案), 1992.10.