

強震記録を用いた免震橋の地震応答解析モデルに関する検討（その2）

大日本コンサルタント(株) ○正会員 田崎 賢治 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 岡田 慎哉
土木研究所 寒地土木研究所 正会員 石川 博之 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 佐藤 京
大日本コンサルタント(株) 正会員 吉岡 勉

1. はじめに

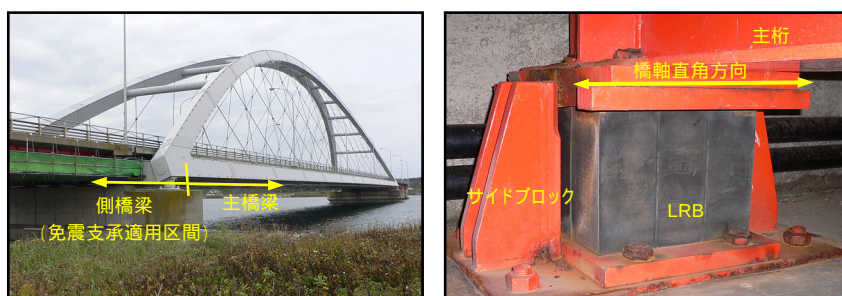
本検討は、免震支承を用いた橋梁の耐震設計を、より精度良く行うための手法を明示することを目的に、1994年北海道東方沖地震において貴重な強震記録データが得られている温根沼大橋を対象として地震応答解析上のモデル化方法について検討したものである。文献1)では、橋梁各部の応答が実測値と合わない原因としてサイドブロックと免震支承との衝突の影響と推察しており、本報は、これに引き続き検討した内容について示す。

2. 温根沼大橋の概要

温根沼大橋は、主径間部のニールセンローゼ橋と側径間部の4径間連続鋼鈹桁橋で構成され、側径間部には免震支承LRBが採用されている(写真-1)。免震支承の作動方向は橋軸方向のみとされ、橋軸直角方向は片側2mmのクリアランスでサイドブロックにより拘束されている。P3橋脚位置における上部構造、橋脚頂部、地盤-1.5mおよび地盤-17mの4点には強震計が設置されており、免震支承採用区間のみが竣工した状態で北海道東方沖地震が発生し、強震記録が得られている。橋梁諸元、観測位置の詳細は文献1)を参照されたい。

3. 解析方法

免震支承を採用した側径間部のみを対象に2次元骨組みモデルを作成した(図-1)。橋脚は弾性はり要素、杭基礎～地盤系はS-R集約バネでそれぞれモデル化し、免震支承は室内載荷試験で得られたバイリニア型の履歴特性を有する非線形バネ要素とした。このようなモデル化が文献1)に示されるケースBであり、本検討では表-1に示す2ケースを新たに追加した。ケースDは、杭自体を弾性はり要素でモデル化して各節点に地盤バネを与えると同時に、その水平バネ値を1/100に低減したケースである。ここで、バネ値を1/100としたのは、文献1)の検討において橋脚天端の実際の変形がケースBの解析に比べて著しく大きか



(a) 温根沼大橋全景

(b) 免震支承LRB

写真-1 温根沼大橋の現況写真

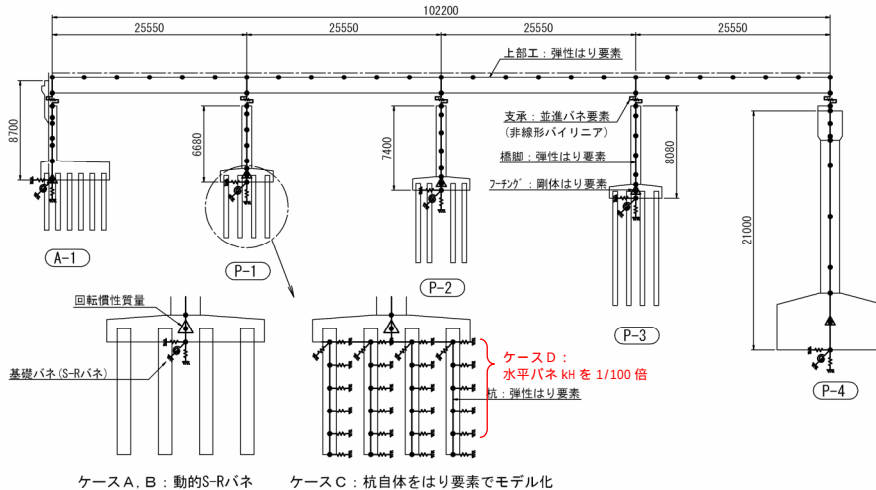


図-1 解析モデル

表-1 解析ケース

ケース	モデル化の相違点		解析条件
	サイドブロックとの衝突	地盤水平バネの低減	
ケースB	無視	低減なし	橋軸1方向
ケースD	"	1/100倍	"
ケースE	摩擦バネで考慮	"	橋軸・橋直2方向

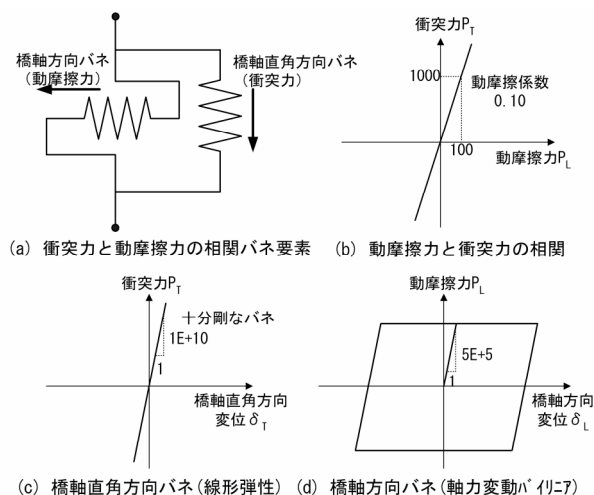


図-2 衝突力と動摩擦力の相関バネ

キーワード 1994年北海道東方沖地震, 強震記録, 地震応答解析, 免震支承

連絡先: 〒550-0014 大阪市西区北堀江1-22-19 大日本コンサルタント(株) TEL 06-6541-5601 FAX 06-6541-5637

ったため、地盤剛性を低減して基礎の変形を大きくしようという考えからである。ケースEは、ケースDに対して橋軸直角方向への自由度を与えて3次元化し、地盤-1.5m位置で記録された橋軸方向および橋軸直角方向の加速度波形を入力地震波とする2方向同時加振により、サイドブロックと免震支承の衝突を表現しようとしたケースである。支承部には、図-2に示すようなサイドブロックへの衝突力と、それによって橋軸方向に作用する動摩擦係数が動摩擦係数0.10（仮定値）で相関する2方向の依存パネを新たに配置した。

4. 解析結果と強震記録との比較

実測と解析による最大応答値を比較した表-2より、地盤剛性を低減したケースDでは、橋脚天端の変位がケースBより大きくなり、橋脚天端の挙動は実測の傾向を概ね捉えられている。しかし、上部構造の加速度、変位とともに橋脚天端より大きく、上部構造の動きが実測と合っていない。これに対して、地盤剛性を低減し、且つサイドブロックとの衝突の影響を考慮したケースEでは、上部構造の挙動を含め全ての項目の最大応答値で実測と良い一致を示している。また、ケースEの解析による動的応答と強震記録とを比較した図-3より、上部構造および橋脚天端の実振動性状を良く捉えていることがわかる。

5. おわりに

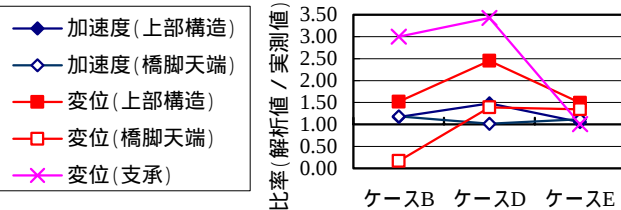
サイドブロックと免震支承の衝突の影響を考慮することで橋梁各部の実挙動を概ね模擬できたことから、レベル1地震動相当の地震では、免震支承の減衰効果が低下している可能性が示唆され、耐震性能を正しく評価する上での留意点と言える。また、地震時における杭と周辺地盤の動的相互作用において、当該地盤のように粘性が強い地盤条件では杭と地盤に間隙が生じ、地盤剛性が低下する可能性が考えられる。

【参考文献】

- 1) 吉岡, 岡田, 西, 佐藤, 原田: 強震記録を用いた免震橋の地震応答解析モデルに関する検討(その1), 土木学会第61回年次学術講演会, 2006. (投稿中)

表-2 最大応答値の比較（P3 橋脚）

着目項目			実測値	ケースB	ケースD	ケースE
加速度	上部構造	(gal) 比率	354	414 (1.17)	525 (1.48)	374 (1.06)
	橋脚天端	(gal) 比率	418	494 (1.18)	426 (1.02)	467 (1.12)
変位	上部構造	(cm) 比率	3.3	5.0 (1.52)	8.1 (2.45)	4.9 (1.49)
	橋脚天端	(cm) 比率	3.6	0.6 (0.17)	5.0 (1.39)	4.8 (1.34)
支承	水平変位	(cm) 比率	1.5	4.5 (3.00)	5.1 (3.43)	1.5 (1.01)
	せん断ひずみ	(%)	7%	21%	24%	7%
	水平力	(kN)	---	1563	1750	693



()内は実測値に対する比率を示す。

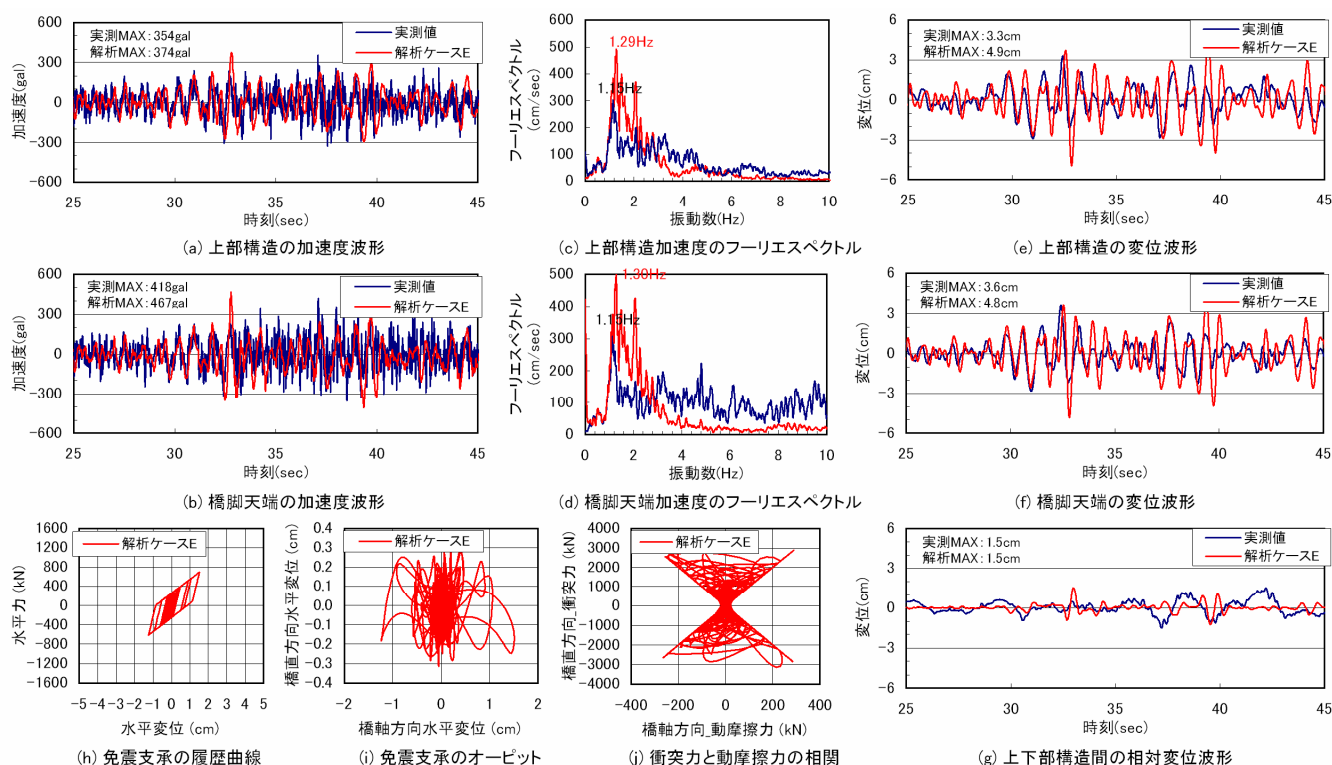


図-3 ケースEの解析結果と強震記録との応答波形および応答履歴の比較（P3 橋脚）