

橋台背面地盤の変形を考慮した橋梁全体系の地震応答解析

(株) 大林組 正会員 ○武田 篤史 樋口 俊一
 (株) 高速道路総合技術研究所 正会員 西谷 朋晃 村西 信哉

1. 目的

橋梁全体系の耐震設計においては、橋台背面の地盤反力や主働土圧は考慮しないで設計するのが一般的である¹⁾が、橋台背面の地盤反力を積極的に用いようとする試みもなされている²⁾。一方、橋台背面地盤は、受働抵抗のみならず、橋台背面地盤の変形による主働土圧も考えられる。そこで、橋台背面地盤の変形を考慮した場合の影響について検討した。

2. 解析方法

2.1 解析対象

ダンパーストッパーなどにより上部構造と橋台を連結する耐震補強を施した連続橋を想定した。構造物については、詳細なプロトタイプを定めず、等価重量を1つの質点にまとめる1質点系モデルとし、橋脚固有周期、橋脚降伏震度でその挙動を定義されるものとした。橋台は直接基礎とし、橋台底面長さは橋台高さに比例するものとした。橋台背面地盤は、N値=15の盛土(砂質土)を想定し $E_0=2.8N=42(\text{MN}/\text{mm}^2)$ 、橋台基礎地盤はN値=50の地盤を想定し $E_0=2800N=140(\text{MN}/\text{m}^2)$ とした。

2.2 解析モデル

図-1に解析モデルを示す。複数の橋脚は1つの橋脚ばねに集約した。橋脚ばねは、RC構造を想定し、降伏点を折れ点とする完全弾塑性型バイリニアールモデルのスケルトンカーブとし、履歴は武田モデルとした。橋台は、両側の橋台を1つの橋台モデルに集約し、SRばねで支持した。橋台底面水平ばねは底面摩擦を考慮したバイリニアールモデル¹⁾とし、橋台底面回転ばねは弾性床からの浮き上がりを考慮した理論式¹⁾とした。橋台背面水平ばねは、バイリニアールモデルとし、その定数は、道示に示されるケーソン用の水平ばね¹⁾としたが、地盤の変形係数には、受働抵抗のみを考慮する場合は E_0 を、橋台背面地盤変形を考慮する場合は橋台背面地盤変位計算の収束剛性を用いた。橋台背面地盤変位は重複反射理論により求めた³⁾。

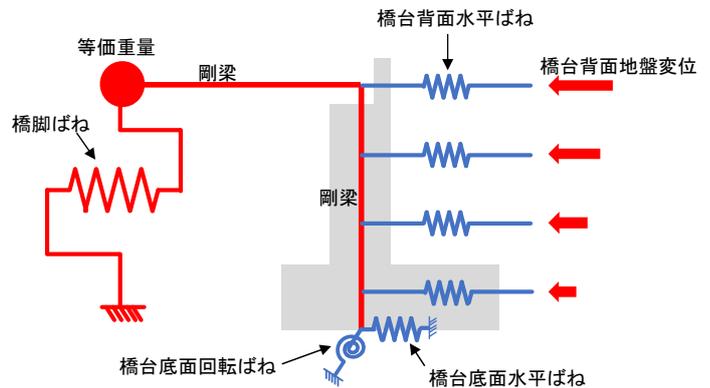


図-1 解析モデル

表-1 パラメーター一覧

パラメーター	ケース数	値	備考
固有周期 $T(\text{s})$	3	0.4, 0.8, 1.2	上部構造と橋台の連結前
橋脚降伏震度 k_{by}	2	0.2, 0.6	
地盤種別	1	I種地盤	直接基礎となる場合を想定
地震動	3	L2-Type II 3波 ¹⁾	3波は平均して評価
橋台高さ $H(\text{m})$	3	5, 10, 20	盛土高さ
等価重量 $W(\text{kN})$	3	9500, 18400, 27300	それぞれ3,5,8径間程度を想定
地盤ばねの考慮	3	①なし ②橋台背面地盤側固定 ③地盤変位入力	

入力地震動には、道路橋示方書に示されるレベル2地震動(タイプII) I種地盤の3波形を用い、応答は3波形の平均として評価した。

2.3 解析パラメーター

橋台背面地盤の影響を検討するために、①地盤ばねなしのケース、②橋台背面地盤変形を考慮せずに受働抵抗のみを考慮したケース(橋台背面地

キーワード 橋台背面地盤, 受働抵抗, 地盤変形, 動的相互作用

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株) 大林組技術研究所 TEL042-495-1013

盤変位=0), ③橋台背面地盤変形を考慮したケースの3通りを基本とし, 様々な橋梁を考慮するために, それぞれのケースで橋脚の固有振動数, 橋脚の降伏震度, 橋台高さおよび等価重量もパラメーターとした. パラメーターの一覧を表-1に示す.

3. 解析結果

解析結果の評価は, 最大応答変位に着目した. ①~③の解析によって得られた最大応答変位をそれぞれ δ_1 , δ_2 , δ_3 とし, 橋台背面地盤変形の影響までを考慮した δ_3 を基準として, δ_1/δ_3 , δ_2/δ_3 を図-2に示す.

δ_1/δ_3 に関しては, ほとんどのケースで 1.0 を超えており, ③のように橋台背面地盤変形を考慮することで, 合理的な設計ができる可能性を示している. 一方で, δ_1/δ_3 が 1.0 を下回るケースもあるが, その値は最小でも 0.79 であり, ロッキングに伴う減衰などの不確定事象を考慮すると, 橋台背面地盤を考慮しない①の方法で設計したとしても, 直ちに大きな危険性を有するわけではないと考えられる. なお, 橋台高さが 5m と低い場合は, δ_1/δ_3 は全て 1.0 程度であり, 橋台背面地盤変形を考慮した影響はほとんどないことがわかる. 橋脚の固有振動数, 橋脚の降伏震度, および等価重量の影響に関しては, 有意な特徴が見られなかった.

δ_2/δ_3 に関しては, 全てのケースで 1.0 を下回っており, 最小で 0.16 であった. このことは, 橋台背面地盤の受働抵抗のみを考慮する②の方法は, 橋台背面地盤の影響を過大評価している可能性を示している. δ_2/δ_3 は, 橋脚固有周期が長い時 (橋脚剛性が小さい時), 橋脚降伏震度が小さい時, 橋台高さが大きい時, 等価重量が小さい時に特に小さかった. これらのケースは, 橋脚部分の影響が橋台や橋台基礎 (橋台支持ばね) に対して相対的に小さいため, 橋台の挙動が支配的となったものと考えられる.

4. まとめ

上部構造と橋台を連結する耐震補強を施した橋梁を対象として, 橋台背面地盤のモデル化の影響を検討した結果, 以下のことが明らかとなった. 1)橋台背面地盤を適切にモデル化することにより, 合理的な設計ができる可能性がある, 2)橋台背面地盤を考慮しない場合に危険側の設計となる場合もあるがその度合いは小さい, 3)橋台背面地盤について受働抵抗のみを考慮する方法は, 橋台背面地盤の影響を過大評価する可能性がある.

本検討は, 特定の橋台背面地盤についての検討であり, その一般性についてはより深く検討する必要がある. また, 地盤ばねの設定方法などについては検証が十分ではない. 今後, 実験結果との整合性などについても検討を進める予定である.

参考文献

- 1) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 2017. 11.
- 2) 海洋架橋・橋梁調査会: 既設橋梁の耐震補強工法事例集, 2006. 4.
- 3) 土木研究所: 地盤の地震時応答特性の数値解析法-SHAKE:DESRA-, 土研資料第 1778 号, 1982. 2.

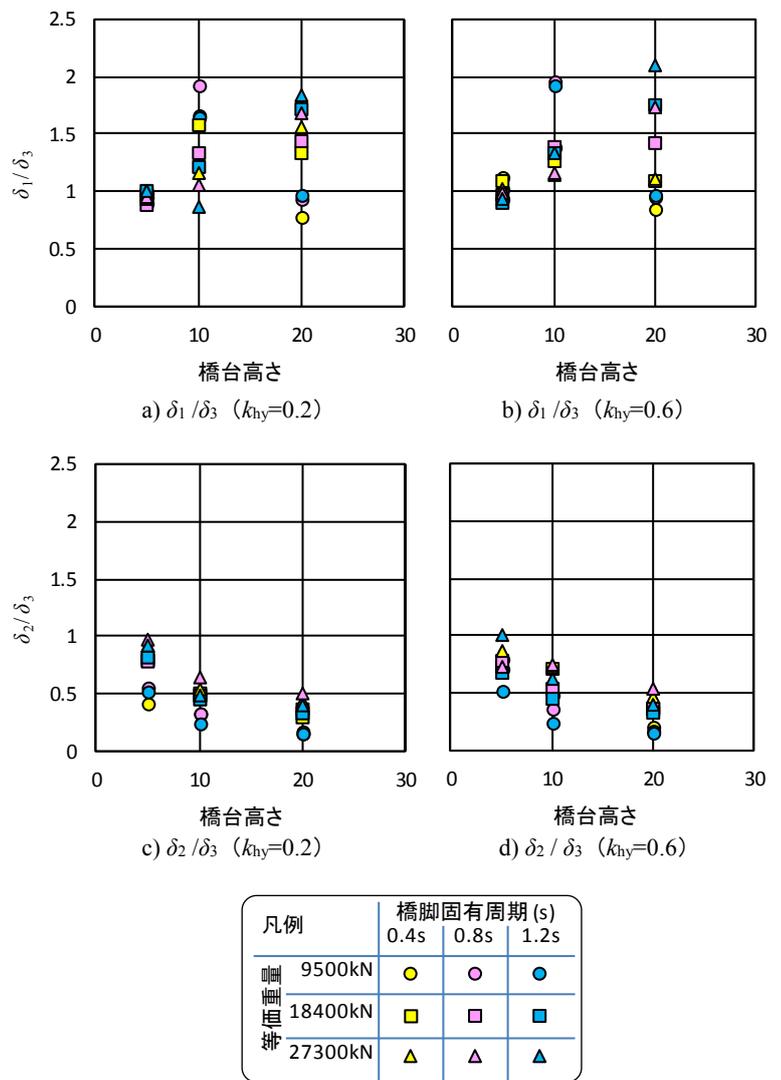


図-2 最大応答変位の比較