柱列状改良体を連結した橋台耐震補強工法に関する解析的検討

東日本旅客鉄道 正会員 ○池本 宏文 ・高崎 秀明
 藤原 寅士良・細井 学・水野 弘二
 鉄道総合技術研究所 正会員 西岡 英俊 ・佐名川 太亮

1. はじめに

橋台の耐震補強の一工法として,筆者らは橋台の背面盛土内に柱列状の改良体(以下,改良体と称する)を 造成して橋台と改良体を連結する工法を開発し,補強効果,補強メカニズムを振動台実験¹),傾斜実験²によ りに確認してきた.本稿では,補強メカニズムをもとに改良体に働く作用,および地盤抵抗をモデル化した静 的非線形解析を行い,解析的に傾斜実験の挙動を検証したことから,その内容について報告する.

2. 非線形解析のモデル化

本耐震補強工法の補強メカニズムは、改良体に働く側 面・底面の水平せん断抵抗力,および側面・背面の鉛直せ ん断抵抗力が連結材を介して,橋台に抵抗力として働くこ とにより橋台の安定性が向上するものであることを模型実 験^{1),2}により確認している. 解析のモデル化は, このような メカニズムを考慮して行うこととし,鉄道の耐震設計 3)で行 われている静的解析法に準じて,図1に示す梁ばねモデル による静的非線形解析を実施した. 解析モデルは、橋台、 改良体の部材は梁要素,連結部はピン結合とし,橋台,改 良体に生じる地盤の抵抗力は非線形の地盤ばねにより設定 した. 改良体は橋台と接した状態になっていると想定され るため、橋台と改良体の位置関係を模擬するために橋台の 高さ方向の中間部においても梁要素を設けた. 地盤ばねは, 橋台、および改良体の底面の鉛直地盤ばね、回転ばね、前 面の水平地盤ばねは基礎標準⁴⁾に従い設定した.また,橋台 の応答や背面盛土の挙動に影響を受けると想定される改良 体の側面・底面の水平せん断ばね、側面・背面の鉛直せん 断ばねは、実験結果にフィッティングするように設定した. なお,解析は土槽幅0.3m(改良体1枚分)を対象とした.

図2は橋台水平変位と改良体側面,および底面の水平せん断力の関係を、図3は改良体鉛直変位と改良体側面,および背面の鉛直せん断力の関係を示したものである。図2より,改良体側面,底面の水平せん断力は,変位の小さい時点では,抵抗側に働いているが上限値に達した(水平震度0.2程度²⁾)以降は抵抗力が低下していくことから,負勾配を有するトリリニア型でモデル化した。図3より,改良体の背面の鉛直せん断力は,改良体の鉛直変位が生じると



キーワード 橋台 耐震補強 静的非線形解析

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目 479 東日本旅客鉄道㈱ JR 東日本研究開発tンター TEL03-6276-1251

上限値に達し、それ以降は低下することなく抵抗力 として働くため、解析では上限値を有するバイリニ ア型、およびトリリニア型でモデル化した。

橋台,改良体への作用に関しては,図4に示すよ うに桁,橋台躯体,改良体の慣性力および土圧(永 久作用時と地震時の合計値)を震度に応じて与える こととした.土圧は実験より修正物部岡部式と同様 の傾向で増加することが確認されたことから,理論 式の土圧($\phi_{peak}=40.2^\circ$, $\phi_{res}=38.8^\circ$, $\delta = \phi/2$)を もとに設定した.

3. 解析結果

図5は橋台上部の水平変位と水平震度の関係について、実験、および解析結果を比較して示したものである。図中には、解析において地盤ばねが上限値に達した点を〇により表示している。実験と解析の傾向は概ね一致しており、水平震度0.2程度から変位が増加し、水平震度0.4程度から荷重の増加はなく、変位が増大する挙動となっている。また、水平震度0.2程度では、改良体側面、底面の水平せん断ばねが上限値に達しており、実験の挙動と一致している。 図6は実験と解析における崩壊状況を比較したものである。両者の挙動の傾向は概ね一致しており、消動変位が大きくなる崩壊状況になっている。以上から、補強メカニズムをもとに、改良体に働く抵抗力を非線形ばねによって適切にモデル化することにより、実験の挙動を再現できるものと考えられる。

4. まとめ

本稿では、補強メカニズムをもとに改良体に働く 作用、および地盤抵抗を考慮した梁ばねモデルによ る静的非線形解析を実施した.改良体に働く側面・ 底面の水平せん断抵抗力、および側面・背面の鉛直 せん断抵抗力を適切に非線形ばねによってモデル化



図4 解析に用いた作用力



図6 実験と解析の崩壊状況の比較

し、連結部をピン結合でモデル化することにより、実験の挙動を再現可能なことを確認した.今後は、振動台 実験を対象に本解析モデルの検証を行っていく予定である.

参考文献

1)水野ら:柱列状改良体を連結した橋台耐震補強工法に関する振動台実験,土木学会第71回年次学術講演会,2016.9
2)細井ら:柱列状改良体を連結した橋台耐震補強工法に関する傾斜実験,土木学会第71回年次学術講演会,2016.9
3)国土交通省監修 鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計,丸善,2013
4)国土交通省監修 鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物,丸善,2013