

橋台背面に杭打設し土圧低減を図る耐震補強工法

早稲田大学 正会員 ○安 同祥
早稲田大学 フェロー 清宮 理

1. はじめに

橋梁の耐震設計基準は大地震の震災経験を活かして改訂され、橋梁の所要耐震性能は耐震設計基準の改訂につれ高くなってきている。旧基準で設計・建設された橋梁が現行耐震設計基準の要求に満たすために耐震補強が必要である。1995年兵庫県南部大震災以来多くの橋梁が耐震補強されている。然し、今までの耐震補強は主として橋脚の柱に集中している。地中にある基礎構造物および半地下にある橋台の耐震補強はまだあまり実施されていないのは現状である。とくに橋台の有効且つ経済的な耐震補強工法はまだ確立されていないと思われる。本文では、橋台の背面に杭を新設して橋台に作用する背面地盤からの土圧荷重や地盤の変形を低減し、橋台の耐震性能の向上を図る工法を提案して、この有効性について数値解析法にて検証した。

2. 橋台背面の新設杭による補強工法

橋台は橋梁の一部であり土留めの機能もしている。地震時橋台は上部構造からの荷重を受けると同時に背面からの土圧荷重も抵抗している。背面新設杭による補強工法は従来の増し杭工法のように新設杭と既設フーチングなどの部材とつないで構造を一体化して橋台の耐力を直接向上する事ではなく、背面に杭を新設し、後ろからの土圧を低減して橋台の耐震性能の向上を図る工法である。既設部材との連結を省く事によって補強工事の簡略化を実現すると同時に施工スペースの確保と設計自由度の向上を図ることができる。

3. 橋台諸元

本検討に用いる橋台は平成2年版の道路橋示方書・同解説に基づいて設計された2径間床版橋のA1橋台である。逆T式のA1橋台は5×3列計15本の場所打ち杭で支えられ、全高は10.00mである。杭径と杭長はそれぞれ1.2mと34.5mである。建設地点の表層地盤は平均N値5.0程度の砂層と10.0程度の砂混じり礫の層からなり、耐震工学上の基盤面は平均N値50以上の砂礫層の上面で、地盤の一次固有周期は0.86sである。

3. 解析モデルおよび解析方法

解析は橋台、杭基礎およびその周辺地盤から構成する2次元モデルによって実施した。橋台の縦壁・フーチングは線形梁要素に、場所打ち杭は非線形梁要素にモデル化した。杭の曲げ非線形特性は武田モデルによって

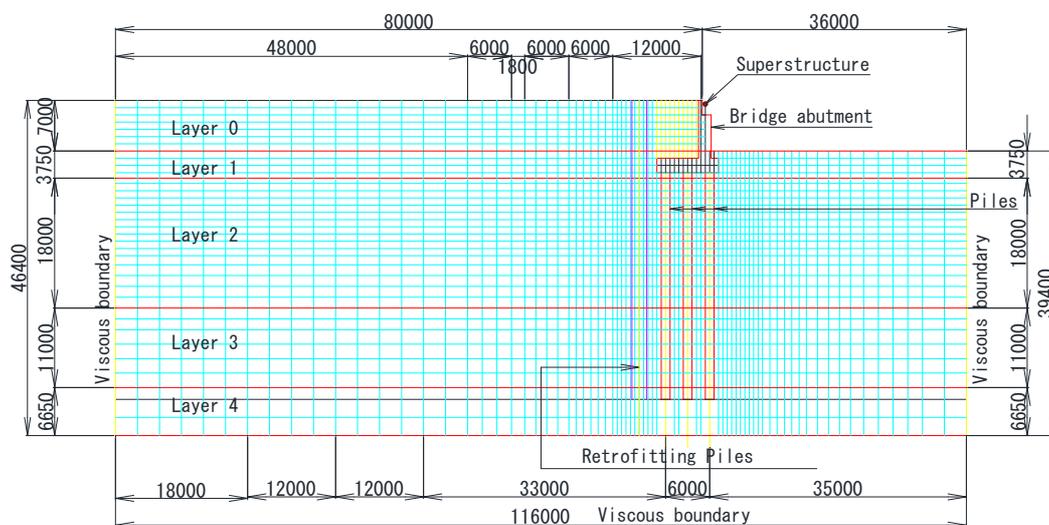


図-1 解析用モデル

キーワード 新設杭, 橋台耐震補強, 耐震性能, 数値解析

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 TEL03-5286-3852

評価した。地盤は非線形平面歪み要素とした。その非線形特性は Ramberg-Osgood 曲線で評価した。また、新設杭は線形梁要素とした。境界条件について基盤面では全方向固定、両サイドでは鉛直方向固、水平方向ローラーとした。構造物の応答値は非線形動的解析によって求めた。動的解析は直接積分法、積分は New- β ($\beta=0.25$) 法によって行った。また、減衰はひずみエネルギー比例～レイリ型とした。解析用地震入力は道路橋示方書に示されている I 種地盤タイプ II 地震動設計用 JMA KOBE 波形を基盤波とした。図-1 は解析用モデルを示す。解析は現況構造、裏込め材がない構造と新設杭によって補強した構造について行った。

4. 解析結果および補強効果 解析は橋台直角方向全幅 18.0m で行った。本検討では橋台背面に直径 1.50m、長さ 39.5m の場所打ち杭を 6 本新設する事とした。図-1 は杭先端から上部構造重心までの最大・最小水平変位を示す。裏込め材がないと仮定した場合、背面からの土圧がないので橋台の挙動は橋脚のようになり、構造の最大・最小応答変位が偏らずほぼ同じであった。一方、土圧が作用した場合構造の振動が土圧方向に大きく偏った。橋台の振動特性は裏込め材に大きく影響される。橋台の背面に杭の新設によって構造の最小応答変位（土圧作用の反対方向）はあまり変わっていなかったが最大応答変位が低減した。また、現況では杭の水平変位は地下 30.0m 地層の変化位置付近から急に大きくなっているが杭の新設によってこの変化はゆるくなり、杭の地層変化位置での断面力集中を低減した。図-2 は橋台の堅壁および杭基礎のせん断力を示す。現況では杭のせん断力は地下 26.0m 付近で制限値を超えていたが杭の新設によって既設杭のせん断力を大きく低減した。また、土圧の作用を無視した場合は堅壁および杭のせん断力の応答値は小さくなった。但し、増し杭補強後堅壁下端および杭頭付近のせん断力は大きくなった。

5. まとめ 数値解析法で背面に杭を新設した場合橋台の耐震性能について検証した。橋台の耐震性能は背面からの偏土圧に大きく影響される。橋台の背面に杭を新設した場合橋台に作用する土圧を低減すると同時にゆるい地盤の補強にもなって、構造の最大水平応答変位を低減した。堅壁の下端と杭頭付近のせん断力が大きくなったが杭の地層変化位置での断面力集中を大幅緩め、せん断力を大きく低減した。本工法は橋台の耐震性能の向上が期待できる。また、本検討は初期的なもので実用に向けて更に詳細な検討する必要がある。

6. 参考文献 道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説 社団法人 日本道路協会

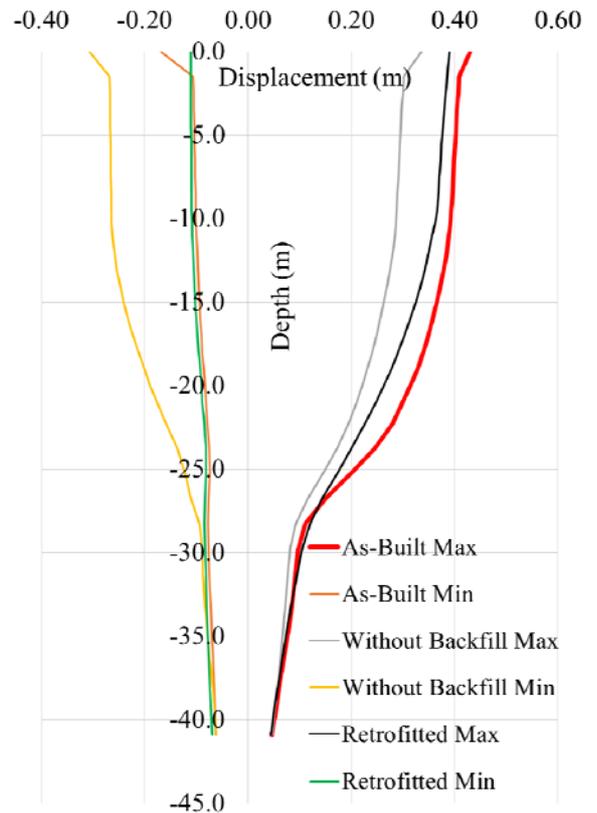


図-2 構造の最大・最小水平応答変位

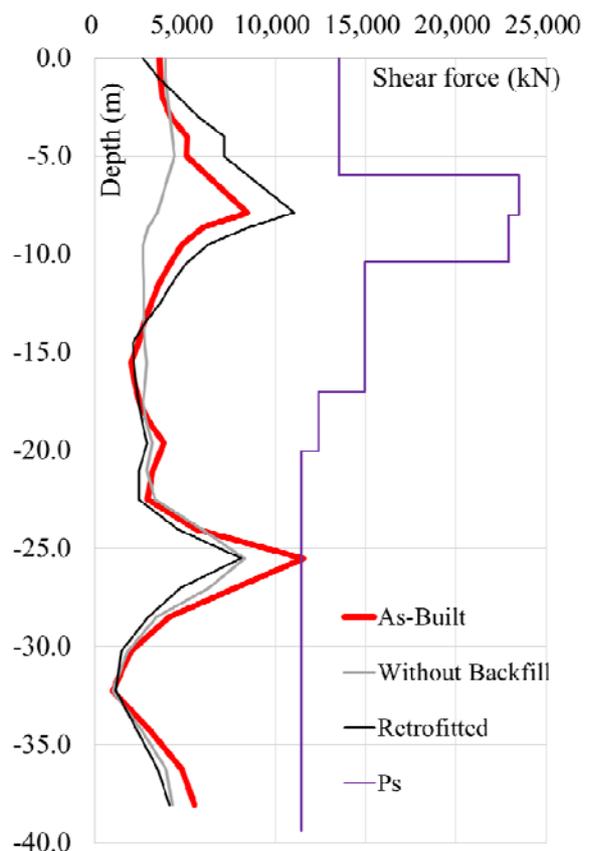


図-2 は橋台の堅壁および杭基礎のせん断力