

吉野川下流域の沖積低地に建設する橋梁基礎の合理化

西日本高速道路 正会員 藤島 幸年 ドーユー大地 フェロー〇坂手 道明

西日本高速道路 正会員 阿部 茂 ドーユー大地 正会員 中谷 隆生

1. はじめに

四国横断自動車道 鳴門 JCT～徳島 IC 間は砂質土層と粘性土層が互層に堆積した軟弱地盤帯に位置している。これまでの調査により、橋梁基礎の支持層と成り得る層は、約 GL-40mと深い深度に位置することが確認されていることから、これら橋梁群の基礎工は、大規模になることが予想される。また、表層の軟弱砂質土層においては、地震時に液状化する可能性があることも判っている。

重要な社会基盤である橋梁を、安全で確実に建設し、さらに、建設コストのみならず、将来のライフサイクルコストを含め、費用の縮減を図ることが最重要テーマとなっている中、沖積層の厚い軟弱地盤での橋梁では、地盤の強度の推定を含め、基礎構造に関する課題が大きなウェイトを占める。

このような状況の中、合理的な橋梁形式を追求するにあたって、①軟弱地盤の調査手法および地盤強度の評価方法、②液状化地盤の評価方法、③軟弱地盤地帯に適した合理的な橋梁形式の追求、の3つの視点で検討を進めた。

①軟弱地盤の調査手法、および地盤強度の評価方法、についてはセルフボーリング型原位置せん断摩擦試験 SBIFT(Self Boring In-situ Friction Test)¹⁾²⁾により地盤定数を設定する事、②液状化地盤の評価方法、については、液状化判定に SHAKE を用いる事で、「対地盤という点」では合理的なものとなる事が判った。

本文では、「軟弱地盤地帯に適した合理的な橋梁基礎形式」について、未だ検討途中ではあるが、1つの方向が見出せたので、それについて報告する。

2. 鋼ポータルラーメン形式(単径間橋梁)

今回検討している区間では、交差物の関係で10橋以上の橋梁を建設しなければならない。その内約7割が単径間橋梁で残り3割が2径間以上の橋梁となる。

各橋梁について、合理的な形式を比較検討する中で、単径間橋梁については、鋼ポータルラーメン形式が共通的に合理的な形式となり得る事が判った。

軟弱地盤での橋梁では、上部工が軽い鋼桁形式が有利となるが、鋼桁とRC構造の橋台をラーメン化する事で、支承構造の単純桁形式に比べ、初期コストも低く、延長床版を組み合わせる事で、伸縮装置も不要となり、将来の維持管理面の利点も大きく、ライフサイクルコストの低減も図れる。さらに、騒音の低減と走行性の向上も図れると考えている。

ラーメン部の構造としては、他稿で詳細検討した、孔あき鋼板ジベル構造を採用する方向で計画している。この孔あき鋼板ジベル構造の検討については、既に他論文³⁾で報告しているので、本文では詳述しないが、本形式のイメージおよび試設計例を図-1、鋼板ジベル構造のイメージ図を図-2に示す。

1つの橋梁をサンプルに、通常の支承構造と、概算工事費を比較した結果、約15%程度のコストダウンが可能となることが判った。

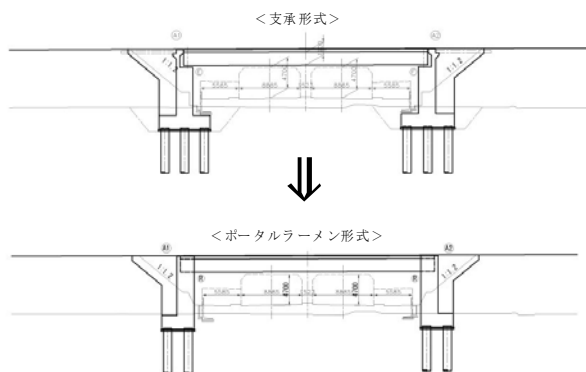


図-1 鋼ポータルラーメン形式 試設計例

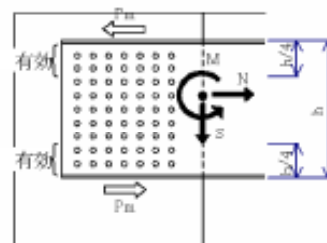


図-2 鋼板ジベル構造のイメージ図

キーワード：軟弱地盤、橋梁基礎、鋼ポータルラーメン形式、地盤改良複合杭基礎

連絡先 〒733-0812 広島市西区己斐本町 2-20-16 (株)ドーユー大地 TEL:082-273-1471 FAX:082-273-1473

3. 地盤改良複合杭基礎（多径間連続橋梁）

地盤改良複合杭基礎は、図-3に示すような地盤改良体と杭からなる複合基礎形式である。⁴⁾⁵⁾本基礎形式は、軟弱地盤において、杭が水平抵抗に関与する深さまで地盤改良体が存在し、従来の杭基礎に比べて、大きな水平抵抗を期待することができる。したがって、杭径の縮小化や杭本数の削減等により、建設に伴う排土量や使用材料を抑えることができ、工費の縮減のみならず、環境負荷低減に繋がる基礎形式である。

3-1. 地盤改良複合杭基礎の概要

地盤改良複合杭基礎は、軟弱地盤における基礎の水平抵抗を向上させるために、深層混合処理工法により地盤を形成し、フーチング下端に作用する荷重を改良体の周辺抵抗と杭で支持する新しい基礎形式である。

地盤改良部は改良体前面の受働抵抗と側面の摩擦抵抗からなり、従来の杭基礎に比べて大きな地盤抵抗が期待できる構造である。

3-2. 設計モデルと設計手法

改良体部の力学的評価は、改良体と現地盤との相対的な関係から決まる。

改良体の設計基準強度が 1Mpa 以上確保できれば、一般的な軟弱地盤に対しては改良体の弾性係数>原地盤の変形係数となり、原地盤に対して十分な強度と剛性を有していることになる。このため、解析上は改良体を剛体と仮定しても問題ないと考えられるため、図-4に示すとおり、設計上は改良体部をケーソン基礎としたケーソン+杭基礎として設計する。改良体部に与える地盤抵抗はケーソン基礎の設計に準じる。

3-3. 試設計結果

今回対象としている区間の中で最も橋長が長い橋梁について、通常の杭基礎と、地盤改良複合杭基礎の両形式にて試設計を実施した。

試設計結果の1橋脚の例を図-5に示す。

一般的な杭基礎の中では、杭種、杭径を比較した結果、中掘鋼管杭 $\phi 800$ が最も経済的であった。

それに対して、地盤改良複合杭基礎では、前節 3-2 で述べた設計モデルで設計した結果、図-5に示す様なプロポーションとなり、基礎工費として約 15% 程度安価となった。

4. まとめ

愛媛県の瓶ヶ森に源を発する、全長 194 km の日本でも有数の大河である、吉野川下流域に発達した緩い地盤が厚く堆積する「軟弱地盤」に建設する橋梁を、いかに合理的なものとするか、との課題に対して、主として基礎構造に着目し、研究、検討、さらに試設計を実施する中で、1つの可能性は得られた。

一方で「地盤改良複合杭基礎」は、「道路橋示方書」等で定められた設計法が確立されている構造ではないため、今後その構造体としての確実性、安全性を検証し、設計法を確立し、実用化する計画である。

[参考文献] 1) 坂手ら (1998) : SBIFT による地盤の地盤強度と三軸圧縮試験の比較, 土木学会全国大会研究発表会議講演概要集, pp. 760-761 2) 坂手ら (1999) : 原位置摩擦試験による地盤の強度・変形定数の推定と実務への適用, 土木学会論文集, 第 617 号/III-46, pp. 191-200 3) 坂手ら : 直接基礎を有する鋼ポータルラーメン橋の設計と剛結部構造の合理化, 構造工学論文集 Vol. 53A, pp. 936-945, 2007. 3 4) 坂手ら (2001) : 地盤改良複合杭基礎の設計モデルの提案, 土と基礎, pp. 7-9 5) 坂手ら (2000) : 軟弱地盤での地盤改良複合杭基礎とその載荷試験, 橋梁と基礎, pp. 21-27

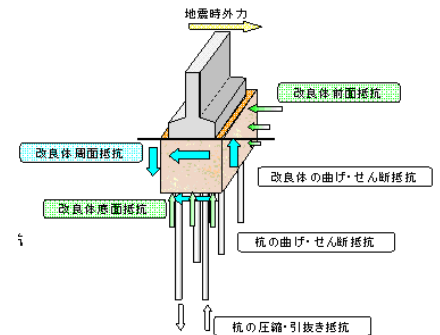


図-3 地盤改良複合杭基礎イメージ図

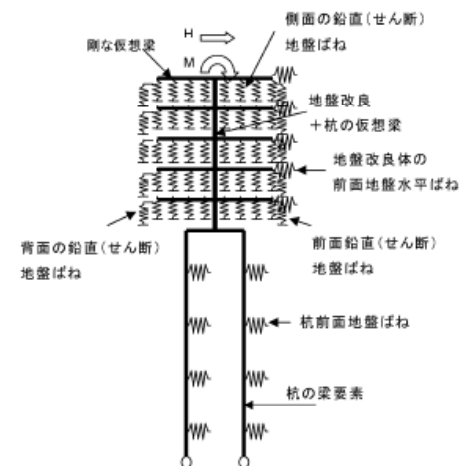


図-4 地盤改良複合杭基礎設計モデル

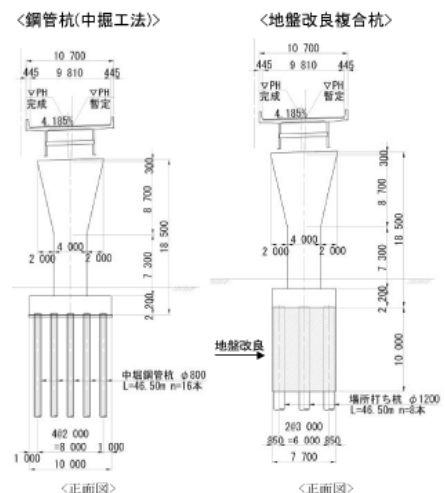


図-5 地盤改良複合杭基礎試設計例