

鋼管矢板基礎の構造工夫によるコスト縮減検討の一考察

阪神高速道路

正会員

○牟田原清孝, 正会員

杉山裕樹, 正会員

服部駿佑

大日本コンサルタント

豊島 孝之, 正会員

後閑 勇

1. はじめに

本検討では基礎構造物のひとつである鋼管矢板基礎に着目し、概略設計段階から技術的な工夫を盛り込むことで標準的な鋼管矢板基礎と比較して経済性に優れた構造物を設計するための手法の一端を、試算・試検討のレベルではあるが、明らかにすることを目的としている。

2. 鋼管矢板基礎の概要

本検討では海上部に建設する橋梁の鋼管矢板基礎という設定条件で、基礎形状が永続作用支配状況における鉛直支持力で決まっている大規模なもの、台座ブロックと鋼管矢板との最小離隔で決まっている小規模なものの2種類の基礎に対するコスト縮減検討を行う。

なお、コスト算出の基本的な条件としては材料及び

施工単価は2021年度を基準とし、コスト算出対象は鋼管矢板基礎～台座ブロックまで、施工箇所は海上部で起重機船またはクレーン付台船によるバイプロ+油圧ハンマによる鋼管杭打設を想定している。

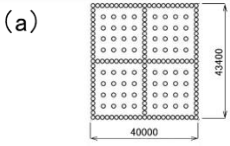
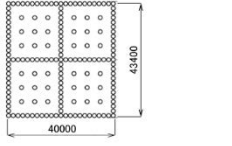
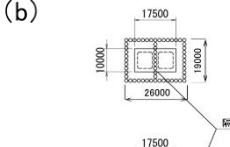
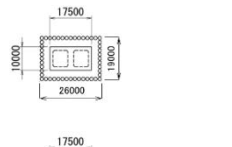
(1) 大規模鋼管矢板基礎

対象基礎の構造寸法は 43.4m×40.0m とし、杭長は 50.5m とした。杭径はφ1.5m の鋼管杭で継手は縞鋼管高耐力継手を採用し、外周部 92 本、隔壁部 43 本、中打ち杭 64 本の計 199 本の鋼管を配置する構造とした(表-1(a)を参照)。

(2) 小規模鋼管矢板基礎

対象基礎の構造寸法は 19.0m×26.0m とし、杭長は 47.5m とした。杭径はφ1.5m の鋼管杭で継手は縞鋼管高耐力継手を採用し、外周部 48 本、隔壁部 9 本の計 57

表-1 鋼管矢板基礎の概要

	標準の基礎形状	コスト縮減後の基礎形状
大規模鋼管矢板基礎	(a)  基礎形状: 43.4 × 40.0 × 50.0m 鋼管矢板: φ1500, n=199本 外周部 t21(SKY490), n=92本 隔壁部 t17(SKY400), n=43本 中打ち杭 t15(SKY400), n=64本 先端支持力: 5,180kN/m² 基礎形状の決定要因: 永続作用支配状況の鉛直支持力 鋼管板厚の決定要因: 打設時応力 杭先端位置の決定条件: 支持層位置	(c)  基礎形状: 43.4 × 40.0 × 50.0m 鋼管矢板: φ1500, n=171本 外周部 t21(SKY490), n=92本 隔壁部 t17(SKY400), n=43本 中打ち杭 t15(SKY400), n=36本 先端支持力: 5,180kN/m² 基礎形状の決定要因: 永続作用支配状況の鉛直支持力 鋼管板厚の決定要因: 打設時応力 杭先端位置の決定条件: 支持層位置
小規模鋼管矢板基礎	(b)  基礎形状: 19.0 × 26.0 × 47.5m 鋼管矢板: φ1500, n=57本 外周部 t17(SKY490), n=48本 隔壁部 t17(SKY400), n=9本 中打ち杭 なし 先端支持力: 6,000kN/m² 基礎形状の決定要因: 鋼管矢板と台座ブロックの離隔 鋼管板厚の決定要因: 打設時応力 杭先端位置の決定条件: 支持層位置	(d)  基礎形状: 19.0 × 26.0 × 47.5m 鋼管矢板: φ1500, n=48本 外周部 t20(SKY490), n=48本 隔壁部 なし 中打ち杭 なし 先端支持力: 6,000kN/m² 基礎形状の決定要因: 鋼管矢板と台座ブロックの離隔 鋼管板厚の決定要因: レベル2地震時応力 杭先端位置の決定条件: 支持層位置

キーワード 鋼管矢板基礎, 基礎の軽量化, 隔壁鋼管矢板の省略

連絡先 〒650-0023 兵庫県神戸市中央区栄町通 1-2-10
阪神高速道路株式会社 神戸建設部 TEL 078-335-6843

本の鋼管を配置する構造とした（表-1（b）を参照）。

3. 鋼管矢板基礎のコスト縮減検討

（1）大規模鋼管矢板基礎

前項に記載の通り，大規模鋼管矢板基礎は支持力で基礎形状と杭本数が決定しているため，基礎そのものを軽量化することがコスト縮減に有効だと考えられる。

今回は頂版コンクリートと上載土（埋戻し土）に着目し，通常よりも軽量な材料を用いることでコスト縮減可能かどうかを検討する。

【頂版コンクリート】

標準的に使用される普通コンクリートから，粗骨材に軽量骨材を使用した軽量骨材コンクリート1種に変更した場合のコスト縮減効果を表-2 に示す。

表-2 軽量骨材コンクリート適用時のコスト比較

	普通コンクリート	軽量骨材コンクリート1種
頂版コンクリート体積	約9,000m ³	
単位体積重量	24.5kN/m ³	20.5kN/m ³
コンクリート打設単価比率	1.0	1.2
基礎全体の工事費比率	1.0	0.98

軽量骨材コンクリートを適用することでコンクリート単価自体は割高になってしまうが，頂版コンクリートの軽量化により中打ち杭本数を16本削減できることから全体コストを2%削減できる結果となった。

ただし，軽量骨材コンクリートは普通コンクリートより強度特性で劣るため試験体を用いた強度試験を実施して詳細な適用性を検討する必要がある（今回は普通コンクリートと比較してヤング係数を40%低減させて剛体判定を行い，必要な頂版厚さを計算した）。

【上載土（埋戻し土）】

埋戻し土を標準土から流動化処理土に変更して軽量化した場合のコスト縮減効果を表-3 に示す。

表-3 流動化処理土適用時のコスト比較

	一般土	流動化処理土
埋戻し土体積	約3,400m ³	
単位体積重量	18kN/m ³	15kN/m ³
土砂材料の単価比率	1.0	1.3
基礎全体の工事費比率	1.0	0.98

頂版コンクリートに軽量骨材コンクリートを適用した場合と同様に，流動化処理土を用いることで材料単価は割高になってしまうが，埋戻し土の軽量化により中打ち杭本数を12本削減できることから全体コストを

2%削減できる結果となった。

表-1（c）に軽量骨材コンクリートと流動化処理土を適用して軽量化を行った場合の検討結果を示す。軽量化によって中打ち杭本数を表-1（a）と比較して28本削減することができ，当初想定していた概算工事費から約4%のコスト削減効果があることが分かった。

（2）小規模鋼管矢板基礎

鋼管矢板基礎設計施工便覧には，基礎の外径が15～20m程度以上となる場合には，基礎全体形状の保持を目的として隔壁鋼管矢板を用いることが多い¹⁾との記載がある。

しかし，検討対象としている小規模鋼管矢板基礎が台座ブロックとの施工離隔で形状が決まっており支持力に余裕があること，鋼管矢板基礎は頂版コンクリートで杭頭部を強固に剛結されて井筒内部土も地震時等外力による変形に抵抗すると考えられることから，隔壁鋼管矢板を省略しても構造が成立すると考えて仮想井筒梁モデルによる試検討を行った。

隔壁鋼管矢板を省略し，外周部鋼管矢板の鋼材厚さを3mm増やした基礎形状で安定計算を行って基礎構造が成立することを確認したうえで，概算工事費が低減可能かを検討した（表-1（d）を参照）。結果は表-1（b）に示した当初想定していた隔壁鋼管矢板ありの場合と比較して，概算工事費が約9%低減可能であることが分かった。

ただし，仮想井筒梁モデルは井筒断面形状（円筒断面）が変化しないことを前提としているため，今後更に鋼管矢板や継手，地盤をモデル化する立体骨組解析にて基礎構造物の挙動を適切に評価し，基礎の安全性を検証する必要があると考えている。

4. まとめ

本検討では鋼管矢板基礎の概略設計段階から技術的な工夫を盛り込むことで，施工コストの縮減可能性があることを示した。

今回の検討は概略設計時点の試算・試検討段階であり，実際の鋼管矢板基礎構造物として採用するためには実験や解析を行って，詳細に安全性と適用性を照査する必要がある。

参考文献

1) 社団法人日本道路協会：鋼管矢板基礎設計施工便覧，丸善株式会社，1998