

鋼管矢板基礎に対する 3 次元骨組構造解析手法の開発

京都大学大学院

(正)稲積真哉・(正)木村 亮・(学)三津田祐基

連結鋼管矢板工法研究会 ○(正)田村博邦・(正)西山嘉一・(非)菅野友紀・(非)本田敬明

1. はじめに

筆者らは、鋼管矢板井筒基礎で代表される鋼管矢板式構造物の力学特性に対する評価手法の高度化を目的として、3次元骨組構造解析手法を開発している。本解析手法は、鋼管矢板式構造物や鋼管矢板で補強された構造物の安定設計に対して、現状用いられている「弾性床土上の有限長ばりによる解析」および「仮想井筒ばりによる解析」¹⁾と比較して、継手の深度方向設置箇所の考慮や3次元的地盤反力の推定など、より詳細な設計を与えるものである²⁾。本報告では、開発した3次元骨組構造解析手法の概要・特徴を述べるとともに、鋼管矢板式井筒基礎の現場適用実績と本解析手法によって得られる構造安定性を比較検証することで本解析手法の現場適用性を検討する。

2. 鋼管矢板式構造物に対する既往の設計解析手法

鋼管矢板基礎に対する既往設計法としては、「弾性床土上の有限長ばりによる2次元解析」と「仮想井筒ばりによる2次元解析」に大別できる¹⁾。前者は、合成効率(μ)によって各鋼管矢板に対するみかけの断面2次モーメントを低減し、鋼管矢板基礎全体の剛性を評価するものであり、図-1に示すとおり鋼管矢板基礎全体に対して地盤反力を作用させる力学モデルによって比較的単純に鋼管矢板基礎の力学的特性を表現できる。一方、後者では、継手ずれをせん断分布ばねによって考慮することにより鋼管矢板基礎全体の剛性を評価し、鋼管矢板基礎全体の变形挙動を評価する手法である。しかしながら、これらの手法では、鋼管矢板式構造物を構成する個々の鋼管および継手を任意に設定することができない。また、鋼管矢板として新しく開発された2本の鋼管および連結H鋼が一体となって挙動する連結鋼管矢板(図-2参照)³⁾のモデル化にも困難を要する。そのため、様々な鋼管矢板式構造物に対して柔軟に対応でき、鋼管矢板基礎における鋼管特性ならびに継手特性を任意に変化させることのできる設計手法の確立が必要である。

3. 3次元骨組構造解析手法

3次元骨組構造解析手法²⁾は、鋼管本管をビーム要素、頂版を剛なビーム要素、継手箇所の力学特性および構造物を構成する各々の鋼管矢板に作用する地盤反力を非線形ばね要素としてモデル化するものであり、継手箇所および地盤反力における圧縮、引張およびせん断方向特性を考慮することができる。なお、地盤ばね定数の推定には道路橋示方書⁴⁾に示された設計基準に従うものとする。また、継手箇所における非線形継手ばねは、各種継手形式の力学試験から得られた各種鋼管矢板継手の力学特性⁵⁾を用いることができる。

本構造解析手法の特徴は、以下のとおりである。

- (1) 鋼管矢板式構造物の3次元的な挙動が把握できるため、複雑な形状の鋼管矢板式構造物の

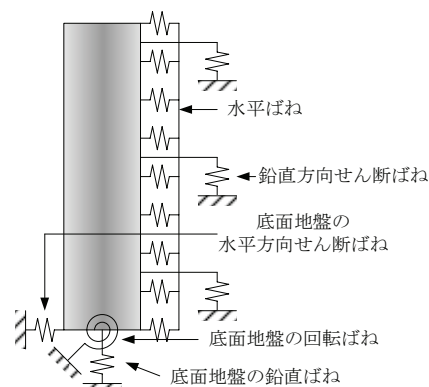


図-1 既往設計法の概略

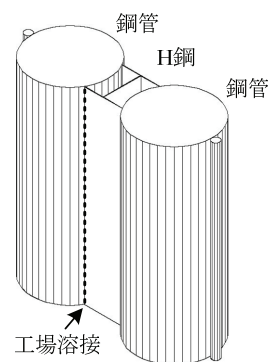


図-2 連結鋼管矢板

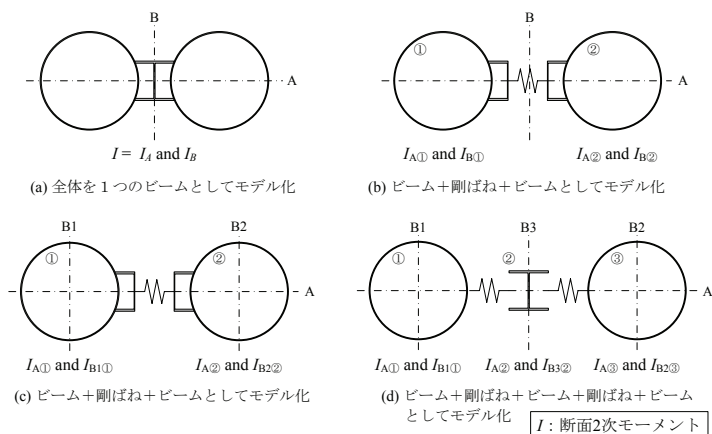


図-3 連結鋼管矢板のモデル化

キーワード 鋼管矢板基礎、3次元骨組構造解析、継手特性、構造安定性

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院 工学研究科 都市社会工学専攻 TEL 075-753-5106

力学挙動も正確に評価できる。

- (2) 各々の鋼管矢板要素に作用する地盤反力を評価することができるため、鋼管矢板式構造物の内側および外側における地盤抵抗特性の影響を高精度に考慮・評価できる。
- (3) 鋼管矢板継手箇所の圧縮・引張・せん断特性を設計に考慮することができ、継手箇所における破壊の程度を把握することができる。
- (4) 様々な鋼管ならびに継手を深度方向に任意に設置することにより、継手改良手法、継手の設置長さ、ならびに継手形状などが鋼管矢板構造物の力学特性へ与える影響を把握できる。
- (5) ケーソン基礎の補強に対する鋼管矢板の補強効果も評価することができる。
- (6) 鋼管矢板式構造物の施工段階に応じた 3 次元変形挙動を評価することができる。

連結鋼管矢板（図-2 参照）が適用された鋼管矢板基礎に対して、本解析手法では連結鋼管矢板を図-3 に示す 4 種類のモデルとして表現可能である。なお、2 本の鋼管および H 鋼が一体となった連結鋼管矢板の挙動を最適に表現できるモデルは図-3(a)および(b)であり、さらに連結鋼管矢板における中間 H 鋼の深度方向への設置自由度を考慮すれば、図-3(b)に示したモデルが適している²⁾。

4. 現場適用性の検討

ここでは、本解析手法を道路橋示方書⁴⁾に示されている実施工例に対して適用することで、実大規模に対する本解析手法の適用性を検討する。対象とする鋼管矢板基礎を図-4 に示す。なお、各層の地盤条件は表-1 に示す。図-5 は検討結果の一例として、既往設計法である「弾性床土の有限長ばりによる解析」と本解析手法による安定計算結果から得られた深度方向の水平変位分布を示している。なお、本解析手法では基礎を構成する各々鋼管矢板の 3 次元挙動を検討することができるが、図-5 では各鋼管の水平変位分布の平均値を示している。図-5 では、既往設計法による計算結果と比較して、本解析法により実施した安定計算結果は水平変位が若干抑制されているものの、両者の計算結果は概ね一致しているといえる。すなわち、本解析手法を実施工例に適用可能であることが確認できる。水平変位量が若干抑制されている原因として、本解析法において、底面の鉛直地盤反力度の上限値を定めていないことなどが考えられる。

5. おわりに

本研究において開発した 3 次元骨組構造解析手法は、現在において一般的に用いられている合成効率ならびに継手のせん断特性を考慮した鋼管矢板式構造物の 2 次元解析手法と比較して、継手箇所の深度方向への取付け効果、鋼管矢板式構造物内外に作用する地盤反力の効果などを設計に考慮することができる。そのため、本解析手法の開発・適用は、より合理的に、さらには経済性を追求した鋼管矢板式構造物の構造設計を実現することができる。

【参考文献】 1) 鋼管杭協会：鋼管矢板基礎—その設計と施工—，鋼管杭協会，1999。 2) 三津田ら：連結鋼管矢板基礎に対する立体骨組構造解析手法の開発，第 41 回地盤工学研究発表会，2006，（投稿中）。 3) 西山ら：鋼管と H 鋼をつなげた連結鋼管矢板の開発と適用，未来材料，第 5 巻，第 6 号，pp.34-40，2005。 4) 社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，2002。 4) 三津田ら：H-H 継手および従来型継手に関する力学的諸特性について，第 41 回地盤工学研究発表会，2006，（投稿中）。

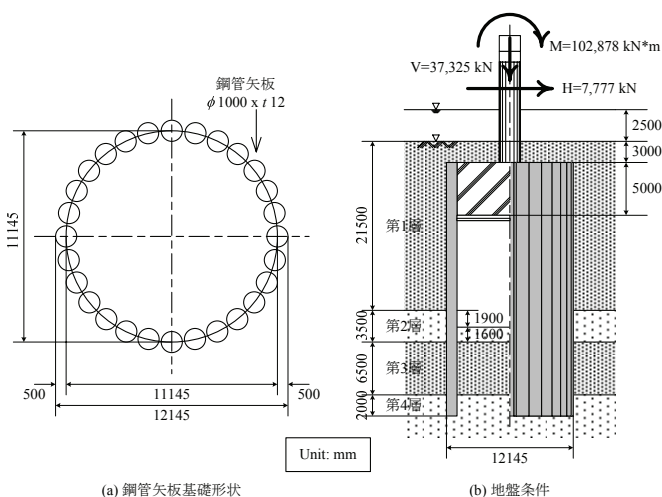


図-4 実施工例で対象として鋼管矢板基礎

表-1 地盤条件

	地盤の種類	層厚 [m]	平均N 値	粘着力 c [kN/m ²]	内部摩擦角 φ [度]	単位体積重量 [kN/m ³]
第1層	粘性土	21.5	2	30.0	0.0	16.0
第2層	砂質土	3.5	14	0.0	30.0	18.0
第3層	粘性土	6.5	10	80.0	0.0	17.0
第4層	砂質土	2.0	50	0.0	35.0	20.0

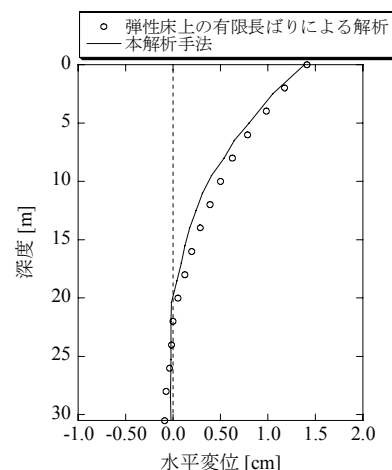


図-5 水平変位分布の比較