

立体骨組解析による鋼管矢板基礎継手部のずれ性状の把握と継手省略範囲の検討

(一財)阪神先進技術研究所 正会員○服部匡洋
阪神高速道路(株) 正会員 西原知彦, 正会員 小坂 崇
京都大学 正会員 宮崎祐輔, 正会員 澤村康生, 正会員 木村 亮

1. 目的

著者らは立体骨組解析の適用による鋼管矢板基礎の設計・施工の合理化を目指し、立体骨組解析の精度検証のための実験及び再現解析を実施するとともに¹⁾、設計と現実の施工の整合性の観点から、モルタル充填が困難な深部の継手を予め省略した基礎構造を提案し、縮小模型に対する遠心载荷試験を行うことで、その構造の実現性について検討を行ってきた²⁾。本検討では、一定の条件下で設計した鋼管矢板基礎に立体骨組解析を適用し、深部の継手を部分的に省略した基礎構造の実現に向けて、継手部のずれ性状を明らかにし、継手の省略可能な範囲について検討した。

2. 対象とする基礎の構造条件及び地盤条件

図-1 に解析対象基礎の構造条件及び地盤条件を示す。対象基礎の構造寸法は 33.0m×55.7m とし、杭長は 52.0m とした。また、基礎構造には直径 1.5m の鋼管杭を使用し、井筒部に 98 本、隔壁部に 62 本、中間杭 24 本の計 184 本の鋼管を配置する井筒構造とした。継手部には高耐力継手の一種である縞鋼管高耐力継手を採用した。

表-1 に地盤条件を示す。基礎構造を支持する地盤は、表層から砂質土と粘性土が交互に現れている地層を想定した。D_{sc2} 層を支持層とし、根入れ長は 5.4m(3.6D)として検討した。

表-2 に作用荷重を示す。本検討ではレベル 2 地震動に相当する作用荷重を荷重倍率 1.0 と位置付け、最終的にはレベル 2 地震動の 2 倍(荷重倍率 2.0)に相当する荷重を作用させた。荷重は頂版下面中心に水平力、鉛直力、モーメントを作用させた。

3. 解析モデル及び解析条件

図-2 に解析モデルを示す。本検討における解析では、3 次元鋼管矢板基礎の設計計算³⁾及び Engineer's Studio⁴⁾を使用した。3 次元鋼管矢板基礎の設計計算の仕様は文献 5)に準拠しており、個々の鋼管矢板とそれを連結する継手、支持する地盤をそれぞれモデル化する立体骨組解析を適用し、鋼管は材料非線形性を考慮できるファイバー要素とした。また、継手はばね要素とし、文献 6)に示す縞鋼管高耐力継手のばね定数を適用した。地盤は基礎前面水平方向、基礎外周面水平方向、基礎外周面及び内周面の鉛直方向、基礎底面の鉛直方向をそれぞれバイリニア型とし、基礎底面の水平方向は線形としてモデル化した。

4. 解析結果

図-3 に継手を全範囲設置した標準的なケースにおける継手部のばね要

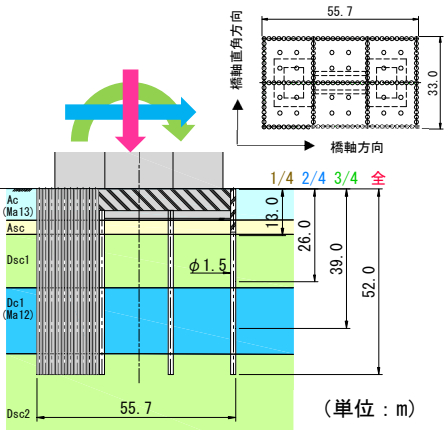


図-1 対象基礎の構造条件及び地盤条件

表-1 地盤条件詳細

地層		N値 (回)	単位体積 重量γ (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	せん断 抵抗角 φ(度)	変形係数 (kN/m ²)
Ac	粘性土	0	14	9	-	2600
				16	-	6800
				22	-	10600
Asc	砂質土	20	19	-	31	9200
Dsc1	粘性土	15	19	245	-	41200
	砂質土	31	17	-	32	39800
	粘性土	15	19	245	-	41200
	砂質土	31	17	-	32	39800
Dc1	砂質土	9	16	195	-	141600
	粘性土	24	18	144	-	67200
Dsc2	粘性土	16	18	230	-	122000
	砂質土	48	19	-	30	134400
	粘性土	16	18	230	-	122000
	砂質土	48	18	-	34	134400

表-2 作用荷重

	橋軸方向	橋軸直角方向
鉛直力(kN)	389,000	387,000
水平力(kN)	203,000	255,000
モーメント(kN・m)	5,680,000	2,660,000

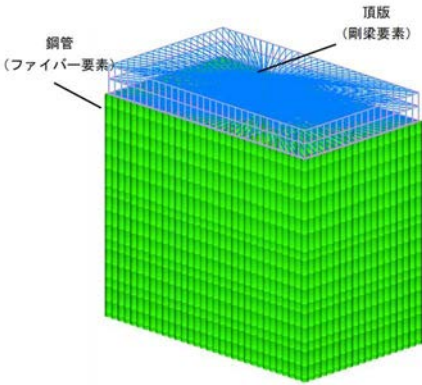


図-2 解析モデル

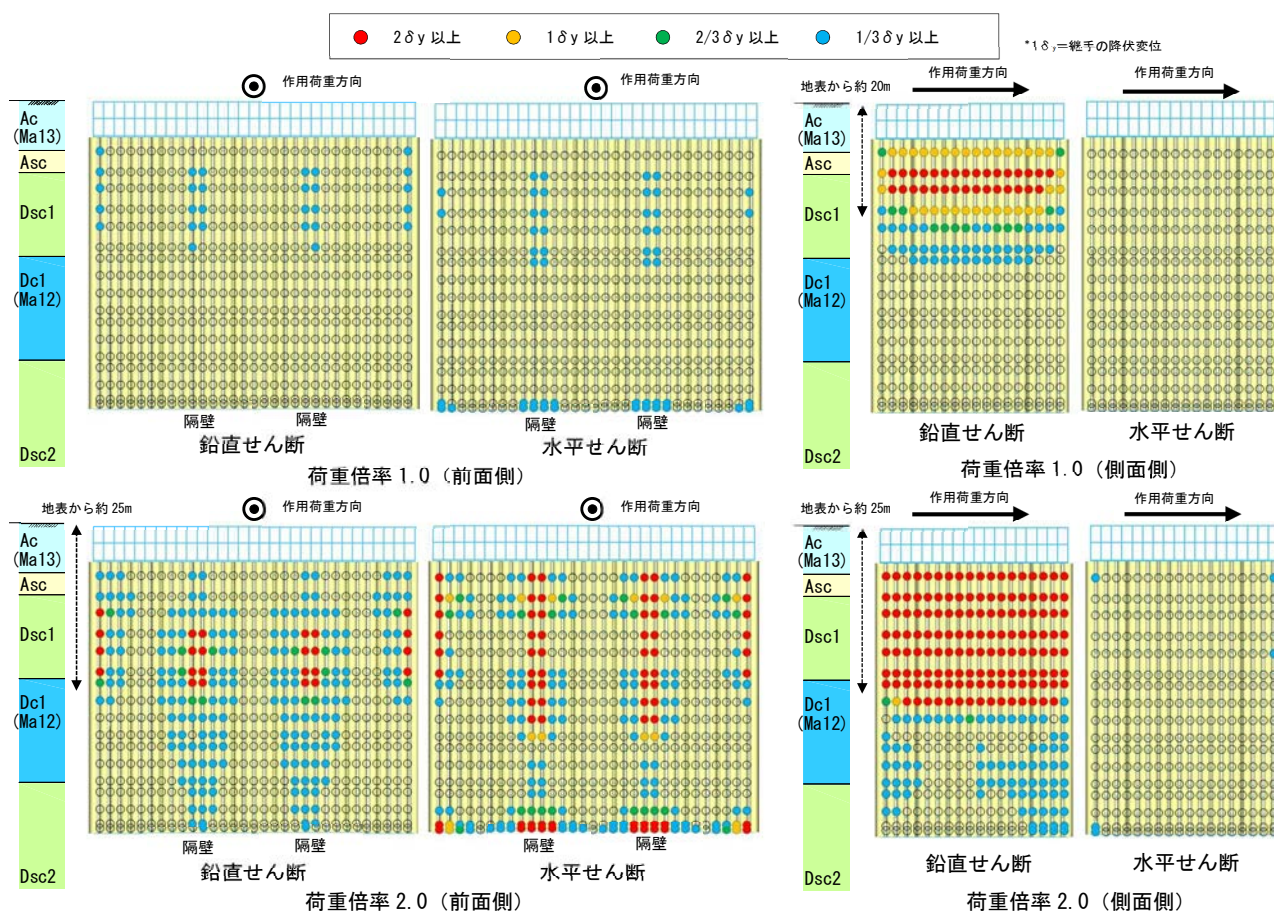


図-3 基本ケースにおける継手ばねの降伏分布（橋軸直角方向）

素の降伏状況を示す。なお、紙面の制約上橋軸直角方向載荷の結果のうち、継手ばねの降伏が確認された鉛直せん断方向及び水平せん断方向の降伏分布を示す。レベル2地震動相当の荷重が作用した時点（荷重倍率 1.0）では側面側で鉛直せん断方向の降伏が見られた。このとき、降伏範囲は地表面から約 20m の範囲であった。また、レベル2地震動の2倍相当の荷重が作用した時点（荷重倍率 2.0）では側面側の鉛直せん断方向に加え、基礎前面側の隔壁及び側壁近傍での鉛直せん断方向・水平せん断方向の降伏が確認された。これらの降伏は主に地表面から約 25m 範囲の浅部で確認された。このように、深部でも一部継手の降伏が確認されるものの、降伏の多くは浅部で発生していることから、深部の継手は省略可能であると推察される。

以上を踏まえ、本検討では、図-1 に示すとおり、基礎長 52m に対して継手設置範囲を基礎長の 1/4～3/4 まで変化させた解析を実施した。図-4 に荷重倍率-水平変位関係の比較を示す。継手設置範囲が短くなるのに伴い、荷重倍率-水平変位関係が小さくなる、すなわち基礎全体の剛性が小さくなる傾向が見られたが、継手設置範囲を 3/4、2/4（基礎長の半分）としたケースでは全範囲設置ケースに比べても剛性の低下程度は小さいことがわかる。

5. まとめ

基本ケースにおける継手のばね降伏分布、継手設置範囲を変化させた解析結果より、本条件では深部の継手の省略が可能と考えられ、基礎長の 1/2 程度までは省略できることが示唆された。

参考文献

- 1) 服部ら：立体骨組解析の適用による鋼管矢板基礎の設計合理化に向けた基礎的検討，第 54 回地盤工学研究発表会，講演番号 0578, 2019.
- 2) 草場ら：継手形状を模擬した鋼管矢板基礎の継手部に対する力学試験および基礎の一要素に対する水平載荷試験，第 54 回地盤工学研究発表会，講演番号 0585, 2019.
- 3) フォーラムエイト：3次元鋼管矢板基礎の設計計算，Ver.4 ヘルプ
- 4) フォーラムエイト：Engineer's Studio, Ver.5.00.04 Help
- 5) 日本道路協会：鋼管矢板基礎設計施工便覧，1997.
- 6) 服部ら：高鋼管高耐力継手の水平せん断及び圧縮・引張試験と鋼管矢板基礎設計への適用，第 23 回橋梁等の耐震設計シンポジウム，2020.

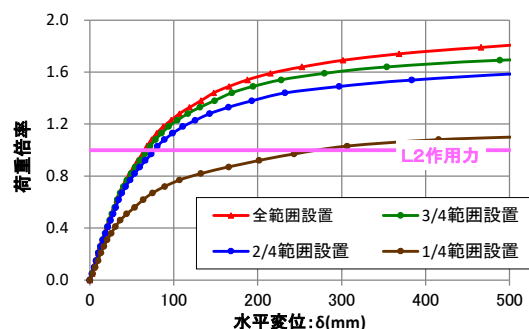


図-4 荷重倍率-水平変位関係（橋軸直角方向）