

第Ⅲ部門

継手部の形状を模擬した鋼管矢板基礎に対する水平载荷試験

京都大学大学院 学生会員 ○草場 翔馬
 京都大学大学院 学生会員 宮崎 祐輔

京都大学大学院 正会員 澤村 康生
 京都大学大学院 正会員 木村 亮

1. はじめに

鋼管矢板基礎は、継手を有する鋼管矢板を閉鎖形状に打設し、継手管内にモルタルを充填することで基礎全体を結合する(図1)。鋼管矢板基礎の力学特性を把握するためには、継手部が有する圧縮・引張・せん断方向の挙動を適切に評価する必要があるが、既往の研究¹⁾においては、主にせん断方向の特性のみを考慮している。そこで本研究では、継手形状を実構造に一致させた模型を用いて、事前に継手部の力学特性を各種要素試験により確認した上で、遠心加速度 50 G 場において鋼管矢板基礎の一要素を対象とした水平载荷試験を実施した。

2. 鋼管模型のモデル化

鋼管矢板基礎は、水平力を受けた際に、鉛直方向のずれの他に、図2に示す継手形状特有の変形モードが生じると考えられる。そこで本研究では、継手形状を実構造に一致させることに主眼を置き、図3に示すような鉄製($E=2.1 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$)の鋼管模型を用いた。また、①引張・圧縮・せん断抵抗を期待できる、②容易に複数の継手間距離を等しく管理でき、深さ方向に均一な材質で管理できる、という点から、模型継手部遊間には充填材として、ステンレス製丸棒を挿入した。今回は、高い管理精度からステンレス製の丸棒を用いたが、今後、実構造と同様にして、継手嵌合空間を密閉できる流動的な材料を注入する検討についても実施する予定である。

3. 継手部の各種要素試験

模型継手部の引張・圧縮・せん断抵抗を把握することを目的とし、一軸圧縮試験機と治具を用いて、各種要素試験を実施した。図4に要素試験の概略図を示す。引張・圧縮試験では、1辺 30 mm の鉄製立方体に継手を溶接した模型を用いた。なお、継手の断面形状および充填材は、図3に示すものと同じである。一方、押し抜きせん断試験では、杭長 100 mm の鋼管模型を3本繋げた試験体を用い、中央の鋼管模型のみを押し抜いた。

図5には、引張試験と押し抜きせん断試験の結果を示す。また表1には、本試験結果と稲積ら²⁾の実物大継手に対する試験結果を示す。表1より、継手間隙にモルタルを充填した実物大継手と比較して、本実験で用いた継

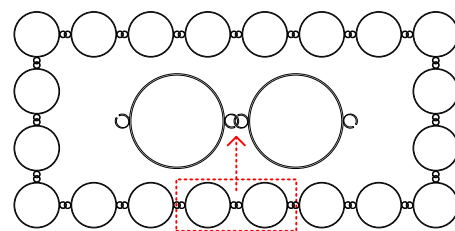


図1 P-P型鋼管矢板基礎断面図

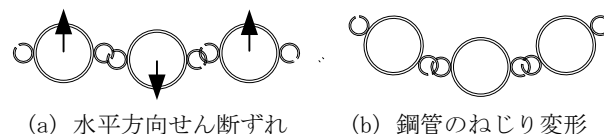


図2 P-P継手の変形モード

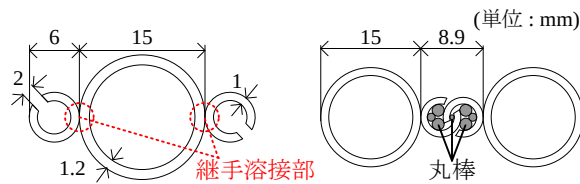


図3 鋼管模型断面図

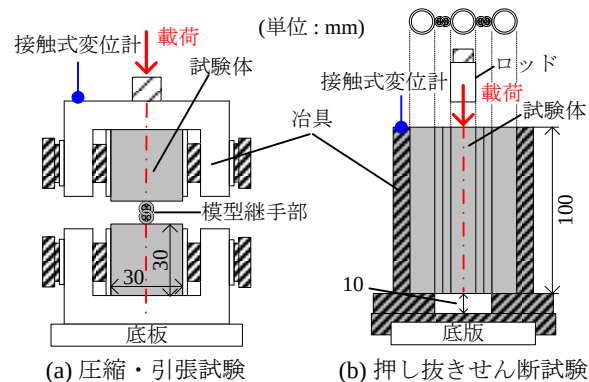


図4 要素試験の概略図

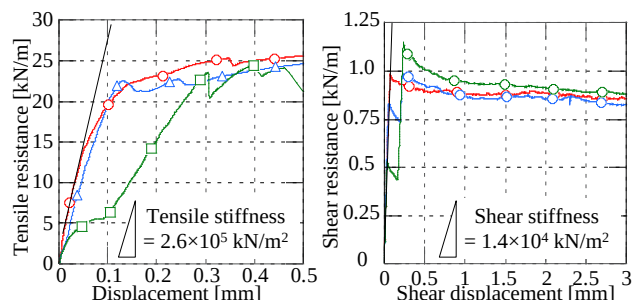


図5 要素試験結果

手模型は、引張剛性は大きく、圧縮・せん断剛性は小さいことがわかる。

4. 遠心模型実験

図6に示す実験装置を用いて、地盤中に設置した長さ500 mm (プロトタイプ 25 m) の模型鋼管矢板に対して水平載荷実験を実施した。地盤材料には乾燥豊浦珪砂を用い、相対密度が86.5%となる密な地盤を作製した。杭頭部はアルミ製キャップを嵌め込むことで剛結合とし、杭底部は土槽に固定した。実験ケースは、並列押し (Case-1) と直列押し (Case-2) の2ケースとした。載荷速度は2.0 mm/min の変位制御とし、終局状態を確認するために十分大きな変位を与えることを目的として、鋼管径 D の200%まで単方向に載荷した。

図7には杭頭部の荷重-変位関係を示す。載荷直後は、載荷方向によらず同様の傾きで推移するが、並列押し (Case-1) では、 $\delta/D = 40\%$ 付近で剛性が大きく低下した。一方、直列押し (Case-2) では、実験後に継手溶接部で破壊が生じていることを確認した。この継手溶接部の破壊により、 $\delta/D = 140\%$ 付近で大きく耐力が低下したと考えられる。図8には、各水平変位時において鋼管矢板に発生するひずみの分布を示す。同図では、引張ひずみを正、圧縮ひずみを負としている。図7, 8より、並列押し (Case-1) では、変位レベルによらずひずみ分布は左右対称であることがわかる。また、直列押し (Case-2) と比較して、地表面に近い位置で最大ひずみが発生している。一方、直列押し (Case-2) では、 $\delta/D = 90\%$ において、前後の鋼管で左右非対称なひずみが発生している。これは、水平変位の増大に伴い、継手部分に鉛直方向のずれが生じたことにより、同一深度において前方と後方の鋼管の曲率に差が生じたことによるものである。

5. 結論

本研究では、継手形状を実構造に一致させた模型を用いて、継手部の要素試験と鋼管矢板基礎の水平載荷試験を実施した。得られた知見は以下の通りである。

- ① 本研究の継手モデルは、継手間隙にモルタルを充填した構造と比較して、引張剛性は大きく、圧縮・せん断剛性は小さい傾向を示す。
- ② 鋼管矢板基礎の一要素を対象とした水平載荷試験において、並列押しではいずれの変位レベルにおいても左右の鋼管に発生するひずみ分布は等しいのに対して、直列押しでは前後の鋼管で左右非対称なひずみが発生する。これは、水平変位の増大に伴い、

継手部分に鉛直方向のずれが生じたことが原因であると考えられる。

今後は矩形型の鋼管矢板基礎に対する水平載荷試験を実施し、基礎全体の水平抵抗特性および変形挙動について、より詳細に検討する予定である。

<参考文献>

- 1) 木村ら：連結鋼管矢板を用いた鋼管矢板基礎の水平抵抗特性，第38回地盤工学研究発表会，pp.1611-1612, 2003.
- 2) 稲積ら：鋼管矢板基礎における継手部力学特性の解明と3次元骨組構造解析手法の提案，土木学会論文集 C Vol.65 No.2, 532-543, 2009.

表1 各種要素試験の結果

	引張特性		圧縮特性		せん断特性	
	剛性 [kN/m ²]	耐力 [kN/m]	剛性 [kN/m ²]	耐力 [kN/m]	剛性 [kN/m ²]	耐力 [kN/m]
A:本研究模型	2.6×10^5	25.6	2.8×10^5	49.6	1.4×10^4	0.99
B:実物大P-P継手 ²⁾	1.2×10^4	144	8.6×10^5	1230	4.8×10^5	81
剛性比(A/B)	21.7	—	0.3	—	0.03	—

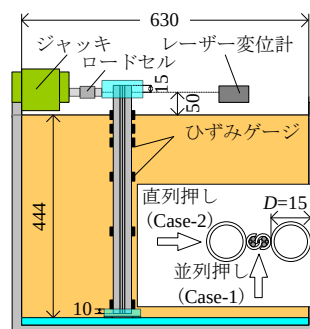


図6 実験模型の概略図

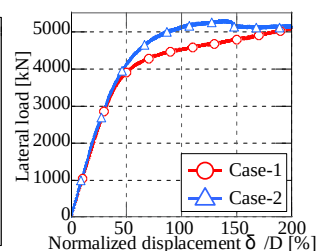


図7 荷重-変位関係

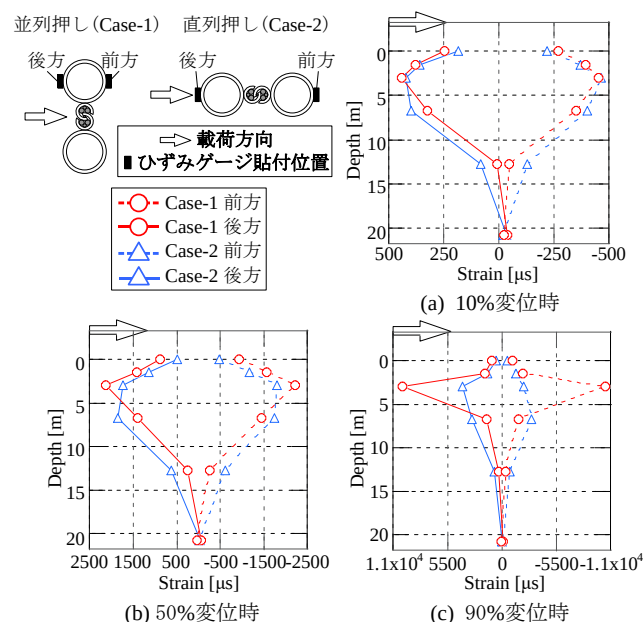


図8 ひずみ分布