

鋼管矢板継手部の力学試験および遠心場での矩形型基礎に対する水平载荷試験

京都大学大学院工学研究科
学生会員
○草場 翔馬
宮崎 祐輔

京都大学大学院工学研究科
正会員
澤村 康生
木村 亮

阪神高速道路 (株)
正会員
小坂 崇
西海 能史

(一財) 阪神高速道路技術センター
正会員
安藤 高士
服部 匡洋

1. はじめに

鋼管矢板基礎の水平荷重に対する変形モードは、継手部の鉛直方向のずれと、継手形状固有の水平方向のずれが考えられる。そのため筆者らは、継手形状を実構造に一致させることを主眼にモデル化した鋼管矢板模型(図1)を用いて、鋼管矢板基礎の水平抵抗特性を把握することを目的に、継手部の各種力学試験および鋼管矢板基礎を対象とする遠心模型実験を実施してきた¹⁾²⁾。前報¹⁾²⁾では、図1に示す狭隘な模型継手遊間への充填材としてせん断抵抗が摩擦により発揮されるステンレス製丸棒を用いた。これに対し、既往の研究³⁾では、モルタルが充填された実規模大P-P継手のせん断抵抗は、モルタルと継手界面部の付着力が支配的となることが確認されている。そこで本報は、図1と同じ模型を用いて、充填材には①継手遊間内を密に充填できる、②継手界面部で付着力を期待できる、という点から接着強さ6.0MPa以上の2液混合型エポキシ系接着剤を用いた。

2. 継手部の各種力学試験

模型継手部の引張・圧縮・せん断抵抗特性を把握することを目的として、前報¹⁾と同じ試験方法を用いて継手部に対する引張・圧縮試験、押し抜きせん断試験を実施した。図2に各種試験の概略図を示す。各種試験体の継手断面形状および充填材は図1に示すものと同じである。図3には各種力学試験の結果を示す。引張・圧縮抵抗力は引張・圧縮荷重を模型奥行長30mmで除した値、せん断抵抗力はせん断荷重をせん断面長さ200mmで除した値である。表1には、前報¹⁾および本試験結果と稲積ら³⁾が実施した実規模大P-P継手の力学試験で得られた継手部の各種力学抵抗特性を示している。表中の剛性および耐力は既往の研究³⁾と同様の方法で求めた。図3の最大勾配を剛性とし、第一次剛性変化点を耐力としている。本試験結果より、本実験模型のせん断剛性は各種剛性の中で最小となることを確認した。また表1より本実験模型の力学特性は、前報¹⁾の模型と比較して各種剛性が大きくなったこと、実物大P-P継手と比較して引張剛性は大きく、圧縮・せん断剛性は小さくなることを確認した。

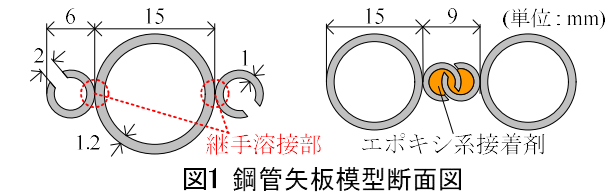


図1 鋼管矢板模型断面図

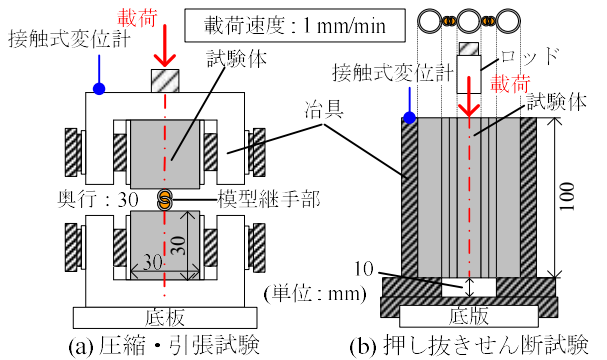


図2 各種力学試験の概略図

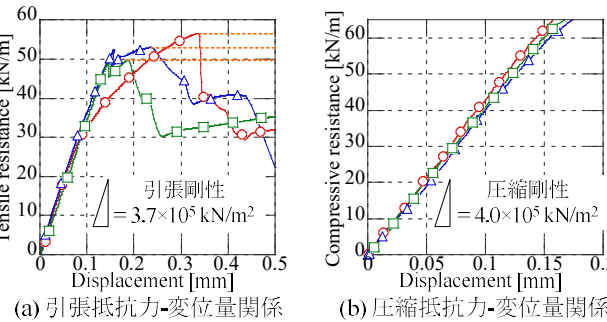


図3 各種要素試験の結果

表1 各種力学特性

	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:金属棒挿入 ¹⁾	2.6×10 ⁵	25.6	2.8×10 ⁵	17.2	1.4×10 ⁴	0.99
B:本実験模型	3.7×10 ⁵	52.9	4.0×10 ⁵	—	2.9×10 ⁴	—
C:実物大P-P継手 ³⁾	1.2×10 ⁴	144	8.6×10 ⁵	1230	4.8×10 ⁵	81
剛性比(A/C)	21.7	—	0.3	—	0.03	—
剛性比(B/C)	30.8	—	0.5	—	0.06	—

3. 遠心場での水平载荷試験

図4に実験模型の概略図を示す。実験対象はプロトタイプ寸法で、地盤深さ22mに構築された杭長25mの3×3矩形型鋼管矢板基礎である。基礎地盤は、乾燥豊浦珪砂を用いて相対密度90%の密な地盤を目標に突き固めにより作製し、矩形内部地盤は基礎地盤周辺高さと同じとした。模型端部は、写真1に示すアルミニウムブロックの溝にボンドで接着することで剛に結合した。载荷速度2.0 mm/minの変位制御で水平载荷を実施し、終局状態を確認することを目的に、最大変位量を鋼管径 $D=15$ mmの200%とした。

写真2に試験後の模型の様子を示す。図5には荷重-変位関係を示す。変位の増大につれて徐々に剛性が低下し、 $\delta/D=120\%$ 付近の変位において耐力が低下した。図6には、水平変位時において基礎模型に発生するひずみ分布を示す。図より $\delta/D=10\%$ および50%では中央部(L2・R2)の変形が抑制されていることから、矩形型基礎の隅角部に応力が集中することが考えられる。この傾向は $\delta/D=100\%$ 付近の大きな変位でも確認できた。また図6(b)および図6(c)より耐力低下後に基礎中央部後方(L2)のひずみが増大していることがわかる。この結果から、耐力低下後に基礎中央部に応力が集中することが考えられる。以上、隅角部のひずみが最大となる結果は、充填材に金属棒を用いた基礎模型に対する水平载荷試験²⁾でも確認している。また服部ら⁴⁾の3次元解析結果においても、水平荷重に対して矩形基礎前面の中央部がくぼむ変形が確認されている。しかし、現在の設計では基礎内部土は考慮されていないため、今後は内部土の有無が基礎に与える影響を実験により確認する。

4. 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、継手部の各種力学試験および矩形型鋼管矢板基礎に対する遠心模型実験を実施した。各種力学試験の結果、本研究における継手模型のせん断剛性は各種剛性の中で最も小さく、実規模大P-P継手³⁾と比較して引張剛性は大きく、圧縮・せん断剛性は小さいことを確認した。遠心模型実験の結果からは、既往の研究^{2),4)}と同様に矩形型基礎の隅角部に応力が集中することを確認した。また、基礎の耐力低下後に基礎中央部に応力が集中することが考えられる。

<参考文献>

1) 草場ら：継手部の形状を模擬した鋼管矢板基礎の水平抵抗特性—その1 継手模型の各種力学試験，第72回土木学会年次学術講演会，pp.1049-1050, 2017. 2) 草場ら：継手部の形状を模擬した鋼管矢板基礎の水平抵抗特性—その2 遠心模型実験，第72回土木学会年次学術講演会，pp.1051-1052, 2017. 3) 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. 4) 服部ら：解析モデルの違いが鋼管矢板基礎の応答特性に与える影響，第51回地盤工学研究発表会，pp.1205-1206, 2016.

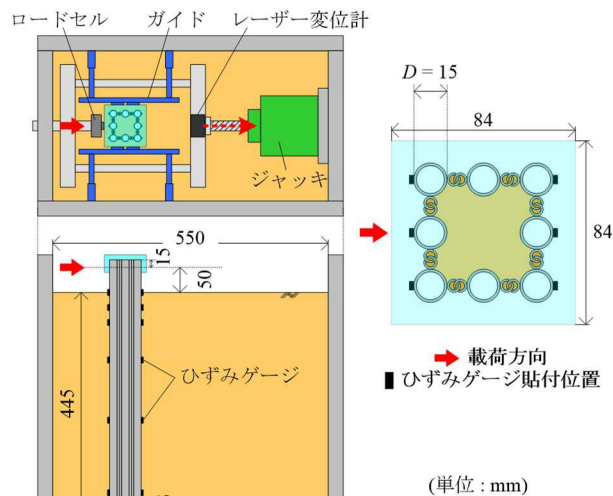
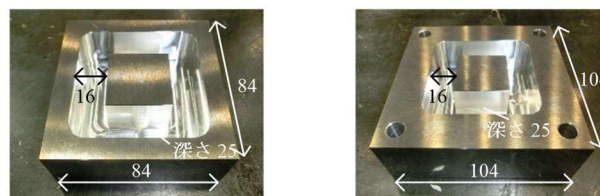


図4 実験模型の概略図



(a) 杭頭部のキャップ (単位: mm) (b) 杭底部のプレート

写真1 鋼管端部の固定に用いた道具

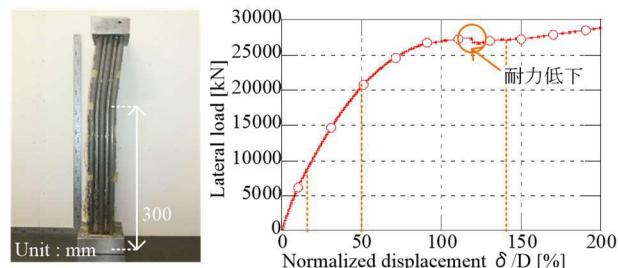


写真2 試験後の模型

図5 荷重-変位関係

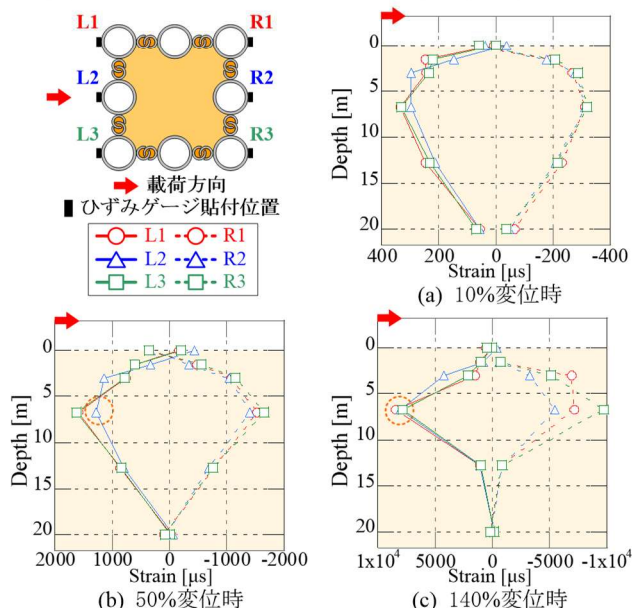


図6 ひずみ分布