

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

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

○西原 知彦

篠原 聖二

(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、鋼管模型のモデル化において主に鉛直方向のせん断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要素試験により確認した後、遠心加速度50G場において鋼管矢板基礎に対する水平载荷試験を実施した。本稿では、継手模型の各種力学試験結果を報告する。

2. 鋼管模型のモデル化

水平方向の力に対する鋼管矢板基礎の変形モードは、鉛直方向のずれと、図2に示すような継手形状固有の水平方向のずれが考えられる。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。表1には、遠心加速度50G場における実構造物と鋼管模型の諸元を示す。継手部遊間の充填材には、実構造物では遊間内を密閉することのできるモルタルが用いられているが、今回は、①引張・圧縮・せん断抵抗を期待できる、②深さ方向に均一な材質で複数の継手間距離を等しく管理できる、という点から、ステンレス製丸棒を用いた。

3. 継手部の各種要素試験の概要

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て、一軸圧縮試験機を用いて、圧縮・引張試験、押し抜きせん断試験を実施した。図4に各種試験の概略図を示す。引張・圧縮試験では、1辺30mmの鉄製立方体に継手を溶接した模型を用いた。なお、継手の断面形状と充填材は、図3に示すものと同じである。押し抜きせん断試験では、長100mmの鋼管模型を3本嵌合した試験体を用いて、中央の鋼管模型のみを押し抜いた。いずれの試験においても、変位制御により载荷速度は1.0 mm/minとした。

キーワード 鋼管矢板、継手部、圧縮試験、引張試験、押し抜き試験

連絡先

〒615-8540

京都市西京区京都大学桂

京都大学大学院工学研究科

TEL 075-383-3193

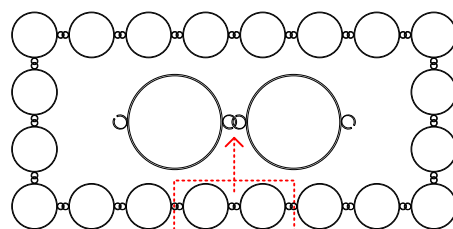


図1 P-P型鋼管矢板基礎断面図

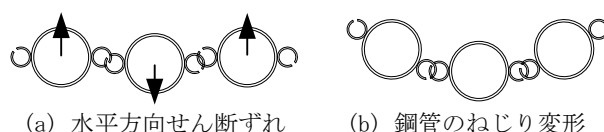


図2 P-P継手の変形モード

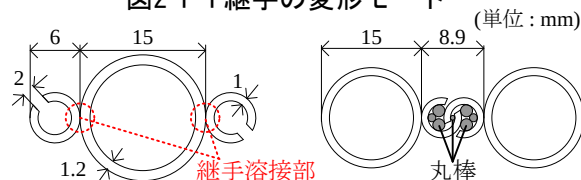


図3 鋼管模型断面図

表1 実構造物と鋼管模型の諸元

	杭長	本管径	本管部の 断面2次 モーメント	継手径	継手 寸法比
	L [mm]	(D, t) [mm]	I [cm ⁴]	d [mm]	d/D
P-P継手 (1G場)	30500	(1000, 12)	454544	165.2	0.165
P-P継手 (50G場)	601	(20, 0.24)	0.073	3.304	0.165
本実験模型	500	(15, 1.2)	0.125	6	0.4

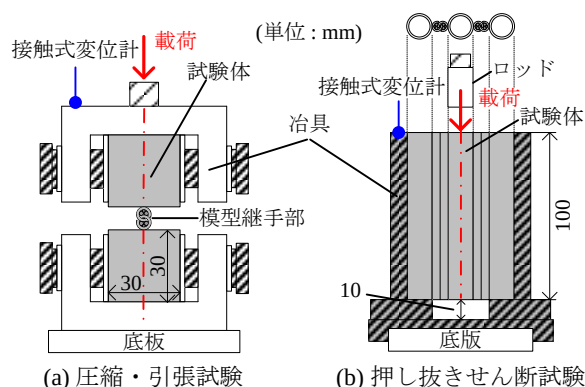


図4 要素試験の概略図

4. 試験結果

図5に、引張試験、圧縮試験および押し抜きせん断試験の結果を示す。引張・圧縮抵抗力は引張・圧縮荷重を模型奥行長さ30mmで除した値、せん断抵抗力はせん断荷重をせん断面の長さ200mmで除した値である。また、

写真1に引張・圧縮試験後の継手模型を示す。

図5(a)および写真1(a)より、本実験模型の引張抵抗は、①中央丸棒が圧縮力に抵抗し、曲げ変形を許す継手鋼鉄部が引張力に抵抗し、②継手鋼鉄部が塑性すると剛性が低下すると考えられる。図5(b)および写真1(b)より、圧縮抵抗は、①継手鋼鉄部が圧縮力に抵抗し、②鋼鉄部が塑性し、一度剛性が低下するが、③圧縮変位に伴い継手遊間が完全に閉じると丸棒と鋼鉄部が圧縮力に抵抗し、再び剛性が増加すると考えられる。図5(c)より、せん断抵抗は①継手鋼鉄部と丸棒との静止摩擦力によりせん断抵抗力がピーク値まで上昇し、②鋼鉄部と丸棒の接触面積の減少に伴い、せん断抵抗力が低下すると考えられる。稲積ら²⁾が実施した実規模大P-P継手の要素試験結果によると、引張抵抗力は主に継手鋼鉄部によって発揮され、圧縮抵抗は充填モルタル内のせん断破壊による影響が支配的であることが報告されている。また、せん断抵抗力は充填モルタルの付着力により発揮されるとしている。これらを本研究における結果と比較すると、引張抵抗力の発現メカニズムは同様であるが、圧縮抵抗力、せん断抵抗力については差異が確認できる。

表2には、各種力学抵抗特性について、本試験結果と稲積ら²⁾が実施した実規模大P-P継手に対する継手部の力学試験結果を示している。表中の剛性および耐力は既往の研究と同様の方法で求めた。剛性は、図5の最大勾配とし、耐力は図5の第一次剛性変化点とした。表2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。

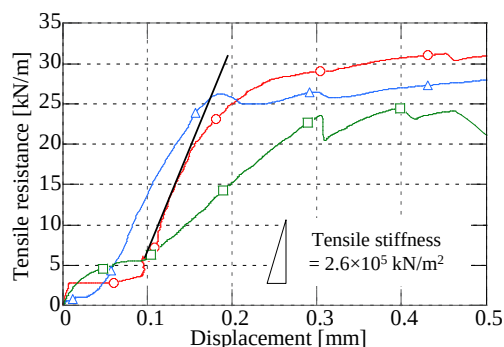
5. 結論

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、継手部の要素試験を実施した。得られた知見は以下の通りである。

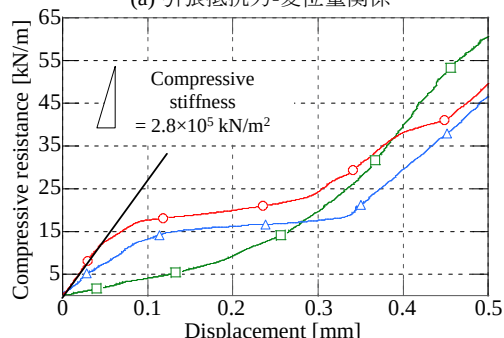
- ① 継手部の要素試験により、圧縮・引張・せん断の3方向について継手部の力学特性を把握した。
- ② 本研究における継手モデルは、継手遊間にモルタルを充填した実規模大継手と比較して、引張剛性は大きく、圧縮・せん断剛性は小さい。また、引張抵抗力の発現メカニズムは同様であるが、圧縮抵抗力、せん断抵抗力については差異がある。
- ③ 本研究では、継手部遊間の充填材にステンレス製丸棒を用いて継手部をモデル化したが、継手間の注入材料に関しては今後さらなる検討が必要である。

<参考文献>

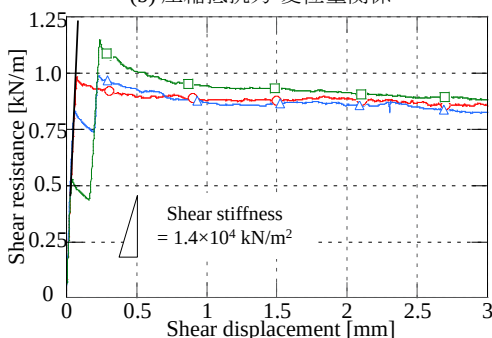
- 1) 木村ら：連結鋼管矢板を用いた鋼管矢板基礎の水平抵抗特性，第38回地盤工学研究発表会，pp.1611-1612, 2003. 2) 稲積ら：鋼管矢板基礎における継手部力学特性の解明と3次元骨組構造解析手法の提案，土木学会論文集C Vol.65 No.2, 532-543, 2009.



(a) 引張抵抗力-変位量関係

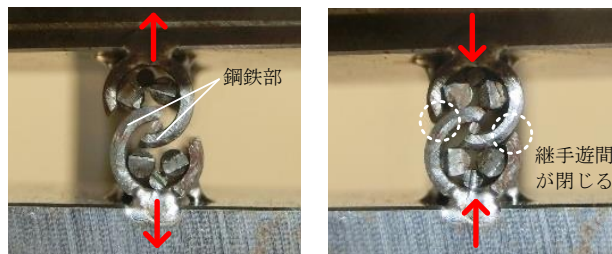


(b) 圧縮抵抗力-変位量関係



(c) せん断抵抗力-変位量関係

図5 要素試験結果



(a) 引張試験後

(b) 圧縮試験後

写真1 試験後の継手模型

表2 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	17.2	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	—