

鋼管矢板における H-H 継手および P-P 継手のせん断特性

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)小宮喜一・(正)光田洋一・(非)川崎博之

1. はじめに

鋼管矢板とは、鋼矢板と同様に、連続する土留め壁を構築する目的で、鋼管に継手（形状により P-P、P-T ならびに L-T 型に分類できる、以後、従来型継手と略称）を設けた土留め用鋼材である。これまで、鋼管矢板は構造物基礎や土留め壁として幅広く適用されている。しかしながら、鋼管矢板の継手箇所に対して、種々の力学・水理学的課題が指摘されている。特に、継手箇所における剛性、施工性および遮水性は、鋼管矢板を適用する上で解決しなければならない急務の課題である。そこで、筆者らは革新的な技術として、2本の鋼管が H 鋼であらかじめ溶接された部材である「連結鋼管矢板」ならびに 2つの H 鋼を用いた「H-H 継手」を開発・提案している¹⁾。これまで、H-H 継手の内部に突起を設置した 2種類の H-H 継手および 3種類の従来型継手について引張試験および圧縮試験を実施し、各種継手形式の引張・圧縮特性を把握している²⁾。本報では、H-H 継手および従来型継手に対してせん断試験を実施することで H-H 継手のせん断特性を明らかにするとともに、せん断抵抗性が改良された高耐力 H-H 継手を新たに提案するものである。

2. 継手の高耐性化

鋼管矢板に施される従来型継手では、鋼管矢板基礎の大型化や軟弱地盤への適用に対応することを目的に、大口径継手、継手内面への突起の設置および継手として縞鋼板の採用による継手性能の向上が検討されている。例えば、片山ら³⁾は現状の P-P 継手、大型 P-P 継手、内面突起付き P-P 継手および縞鋼板 P-P 継手に対してせん断試験を実施し、継手の大型化および継手内に突起や縞を設置することにより、現状の継手と比較して高耐力が得られることを報告している。しかしながら、継手の改良に伴う鋼材量およびコストの増大が懸念される。そこで、筆者らは H-H 継手の性能を経済的に向上させる目的で、H-H 継手内部に異形棒鋼を溶接した高耐力 H-H 継手を提案・検討している²⁾。

3. 各種継手形式のせん断特性

図-2 は、H-H 継手および従来型継手として P-P 継手に対するせん断試験の概要ならびに試験体の詳細を示している。本せん断試験では、油圧ジャッキを用いて 1 mm/min の変位制御にて载荷を実施している。試験ケースは、P-P 継手、H-H 継手および所定箇所に異形棒鋼を溶接した高耐力 H-H 継手（図-2(a)参照）とした。なお、図-2 の斜線部には、質量比「普通ポルトランドセメント 2：砂 4：水 1」で配合したモルタル（ $q_{u28} = 32 \text{ MPa}$ ）を高さ 100 mm で充填している。

図-3 は P-P 継手、H-H 継手および高耐力 H-H 継手に対して実施したせん断試験から得られた各種継手形式の荷重－変位関係を示している。これより、P-P 継手は異形棒鋼を溶接し

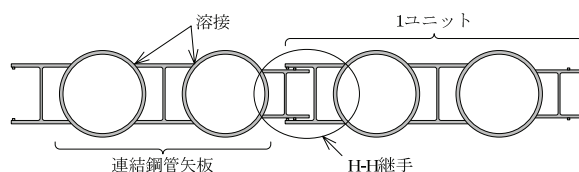


図-1 連結鋼管矢板と H-H 継手

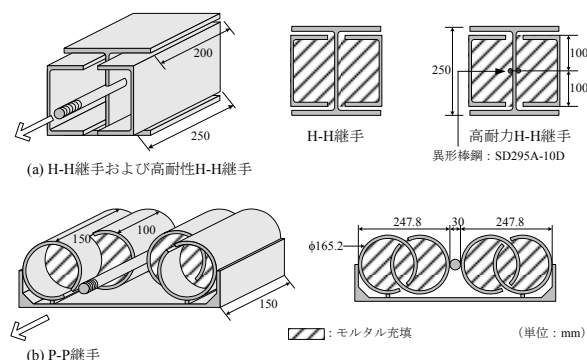


図-2 セン断試験に供した H-H および P-P 継手模型

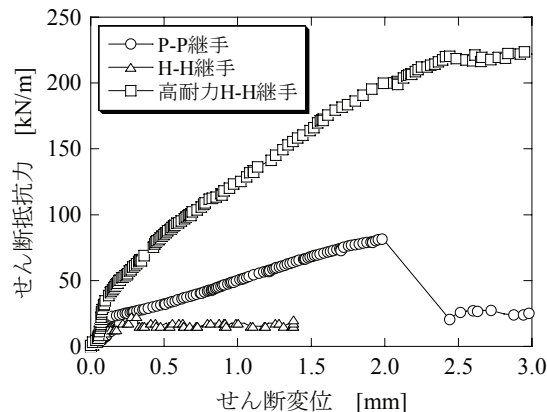


図-3 各種継手形式のせん断抵抗－変位関係

キーワード H-H 継手、P-P 継手、せん断試験、せん断特性

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

ない H-H 継手と比較して高いせん断抵抗性を示しており、この要因として P-P 継手および H-H 継手におけるせん断抵抗面積の差異を挙げることができる。ここで、図-4 は P-P 継手および H-H 継手のせん断試験時に確認されたせん断ずれの発生箇所および単位奥行きあたりの面積（抵抗面積）を示しており、本箇所がせん断力に対して抵抗し得ると考えられる。

すなわち、P-P 継手におけるせん断ずれ発生箇所の面積が H-H 継手と比較して 3 倍程度大きいことが、継手のせん断特性の違いに影響している。一方、異形棒鋼の溶接が施された高耐力 H-H 継手は、P-P 継手のせん断抵抗性を比較して高いせん断抵抗性を示すことができる（図-3 参照）。すなわち、H-H 継手における異形棒鋼の凹凸に伴う充填モルタルとの付着力の増大は P-P 継手の大きなせん断抵抗面積と比較して、継手のせん断抵抗特性に対してより効果的に作用する。なお、H-H 継手では溶接する異形棒鋼の位置や本数を調節することで、更なる高耐力化を望むことができる²⁾。

一方、仮想井筒ばりによる解析⁴⁾で代表される鋼管矢板式構造物に対する既往設計では、設計時に設定する継手特性として長さ 1 m の P-P 継手に対するせん断剛性ならびにせん断耐力が用いられている。そこで、本試験で実施した P-P 継手および H-H 継手のせん断特性（継手長：0.1 m）を、既往設計に即するために継手長 1 m の規模として換算する。

表-1(a)は従来実施された 1 m の継手長を有する P-P 継手³⁾と本実験で得られた 0.1 m の継手長を有する P-P 継手のせん断特性を比較している。これより、P-P 継手のせん断剛性および耐力は継手長が 0.1 m から 1 m に増大することに伴い、いずれも 2.5 倍程度に増加していることがわかる。なお、継手長に基づくせん断特性の相違は継手のせん断過程に発生する拘束圧の効果が考えられ、文献²⁾にて継手長および実施試験の相違による継手拘束圧の発生について、鋼鉄部と充填モルタル界面の一面せん断試験結果を交えて考察している。よって、継手長 1 m の H-H 継手および高耐力 H-H 継手のせん断特性は、継手長の異なる P-P 継手のせん断特性から得られた知見（表-1(a)）を基本とした場合、継手長 0.1 m の H-H 継手および高耐力 H-H 継手のせん断特性に対して 2.5 の割増しを考慮することで求められる。表-1(b)および(c)は継手長 0.1 および 1 m の H-H 継手ならびに高耐力 H-H 継手が発揮し得るせん断特性を示している。以上より、既往設計を用いて H-H 継手および高耐力 H-H 継手を設計する場合、H-H 継手のせん断特性としては表-1(b)および(c)に示した値を用いることができる。また、既製 H 鋼から構成される H-H 継手は様々な寸法の組合せが可能であり、H 鋼の寸法を大きくすることで H-H 継手のせん断耐力を増大させることができ、異形棒鋼を溶接せずとも P-P 継手と同程度のせん断特性を発揮できる²⁾。

4. おわりに

本報告では継手長 0.1 m の P-P 継手、H-H 継手および高耐力 H-H 継手に対してせん断試験を実施することで、継手長 1 m の H-H 継手および高耐力 H-H 継手のせん断剛性ならびにせん断耐力を求めることができた。今後は、本報告で得られた H-H 継手および高耐力 H-H 継手のせん断特性を H-H 継手を施した連結鋼管矢板の構造設計に反映させる予定である。

【参考文献】 1) 木村：連結鋼管矢板の有効性と適用性，橋梁と基礎，Vol.38，pp.107-108，2004。 2) 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）。 3) 片山ら：鋼管矢板基礎における高耐力継手の実験的研究，第 49 回土木学会年次学術講演会，III，pp.514-515，1995。 4) 鋼管杭協会：鋼管矢板基礎—その設計と施工—，鋼管杭協会，1999。

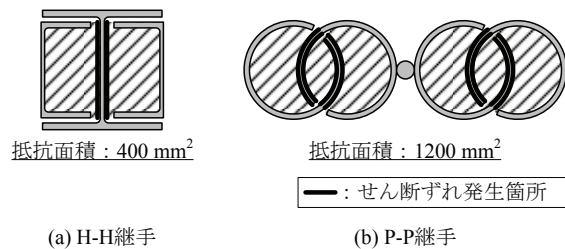


図-4 せん断ずれ発生箇所

表-1 P-P，H-H および高耐力 H-H 継手のせん断特性

継手形式	(a) P-P 継手	
試験継手長 (m)	0.1	⇔ 1.0
せん断剛性 (kN/m²)	4.80×10^5	⇔ 1.26×10^6
せん断耐力 (kN/m)	81	⇔ 200
推定拘束力 ²⁾ (MPa)	≒ 0	⇔ ≒ 0.56

継手形式	(b) H-H 継手	
試験継手長 (m)	0.1	⇒ 1.0
せん断剛性 (kN/m²)	7.32×10^4	⇒ 1.83×10^5
せん断耐力 (kN/m)	20	⇒ 49
推定拘束力 ²⁾ (MPa)	≒ 0	⇒ ≒ 0.56

継手形式	(c) 高耐力 H-H 継手	
試験継手長 (m)	0.1	⇒ 1.0
せん断剛性 (kN/m²)	9.16×10^5	⇒ 2.29×10^6
せん断耐力 (kN/m)	216	⇒ 550
推定拘束力 ²⁾ (MPa)	≒ 0	⇒ ≒ 0.56