

連結鋼管矢板における H-H 継手および従来型継手に対する圧縮特性の評価

京都大学大学院

京都大学大学院

連結鋼管矢板工法研究会

学生会員

正会員

正会員

三津田祐基

稲積真哉・木村 亮

呉 潔・萩原敏行・西山嘉一

1. はじめに

筆者らは、鋼管矢板の従来型継手箇所内に在した諸問題を克服するため、全く新しい鋼管矢板部材である「連結鋼管矢板」^{1), 2)}を開発した。さらに、連結鋼管矢板両端の継手箇所には独自に開発した「H-H 継手」を施す。連結鋼管矢板および H-H 継手の詳細は 2 章で記述する。これまで、H-H 継手を施した連結鋼管矢板の力学特性を評価するため、H-H 継手に着目した実規模室内引張試験³⁾を実施しており、H-H 継手が従来型継手 (P-P, P-T および L-T 継手) に対して引張抵抗性に優れていることを明らかにした。本研究では、H-H 継手の圧縮特性に着目し、H-H 継手および従来型継手に対して実規模室内圧縮試験を実施した。継手部の圧縮特性に対する定量評価は、鋼管矢板井筒における隅角部など、曲げモーメントやせん断力が集中する箇所の補強対策に重要な設計指標を与えるものである。

2. 連結鋼管矢板と H-H 継手

図-1 は、従来型継手を持つ鋼管矢板に対して連結鋼管矢板および H-H 継手の開発過程を示している。連結鋼管矢板とは、図-1(b)に示すように、施工前に 2 本の鋼管を H 鋼で溶接した鋼管矢板部材であり、施工性ならびに経済性に優れた特徴を持つ^{1), 2)}。さらに、連結鋼管矢板を適用した鋼管矢板基礎は従来型鋼管矢板基礎と比較して 1.3 倍の水平抵抗力を発揮できる²⁾。

連結鋼管矢板の両端には、異なる 2 つの大きさの既製 H 鋼で形成される「H-H 継手」を施す (図-1(c))。H-H 継手は、従来型継手と比較して既製 H 鋼を用いることによる高い剛性、経済性および遮水性が期待できる。さらに、H-H 継手は、嵌合した継手内に形成される広い平面空間を有効活用することで、適用目的に応じた設計が可能である。例えば、継手箇所の剛性に対してはモルタル充填、ボルト止め、もしくは異形棒鋼設置などによって剛性向上を図り、継手箇所の遮水性に対しては膨潤止水材の打設前接着ならびに変形追随性材料などの充填によって遮水性を向上することができる。本研究では、井筒基礎に着目し、モルタルを充填した H-H 継手および従来型継手を対象としている。なお、H-H 継手において互いの H 鋼に取り付けた鋼鉄製突起 (図-1(c)) は、H-H 継手の打設時における接触止めガイドおよび H-H 継手の引張方向への抵抗体として機能する。

3. 従来型継手および H-H 継手の圧縮特性

従来、鋼管矢板の継手箇所における圧縮・引張特性などの力学挙動は、継手の見かけの形状に基づく定性的な見解に留まっており、鋼管矢板構造物の設計において継手箇所の圧縮・引張特性は考慮されていない現状にある。本試験では、実規模大の P-P, P-T, L-T および H-H 継手の圧縮特性を室内圧縮試験によって定量的に評価する。

図-2 は、実規模室内圧縮試験に供した試験体の形状寸法および試験装置を示している。各試験体内の空間には、井筒基礎において、継手の剛性向上を目的としたモルタルを

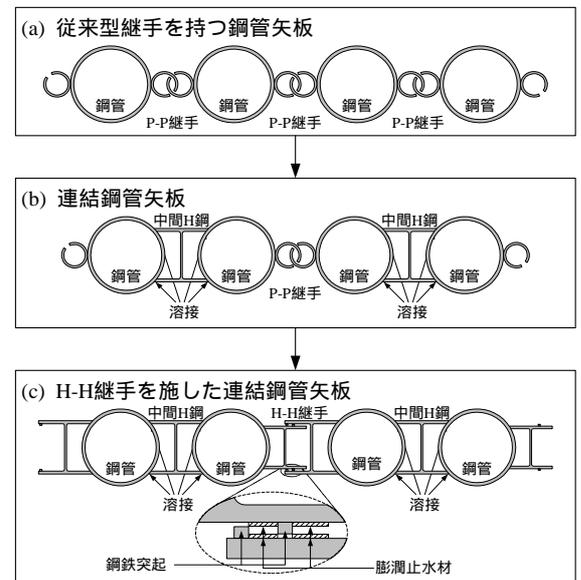


図-1 連結鋼管矢板および H-H 継手の開発過程

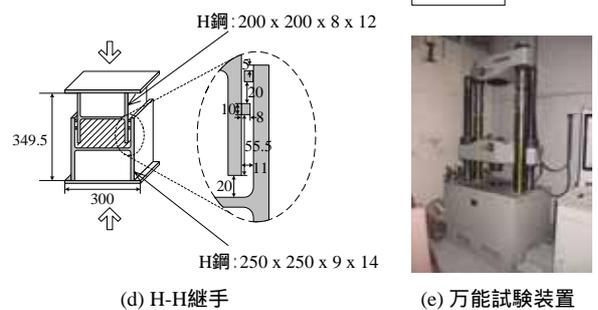
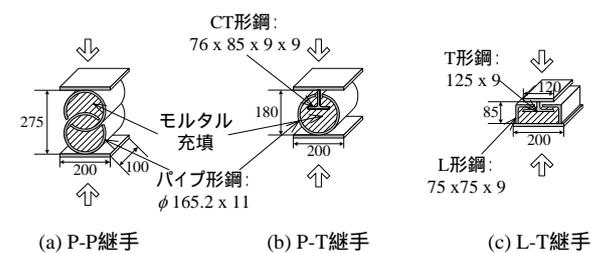


図-2 圧縮試験体の形状寸法と用いた試験装置

キーワード 連結鋼管矢板, H-H 継手, 従来型継手, 圧縮特性
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

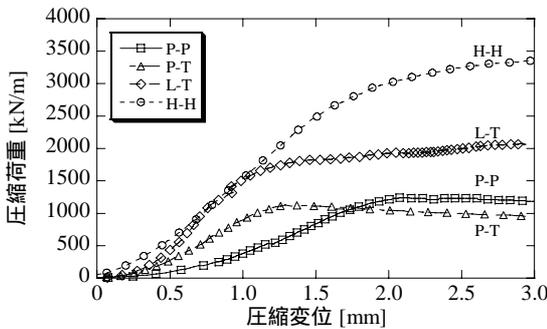


図-3 各種継手形式の圧縮抵抗力・軸変位関係

充填することによって、現場を反映した継手構造とした。試験手順は以下に示す通りである。(1) 各種継手形式の試験体へ質量比「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(一軸圧縮強度 $q_{u28} = 32 \text{ MPa}$)を充填する,(2) 試験体を 28 日間恒温養生する,(3) 1 mm/min の変位速度制御で載荷し、載荷荷重および継手部の軸変位を計測する,(4) 3 mm に設定した最大軸変位量で除荷を行う。

図-3 は圧縮試験から得られた各種継手形式の軸変位量と圧縮抵抗力の関係を示している。H-H 継手および L-T 継手は、P-P ならびに P-T 継手と比べて高い圧縮抵抗力を発揮する。これは、P-P および P-T 継手の鋼鉄部が円弧構造であるため、充填したモルタル部に偏心圧縮荷重が作用し、一軸圧縮強度に達する前に充填モルタルのせん断破壊が生じることに起因している。さらに、H-H 継手は充填モルタルの圧縮抵抗面積が大きいので、L-T 継手と比較して高い圧縮抵抗性を発揮できる。

実規模室内圧縮試験ならびに先に実施した実規模室内引張試験³⁾の結果を鋼管矢板構造物の設計に反映する手法の一つとして継手の各種剛性(圧縮剛性、引張剛性およびせん断剛性)をばね係数に変換し、ばね要素としてモデル化する方法が挙げられる。表-1 は、圧縮試験および既実施の引張試験³⁾から得られた各種継手形式が有する圧縮・引張特性を示している。ここでは、各種継手形式の圧縮挙動を検討するため、表-1 に示した各種継手形式の圧縮特性を考慮して、図-4 に示すように鋼管矢板をビーム要素、継手を圧縮弾性ばねおよびせん断弾性ばねでモデル化した簡易な計算モデルを構築した。なお、継手のせん断ばねについては、H-H 継手に対する実験的評価を現在実施している段階であり、本計算では全ての継手形式に対して P-P 継手のせん断剛性⁴⁾を利用した。図-5 は、各圧縮特性を有する継手を用いた場合における継手 1 の圧縮変位量を示している。これより、H-H 継手を用いることで、P-P 継手と比較して圧縮変位量を半分程度に抑制できる。さらに、図-4 のモデルにおいては 1000 kN で想定した水平載荷荷重を増加させることで、P-P、P-T、L-T および H-H 継手が降伏に達する水平載荷荷重を求めることができ、それぞれ 3406、2793、4818 および 8336 kN の結果が得られた。つまり、H-H 継手が従来型継手と比較して 2~3 倍の水平載荷荷重にも耐え得ることが明らかになった。

4. 結 論

本研究では、H-H 継手が従来型継手に比べ充填モルタルの圧縮抵抗面積が大きいので、高い圧縮抵抗性を示すことを明らかにした。さらに、H-H 継手の適用は、P-P 型継手と比較して継手の圧縮変位量を約半分に抑えることができる。今後は、H-H 継手に対するせん断試験の実施を完了するとともに、各種継手形式のせん断特性の違いについても比較・検討する予定である。

【参考文献】1) 西山嘉一：鋼管と H 鋼のハーモニー、土木学会誌、Vol.89、pp.54-55、2004。2) 木村 亮：連結鋼管矢板の有効性と適用性、橋梁と基礎、建設図書、Vol.38、pp.107-108、2004。3) 三津田祐基・他：H 鋼を用いた新しい鋼管矢板継手の開発 - 継手の引張特性 -、第 39 回地盤工学研究発表会概要集、pp.1429-1430。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。

表-1 各種継手形式の圧縮・引張特性

継手形式	圧縮剛性 [kN/m ²]	圧縮耐力 [kN/m]	引張剛性 ³⁾ [kN/m ²]	引張耐力 ³⁾ [kN/m]
P-P 継手	862×10^3	1230	11.028×10^3	149.45
P-T 継手	1153×10^3	1110	117.97×10^3	327.93
L-T 継手	1834×10^3	1770	113.63×10^3	349.67
H-H 継手	1658×10^3	3056	83.232×10^3	358

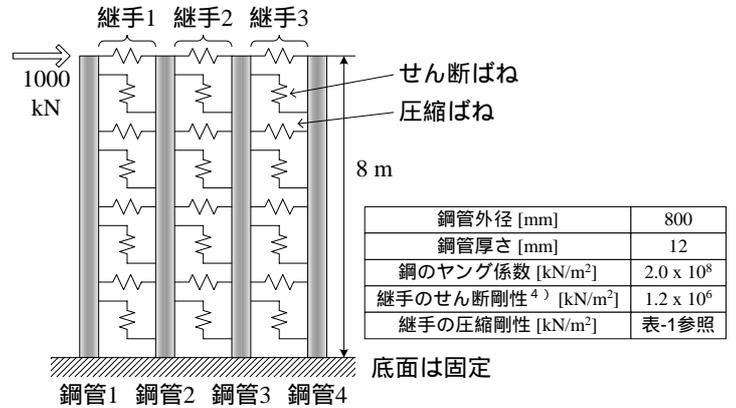


図-4 継手の圧縮特性を考慮した簡易設計モデル

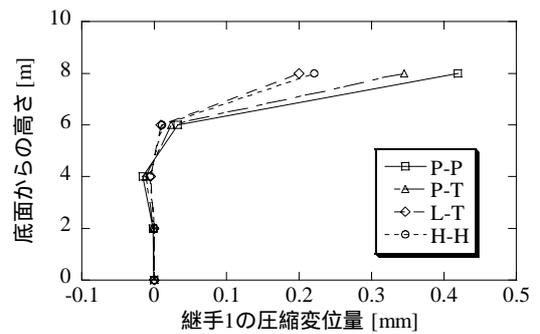


図-5 継手 1 における各節点での圧縮変位量