

鋼管矢板の縞鋼管継手のせん断耐力に関する実験

国土交通省横浜港湾空港技術調査事務所	正員 下司 弘之, 正員 正岡 孝, 正員 飯塚 知浩
鋼管杭協会	正員 桑嶋 健, 正員 才村 幸生, 正員 山下 久男
沿岸開発技術研究センター	正員 木俣 陽一
セントラルコンサルタント株式会社	正員 糸井 誠

1. はじめに

対象橋梁は、東京港臨海道路が東京港第3航路を横断する部分に計画された中央径間長 440m の3径間連続トラス橋であり、基礎形式には鋼管矢板基礎が選定されている。

前報¹⁾では、鋼管矢板基礎継手部への適用が決定した、縞鋼管継手のせん断耐力に関する実験の概要について報告した。本報は、縞鋼管継手を用いた鋼管矢板の各種設計定数、および、縞鋼管継手を用いることによる効果について報告する。

縞鋼管継手は、継手鋼管に縞鋼板を使用しており、縞鋼板の突起が継手鋼管とモルタルとの付着強度を高め、継手耐力を向上させるものである。また、継手鋼管とモルタルとの付着強度は、モルタル強度を上げることによっても向上するため、充填モルタルの強度を従来の $\sigma_{ck}=20\text{N/mm}^2$ から $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ に高めている。

図1に載荷試験時の縞鋼管継手の断面形状を示す。

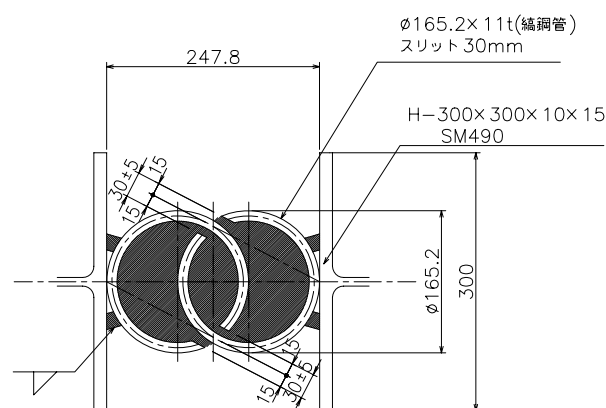


図1 縞鋼管継手の断面形状

2. 縞鋼管継手のせん断特性

1) せん断耐力

縞鋼管継手のせん断力-相対ずれ変位量の関係を図2に示す。最大せん断力は、素管継手のレベル2地震時におけるせん断耐力設計値 (200kN/m) と比べ7倍程度の高い値となっている。

設計に用いるせん断耐力は、以下の理由により $\log S \sim \log \delta$ の関係直線の折れ点から求まる降伏耐力に20%の余裕 (1.25の安全率) を見込み 1150kN/m とした。

図2に示すせん断力-相対ずれ変位量の曲線では、相対ずれ変位量が6mm付近よりせん断耐力が低下する傾向を示し、設定した降伏耐力 (1440kN/m) では、本橋梁の最大ずれ変位量約7mm付近においてほとんど余裕のない設定となる。

今回の載荷試験は片側漸増載荷であるが、実際の地震時は両側載荷状態となることから、載荷状態の違いによる耐力の低下が考えられる。

レベル2地震時の設計では、継手部のせん断力-相対ずれ変位量の関係を、設定したせん断耐力を降伏点とする完全弾塑性モデルとした設計を行うものとし、常時、レベル1地震時の設計では、設定したせん断耐力に対して安全を見込んだ、継手せん断力の上限值を設け、線形域における設計を行うこととした。

なお、上記のせん断耐力は、相対せん断ずれ変位量が10mm付近までを対象として設定しており、これ以上の相対ずれ変位量が発生する場合には、継手耐力が低下する傾向にあることから、別途検討が必要である。

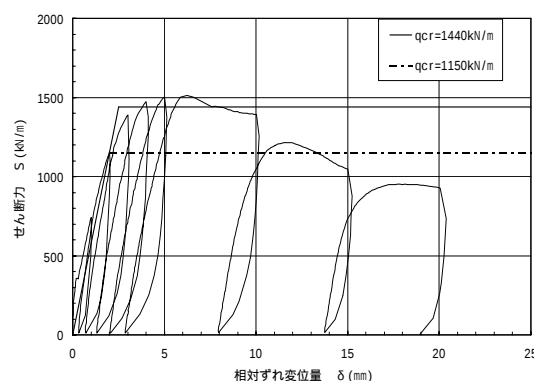


図2 せん断力 - 相対ずれ変位量

キーワード：鋼管矢板継手、縞鋼板、高強度モルタル、鋼管矢板基礎

連絡先：〒231-0003 横浜市中区北仲通5丁目57番地 国土交通省横浜港湾空港技術調査事務所設計室 TEL 045-211-7450

2)せん断剛性

設計に用いるせん断剛性については，せん断力-相対ずれ変位曲線の包絡線と前項で設定した継手耐力との交点と原点との割線剛性とし， $630,000\text{kN/m}^2$ とした．

3．縞鋼管継手の板厚

文献²⁾では，表1に示すように，板厚を変えた場合の縞鋼管継手の耐力に関する実験が行われ，縞鋼管継手の耐力が板厚の変化とは無関係であることが確認されている．今回の試験では，この結果を受け，これまでの素管継手と同じ板厚 $t=11\text{mm}$ とし，載荷試験時の継手鋼管に発生した応力度について確認した．結果は表1に示すとおりであり，最大せん断応力度及び円周方向最大応力度ともに鋼材の降伏応力度以下となり，鋼材耐力上も問題がないことを確認した．以上より，継手鋼管に使用する板厚は，従来の素管継手と同じ $t=11\text{mm}$ が適当と判断した．なお，継手鋼材に発生する円周方向の応力度については，せん断ずれ変位量の増加に伴う継手管内部の圧力増加によって発生するものと考えられる．

表1 縞鋼管継手の載荷試験結果一覧

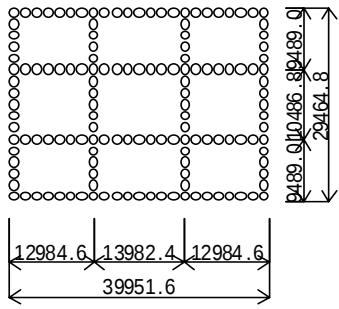
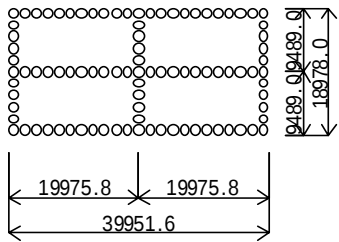
試験体	継手管	鋼管径 D (mm)	板厚 t(mm)	EL強度 $\sigma_{ck}(\text{N/mm}^2)$	鋼材の最大せん断応力： $\tau_s(\text{N/mm}^2)$ [$\tau_{sy}=166\text{N/mm}^2$]	鋼材の円周方向最大 応力： $\sigma_s(\text{N/mm}^2)$ [$\sigma_{sy}=235\text{N/mm}^2$]	最大せん断力 $S_{\text{max}}(\text{kN/m})$	備考
A-1	縞鋼管	165.2	11	40.2	99 { 70 }	204 { 122 }	1520	平均値 1640
A-2				41.2	111 { 89 }	213 { 152 }	1710	
A-3				43.9	111 { 94 }	221 { 159 }	1680	
HPJ-2	縞鋼管	165.2	12	17.4	————	————	1826	既往試験結果 ²⁾
HPJ-3	縞鋼管	165.2	16	23.4	————	————	1375	
HPJ-4	縞鋼管	165.2	16	20.9	————	————	1375	
HPJ-6	縞鋼管	165.2	16	49.2	————	————	2287	
HPJ-7	縞鋼管	165.2	19	52.1	————	————	1606	

注：{ } 内は，相対ずれ変位量が 10mm 付近の値を示す．

4．縞鋼管継手採用による効果

縞鋼管継手を採用した場合の効果について素管継手との比較検討を行った．結果は，表2に示すとおりであり，杭本数で 35%の減少が可能となり，縞鋼管継手を採用することの効果の高いことが確認された．

表2 縞鋼管継手採用による効果

	素管継手	縞鋼管継手
断面形状		
基礎作用力	L1 : H = 61,800kN , M = 1,259,700kN・m	L2 : H = 150,300kN , M = 3,891,700kN・m
せん断耐力	L1 = 14,915kN , L2 = 22,372kN	L1 = 40,199kN , L2 = 60,299kN
杭 本 数	1 4 4 本 (比率 : 1.00)	9 3 本 (比率 : 0.65)

5．おわりに

縞鋼管継手は，素管継手と比べ大幅なせん断耐力の向上が可能であり，大型鋼管矢板基礎の場合、基礎形状の縮小によるコスト縮減を図ることができる．さらに，立ち上り方式の鋼管矢板基礎や橋脚構造との一体化等の新たな構造形式への適用が期待される．

本検討においては，東京工業大学日下部治教授を委員長とする東京港臨海道路構造検討調査 耐震・基礎工分科会の委員の方々にご審議，ご指導をいただいております．ここに謝意を表します．

1)正岡，押田ら：鋼管矢板の縞鋼管継手のせん断耐力に関する実験，土木学会関東支部年次学術講演会，2004．

2)西海，山下：縞鋼管を用いた鋼管矢板基礎用継手のせん断特性，土木学会第 58 回年次学術講演会，2003．