

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 正岡 孝， 押田 和雄
財団法人沿岸開発技術研究センター 正員 〇木俣 陽一
セントラルコンサルタント株式会社 正員 嶋原 徹

1. はじめに

東京都品川区城南島から中央防波堤外側埋立地を經由して江東区若洲に至る東京港臨海道路は、現在、城南島から中央防波堤外側埋立地までの第一期区間が完了し、中央防波堤外側埋立地から若洲に至る第二期区間を計画中である。本橋は、この道路が東京港第3航路を横断する部分に計画された橋長760m（支間長160m+440m+160m）の連続トラス橋で、その基礎工には、鋼管矢板井筒基礎形式の採用が決定している。

本橋の基礎工は、基礎工の平面形状が基礎工の深さに比べ広いことや、N値ゼロの土層が30m以上堆積する超軟弱地盤であることより、鋼管矢板相互のせん断変形が卓越した構造となる。このため、せん断耐力に優れる縞鋼管継手の採用について検討を行った結果、素管継手を採用した場合と比べ、鋼管矢板本数を20%以上減少させることが可能となり、縞鋼管継手の優位性が確認された。

採用を計画している縞鋼管継手は、継手鋼管に縞鋼板を採用するほか、充填モルタルの強度を従来の $\sigma_{ck}=20\text{N/mm}^2$ から $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ に高めることによりさらにせん断耐力の向上を図ったものである。しかし、縞鋼管や高強度モルタルを採用した鋼管矢板継手のせん断耐力については、一部実験が行われているが、縞鋼管の板厚や充填モルタルの強度等の条件が異なることや実験例が少なく、明確にはなっていない。本検討は、採用を予定している縞鋼管継手の諸元を基本に、せん断特性の把握を目的とした押し抜きせん断試験を実施するとともに、設計に用いる諸定数の設定を行ったものである。

2. 試験概要

1) 試験要領

試験体の形状は、図-1に示すとおりであり、外側の支柱（H-300×300×10×15）とその内側の継手管、および、中央部の支柱（H-300）とその両側の継手管とをそれぞれ溶接にて一体化し、それらの3ブロックを連結嵌合したものである。試験では中央部の支柱を載荷・押し下げることにより継手部にせん断力が作用する構造としている。また、外側の支柱底部は水平方向の開きを制御するために底部の厚板と固定している。

載荷方法は、相対ずれ量が5.0mmまでは1.0mm毎に、5.0mm～20.0mmの間は5.0mm毎に載荷と除荷を繰り返す片振り漸増載荷試験とした。

2) 試験体種類

採用を予定している継ぎ手仕様の試験体A-1～3は、せん断特性のバラツキを確認するために同じ試験体を3体製作した。その他、従来の継手仕様との対比や、鋼管の種類、モルタル強度の違いによるせん断特性の違いを把握する目的で、表-1に示すような供試体B-1、C-1、D-1を製作した。

表-1 試験体の種類

試験体	試験ケース	継手管	モルタル強度 σ_{ck} (MPa)	鋼管径 D (mm)	板厚 t (mm)	t/D (%)
A-1～3	採用を予定している継ぎ手仕様	縞鋼管	40	165.2	11	6.6
B-1	従来の継手仕様	素管	20	165.2	11	6.6
C-1	鋼管の種類は同一でモルタル強度を変えた仕様	縞鋼管	20	165.2	11	6.6
D-1	モルタル強度は同一で鋼管の種類を変えた仕様	素管	40	165.2	11	6.6

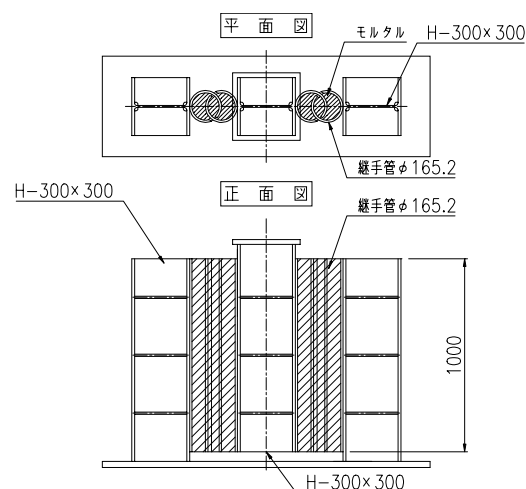


図-1 試験体形状図

キーワード 鋼管矢板継手，縞鋼板，高強度モルタル，押し抜きせん断試験，鋼管矢板井筒基礎

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

3. 試験結果と考察

表-2 に、今回の載荷試験結果とこれまで実施された類似の載荷試験結果¹⁾の一覧を示す。

縞鋼管継手では、モルタル強度 40Mpa とした試験体 A-1～3 で、最大せん断力が 1520～1710kN/m (平均 1640kN/m)、試験体間のばらつきが 10%程度であった。モルタル強度を 20Mpa とした試験体 C-1 は、最大せん断力が 1150kN/m で、40Mpa の試験体の 1/1.4 程度となっており、モルタル強度を向上させることの効果が確認された。西海らが実施した載荷試験結果¹⁾ HPJ-2～7 との比較では、鋼管板厚等の条件が異なり一概にはいえないが、モルタル強度 40Mpa クラスで 1606～2287kN/m、モルタル強度 20Mpa クラスで 1375～1827kN/m となっている。今回の試験結果は、低めの値となっているが、概ね同様な値を示しており、試験の妥当性と縞鋼管継ぎ手の強度特性が比較的安定していることが確認できた。

素管継手の試験体は、モルタル強度を 20Mpa とした試験体 B-1 の最大せん断力が 750kN/m、モルタル強度を 40Mpa とした試験体 D-1 の最大せん断力が 350kN/m で、過去の試験結果を上回る耐力が確認された。

図-2 に各試験のせん断力と相対ずれ量の関係の包絡線を示すが、縞鋼管継手のせん断力は、5～10mm 付近にピークが現れた後 10mm 付近より低下する傾向が現れている。本橋梁の最大せん断ずれ量は 9mm 程度となっており、地震時における繰り返し載荷の影響を考えると 10mm を上回る領域についても考慮しておく必要があると考えられる。

表-2 最大せん断応力の試験結果一覧

試験体	継手管	鋼管径 D (mm)	板厚 t(mm)	モルタル強度 σ_{ck} (MPa)	最大せん断力 S_{max} (kN/m)	備考
A-1	縞鋼管	165.2	11	40.2	1520	平均値 1640
A-2				41.2	1710	
A-3				43.9	1680	
B-1	素管	165.2	11	21.4	750	
C-1	縞鋼管	165.2	11	22.9	1150	
D-1	素管	165.2	11	43.6	350	
HPJ-2	縞鋼管	165.2	12	17.4	1826	既往試験結果 ¹⁾
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	

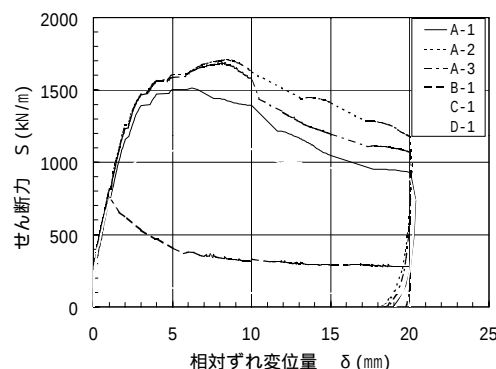


図-2 せん断力-相対ずれ量(包絡線)

4. 設計定数の設定

上記試験結果をもとに、レベル2地震時のせん断耐力は、P- δ 曲線から求まる降伏耐力に対して、現行の素管継手のせん断耐力の設定方法等を参考に20%の余裕を見込み 1150kN/m とした。せん断剛性は、設定したせん断耐力とせん断力-相対ずれ量の曲線との交点と原点とを結ぶ割線剛性として設定した。レベル1地震時および常時のせん断耐力は、現行の素管継手同様に、レベル2地震時のせん断耐力にそれぞれ 1.5、2.0 の安全率を見込み設定した。

図-3 に載荷試験結果と設定した設計定数の関係を示す。

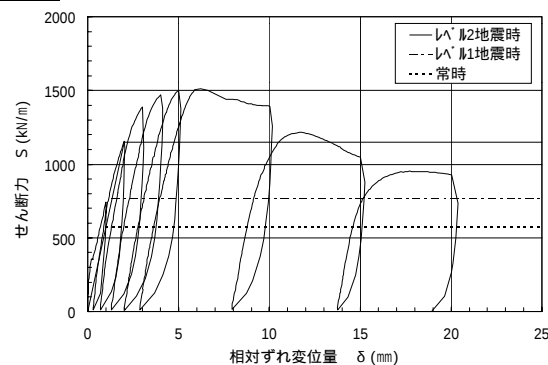


図-3 せん断力-相対ずれ量 (A-1)

5. おわりに

縞鋼管継手を中心とした鋼管矢板継手のせん断試験と試験結果の考察により、次のような結果が得られた。

縞鋼管継手のモルタル強度を 20Mpa から 40Mpa に変えることにより、确实なせん断強度の増加が見られ、高強度モルタルを使用することの優位性が確認された。高強度モルタルを用いた縞鋼管継手は、現行の素管継手の設計耐力と比べ約 6 倍の設計耐力を確保できることが確認された。

最後に本検討においては、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。