

改良補強板により縦継ぎをした鋼矢板の曲げ性能検証

日本製鉄 正会員 ○ 榎山 嵩 中山 裕章
 非会員 北濱 雅司 武野 正和
 非会員 西部 和生 松原 央

1. はじめに

空頭制限や輸送制約がある施工現場において鋼矢板を打設する際には、短尺の鋼矢板を材軸方向に接合する「縦継ぎ」が必要となる。一般に縦継ぎは現場溶接にて行われ、継手を除く鋼矢板断面同士を完全溶け込み溶接し、継手の断面欠損を補うため補強板をすみ肉溶接により取り付けの方法が採用されている¹⁾。補強板及びすみ肉溶接の仕様は、断面欠損による軸力低下を回避するための必要断面積を確保し、かつ曲げ载荷時に補強板に発生する応力が許容応力度以下となるように設計されている。しかし、鋼矢板の大断面化が進むにつれて、ウェブ補強板が大型化し、重量増加による作業性の低下や現場溶接時間の長期化を招いている。このような背景から、ウェブ補強板を軽量化した仕様を対象として、縦継ぎをした鋼矢板の曲げ性能を検証することとした。

2. 実験概要

本実験で対象とする鋼矢板型式はハット形鋼矢板「50H」、鋼材規格はSYW295とした。補強板の鋼材規格は全てSM490とした。現行仕様の補強板を図1に示す。アーム補強板の板厚は19mm、溶接脚長は10mmである。ウェブ補強板の板厚は22mm、溶接脚長は12mmである。本実験ではウェブ補強板の改良仕様として、同等の耐力を有するように設計した、表1に示す3種類の仕様を検討した。仕様Aは補強板を2枚に分割して、現行仕様と比べて総重量を約50%削減した仕様であり、脚長と溶接長は現行仕様と同一とした。仕様Bは仕様Aと同様に補強板を2枚に分割し、溶接脚長を7mmに低減することで、溶接パス数を従来の4パスから1パスに縮減することを可能とした仕様であり、仕様Aに比べて溶接長を延長することで必要溶接量を確保した。仕様Cは、ウェブ補強板の一部をくり抜いてすみ肉溶接をすることで、現行仕様と比べて鋼重を約40%削減し、かつ溶接長を確保できる仕様である。いずれの仕様においても、アーム補強板寸法とその溶接仕様、ウェブ補強板の板厚及

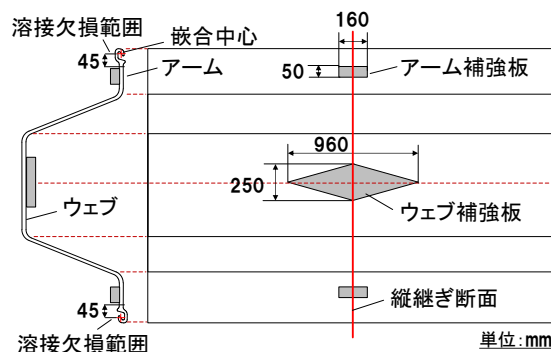


図1：現行仕様の補強板寸法

表1：提案したウェブ補強板仕様

	現行仕様	仕様A	仕様B	仕様C
平面図				
溶接脚長 (mm)	12	12	7	12
1枚あたり重量 (kg/枚)	20.7	5.2	9.1	12.3
総重量 (kg)	20.7	10.4	18.1	12.3

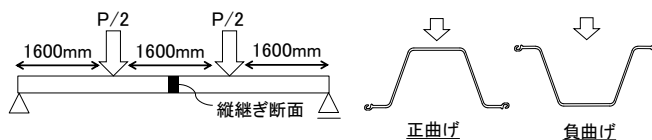


図2：载荷スパンと载荷方向の定義

び合計幅は現行仕様と同一とした。

载荷スパン及び载荷方向の定義を図2に示す。4点曲げ载荷とし、純曲げ区間に縦継ぎ部を設けた。単調载荷により破壊に至るまで载荷を継続した。試験ケースは現行仕様を含む全ての仕様について正曲げ・負曲げを実施することとし、合計8ケースとした。载荷点及び支点には試験体の平面保持及び载荷時の安定性確保のためにリブとプレートを溶接した。

3. 実験結果

全ケースの曲げモーメントと曲率の関係を図3に、試

験結果一覧を表2に示す。曲げモーメントは2点の載荷重に基づき算出し、曲率は縦継ぎ断面において計測した鉛直変位から算出した。図中には、鋼矢板降伏応力の材料規格値に基づく降伏荷重と全塑性荷重、材料試験値に基づく降伏荷重と全塑性荷重、断面二次モーメントの公称値から算出される曲げ剛性の理論値を付記した。降伏荷重の値はSlope Factor法により算出した²⁾。

まず、曲げ剛性と曲げ耐力について述べる。曲げ剛性については、いずれのケースにおいても実験値と理論値がほぼ一致し、全てのケースにおいて材料規格値から算出される降伏荷重までは弾性的挙動を示した。曲げ耐力については、材料試験値から算出される全塑性荷重を最大荷重が上回った。また、いずれの仕様についても負曲げケースの最大耐力が正曲げよりも大きくなった。その理由を載荷中の観察結果に基づき推定すると、負曲げの場合に限り、未溶接の継手の断面同士が曲げ圧縮力により接触したため、実質的には未溶接部を含む鋼矢板の全断面が荷重に抵抗したことによると考えられる。

次に、各ケースの破壊モードについて分析する。正曲げにおける破壊は全て、図4に示すアーム及びアーム補強板の引張破断であった。正曲げについてはいずれのケースにおいても材料試験値から算出される全塑性荷重と最大荷重がほぼ一致する結果となったが、補強板の引張強度が高ければ、さらに最大耐力が大きくなった可能性がある。また、アーム補強板では、未溶接の継手を起点として、継手側から亀裂が進展するような現象が確認された。一方負曲げに関しては、全ケースにおいて図5に示すアームの局部座屈により終局状態に至った。いずれのケースにおいてもウェブ補強板及びその溶接部は健全であった。

4. まとめ

改良したウェブ補強板により縦継ぎをした鋼矢板の曲げ性能を検証した。その結果、ウェブ補強板を小型化したいずれの仕様においても、所定の曲げ剛性を発揮するとともに鋼矢板の材料試験値から算出される全塑性荷重を上回り、耐力上問題ないことを確認した。

補強板の小型化により、重量減に伴うコスト削減やハンドリング性の向上、溶接パス数の縮減に伴う縦継ぎ作業時間の短縮、等が図れる可能性がある。

参考文献

- 1) 一般社団法人鋼管杭・鋼矢板技術協会：鋼矢板設計から施工まで、2014.
- 2) 日本鉄鋼連盟：鋼構造建築物の構造的な性能評価試験法に関する研究委員会報告書、2002.

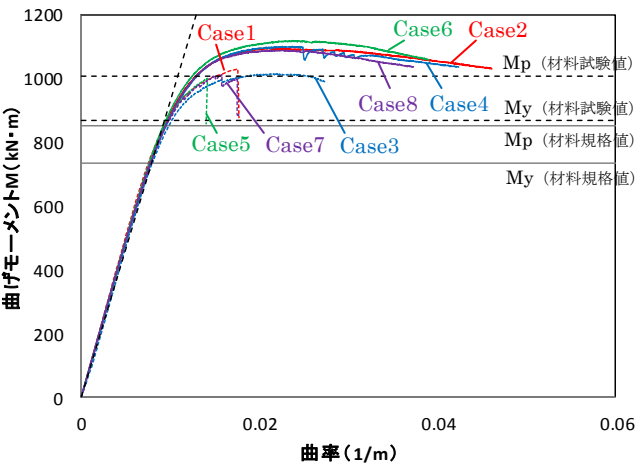


図 3：曲げモーメントと曲率の関係

表 2：試験結果一覧

	縦継ぎ仕様	載荷方向	実験値			実験値/設計値		
			曲げ剛性 EI (kN・m ²)	降伏荷重 My (kN・m)	最大荷重 Mmax (kN・m)	曲げ剛性	降伏荷重※	最大荷重※
Case 1	現行仕様	正曲げ	97093	948	1030	1.03	1.09	1.02
Case 2		負曲げ	95860	988	1098	1.01	1.14	1.09
Case 3	仕様A	正曲げ	92870	941	1016	0.98	1.08	1.01
Case 4		負曲げ	95941	1004	1102	1.01	1.16	1.09
Case 5	仕様B	正曲げ	92971	949	1008	0.98	1.09	1.00
Case 6		負曲げ	93637	1002	1120	0.99	1.15	1.11
Case 7	仕様C	正曲げ	95032	939	1012	1.00	1.08	1.00
Case 8		負曲げ	93334	986	1090	0.99	1.14	1.08

※設計値は材料試験値に基づく値とし、最大荷重の設計値は全塑性モーメント Mp とした

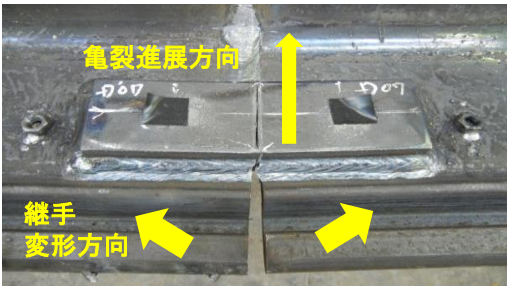


図 4：アーム補強板の引張破断（Case1）

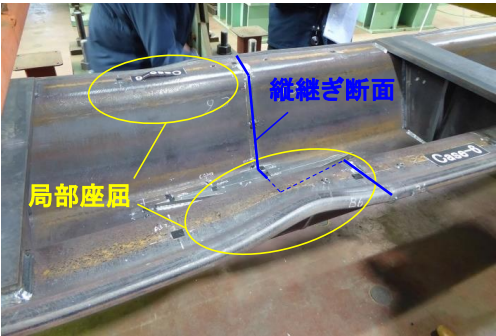


図 5：アームの局部座屈（Case4）