

ハット形鋼矢板900の開発

—その2—

鋼管杭協会 鋼矢板普及委員会

1. はじめに

1931年に製造が開始された国産の鋼矢板は、その後、優れた施工性、経済性から港湾工事、河川工事等において土留め壁や止水壁として、本設用途や仮設用途に幅広く利用されてきた。1997年に、それまで400mm幅が主流であったU形鋼矢板に新たに経済性に優れた600mm幅の広幅型が開発され、現在では本設用途分野の中核をなすまでになっている。2005年に販売を開始した「ハット形鋼矢板900」は、有効幅が広幅型鋼矢板の1.5倍の900mmに拡幅され、現在単一圧延材としては、世界で最も幅広の鋼矢板である。また断面形状としてハット(帽子)形を採用することにより、これまで以上に建設コストの縮減効果をもたらすと共に、施工性・構造信頼性にも優れた新世代の鋼矢板である。

ハット形鋼矢板900については、先に『明日を築くNo.73』で紹介したが、本稿ではその後において得られた新たな知見や施工実績を中心に報告する。

2. 25H 曲げ試験

ハット形鋼矢板25H型の曲げ性能を明らかにするため、10MN試験機を用いて単体曲げ試験を行った(図-1, 2)。試験体数は‘正曲げ’、‘負曲げ’を各2体、計4体とし、断面変形が発生しないように、支点および載荷点にリブ板補強を行った。実験供試体は水平架台上に2点で支えた単純梁とし、変位制御による2点載荷で、部材が終局状態に至るまで行った。

図-3に部材中央部での荷重-鉛直変位関係を示す。なお、図中の破線は降伏荷重 P_y と塑性荷重 P_m を示している。両者は、鋼矢板の降伏点強度を材料規格値($\sigma_y=295\text{N/mm}^2$)と、CASE2の供試体のウェブ中央から90mmの位置で採取した1A号試験体の材料試験結果で求めた降伏点強度($\sigma_y=411.9\text{N/mm}^2$)を用いて算出したものである。また、塑性荷重算定時の塑性断面係数は 1664.7 cm^3 とした。

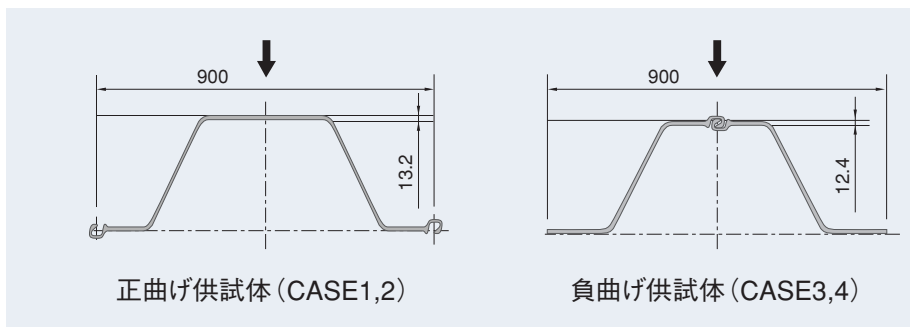


図-1 実験供試体断面図

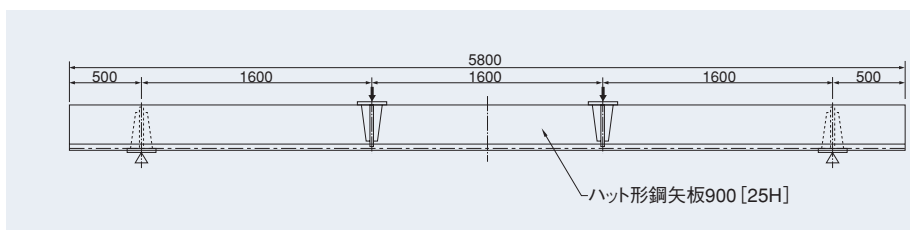


図-2 実験供試体寸法

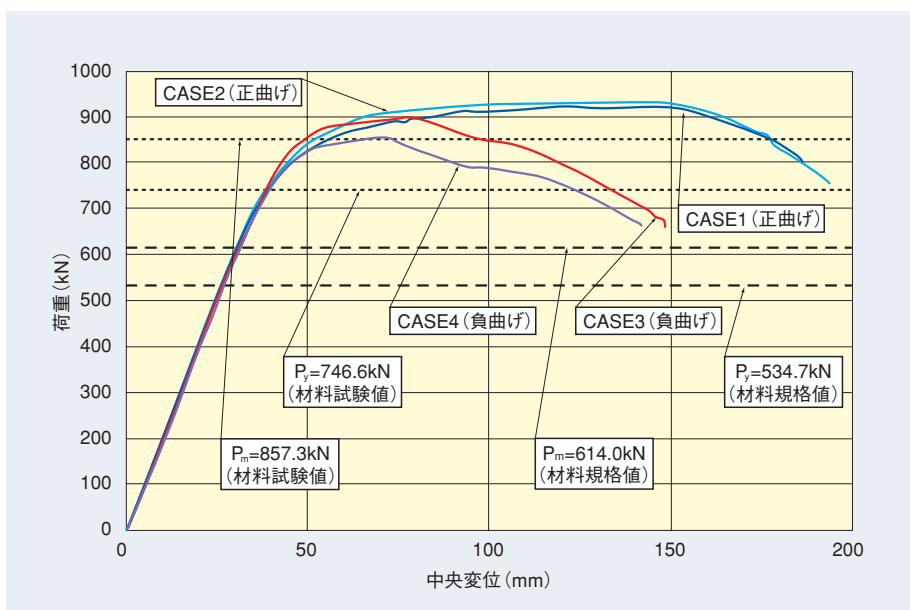


図-3 部材中央部での荷重-鉛直変位関係

写真-2に負曲げ試験での終局状況を示すように、正曲げ・負曲げ試験ともに圧縮側ウェブ面での座屈が観察された。また、図-3より正曲げ・負曲げともに降伏荷重までの

変位状況は、ほぼリニアであり、最大荷重は塑性荷重より大きいことから、設計通りの断面性能や変形性能が確保されていることが確認された。



写真-1 載荷状況



写真-2 負曲げウェブ終局状況

3. 止水性確認試験

本試験は、ハット形鋼矢板900の継手の止水性を確認することを目的として実施したものである。試験材としては、断面性能が近似したハット形鋼矢板10Hと広幅型鋼矢板Ⅱwを用いて、両者の止水性の差異を確認することとした。

図-4に示すように、ハット形鋼矢板10Hと広幅型鋼矢板Ⅱwを矩形状に圧入施工した後、図-5に示すように土砂を2.5m掘削して、鋼矢板の継手からの漏水状況を比較観察した。

鋼矢板の継手部の止水状況としては、掘削後にハット形鋼矢板、広幅型鋼矢板の両矢板とも少量の漏水が認められたが、水量計測するのは不可能な状況であった。それ故、鋼矢板壁面の乾燥を待って、継手部の浸みだし箇所の長さを測定し、併せて浸み出し状況のスケッチを行った。その結果を表-1および図-6に示す。

根入れ部の安定上、掘削床付面がほぼ砂礫層上面の位置となったが、両壁面近傍とも掘削底面からのボイリングなどの異常は認められなかった。また浸み出し範囲は、概ねシルト層からのものとなっている(図-6参照)。

鋼矢板壁の継手部からの漏水量は、水頭差および継手の嵌合状況や周辺土質の性状(粒度分布・透水性係数)に支配されるため、今回の試験では鋼矢板壁の止水性能の絶対評価はできなかったが、漏水状況の観察結果よりハット形鋼矢板壁と広幅型鋼矢板壁の止水性能の相対比較してみると、両者には有意な差異はなく、ほぼ等価な止水性能を有しているものと考えられる。

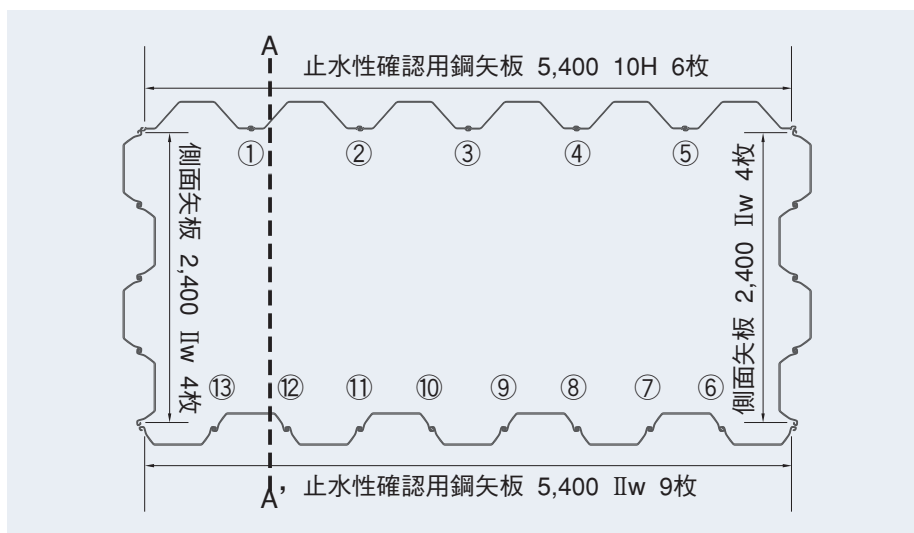


図-4 鋼矢板平面配置打設平面

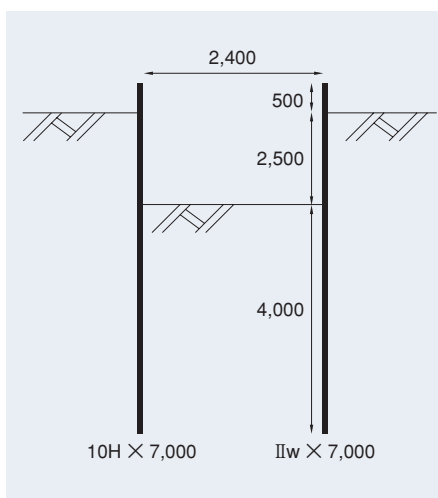


図-5 掘削断面(断面A~A')

表-1 浸み出し長さ

使用矢板形式	継手No.	浸み出し箇所の 上端位置(m)	浸み出し長さ (m)
10H	①	-2.24	0.76
	②	-3.00	0.00
	③	-2.56	0.44
	④	-2.44	0.56
	⑤	-2.40	0.60
	平均値	-2.53	0.47
Ⅱw	⑥	-2.49	0.51
	⑦	-3.00	0.00
	⑧	-1.89	1.11
	⑨	-2.20	0.80
	⑩	-2.38	0.62
	⑪	-3.00	0.00
	⑫	-3.00	0.00
	⑬	-2.40	0.60
	平均値	-2.55	0.46

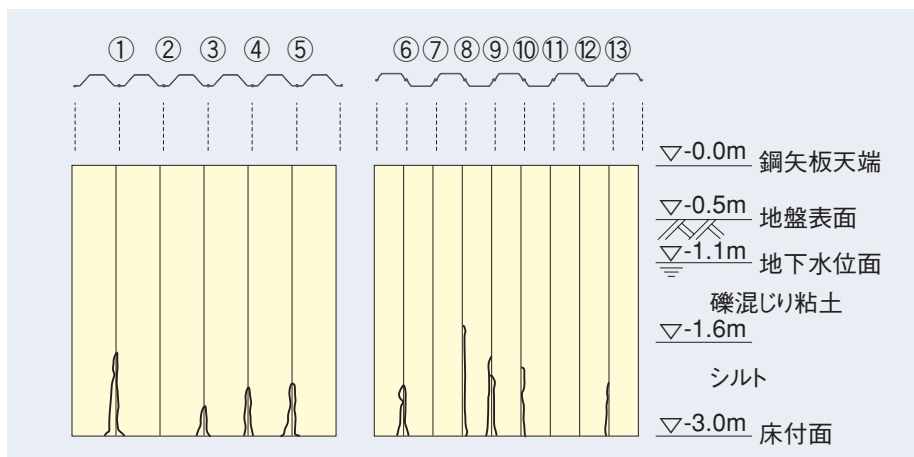


図-6 浸み出し状況

4. 遮水性能確認試験

次に継手部に膨潤性遮水材を塗布したハット形鋼矢板900の遮水性能について紹介する。

水膨張性遮水材を塗布した地盤中に打設されたハット形鋼矢板継手部の遮水性能を

評価するため、遮水材が水膨張した後に試験体を引抜き、継手部を切り出して漏水量測定実験を実施した。

試験に使用した遮水材は、ケミガードU-1とウルトラロックA-30の2種類とし、塗布量は塗布試験により決定した。また、打設するハット形鋼矢板は25H型の15.0mと、25.0m



写真-3 打設状況 (A-30)



写真-4 打設状況 (U-1)



写真-5 引抜後の状況



Case1 切り出し部



Case3 切り出し部

写真-6 漏水量測定試験体

(=12.0+13.0m,現場縦継溶接)の2種類とし、図-7に示す地盤へ90kWの電動式パイプロハンマで打設した(写真-3,4)。打設時における遮水材による継手貫入抵抗の増加の影響は特に見られなかった。打設後地盤中に1週間程度放置した後、継手がずれないように固定して引抜き、下端より5.0m(採取位置：下)および10.0mの位置(採取位置：上)から漏水量測定試験体采取了。写真-5に引板後のハット形鋼矢板、写真-6に採取した試験体、表-2に試験ケースを示す。

幅100mmに切り出した継手部を耐圧容器にセットし、約30kPa(0.3気圧)の水圧をかけた状態で、水温を40℃に設定した恒温水槽中に設置し、継手部からの水漏れ量を1ヶ月間計測した。なお蒸発量等の較正用に継手のないステンレス板を比較用に試験体として追加した。

表-3に漏水速度とハット形鋼矢板壁としての50cm厚さ換算透水係数を示す。Case5を除く各試験体からの漏水量はごくわずかであり50cm厚さ換算透水係数はおおむね 10^{-9} cm/s以下であり、Case5においても換算透水係数は 10^{-7} cm/sであった。このことから、今回設定したハット形鋼矢板の最適塗布量で一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命

令で謳われている遮水性能(10^{-6} cm/s以下)を十分満足することを確認した。

5. 振動計測結果

ハット形鋼矢板10H及び広幅型鋼矢板Ⅱwの振動測定結果の例を図-8示す。

鋼矢板の打込み長さは10H：12m、Ⅱw：12mである。地盤条件はN値が5～10程度の砂質土主体の地盤で、深度12m以深でN値50以上となっている。施工時に使用したパイプロハンマは、油圧式の「SR-45」で、広幅型鋼矢板に関しては1点把持式のシングルチャック(従来型)を用い、ハット形鋼矢板900に関しては2点把持式のダブルチャック(ハット形鋼矢板900専用)を用いた。また、振動の計測は打設地点から15m離れたところで行った。

図-8より、10H、Ⅱwともに深度が大きくなるにつれて振動レベルが増大している。これは、振動レベルが打設抵抗に影響を受けるものと想定されるが、10Hの方がⅡwよりも振動レベルが小さいかった理由としては、一方向打設による継手の競りが減少したことによるものと考えられる。

本測定結果により、施工時の振動は、広幅型鋼矢板使用時に比べ、ハット形鋼矢板900

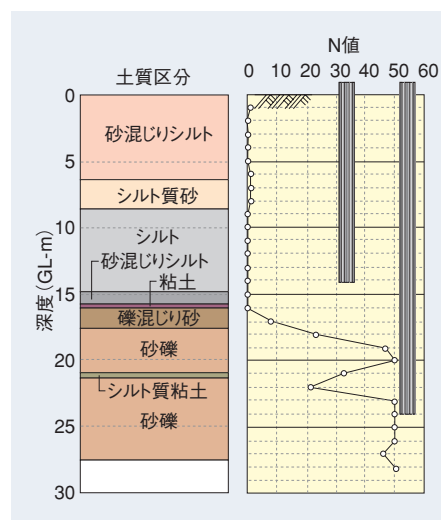


図-7 地盤条件

使用時の方が小さく抑えられている。

6. ハット形鋼矢板施工実績

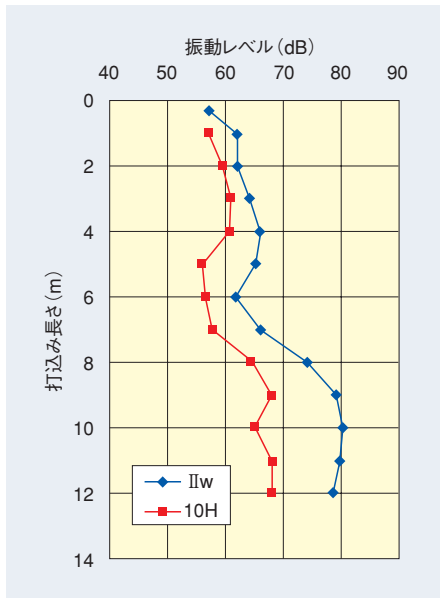
2005年2月、千葉県山武地域整備センターの南白亀川築堤工事において、ハット形鋼矢板900が全国で初めて採用された。ここでは

表-2 試験体採取位置及び遮水材種類

ケース	鋼矢板長さ	採取位置	遮水材
Case 1	15.0m	上	ウルトラロック A-30
Case 2		下	
Case 3		上	ケミガード U-1
Case 4		下	
Case 5	25.0m	上	ウルトラロック A-30
Case 6		下	
Case 7		上	ケミガード U-1
Case 8		下	
Case 9	比較用平板		

表-3 漏水速度および換算透水係数

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9
漏水速度 (cm ³ /s)	1.73×10 ⁻⁵	1.65×10 ⁻⁵	7.60×10 ⁻⁶	6.29×10 ⁻⁶	1.06×10 ⁻³	2.20×10 ⁻⁵	2.41×10 ⁻⁵	2.62×10 ⁻⁶	0.00
換算透水係数 (cm/s)	3.20×10 ⁻⁹	3.06×10 ⁻⁹	1.41×10 ⁻⁹	1.16×10 ⁻⁹	1.96×10 ⁻⁷	4.08×10 ⁻⁹	4.46×10 ⁻⁹	4.85×10 ⁻¹⁰	0.00



図ー8 振動測定結果の例(測定距離15m)

当初、U形鋼矢板で計画されていたが、工費縮減効果が認められ採用されたものである。当該工事ではSP-10H×7.5mが採用され、近隣における騒音・振動を抑える目的から、ウォータージェット併用圧入工法にて施工された。

また、国土交通省では2005年度から全国各地でパイロット事業が展開され、ハット形鋼矢板900の施工性や経済性などが確認され、本格的に採用することが決定された。

2005年12月には、SP-25Hが九州地方整備局において初採用され、パイプロハンマ工法によって20.5mの長尺矢板が施工されている。

その後もハット形鋼矢板900は、工費縮減効果が期待できる有力な新技術として、着実に施工実績を積み重ねてきた。2006年12月20日時点における施工実績は、表ー4に示すように、国土交通省直轄工事で27件、その他公共機関で13件に上っている。

7. おわりに

本誌面において二度にわたり、「ハット形鋼矢板900」の報告を行った。

報告の通り、2005年の販売開始以来、着実に施工実績を積み重ねてきたハット形鋼矢板は、経済性・施工性に優れ、需要家の「建設コスト削減ニーズ」に応えられる新技術であると確信している。

本技術の内容は、国土交通省の新技術情報提供システム(NETIS)をはじめとして、農林水産省や多くの地方自治体の新技術登録システムへの搭載が進んでいる。また2000年に国土交通省にて策定された「公共工事コスト削減対策に関する新行動指針」の関連施策として本工法が紹介され、『「公共事業コスト

表ー4 ハット形鋼矢板の施工実績

(1) 国土交通省の施工実績

No	工事名	発注者(種別)	型式×長さ	施工法
1	最上川宮野浦地区護岸	東北地方整備局	SP-10H×7.0m	パイプロ
2	村上地区護岸(長瀬地区)	東北地方整備局	SP-10H×7.0m	パイプロ
3	吉島護岸災害復旧工事	北陸地方整備局	SP-10H×11.0m	パイプロ
4	巨勢川調整池越流堰本体工	九州地方整備局	SP-10H×11.0m	パイプロ
5	上助任護岸災害復旧工事	四国地方整備局	SP-10H×9.5m	パイプロ
6	杭瀬川野口築堤護岸	中部地方整備局	SP-10H×6.0m	パイプロ
7	番匠川(灘地区)改良	九州地方整備局	SP-25H×20.5m	パイプロ
8	高梁川水系小田川赤鳥居護岸	中国地方整備局	SP-10H×13.0m	パイプロ
9	石狩川改修工事の内幌向川樋門	北海道開発局	SP-10H×6.5m	パイプロ
10	H16中瀬一丁目低水護岸災害復旧	関東地方整備局	SP-10H×6.5m	パイプロ
11	大園木下流漏水対策工事	関東地方整備局	SP-10H×8.0m	パイプロ
12	石狩川改修工事の内袋地樋門	北海道開発局	SP-10H×7.0m	パイプロ
13	牧田川瑞穂樋管改修	中部地方整備局	SP-10H×12.0m	パイプロ
14	木崎排水樋管新設工事	関東地方整備局	SP-10H×9.0m	パイプロ 油圧圧入
15	水間地区築堤工事	近畿地方整備局	SP-10H×10.0m	パイプロ
16	石狩川改修工事の内幾春別川左岸保護工事	北海道開発局	SP-10H×9.0m	パイプロ
17	牧田川大野堤防補強	中部地方整備局	SP-25H×11.0m	パイプロ
18	上平間高水護岸	関東地方整備局	SP-10H×2.0m	パイプロ
19	中丸子高水護岸	関東地方整備局	SP-10H×2.0m	パイプロ
20	落川低水護岸工事	関東地方整備局	SP-10H×2~4.0m	パイプロ
21	H18太尾町堤防補強工事	関東地方整備局	SP-10H×2.0m	パイプロ
22	H17越辺川井草低水護岸工事	関東地方整備局	SP-10H×7.0m	パイプロ
23	H17越辺川下井草低水護岸工事	関東地方整備局	SP-10H×7.5m	パイプロ
24	平成18年度斐伊川出西外災害復旧工事	中国地方整備局	SP-10H×21.0m	油圧圧入
25	平成18年度斐伊川島村第1災害復旧工事	中国地方整備局	SP-10H×11.0m	パイプロ
26	平成18年度斐伊川島村第2災害復旧工事	中国地方整備局	SP-10H×12.0m	パイプロ
27	平成18年度斐伊川島村第3災害復旧工事	中国地方整備局	SP-10H×12.0m	パイプロ

(2) 国土交通省以外の官公庁の施工実績

No	工事名	発注者(種別)	型式×長さ	施工法
1	南白亀川築堤工事	千葉県	SP-10H×7.5m	油圧圧入
2	2号排水樋門工事	九州農政局	SP-10H×15.5m	パイプロ
3	夷隅川河川災害復旧工事(16災253)	千葉県	SP-10H×7.5m	パイプロ
4	夷隅川河川災害復旧工事(16災249)	千葉県	SP-10H×7.5m	パイプロ
5	音羽下取水路護岸	秋田県	SP-10H×7.0m	パイプロ
6	夷隅川河川災害復旧工事(16災262)	千葉県	SP-10H×3~7.0m	パイプロ
7	駒ヶ岳火山砂防	北海道	SP-10H×10.5m	パイプロ
8	小中川住宅市街地	千葉県	SP-10H×6.5m,7.5m	パイプロ 油圧圧入
9	国分川調整池遮水工その1	千葉県	SP-10H×10.0m	パイプロ 油圧圧入
10	夷隅川河川災害復旧工事(16災河第255号)	千葉県	SP-10H×7.5m	パイプロ
11	都川調整池	千葉県	SP-10H×7.0~8.0m	パイプロ 油圧圧入
12	小有珠山火山砂防	北海道	SP-10H×6.0m	パイプロ
13	赤池調整池	茨城県	SP-10H×8.5m SP-25H×10m	油圧圧入

構造改革」平成17年度の実施状況とりまとめについて』で報告されている。

ハット形鋼矢板は、既に試行期間を終え、現在は本格的な普及拡販期への確実な一歩を踏み出したと考えており、今後は、様々な

用途分野での普及に向け、関係者一同でより一層の努力を傾ける所存である。

文責 鋼矢板普及委員会 委員長 沖 健