
パネル鋼矢板の特性

Characteristics of Paneled Sheet Pilings

中川 宏夫(Hiroo Nakagawa) 川井 豊(Yutaka Kawai) 近藤 伸治(Shinji Kondo)
橋本 隆文(Tkafumi Hashimoto)

要旨：

複数枚の鋼矢板を別途事前に嵌合させて有効幅の大きな鋼矢板とし、それを打設して施工能率の向上などを図るべく、「パネル鋼矢板」を実用化した。実験より得られたパネル鋼矢板の主な性能、特長は次のとおりである。(1) パネル鋼矢板の施工能力率は、従来の1枚施工に比べて1.5～2倍に向上するので工期が短縮される。(2) 新たに開発した止水剤をパネル鋼矢板の嵌合した爪部に充満させることにより、水密性の高い鋼矢板壁を構築することが可能である。(3) U形パネル鋼矢板では、爪部の溶接によって矢板間相互の結合状態が比較的明確になるので合理的な鋼矢板壁の設計が可能となる。

Synopsis：

Paneled sheet pilings, which are pre-fabricated with 2 to 5 steel sheet pilings prior to driving, have been developed mainly to improve execution speed. Main characteristics are summarized as follows. (1) The execution time can be shortened 70 to 50% compared with that of the conventional method. (2) High water-proof sheet piling walls can be obtained by pre-filling newly developed sealing material into Junctions. (3) In the case of deep-arch steel sheet piling (U-shaped), the combining conditions (bending rigidity) of joints between neighbouring sheet pilings, can be clarified by welding of pre-fabricating procedures. Therefore, safer and more rational design can be obtained by the use of paneled sheet pilings than in the case of the conventional design and execution procedures.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

パネル鋼矢板の特性

Characteristics of Paneled Sheet Pilings

中 川 宏 夫*

Hiroo Nakagawa

川 井 豊**

Yutaka Kawai

近 藤 伸 治***

Shinji Kondo

橋 本 隆 文****

Takafumi Hashimoto

Synopsis:

Paneled sheet pilings, which are pre-fabricated with 2 to 5 steel sheet pilings prior to driving, have been developed mainly to improve execution speed.

Main characteristics are summarized as follows.

- (1) The execution time can be shortened 70 to 50% compared with that of the conventional method.
- (2) High water-proof sheet piling walls can be obtained by pre-filling newly developed sealing material into junctions.
- (3) In the case of deep-arch steel sheet pilings (U-shaped), the combining conditions (bending rigidity) of joints between neighbouring sheet pilings, can be clarified by welding of pre-fabricating procedures.

Therefore, safer and more rational design can be obtained by the use of paneled sheet pilings than in the case of the conventional design and execution procedures.

1. はじめに

現在、我が国で使用されている熱間圧延鋼矢板の代表的な形状は、U形、Z形およびF形の3種である。U形とZ形鋼矢板は、曲げ剛性が必要な岸壁や護岸などの連続土留壁に、F形は、引張強度が必要な鋼矢板セル工法の外殻材として、それぞれ利用されている。ところが、これら鋼矢板の1枚あたりの有効幅は、いずれも400～500mmである。これは製造設備上の制約によるもので、現在の圧延方式では、有効幅をこれ以上拡大することは困難である。しかし、近年の施工機械の大型化を考慮すれば、現行の有効幅を超える大形の鋼矢

板でも十分施工可能である。

筆者らは、このような状況にかんがみ、複数枚の鋼矢板を別途事前に嵌合させておき、それを施工現場に搬入して打設する「パネル鋼矢板」を実用化した。図1にパネル鋼矢板の形状例を示す。

1パネルあたりの嵌合枚数は2～5枚で、さらに数量を増加することも可能である。嵌合した爪の一部は、打ち込み時のハンマ打撃に対するパネルの一体性の保持およびU形鋼矢板においては曲げ剛性の確保などを考慮し、溶接又はプレスにより固定されている。また、水密性が要求される時にはパネル製作の際、嵌合する爪に止水剤を注入する。

この資料は実用化するにあたり実施した2、3

* エンジニアリング事業部土木・水道技術部

** エンジニアリング事業部構造技術研究所主任研究員
(掛長待遇)

*** エンジニアリング事業部大阪建設技術部主査(掛長待遇)
〔昭和54年12月5日原稿受付〕

**** 水島製鉄所管理部条鋼管理課

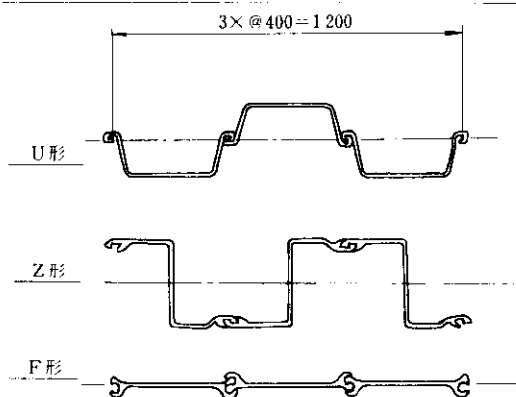


図1 パネル鋼矢板断面形状(3枚組)例

の実験を通して得られたパネル鋼矢板の優れた性能、特長を紹介しようとするものである。

2. パネル鋼矢板の施工性

パネル鋼矢板の施工法は、従来の1枚施工法と基本的に差はない。写真1～2は、当社千葉製鉄



写真1 4枚組パネルの建込み(千葉での施工実験)

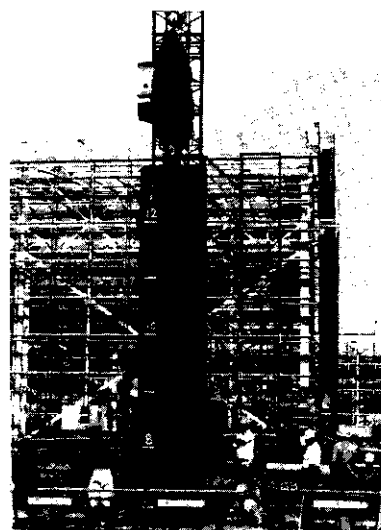


写真2 3枚組パネルの打下げ(千葉での施工実験)

所構内の工事で、パネル鋼矢板を試用した時の状況を示したものである。パネル鋼矢板は、幅広になるのでハンマの打撃力を均等に伝達させる必要がある。そのためには、特殊なキャップ(ディーゼルハンマ)やチャッキング装置(パイプロハンマ)を介する方法もあるが、パネル鋼矢板は溶接やプレスによって一体化されているので、従来の施工法と同様中央付近の鋼矢板へ集中的に打撃力を与えても十分施工可能である。同工事ではN値10前後の砂層の中へ、長さ13mのKSP-III(当社規格、有効幅400mm、有効高130mm、ウェブ厚13.1mm)を素材に、表1に示すような各種のパネル鋼矢板を製作し、出力40kWのパイプロハンマで打設した。プレス接合とは、嵌合した爪部を図2のように半球形の凸型治具にて変形させるもので、

表1 施工実験供試体

	パネル 接合方法	有効幅 B (mm)	長さ L (m)	数量 セット	単重 kg/セット	爪部接合量
	溶接	1200	13.0	6	2340	天端側 700mm 下端側 300mm
	プレス	1200	13.0	6	2340	天端側 7個 下端側 3個
	溶接	1600	13.0	4	3120	天端側 700mm 下端側 300mm
	プレス	1600	13.0	2	3120	天端側 7個 下端側 3個

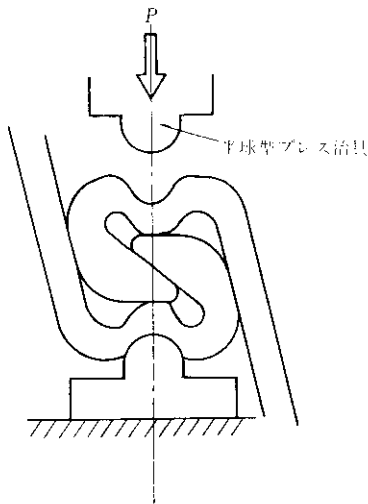


図2 プレス接合方法

その変形部のせん断耐力は、別途行った実験によると、直径22mmの半球形治具にて圧痕深さを10mmつけた場合5t/個にもなる。

表2は同工事において引続き行われた1枚施工およびパネル施工の作業サイクルを平均化し、1枚施工の作業時間を1.0とし、パネル鋼矢板のそれを1枚あたりに換算して、作業時間比を求めたものである。この工事では同一のバイプロハンマを使用したので、打下げ時の能率はパネル鋼矢板の方が若干落ちていているところもあるが、建込み時の時間短縮が大きく寄与し、全体的にはどのパネル鋼矢板も1枚施工に比べ41~56%に作業時間が短縮された。

このようにパネル鋼矢板では、施工能率が従来に比べ大幅に向上する。表3は実工事におけるパネル鋼矢板の施工状況を示したものである。いずれの工事においても施工能率は大幅に向上し、作業時間の短縮が認められる。また、これらの工事では施工能率の向上とともに、摘要欄に記述したようなメリットも評価された。パネル鋼矢板は施工能率の向上のみならず、施工状況に応じて使用する、共下り防止効果や止水性の向上、作業時の剛性保持など、その特長が発揮される。

3. パネル鋼矢板の水密性

鋼矢板の爪部は打込み時の作業性を考慮して若

表2 作業能率の比較

作業内容		建込み	打下げ	総作業時間
1枚施工		1.00	1.00	1.00
3枚組パネル	溶接	0.36	0.80	0.41
	プレス	0.43	1.11	0.50
4枚組パネル	溶接	0.32	1.69	0.56
	プレス	0.40	1.43	0.52

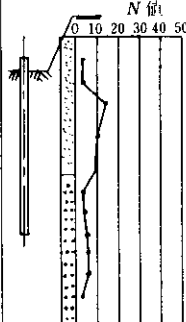
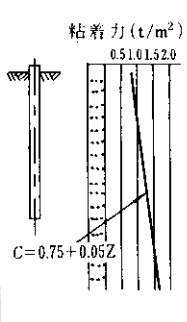
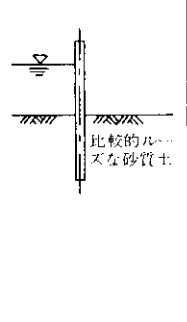
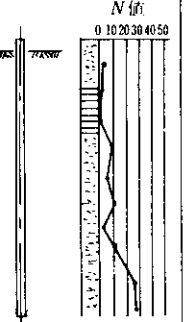
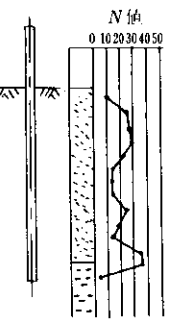
干の空隙が残されている。したがって、鋼矢板を前背面の水位差が大きい土留工などに使用すると、打設直後には爪部から漏水することが多い。そのため、過去、数多くの鋼矢板用止水剤が開発され、実用に供されてきた。しかし、これら製品の多くは、打設前に爪部へ塗布するタイプのもので、打込み時の摩擦、衝撃などによってハク離することがあり、必ずしも信頼性のおけるものではない。止水壁を構築するにあたりパネル鋼矢板では、現場で嵌合する爪部の数が大幅に減少するので、パネル鋼矢板内での止水が完全であれば、前述したような製品をパネル鋼矢板間に使用しても、全体の漏水量は大幅に減少する。そこで、止水効果や作業性などを考慮して、表4に示すようなパネル鋼矢板内用止水剤を新たに製品化した。この止水剤は2液混合型発泡ウレタンから成り、その体積が注入量の6~7倍にも達するため、ほぼ完全に爪部の空隙を充填し高い水密性を発揮する。別途行った水密性実験によると、最大水圧2.6kg/cm²まで漏水が認められなかった。

写真3,4は、このような止水剤を注入したパネル鋼矢板を1重の締切り工事に使用した時の状況を示したものである。この工事では最大水頭差が約2mで、パネル鋼矢板を使用しなかった一般部では多量の漏水が認められたが、止水パネル鋼矢板の箇所ではほとんどなく著しい効果が認められた。

表4 パネル鋼矢板用止水剤の性能

	性 能
材 質	2液混合硬質発泡ウレタン
最大耐圧	2.6kg/cm ²
作業性	注入後10~15minで移動作業可
打設時のハク離	なし
2次公害の可能性	なし

表3 実工事におけるパネル鋼矢板施工状況

工 事 名	加茂川河川改修			六角川地区幹線2号水路			境川護岸コーピング工仮設山留			長良川外浜護岸			水島産業廃棄物処理場			
施 主	新潟県加茂川工事事務所			石炭鉱害事業団			千葉県葛南土木事務所			建設省中部地方建設局木曽川下流工事事務所			岡山県環境保全事業団			
施 工	堀内組			岸本組			白井建設			佐伯建設、小松建設			清水建設、五洋建設、東洋建設、JV			
使用した パネル鋼矢板	KSP-ⅢA, L=8.0m 3枚組パネル 30セット			KSP-Ⅱ, L=9.5m 3枚組パネル 74セット			KSP-Ⅱ, L=5.50m 3枚組止水パネル 30セット			KSP-Ⅲ, L=10.0m 3枚組パネル 30セット			KSP-F, L=17.5m 3枚組パネル 143セット			
平均作業時間	1枚施工 A	パネル施工 B	比較 A:B	1枚施工 A	パネル施工 B	比較 A:B	1枚施工 A	パネル施工 B	比較 A:B	1枚施工 A	パネル施工 B	比較 A:B	1枚施工 A	パネル施工 B	比較 A:B	
	建込み	1' 43"	1' 05"	1:0.63	3' 46"	1' 35"	1:0.42	1' 45"	0' 56"	1:0.53	2' 24"	1' 32"	1:0.63	5' 05"	2' 36"	1:0.51
	打下げ	1' 25"	1' 08"	1:0.80	1' 54"	1' 17"	1:0.68	0' 36"	0' 18"	1:0.50	1' 58"	1' 54"	1:0.96	7' 52"	2' 18"	1:0.30
	計	3' 08"	2' 13"	1:0.70	5' 40"	2' 52"	1:0.51	2' 21"	1' 14"	1:0.52	4' 22"	3' 26"	1:0.79	12' 57"	4' 54"	1:0.38
使用ハンマ	出力40kW バイプロハンマ			出力15kW バイプロハンマ			出力15kW バイプロハンマ			出力40kW バイプロハンマ			出力60kW バイプロハンマ			
土 質 状 況																
摘 要	冬期作業のため作業日数に制限があった。			軟弱地盤のため生じる打設時の共下り防止効果大。			1重締切りに止水パネル鋼矢板を使用。水密性良好。						断面剛性に比して長尺のため、1枚施工では作業が難しかった。			

(注) 平均作業時間のうち、パネル施工の数値は1枚あたりに換算

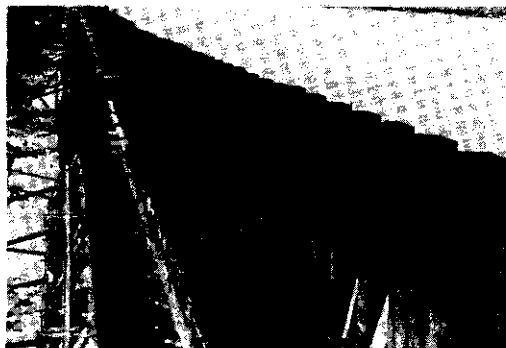


写真3 KSP-II, 3枚組パネルによる1重締切り

4. U形パネル鋼矢板の曲げ剛性

従来、U形鋼矢板壁の設計では爪部間相互の摩擦抵抗のほか

- (1) 爪部に侵入した土砂によるせん断抵抗の増加
- (2) 矢板根入れ部の土による変位拘束
- (3) 矢板頂部のコンクリートおよび腹起し等の変位拘束

等により、爪部が完全結合に近い状態であると考えられていた。

ところが最近になって、前記条件のうちいずれ



写真4 一般部の漏水状況

かを欠いた施工条件があるという理由から不完全結合として取扱い、いわゆる継手効率を0.6とし、鋼矢板壁の設計が行われるケースが多くなってきた。これは実構造物での変位観測結果や気中に行った曲げ載荷実験結果に、上述したような諸条件も加味しての値であり、鋼矢板に着目すればより実情に近いと考えられる。しかし、継手効率が爪部間相互の摩擦抵抗や土質条件という不明確な要素によって左右される性質のものであることにかんがみれば、必ずしも信頼し得る設計常数とはいえない。

他方パネル鋼矢板では嵌合した爪部の一部を溶接するので、結合状態を比較的明確にすることが可能である。図3はパネル鋼矢板の爪部溶接と曲げ剛性との関係を定量的に把握すべく行った曲げ載荷実験の概要である。実験では長さ6.0mのKSP-III、6枚を図のように嵌合させ、表5に示すような溶接を施して溶接量や、3章にて記述したパネル鋼矢板用止水剤が曲げ剛性に及ぼす影響を測定した。図4に荷重(P)→変位(δ)、および鉛直変位より逆算される $P-EI$ 曲線を示す。爪部遊間のため立上り部に若干の乱れが認められるが、荷重の増加とともにほぼ直線的な関係となる。すなわち、荷重がある程度大きくなり爪部のメタルタッチが完全になると、6枚パネルとしての EI を持つようになる。図5はこのような結果をもとに、弾性限度内の最大荷重負荷時の鉛直変位から

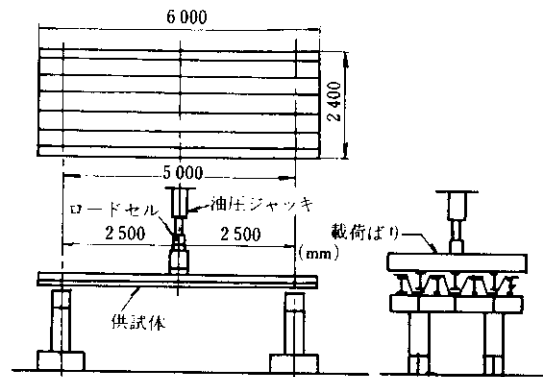
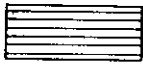
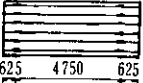
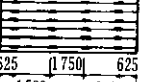
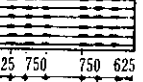


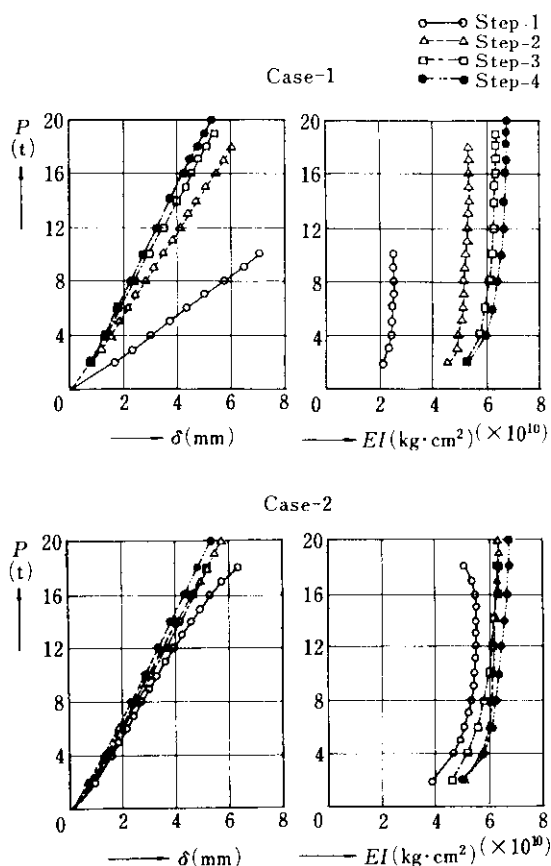
図3 曲げ載荷実験概要

表5 供試体の種類(結合状態)

	Case 1	Case 2
継手部	充填物なし	硬質発泡ウレタン充填
溶接状態	 Step 1 溶接なし	
	 Step 2	
	 Step 3	
	 Step 4	

逆算される継手効率 η_δ と、溶接部の延べ長さ l_w と爪嵌合長(支間長) l との比溶接結合比 $w=l_w/l$ との関係を示したものである。同図より、溶接結合比 w の増加とともに η_δ は明らかに向上して行くことが判る。またパネル鋼矢板用として開発した止水剤は、ある程度のセン断抵抗力を発揮し継手効率の向上にも寄与していることが理解されよう。

このようにパネル鋼矢板では、わずかな溶接で継手効率0.6を確保できる利点がある。また土などによるセン断抵抗等も、構造物の重要度に応じてこれらに加味すればさらに継手効率は向上し、

図4 P- δ , P-EI曲線

より合理的に設計することができると考えられる。

6. 終りに

鋼矢板製造上の制約を補い、かつ時代に対応して大型化された施工機械が活用できるパネル鋼矢板を実用化した。ここにパネル鋼矢板の主な性能、特長を列挙すると次のようである。

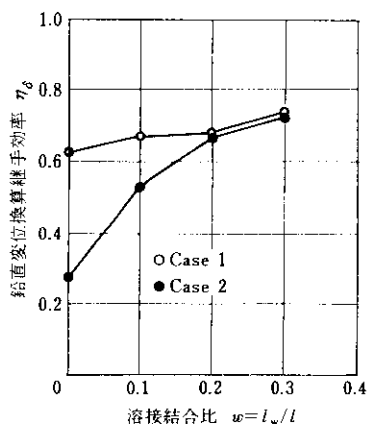


図5 溶接結合比と鉛直変位から換算した継手効率の関係

- (1) パネル鋼矢板の施工能率は、従来の場合より1.5～2倍に向上し、工期の短縮が可能である。
- (2) 新たに製品化した止水剤をパネル鋼矢板の爪部に使用することで、水密性の高い鋼矢板壁の構築ができる。
- (3) U形パネル鋼矢板では、嵌合した爪部の溶接によって結合状態を定量的に判断し得るので、より合理的に継手効率を設計上反映することができる。

パネル鋼矢板には上記のほか共下り防止効果や施工延長精度の向上など種々の特長もある。従来鋼矢板における問題点の解消にパネル鋼矢板が大きく寄与することを確信し、今後、多用されることを期待するものである。

終りに、パネル鋼矢板の特性を理解し、実工事での使用を快諾して下さった発注者ならびに施工会社の関係各位に対して厚く感謝の意を表するしだいである。