

# 広幅型鋼矢板の開発

## Wide Steel Sheet Piles

是永正<sup>(1)</sup>  
Tadashi KORENAGA  
吉野久能<sup>(4)</sup>  
Hisayoshi YOSHINO

鳥崎肇一<sup>(1)</sup>  
Keiichi TORIZAKI  
木曾英滋<sup>(5)</sup>  
Eiji KISO

中山裕章<sup>(2)</sup>  
Hiroaki NAKAYAMA  
児玉雅生<sup>(6)</sup>  
Masao KODAMA

河原繁夫<sup>(3)</sup>  
Shigeo KAWAHARA  
長谷川博行<sup>(7)</sup>  
Hiroyuki HASEGAWA

### 抄 録

政府は、“公共工事コスト削減対策に関する行動方針”を策定し、これにより公共工事の計画から施工まで含めトータル10%以上のコスト削減を目指している。新日本製鐵、NKK、川崎製鐵、住友金属工業各社は、建設費削減に寄与するとともに標準タイプと改良タイプの使い分けの煩雑さを解消すべく、1995年度より鋼矢板の広幅化の開発検討に取り組み、1997年4月から生産販売を開始した。広幅型鋼矢板の開発経緯、特長と性能確認試験の概要を報告した。

### Abstract

The Japanese government has set up an action plan on decrease countermeasures of public construction costs, in which they have been trying to reduce the total costs required for public constructions including planning to actual work by 10% or more. In order to help reduce construction costs and dissolve the difficulty in distinguishing a standard type from an improve type, Nippon Steel Corporation, NKK, Kawasaki Steel Corporation, and Sumitomo Metal Corporation engaged in research and development of widening of steel sheet piles in 1995 and standard produce and market them in April 1997. With regard to the wide steel sheet piles, this report describes how they were developed, their features, and the summary of the performance assurance test.

#### 1. はじめに

新日本製鐵、NKK、川崎製鐵、住友金属工業各社は、公共工事コスト削減に寄与することを目的として、1995年度より鋼矢板の広幅化の開発検討に取り組み、1997年4月から生産販売を開始した。以下広幅型鋼矢板の開発経緯、特長と構造、施工性能確認試験の概要を報告する。

#### 2. 鋼矢板の歴史と特長

わが国の鋼矢板は、1931年に官営八幡製鐵でU型鋼矢板が生産されて以来、約70年の歴史を持つ。当初はラカナ型(二重爪タイプ)鋼矢板であり、その後1960年にはラルゼン型(現行爪タイプ、標準型)鋼矢板の製造が開発され、さらに1963年に改良型U型鋼矢板も加わった。現在、U型鋼矢板ではラルゼン型のみが製造されている。鋼矢板工法は、大量生産可能な優れた圧延技術、確立された各種設計基準、現場の状況に応じた施工技術の開発とあいまって急速な普及発展を遂げ、港湾工事、河川工事、土留め工事、基礎工事等の幅広い分野に欠かせない工法となっている。

その特長は、

- (1)工事が簡単で、大がかりな施工設備を必要としない
  - (2)急速施工が可能で、工期が大幅に短縮される
  - (3)地盤の状況に応じて鋼矢板の断面、長さを変えられるので合理的、経済的な設計が可能である
  - (4)壁体が軽量のため重力式構造物と異なり耐震設計が有利である
  - (5)水密性を利用した遮水工事が可能である
- 等があげられる。

#### 3. 広幅型鋼矢板開発の経緯と技術課題

##### 3.1 開発経緯

生産開始以降、鋼矢板形状における大幅なモデルチェンジはなく、現在でも鋼矢板は土留め材の主流となっている。これは港湾、河川における災害復旧を急速に行える等の社会的ニーズに応える成熟した製品であったからである。ところが、近年では鋼矢板工法の施工技術の進歩により、低振動・低騒音型施工機械が発達し、施工機械の打設力もパワーアップされてきている。同時に港湾をはじめとする大水深化等による鋼矢板の長尺化により、鋼矢板にとって過酷な施工を強いられるようになってきた。言い換えればより頑丈な、打込みに強い鋼矢板が必要とされつつある。

\* (1) 建材開発技術部 マネジャー  
東京千代田区大手町2-6-3 ☎100-8071 ☎(03)3275-6582  
\* (2) 鉄鋼研究所 鋼構造研究開発センター 研究員  
\* (3) 大阪支店 グループリーダー

\* (4) 大阪支店 マネジャー  
\* (5) 設備技術センター 土木建築技術部  
\* (6) 建材営業部 グループリーダー  
\* (7) 建材営業部 マネジャー

一方、国家財政は危機的状況にあり、政府は公共工事コスト削減を目指し1997年4月4日の関係閣僚会議で“公共工事コスト削減対策に関する行動指針”を策定した。これにより公共工事の計画から施工まで含めトータル10%以上のコスト削減を目指している。

以上の施工面からのニーズおよび建設コスト削減という新しい命題に応えるとともに、標準タイプ(II~IV)と改良タイプ(I<sub>A</sub>~IV<sub>A</sub>)の使い分けの煩雑さを解消すべく広幅型鋼矢板(以下広幅型とする)シリーズへの集約化をも狙いとして、広幅型の開発に着手した。

3.2 形状決定

広幅型の断面設計にあたり、次の点に留意した。

- (1) 建設コストの材料費、施工費とも現行型鋼矢板(以下現行型とする)より経済的となること
- (2) 現行設備を最大限に活かし、大幅な設備改造による製品単価アップにならないように形状を決めること
- (3) 現行型と同等の打設性を有すること

以下、形状決定に至る取り組み内容を述べる。

鋼矢板壁の単位壁面積当たりの鋼重を現行型より低減させ、更に鋼重あたりの断面性能を高くした(図1参照)。有効幅については、現有設備の製造限界を考慮しかつ欧州材で既に使用されている600mmに合わせた。型は最も需要の多い断面性能範囲から3種類

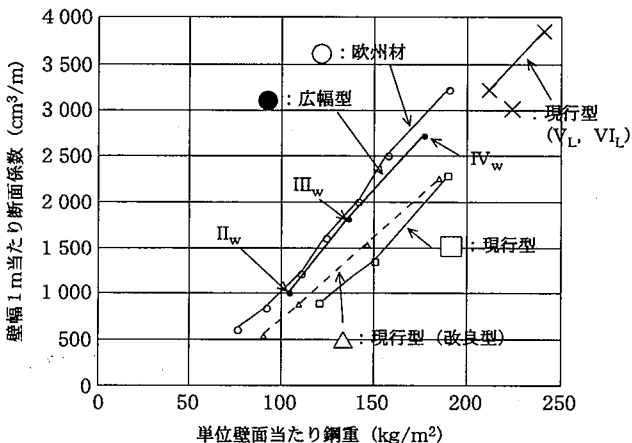


図1 鋼重と断面性能の関係

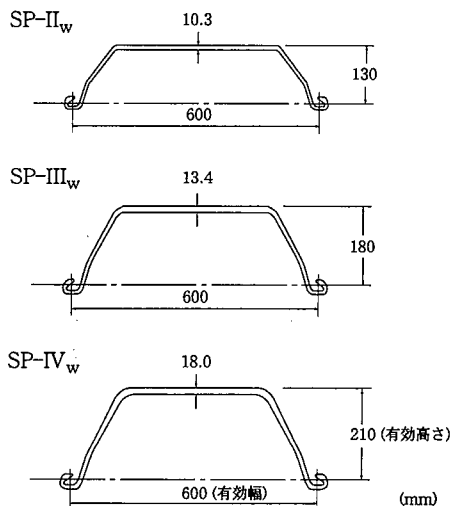


図2 広幅型の断面形状(SP: Sheet Pile)

(II<sub>w</sub>, III<sub>w</sub>, IV<sub>w</sub>)とした。施工性の確保のため有効高さも現行型より大きくし1枚当たりの断面剛性を上げた。板厚についても打設時の応力集中及び繰返し使用による変形を防ぐため断面各部位の板厚を決定した。また、安定したパイリングができるような形状設計を行なった。施工時の回転角度、互換性を確保することにより、現行型と同等の施工性を与え、現行型(400mm幅)の2/3の枚数に低減するメリットを最大限に活かした。このようにして決定された断面形状を図2に示す。

3.3 広幅化による技術課題

上記広幅化のコンセプトを実現するためには、設計面では広幅型鋼矢板の断面性能の確認、具体的には部材レベルでの断面性能及び一般的に使用される鋼矢板壁を設計する場合に必要な継手効率を現場水平載荷試験により確認する必要がある。また、施工面においても、現行型と同等の施工性を有することを地盤条件、施工方法別に確認する必要がある。

4.設計技術

4.1 設計法

鋼矢板壁としての設計は現行型と同じ設計法でよい。設計に用いる腐食時の断面性能については、広幅型各型毎に図表を作成している(鋼管杭協会鋼矢板技術委員会技術資料及び各メーカーカタログ参照)。広幅型と現行型の腐食時の断面係数低減率はほぼ同じとなる(表1参照)。河川関係で用いる腐食しろ2mm( $t_1=t_2=1$ mm)の場合に着目すると( $\alpha=1.00$ の場合)現行型の低減率(II型:81%, III型:85%, IV型:87%)と広幅型の低減率(II<sub>w</sub>型:81%, III<sub>w</sub>型:85%, IV<sub>w</sub>型:88%)はほぼ同じ値となる。

4.2 構造性能

4.2.1 部材構造試験

広幅型鋼矢板の断面性能を調査するために、圧縮試験及び曲げ試験を実施した。

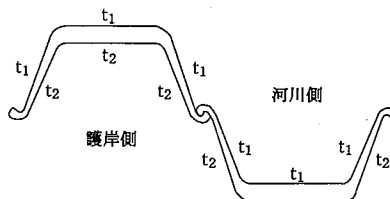
(1)圧縮試験

(a)目的

鋼矢板を打設する際、鋼矢板の先端が標準貫入試験値(N値)30程

表1 腐食時の断面係数低減率

型式	腐食比率 $\alpha = t_2/t_1$ (%)					
	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	
広幅型	II <sub>w</sub>	81	83	86	88	90
	III <sub>w</sub>	85	87	89	90	92
	IV <sub>w</sub>	88	90	91	93	94
現行型	II	81	83	85	88	90
	III	85	87	89	90	92
	IV	87	88	90	92	93



Z: 腐食時の断面係数 (cm<sup>3</sup>/m)  
 Z<sub>0</sub>: 腐食のない場合の断面係数 (cm<sup>3</sup>/m)  
 Z/Z<sub>0</sub>: 腐食時の断面係数低減率 (%)  
 t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>: 鋼矢板両面の腐食厚さ (mm)  
 $\alpha$ : t<sub>1</sub>とt<sub>2</sub>の比  $\alpha = t_2/t_1$

度以上の地盤に達すると地盤の貫入抵抗が大きくなり、鋼矢板が座屈を起こす可能性がある。そこで、施工時に鋼矢板断面に作用する圧縮力を想定し、広幅型鋼矢板の圧縮強度を調査することを目的に試験を実施した。

(b)試験概要

試験概要を図3に示す。実際の施工時には必ずしも断面の図心に圧縮荷重が作用するとは限らず、偏心荷重が作用することが考えられるため、表2に示す3通りの荷重パターンで圧縮した。広幅型鋼矢板はIII<sub>w</sub>型を用い、長さ1mとした。

(c)試験結果

図4に荷重と軸変位の関係を示す。各図において材料試験から得られた降伏値を用い、中心軸圧縮に関しては全断面降伏荷重、偏心軸圧縮に関しては“偏心距離×軸力による曲げモーメント”を考慮した端部降伏荷重の計算値を併せて示す。図から全ての荷重荷重形態において、理論降伏荷重以上の耐力を有することが確認できた。

(2)曲げ試験

(a)目的

広幅型鋼矢板の曲げ抵抗特性(断面二次モーメント)を調査する。

(b)試験概要

試験概要を図5に示す。広幅型鋼矢板(III<sub>w</sub>型)を水平架台上に2支点で支え単純梁とし、この上に2点荷重する。曲げ方向の影響を調査するために表3に示す2通りの荷重方法を実施した。

(c)試験結果

弾性範囲内において、供試体中央部に貼付したひずみゲージの計測結果より算出した断面二次モーメント(I)と理論値(I<sub>0</sub>)との比率(=I/I<sub>0</sub>)を図6に示す。どちらの荷重面から荷重しても理論値に対

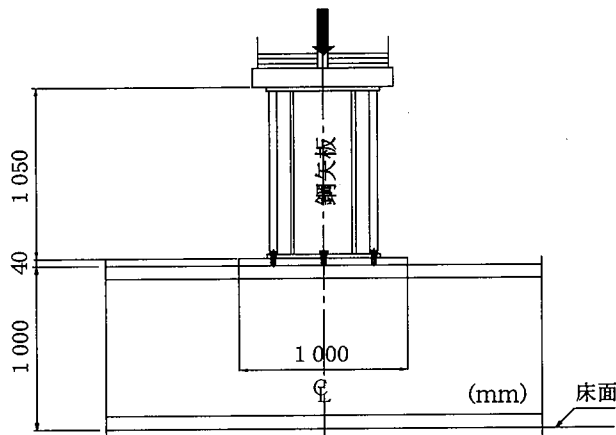


図3 圧縮試験概要図

表2 圧縮試験荷重パターン

荷重パターン	斜線部圧縮
中心軸圧縮	
ウェブ側偏心圧縮	
フランジ側偏心圧縮	

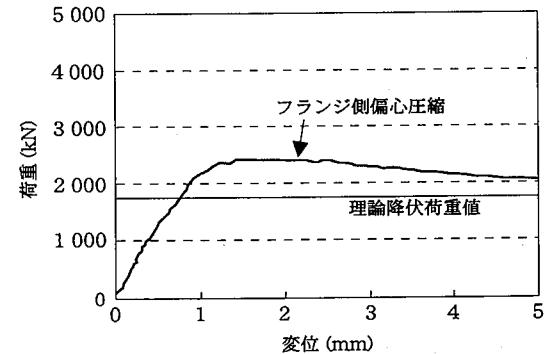
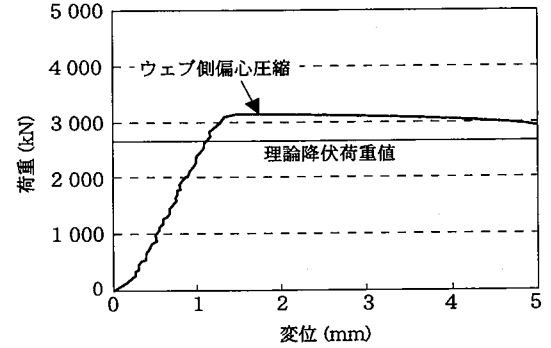
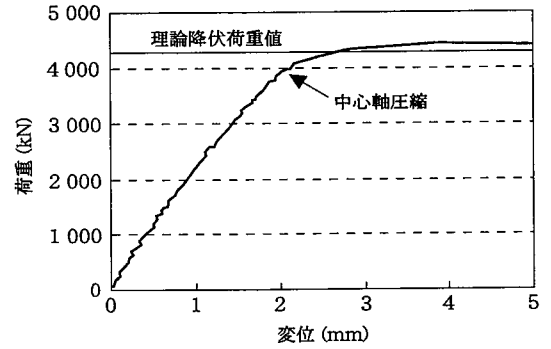


図4 変位-荷重関係

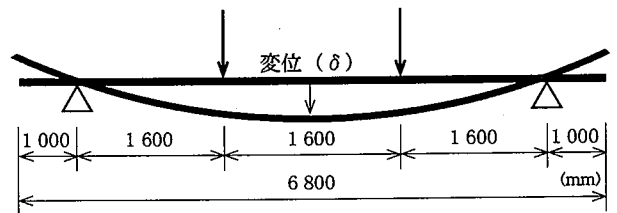


図5 曲げ試験概要図

表3 曲げ試験荷重種類

荷重面	荷重方向概念図
ウェブ	
継手	

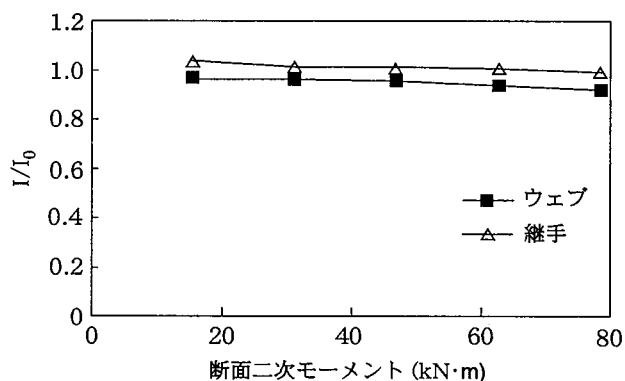


図6 荷重-断面2次モーメント関係

して9割以上の断面二次モーメントが得られた。試験で得られた値が理論値よりも小さくなるケースがあったが、本試験は気中での単体試験のため継手部で矢板幅が広がり、矢板の高さが低下したため断面二次モーメントが低下した。しかし実際には鋼矢板は地中で壁として生まれ継手部で矢板の幅が広がることはないと考えられるため、ほぼ理論値通りの断面二次モーメントを有するものと思われる。

4.2.2 継手効率に関する現場水平載荷試験

(a)目的

U型鋼矢板壁は、継手が壁体中心線に位置するため、土圧等による曲げ荷重を受けて継手のずれが生じた場合、一体壁として挙動した場合に比べ断面性能が落ちる可能性がある。そのため設計では継手効率として断面性能に乘じる低減係数を設定することがあり、広幅型鋼矢板の継手効率を調査するために現場水平載荷試験を行った。

(b)試験概要

試験には、広幅型鋼矢板(III<sub>w</sub>型)4枚、現行型鋼矢板(III型)6枚を使用した。打設後の壁幅は、広幅鋼矢板壁、現行型鋼矢板壁とも2.4mで等しくなる。鋼矢板は突出長が1.8mとなるように打設し、笠コンクリートで頭部を拘束した。載荷方法は図7に示すように地表面から1.6mの位置に水平ジャッキを2台設置し、広幅型鋼矢板壁、現行型鋼矢板壁の両方に同時に載荷する。横渡しに設けた梁を介することにより笠コンクリートに均等に載荷できるものとした。

(c)試験結果

鋼矢板頭部水平変位に着目し、解析により断面二次モーメントに関する継手効率を算出した。解析では、断面二次モーメントに関する継手効率を0.8とし、地盤抵抗をa)線形及びb)非線形とした場合の2種類について実施した。

a)線形解析

図8に示す線形地盤反力モデルより解析した結果と試験値との比較を図9に示す。地盤モデルにおいては、“災害復旧工事の設計要領(建設省)”の自立式鋼矢板の設計法に従い、主働土圧強度と受働土圧強度が等しくなる位置に仮想地表面を設定した。通常鋼矢板が使用されるのは鋼矢板に生じる最大ひずみが300 $\mu$ m程度の範囲内であるため、試験で観測された鋼矢板のひずみが300 $\mu$ m以下となる荷重の範囲内で検討した。その結果、現行型鋼矢板に関しては、解析結果と試験結果はほぼ一致しており、断面二次モーメントに関する継手効率は0.8程度と推定される。広幅型鋼

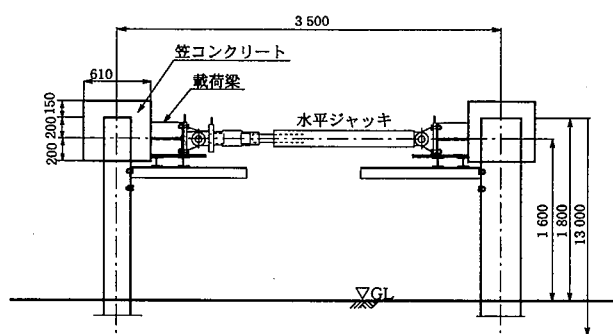


図7 現場水平載荷試験概要図

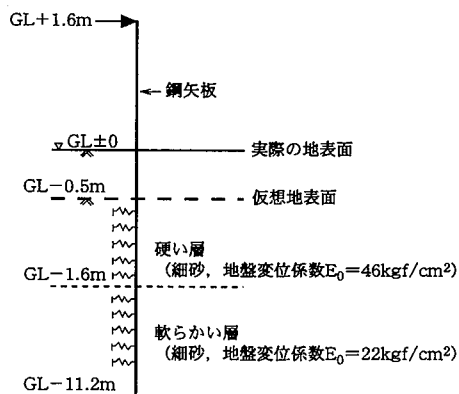


図8 線形地盤反力モデル

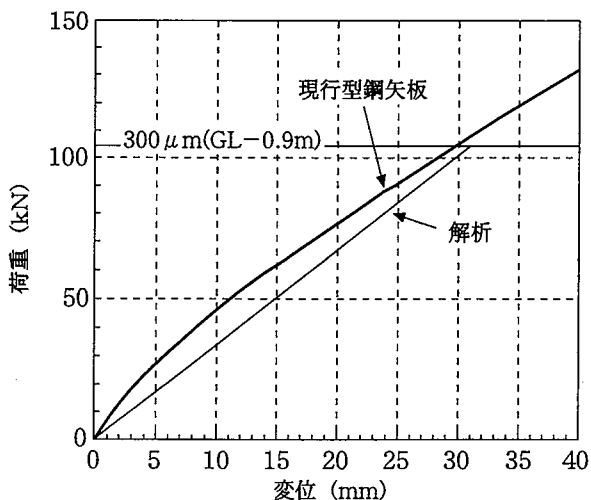
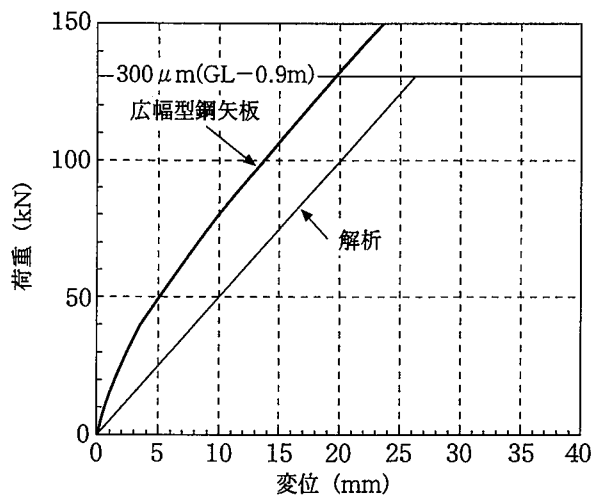


図9 線形解析結果

矢板に関しては、試験結果の方が解析結果よりも変位が小さい傾向にあり断面二次モーメントに関する継手効率は0.8以上と推定される。

b)非線形解析

図10に示すように地盤反力が受働土圧を上限値とするバイリニア型の弾塑性モデルにより解析を行なった。解析結果と試験値との比較を図11に示す。その結果、広幅型鋼矢板、現行型鋼矢板とも解析結果と実験結果がほぼ一致しており、両者とも断面二次モーメントに関する継手効率は0.8程度であることが推定される。線形解析に比べ地盤の非線形性が強くなる大きな荷重に対しても、試験結果と解析結果は良い対応を示している。

以上より、広幅型鋼矢板の継手効率は現行型鋼矢板とほぼ同等と考えてよいといえる。

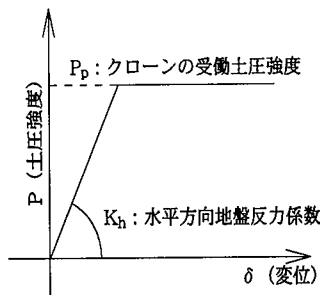


図10 非線形解析地盤反力モデル

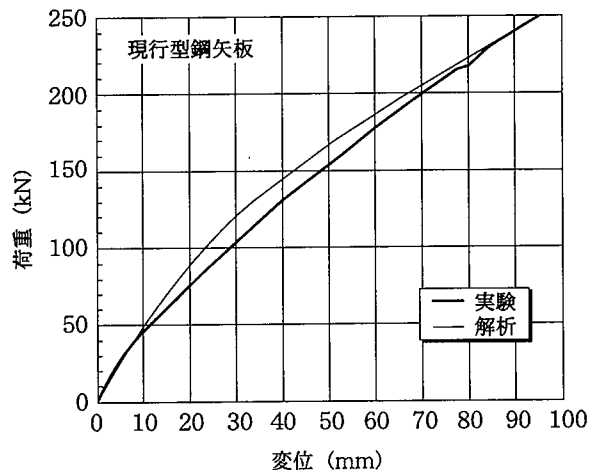
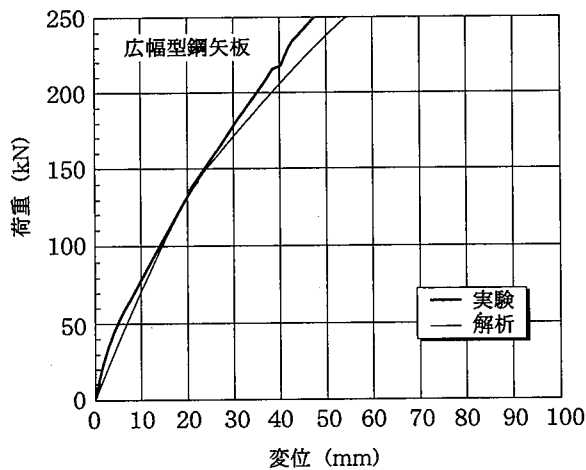


図11 非線形解析結果

5. 施工技術

5.1 開発目標

- (1)現行型と同じ施工法で打設できること  
施工法で最も多いパイプロハンマ法及び圧入工法で打設可能。
- (2)現行型と同程度の施工性を持つこと  
施工歩掛、出来形、騒音、振動等が現行型と同程度。
- (3)現行型と互換性があること  
継手が現行型とかん合可能。この件については現行型とかん合可能な継手形状を選定することにより対応した。

5.2 開発項目

5.2.1 施工法、施工機械への対応

- (a)パイプロハンマ工法：既存のパイプロハンマ(電動式及び油圧式)がそのまま使えるので、打設性能の確認のみを行う。
- (b)圧入工法：矢板断面形状の違いにより広幅型専用機が必要になるため、專業会社と共同で専用機の開発を行うとともに、その打設性能の確認を行う。

5.2.2 施工性能の確認

施工法、矢板型式、矢板打込み長、地盤条件等を変えて、施工時間、出来形、騒音、振動等を調査し、施工性能を確認する。

5.3 施工性能確認試験と評価

5.3.1 事前確認試験

実プロジェクトの前に表4に示す事前確認試験を行った。No. 1, No. 2, No. 5の地盤条件と結果を図12～図14に例示する。また、No. 1の打設状況を写真1に示す。試験では、打設時間及びパイプロハンマの打設荷荷を見るための電流値を深さ1m間隔で測定した。打設時間を見ると、砂質土地盤のNo. 1ではIII<sub>w</sub>の方がIIIより20%程度短く、粘性土地盤のNo. 2ではIII<sub>w</sub>とIIIはほぼ同じであった。電流値は、No. 1で15%程度、No. 2で25%程度III<sub>w</sub>はIIIに比べて大きかった。No. 5では広幅型専用機によりIII<sub>w</sub>を打設し、良好な施工性を確認した。No. 5の打設状況を写真2に示す。

5.3.2 実プロジェクトでの施工性調査試験

実プロジェクトの中で表5に示す施工性調査試験を行った。構造断面と土質柱状図を図15～図17に示す。

No. 1は、北海道の河川護岸工事であり、打設時間は約6分/枚で1日平均18.6枚の施工であった。距離30mでの騒音は75.6dB-A (45kW)及び75.4dB-A (60kW)であり、同じく振動は74.5dB (45kW)及び72.2dB (60kW)であった。

No. 2は、福岡県の河川締切工事であり、打設時間は約10分/枚で1日平均21.2枚の施工であった。距離30mでの騒音は73.0dB-Aであり、同じく振動は55.7dBであった。

No. 3は、栃木県の河川放水路工事であり、III<sub>w</sub>とIVの比較打設試験を行った。表6に試験結果を示す。同じ施工機械条件の場合、矢板1枚当たりの打設時間は、III<sub>w</sub>はIVに比べて地点Aでは14～25%長く、一方地点Bでは逆に5～17%短かった。地点Bの方がより硬く地盤のばらつきがあるが、打設時間はIII<sub>w</sub>とIVでおおむね同じであったと言える。極めて硬質な地盤であったが、打設、引抜き後の矢板変形量はいずれの場合も小さく、JISの許公差(全高：±4%、全幅：-5mm、+10mm)を十分満足していた。振動はIII<sub>w</sub>はIVとほぼ同じであった。騒音は同じ施工機械条件の場合、III<sub>w</sub>はIVに比べて、やや大きかった。打込み抵抗が大きいため、当初騒音が大きかったが防音対策(防音パイプ、防音定規、防音駒の使用)によ

表4 事前確認試験

No.	矢板諸元			施工方法, 施工機械	地盤条件
	型式	製品長	打込み長		
1	III <sub>w</sub>	15m	14m	パイプロハンマエ 60kW	砂質土地盤
	III	15m	14m		
2	III <sub>w</sub>	15m	14m	パイプロハンマエ 90kW	粘性土地盤
	III	15m	14m		
3	III <sub>w</sub>	15m	14m	パイプロハンマエ 60kW	砂質土・粘性土 互層地盤
	III	15m	14m		
4	III <sub>w</sub>	10m	9m	パイプロハンマエ 90kW	砂礫・粘性土地盤
	III	10m	9m		
5	III <sub>w</sub>	15m	14.5m	油圧圧入工 最大圧入力150tf級	砂質土・粘性土 互層地盤

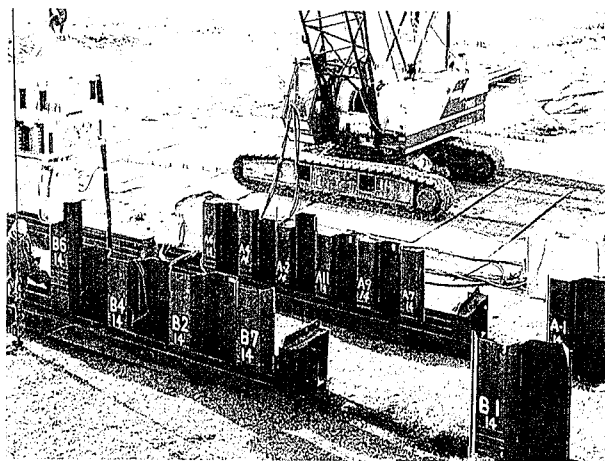


写真1 事前確認試験(No.1)の打設状況

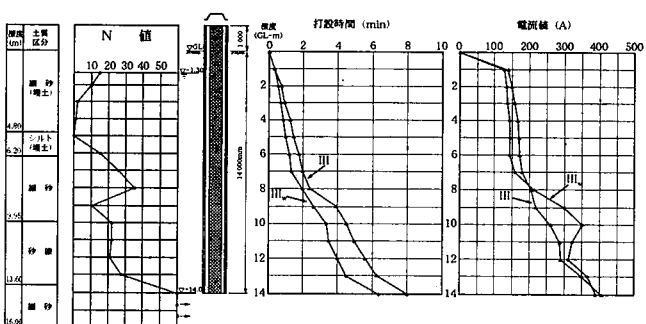


図12 事前確認試験(No.1)

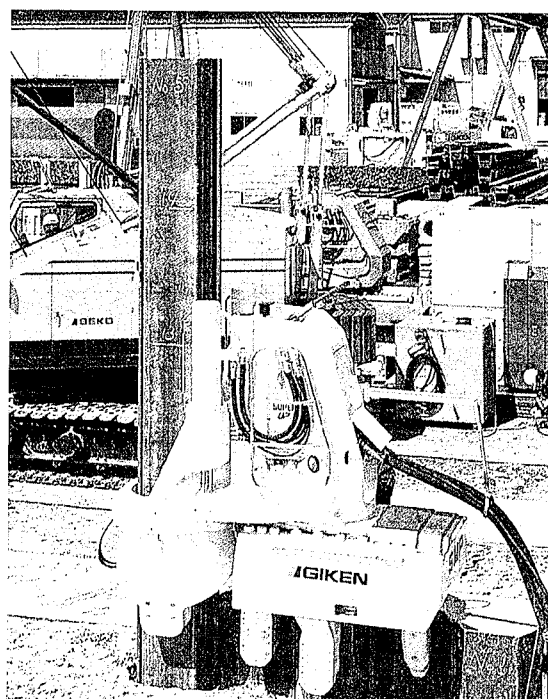


写真2 事前確認試験(No.5)の打設状況

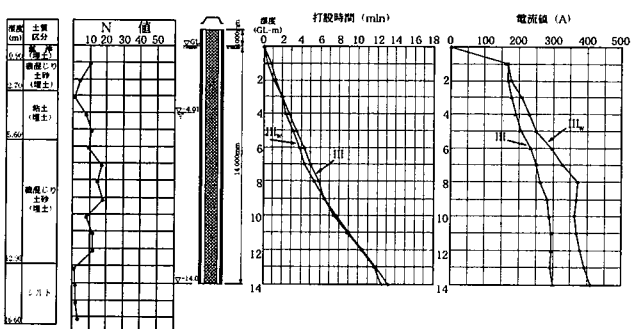


図13 事前確認試験(No.2)

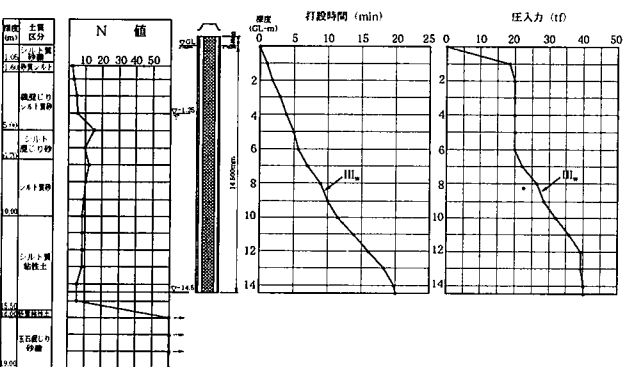


図14 事前確認試験(No.5)

表5 実プロジェクトでの施工性調査試験

No.	矢板諸元			施工方法, 施工機械	地盤条件
	型式	製品長	打込み長		
1	III <sub>w</sub>	13m	12m	パイプロハンマエ 45kW, 60kW	粘性土地盤
2	III <sub>w</sub>	18.5m	13.5m	パイプロハンマエ 60kW	砂質土地盤
3	III <sub>w</sub>	14m	13m	パイプロハンマエ 60kW, 90kW, 304ps +ウォータージェット 1台, 2台	玉石混じり 砂礫地盤
	IV	14m	13m		

(ps: 機関出力)

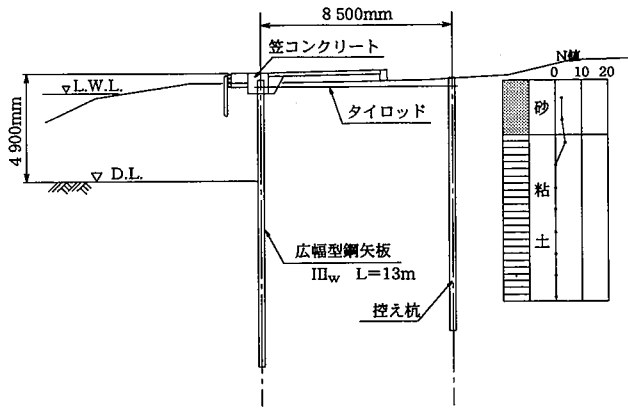


図15 実プロジェクトでの施工性調査試験(No.1)

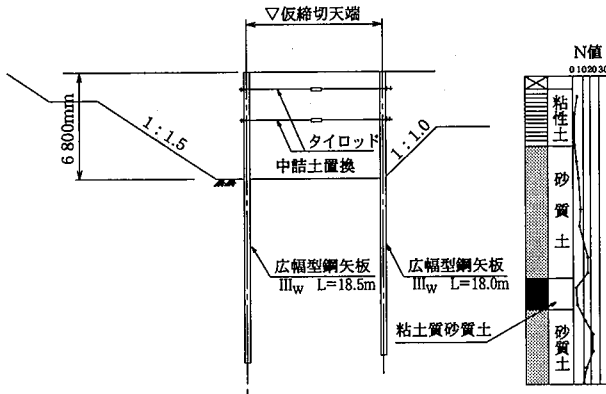


図16 実プロジェクトでの施工性調査試験(No.2)

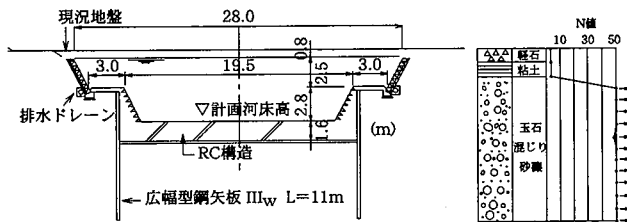


図17 実プロジェクトでの施工性調査試験(No.3)

り15.8dB-Aの低減効果が得られた。

5.3.3 評価

広幅型のパイロハンマによる1枚当たりの打設時間は、現行型とほぼ同等であり、その他の施工性(出来形、騒音、振動等)も良好であった。また、油圧圧入の場合は、広幅型専用機が実用化され、その施工性は良好であった。

6. 広幅化によるメリット

建設コストの材料面および施工面での経済メリットを見るため広幅型と現行型との比較を行った。

6.1 材料面でのメリット

鋼矢板の壁面積当たりの鋼重では広幅型鋼矢板の方が6~31%低減できる(図18参照)。なかでも、従来、設計上現行型IIIが必要であったところに広幅型IV\_wを用いることができれば最も低減効果が大きい(約31%)。

実際の設計において河川関係で実績の多い自立式鋼矢板壁では断面性能の違いにより地盤への根入れ長が変わるため、根入れ長の違いも考慮した護岸延長m当たりの鋼重に着目し、現行型との比較を行った設計条件を図19に示す。護岸高さHを1mから4mまで0.1mピッチで変化させ、広幅型と現行型の両方で設計を行った(図20参照)。護岸高さが2.5mまでは現行型でII, 広幅型でII\_wとなり、護岸延長mあたりの鋼重低減率は約8%程度であるが、2.5mを超えるとIII→II\_w, IV→III\_w, VI→IV\_wのように型式が小さくなることにより、広幅化による鋼重低減率としては平均約21%となる。

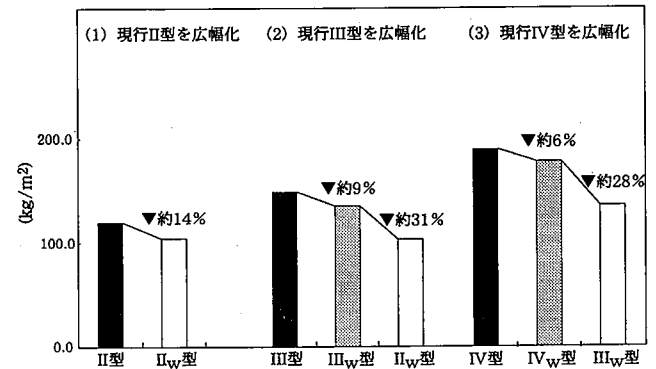


図18 鋼矢板の壁面積当たりの鋼重

表6 実プロジェクト(No.3)での試験結果

ケース	場所	矢板	パイロハンマ	ウォータージェット	打設時間(分)
1	A	III_w	電動式60kW	1台	27.0
2	A	III_w	電動式90kW	1台	16.8
3	A	III_w	電動式60kW	2台	18.0
4	A	III_w	電動式90kW	2台	11.5
5	A	IV	電動式60kW	1台	21.7
6	A	III_w	電動式90kW	1台	14.2
7	B	III_w	電動式90kW	1台	23.0
8	B	III_w	電動式90kW	2台	14.6
9	B	IV	電動式60kW	1台	17.7
10	B	III_w	油圧式304ps	1台	26.1
11	B	III_w	油圧式304ps	2台	14.5
12	B	IV	油圧式304ps	2台	15.1

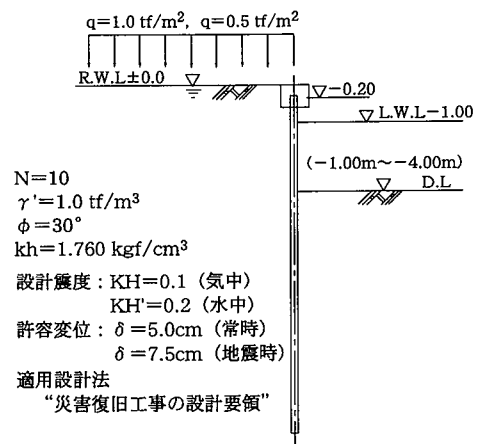
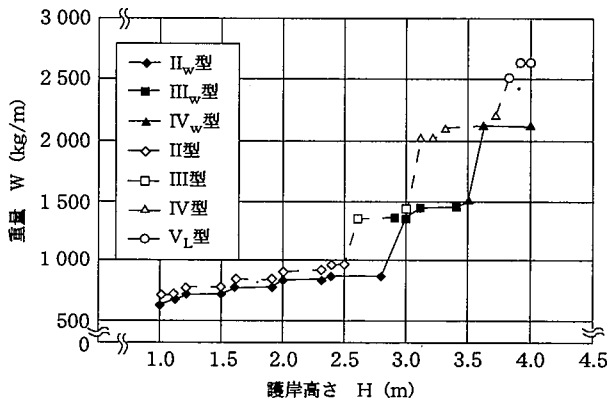


図19 設計条件



護岸高さ(m)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5
現行型	II型		III型		IV型		V <sub>L</sub> 型
広幅型	II <sub>w</sub> 型		III <sub>w</sub> 型		IV <sub>w</sub> 型		
現行型からの 鋼重低減率 (平均値)	約8%		約21%				

図20 現行型との比較設計

### 6.2 施工面でのメリット

広幅型については各官公庁での積算体系の確立に先立ち鋼管杭協会鋼矢板技術委員会パイプロハンマ工および油圧圧入工の積算基準(案)を作成した。その基本的な考え方を以下に示す。

- 1) 1日当たりの施工枚数は現行型と同じとする
- 2) 打込み長が長い場合や地盤が硬い場合は、現行型より1ランク上の機種を用いる

広幅型による施工費低減のメリットは、“施工枚数の低減による減額A”-“機種アップがある場合の機械経費の増額B”であり、いかなる場合もAはBより大きいので、広幅型を用いることにより施工費の低減を図ることができる。一例として、 $N$ 値=20を想定し、現行型と広幅型の鋼矢板長は同じとして鋼矢板壁の単位面積当たりの打設費用を算定した。鋼矢板長 $L=8, 12, 16$ mにおけるパイプロハンマ工、油圧圧入工それぞれの結果を図21, 22に示す。

広幅型を用いた場合、現行型に比べパイプロハンマ工で28~33%、油圧圧入工で約10%の打設費の低減となる。低減の度合いが異なるのは、パイプロハンマの場合従来の機種がそのまま適用できるのに対して、油圧圧入工では広幅型専用機が必要となるためであ

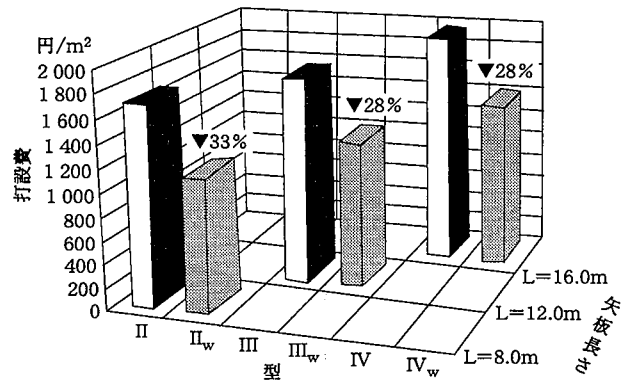


図21 打設費用(パイプロハンマ工) ( $N$ 値=20)

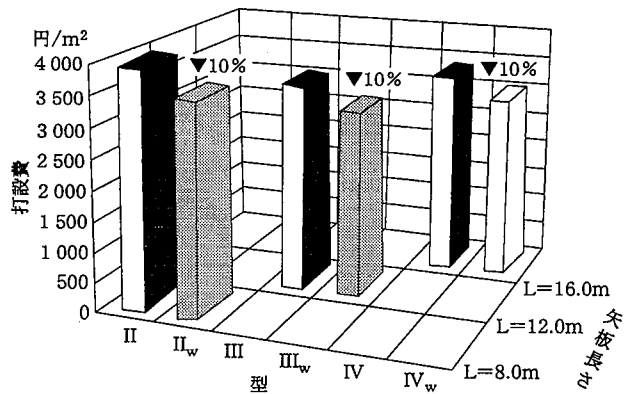


図22 打設費用(油圧圧入工) ( $N$ 値=20)

る。

以上述べたように広幅型は建設コストにおける材料面、施工面の両方に経済メリットをもたらすことができる。

### 7. おわりに

広幅型鋼矢板は、建設コスト縮減にタイミングがあったこともあり、販売開始以降、順調に施工実績を重ね好評を得ている。圧入専用機の普及も順調に行われ、施工体制も整ってきた。

今後の課題としては、広幅型対応の重防食製造体制の整備や長尺施工性の確認等があるが、今後ますます当製品が普及していくことを期待したい。