

HORIZON

明日を築く

舞洲

BACK TO THE SCENE

東京湾アクアライン

未来 FRONT

大型鋼管矢板基礎ルポルタージュ

夢洲・舞洲連絡橋／南本牧大橋／木曽三川橋／美原大橋

KEY WORD

鋼管矢板基礎の大型化について

TECHNICAL NOTES

広幅型鋼矢板の開発

夢洲

65



鋼管杭協会



木更津よりの橋梁部分

BACK TO THE SCENE

ついに完成——21世紀の 東京湾を拓くビッグプロジェクト

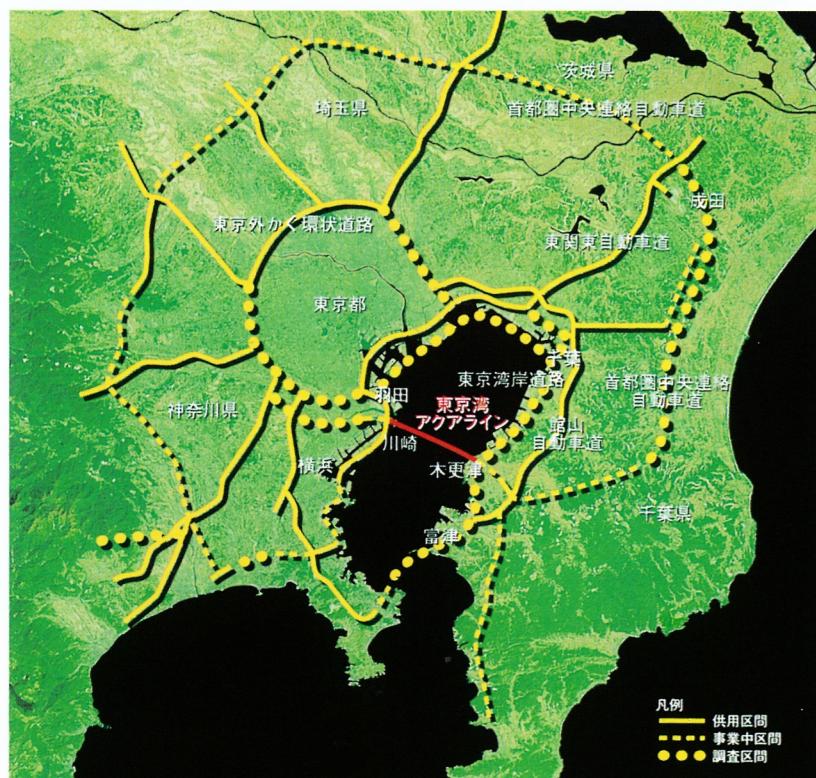
東京湾アクアライン

やまとたけるのみこと
日本武尊命は東国遠征のおり、兵とともに三浦半島から房総へ船で渡ろうとして、海の神を軽んじたために大しけにあ

ってしまう。転覆寸前で愛妃・弟橘姫が自ら人身御供となって身を投げ一行を守ったことで海を渡ることができたものの、悲しみに沈んだ命はいつまでも岸を離れようとせず、その地は「君去らず」と呼ばれるようになったと記紀の記述にある。

この木更津から、今ひとすじの道が海上に向けて延びる。優美な曲線を描く5kmほどの海上の道は、なんとそのまま海へと流れ込みすっぽり飲み込まれていく。そこからは約10kmの海底トンネルである。道は日本武尊の船が遭難した航路よりもずっと内側を通って、羽田のすぐ南、川崎に向かって再び浮上している。この道をすれば、船便を使わずに東京湾を約30分で走り抜けてしまうことができる。もし古代の人々が、こんな道を人知によって作りえたと知ったら、どのように感じたことだろうか。

平成9年12月18日、東京湾横断道路は、一般国道409号として正式に開通の運びとなった。1966年に建設省の調査が始まり、1989年に起工となって以来、30年におよぶ遠大な計画がようやく完成をみたといえるだろう。420,000tの鋼材と720,000tのコンクリートを使用し、基礎工事にあたっては大量の鋼管杭、鋼管矢板、鋼矢板セルが使用された今世紀最後

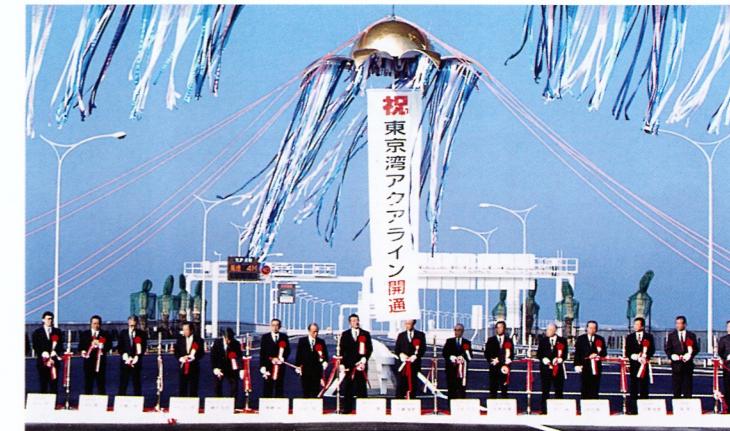


のビッグプロジェクト（使用量については本誌59号に詳述）。世界第4位の長さを誇る海底トンネルと、橋梁を合わせた世界初のユニークなバイパス道路がいよいよ供用となった。予想交通量は、開通当初で25,000台／日を見込んでいるが、この道によって南房総地区の開発が進展することで20年後には53,000台／日になることが期待されているという。

これまで川崎—木更津間を結んでいたのは高速湾岸線だが、スムーズに流れても90分の距離であるうえ、交通渋滞がひどい場合には所用時間190分（交通実態調査より）ということも少なくなかった。3時間10分といえば新幹線なら大阪まで行ける時間だが、それが30分に短縮できることを考えると、時短効果が地域に与える影響は小さくない。

当初5,050円に設定したことでの「高すぎる」と批判された通行料は、建設費の償還年数を調整し開通後5年間は4,000円とすることになった。通行料の問題はより大きな視野で見た横断道の存在価値と照らしながら、今後にわたって検討されていくことになりそうだ。横断道の効果によって工場や住宅の建設をはじめとする設備投資が進むことが考えられるとともに、地域の開発が進むことでさらに横断道自体の意義が高まるといった相乗効果も期待される。また心理的な距離感が一気に短縮されることで、レジャー・パターンにも刺激を与えることは十分に予想できる。たとえば湘南と九十九里がぐっと近くなる、といったように。同様に、たがいに「東京をはさんだ向こう側」だった千葉と神奈川が隣どうしになるということで、両県の地域性や文化などの交流がよりダイレクトになることも考えられるだろう。

公募によって横断道には「東京湾アクアライン」という名称が、またアミューズメント・休憩施設などが充実した木更津人工島には「海ほたる」という愛称がつけられた。人工島のデッキから広がる壮大なパノラマは、首都圏の新名所としても話題を呼びそうだ。



平成9年12月18日
一般国道409号として正式に開通。



建設中の川崎人工島。建設時にはシールド発進基地として使用され、完成後は換気塔としての役割を果たしている。帆船のイメージに仕立てられた換気塔には「風の塔」の名称が付けられた。



橋梁基礎の鋼管杭打設風景

未来 FRONT

旋回式浮体橋、PC・鋼複合エクストラドーズド橋、大スパン斜張橋などといった、新たな橋梁建設シーンに、大型の鋼管矢板基礎が採用されている。なぜ今、大型鋼管矢板基礎なのか。実例を追いかけてみる。

浮体橋の水平力を受け止め、ロングスパンを支える巨大な鋼管の井筒

大型鋼管矢板基礎が拓く新たな橋梁建設技術の地平

钢管を打ち込みながら継ぎ手部分で接合し、杭どうしを閉合することで巨大な「钢管の柱」を築く钢管矢板基礎のノウハウが最初に橋梁基礎に採用されたのは、今から四半世紀前の1971年に遡る。以来、採用実績は1,000基以上にのぼり、日本中を震撼させたかの阪神淡路大震災では、その基礎としての優秀性が実証される結果となっている。

そして近年、橋梁技術の高度化とともに、钢管矢板基礎にもきわめて大型のものが採用されるケースが増えてきた。今回の未来FRONTは、大阪のウォーター・フロントで建設が進む夢洲・舞洲連絡橋を中心に、現在建設中のいくつかの橋梁事業の中から、大型钢管矢板基礎の採用例をピックアップし、基礎工事の写真や図版とともにご紹介してゆく。

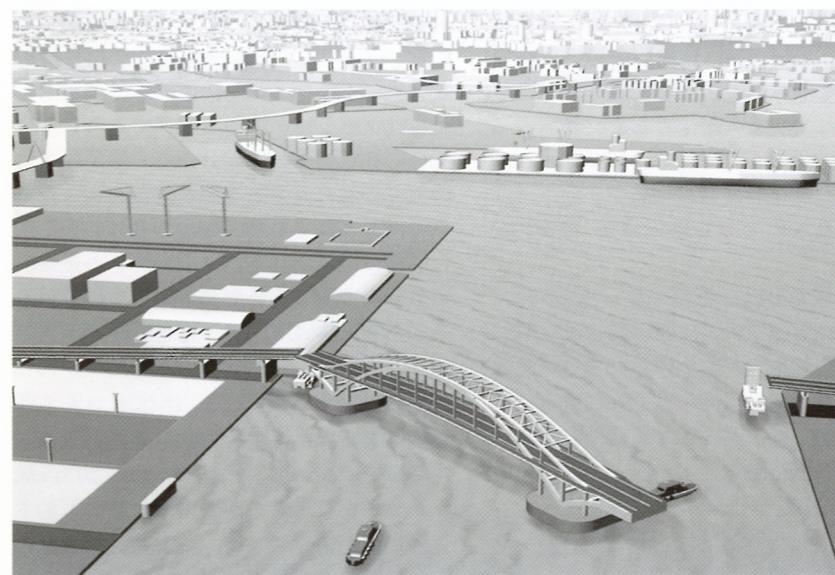
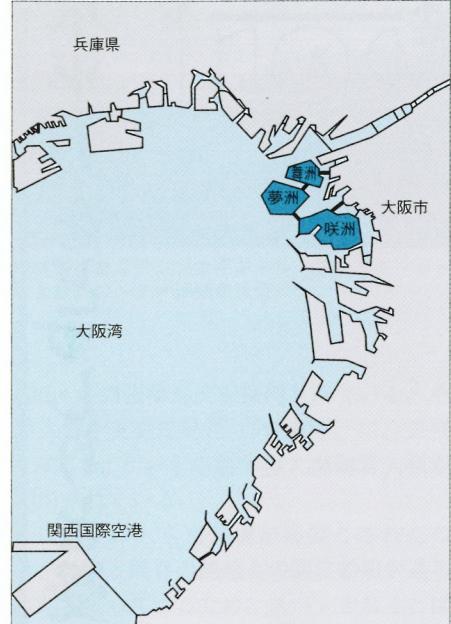
杭打船による夢洲・舞洲連絡橋の钢管矢板打設作業（舞洲側）

浮体橋の係留部に採用された钢管矢板基礎

大型钢管矢板基礎の採用例として取材班がまず注目したのは、大阪のウォーター・フロントで建設が進む夢洲・舞洲連絡橋だった。同連絡橋は、世界初といわれる旋回式浮体橋方式を採用しており、橋梁建設史に照らしても注目度が高いものだ。旋回式浮体方式とは、钢管製の四角い箱を水に浮かべて基礎とし、橋を支えるというもの。夢洲・舞洲連絡橋では、一辺が58mのポンツーン（浮体基礎）2基の上に、410mのアーチ橋が乗って、完全に水に浮かんだ状態で構造を支える。いわば橋の形をした巨大な船といっていい。浮体橋部分は陸地側から延びる緩衝桁といわれる可変部分を通じてつながるが、橋本体は地面のどこにも支えられていない。

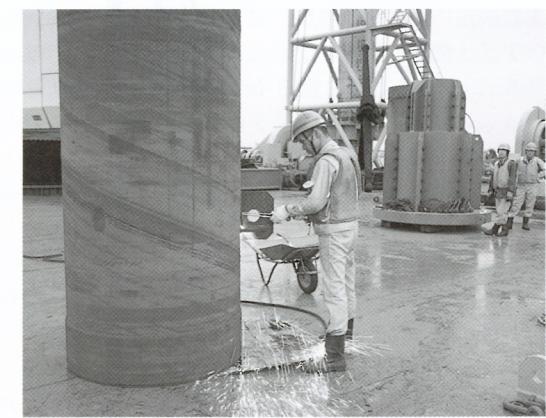
橋そのものの基礎が浮体構造だとすると、いったいどこに钢管矢板基礎が、しかも大型といわれるものが必要とされるのかという疑問が浮かんでくる。その答えは「係留」という発想をしてみると、すぐに納得がいく。橋は船のように浮かんでいるわけだから、係留しておかなければ流されてしまう。この係留部のしくみは、反力壁といわれる壁面に複数のゴム製樽型フェンダーを介して圧着させる構造になっている。橋体には、通常の橋梁同様に風による力がかかることはいうまでもないが、浮体式である同連絡橋には、それに加えて潮流による水平方向の力がかかってくる。この浮体を係留する反力壁の足元に、钢管矢板基礎が使われているのである。

浮体橋の反力壁にかかる水平力。橋長410mの「船体」にかかるこの巨大な力を



钢管矢板の建込み▼

▲夢洲・舞洲連絡橋の旋回イメージ



スパンをとばして、空間を有効活用

21世紀へ向け、コンテナ物流は大量輸送、高効率荷役などによって、コストを圧縮していくことが求められている。また世界的分業体制が進むことで、輸入対応型の物流体制を充実させていく必要性にも迫られている。南本牧埠頭は、こうした要請に応えるための高規格コンテナターミナルとして整備が急がれている。この埠頭への交通の要としての機能性を満たすために、鋼管矢板基礎の大きな支持力、施工性、コスト面での合理性などが貢献している例と見ることができるだろう。

世界初 PC・鋼複合 連続エクストラドーズド橋を支える

本誌前号（64号）では、中部地域での第二東名・名神高速道路建設の話題をとりあげたが、将来はその一部に組み込まれていく予定で建設が進む木曽川橋・揖斐川橋にも鋼管矢板基礎が採用されている。ともに木曽川、揖斐川（途中で長良川と合流）の河口付近、伊勢湾に近い位置に架かり、長島温泉で知られる長島町を挟んで連続して両河川をまたいでいることから現状、両橋あわせ木曽三川橋とも呼び慣わされている。

両橋の最大の特徴は、経済性および施工性等を考慮した結果、世界で初めてのPC・鋼複合連続エクストラドーズド橋とされている点にある。木曽川橋が1145m、揖斐川橋が1397mと、ともに橋梁としてかなりのスケールをもち、しかも橋脚間の支間が最長275mときわめて長くとられているが、上部工の構造を支点部付近でPC

木曽川橋でのP-4橋脚钢管矢板の打設作業

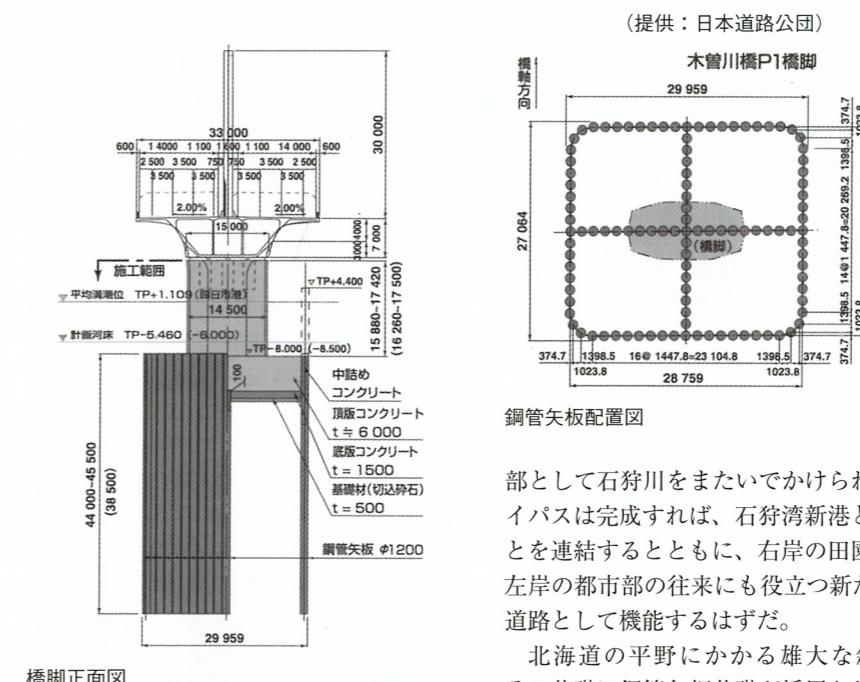


A black and white photograph showing a wide expanse of water in the foreground, leading to a distant shoreline. On the shore, several large industrial structures, possibly cranes or derrick boats, are visible. The sky is overcast and hazy, creating a somber atmosphere. The image has a grainy texture and some vertical streaks, characteristic of older film photography.

箱桁構造とし、径間中央部付近約100mを鋼箱桁構造とする（コンクリートと鋼との一体構造）ことにより、死荷重を減少させ径間長の増大を可能とし、上部工と下部工のトータルコストが最小の、バランスのとれた設計となっている。木曽川が5径間連続（橋脚4基）、揖斐川が6径間連続（橋脚5基）となっており、それらの橋脚すべてに長辺約30mの大型の矩形鋼管矢板基礎が採用されている。

とくに下部工形式については、両河川の渴水期である10～5月の間に施工しなければならないという条件のもとで、鋼管矢板基礎の優れた施工性（工期短縮）が評価され採用されることになった。また、この大型鋼管矢板基礎の採用に当たっては、大規模地震時における鋼管矢板基礎の耐震性に関して大きな課題があった。そのため有識者による委員会が組織され、大規模地震時の動的解析によって鋼管矢板継ぎ手部のせん断特性を評価するなど、詳細な検討を経て鋼管矢板基礎の仕様が決定され採用となったものである。

重要なライフラインとなる橋梁の足元を



橋脚正面図

部として石狩川をまたいでかけられる。ハイパスは完成すれば、石狩湾新港と縦貫道とを連結するとともに、右岸の田園地帯と左岸の都市部の往来にも役立つ新たな幹線道路として機能するはずだ。

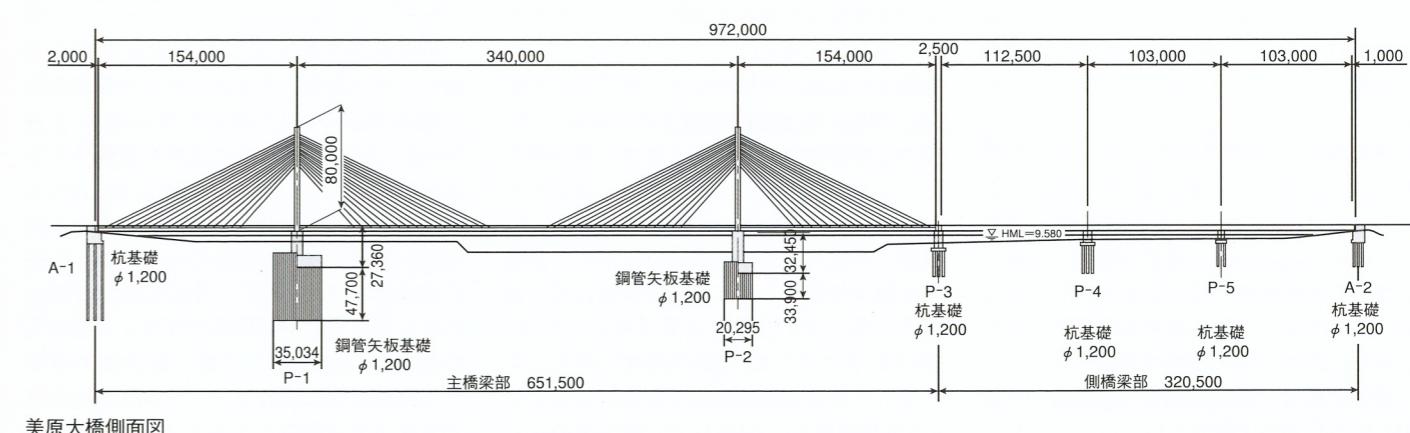
北海道の平野にかかる雄大な斜張橋。その基礎に鋼管矢板基礎が採用された主要なファクターとしては、出水時の対策、フ

北海道で採用された国内最大級の鋼管矢板基礎

現在進行中の大型鋼管矢板基礎を採用した物件ということといえば、注目すべきは美原大橋だろう。2基の主塔をもつ3径間連続斜張橋のP-1橋脚に採用されているのは、国内最大級の約61m×35mというとびぬけて大きな小判形の鋼管矢板基礎である。

219本の鋼管からなるこの巨大な井筒は、橋長972mという長大な橋を川の中央で支える役割を担っている。もう1基の主塔は河岸に位置し、そのP-2橋脚の基礎にはP-1ほどではないものの、約49m×20mと、やはり大型の鋼管矢板基礎が採用されている。

美原大橋は、千歳市～小樽市を結ぶ道央圏連絡道路（地域高規格道路）と北海道縦貫自動車道とをつなぐバイパス道路の一

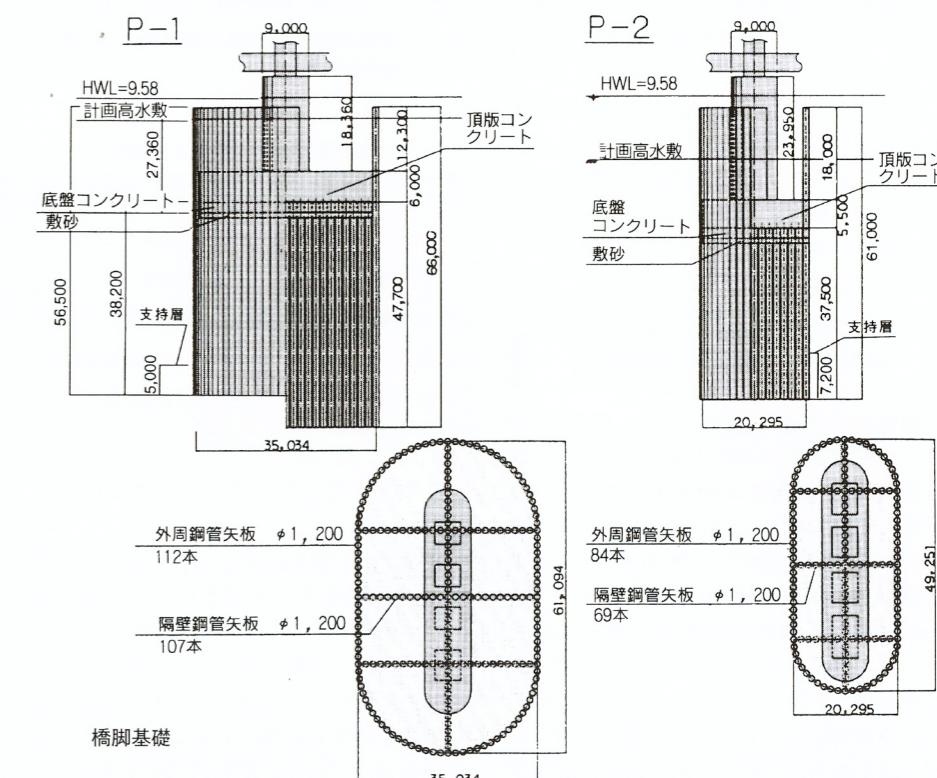


美原大橋側面図

質汚濁への心配がないなどだった。いわば安全性・経済性をあわせ、トータルに評価された結果といえるだろう。なかでもとりわけ水質への影響が少ないという環境面から鋼管矢板基礎が有効だと認められたことは、技術の環境対応が求められている現状、意味のあることだと考えられるだろう。

*

以上、大阪の例を筆頭に、橋梁基礎に採用された大型化する鋼管矢板基礎の実例を全国に見てきた。杭としての施工性とケーラーとも比肩しうる大きな鉛直・水平支持力を持つ鋼管矢板基礎。設計・施工面でのフレキシビリティを考えてみれば、構造物が大きく、また高度になっていくのにともなって、さらに大きな鋼管矢板基礎が登場してくる可能性もある。建設の高度化とともに、大型鋼管矢板基礎が必要とされる頻度はさらに高まっていくことが考えられるだろう。



橋脚基礎

鋼管矢板基礎の大型化について

1. はじめに

钢管矢板基礎は、杭とケーソンの中間的な構造特性を有し、杭の施工法でケーソンに近い剛性のある基礎工法ということです。昭和44年に橋梁基礎として用いられたのが最初である。その後、昭和46年には仮締め切り兼用方式が採用され、現在までに1,000基以上の実績を見るに至っています。

この間、橋梁の長大化に伴い基礎構造物も大型化し、钢管矢板基礎も図-1、表-1に示すように大型化の傾向にある。また、钢管矢板径に関しては、図2に示すように基礎の大型化に伴い大径杭の採用が増加していることがわかる。

2. 鋼管矢板基礎の設計法

钢管矢板基礎の技術基準は、昭和47年に「矢板式基礎の設計と施工指針」(矢板式基礎研究委員会)が初めて制定され、その後昭和59年に日本道路協会から「钢管矢板基礎設計指針」が発刊された。「道路橋示方書IV下部構造編」においては、平成2年より钢管矢板基礎が取り入れられ、その後、平成7年兵庫県南部地震による道路橋全般被災を受け平成8年の道路橋示方書の改訂においては、基礎の地震時保有水平耐力の照査を含めた耐震設計が新たに加わった。現在は、示方書を補完する位置づけにある「钢管矢板基礎の設計施工便覧」がまもなく発刊される予定である。

钢管矢板基礎の設計は、大別すると震度法による設計、仮締め切りの設計、地震時保有水平耐力法による耐震設計に分けられる。このうち、通常の構造・規模と大型钢管矢板基礎の設計法を区分しているのは、震度法による基礎本体の解析法のみであり、以下にその内容を紹介する。

通常の構造・規模の钢管矢板基礎($B \leq 30m$ かつ $L/B > 1$ かつ $\beta Le > 1$ ここで B ；

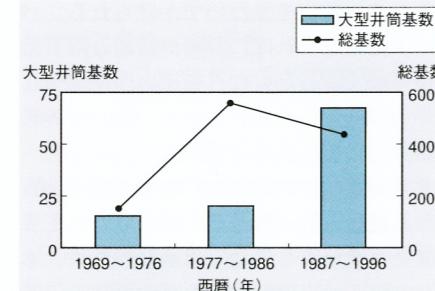


図-1 大型钢管矢板基礎（基礎幅30m以上）の年別割合

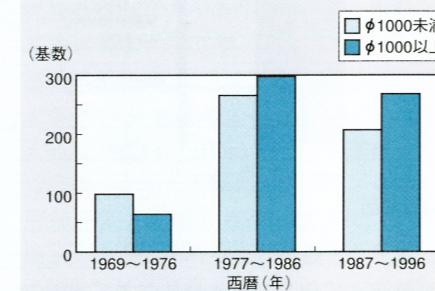


図-2 鋼管矢板径の年別割合

表-1 大型钢管矢板基礎の施工実績例

名称	施主	着工年月日	基礎断面寸法	钢管矢板寸法
BT316工区立孔	首都高速道路公団	H1.5	52.0×52.0	φ1,500×t21×L85,300
東京港連絡橋	東京都	H1.6	52.2×35.0	φ1,200×t17×L41,600
臨海幹線山内地区第一橋梁	横浜市	H4.2	40.3×27.3	φ1,200×t16×L52,000
BK456工区立孔	首都高速道路公団	H1.6	49.5×61.4	φ1,800×t21×L46,000
美原大橋P1	北海道開発局	H8.7	69.8×35.0	φ1,200×t14×L61,500

基礎幅、 L ；根入れ長さ、 β ；基礎の特性値、 Le ；有効根入れ長さ)では、曲げ変形が卓越し、基礎全体が単独杭としての応力状態に近い挙動を示すため、継手のずれ変形の影響を合成効率により基礎全体の曲げ剛性を適切に評価すれば、「弾性床上の有限長ばかり」による解析法(表-2参照)で十分な精度を有すると判断し、この手法を用いることを原則とした。しかしながら、大型または根入れ比の小さい钢管矢板基礎($B > 30m$ または $L/B \leq 1$ かつ $\beta Le < 1$)では、钢管矢板相互のせん断ずれ変形が大きくなり、継手による剛性効率の効果が十分に発揮できないため、頭部で剛結された状態で継手のずれ抵抗を受けながら、各钢管矢板は単独杭としての応力状態に近い挙動となる。この場合の計算手法としては、表-2に示すように、「継手のせん断ずれを考慮した仮想井筒ばかりによる解析」および

断剛性および耐力を適切に与えることにより、「継手のせん断ずれを考慮した仮想井筒ばかりによる解析」にて設計上十分な精度で挙動を再現できるため、前者の方法を用いることとした。

3. 鋼管矢板基礎の施工法

钢管杭の大径化に応じて打設機械も大型化しつつある。北海道・美原大橋では国产最大級ハンマ（最大打撃エネルギー24tm）と外国産ハンマ（最大打撃エネルギー20.9tm）の施工試験が行われ、ハンマ効率で4割、伝達エネルギーで約1.5割程度、後者のほうが優れているという結果が報告されているが¹⁾、今後も通常の地盤抵抗に加えて継手間抵抗が作用する钢管矢板基礎の打設には、工期・経済性の面からも打撃性能に優れたハンマが臨海地区などで採用される傾向にあると考える。一方、

表-2 鋼管矢板基礎の安定計算モデル

設計モデル	弾性床上の有限長ばかり	継手のせん断ずれを考慮した仮想井筒ばかりによる解析	立体骨組解析
基礎本体の構造モデル	・井筒部の断面構成は主荷重軸に対称とする（钢管矢板断面、その配置、継手のせん断剛性、地盤反力係数も主荷重軸に対称）		
	・断面形状は変化しない	・断面形状の変化を考慮	
	・井筒部の断面性能は钢管本体のみを用いる		
钢管矢板	・弾性体	・弾塑性体	
	・継手のせん断ずれは合成効率 μ を用いて井筒全体の断面二次モーメントを低減したり、モーメント分配率 κ を用いることで評価する	・継手のせん断ずれは継手のせん断剛性により弾塑性型として評価する	・継手のせん断ずれは钢管に適度な間隔で設けられた節点間を結ぶ仮想部材のせん断剛性により、弾塑性型として評価する
	・頂版の剛性は井筒部本体と同じとして扱う	・頂版は剛体として扱う	・頂版と钢管との結合条件は剛結合
外力作用方法	外力（V.H.M）は頂版上面の井筒中心軸に集中力として作用させる		
		震度法	保耐法
地盤抵抗要素	基礎前面の水平方向	・ひずみ依存性を考慮した弾性体	・同左
	基礎外周面の水平方向せん断	・前面地盤の水平抵抗に含める	・同左
	基礎外周面および内周面の鉛直方向せん断	・钢管矢板の支持力に含める	・同左
	基礎底面の鉛直方向	・線形弾性体	・同左
	基礎底面の水平方向せん断	・線形弾性体	・線形弾性体

都市内での施工においては、中掘先端根固め工法が採用されるケースが増えてきている。H8年度の道示改訂においては、従来その適用範囲が外径500～800mmであったものが、載荷試験結果と施工実績をもとに外径500～1000mmに変更された。中掘工法の適用径の拡大に伴い、都市内における大型钢管矢板基礎の施工の可能性が一段と高まったと考えられる。

4. おわりに

兵庫県南部地震においては、事例は少ないが钢管矢板基礎の耐震性は十分確保されていることが確認されており³⁾、今後も仮締め切り兼用方式を中心に橋梁基礎等の採用が増加すると考えられる。また、前章までに紹介したように、その構造規模は年々大型化の方向に向かっており、そのための設計法も整備されつつある。今後は大型基礎を合理的・経済的に設計するための新構造型式（例えば図-3）や、大型钢管杭の支持力算定法、钢管矢板継手管の大

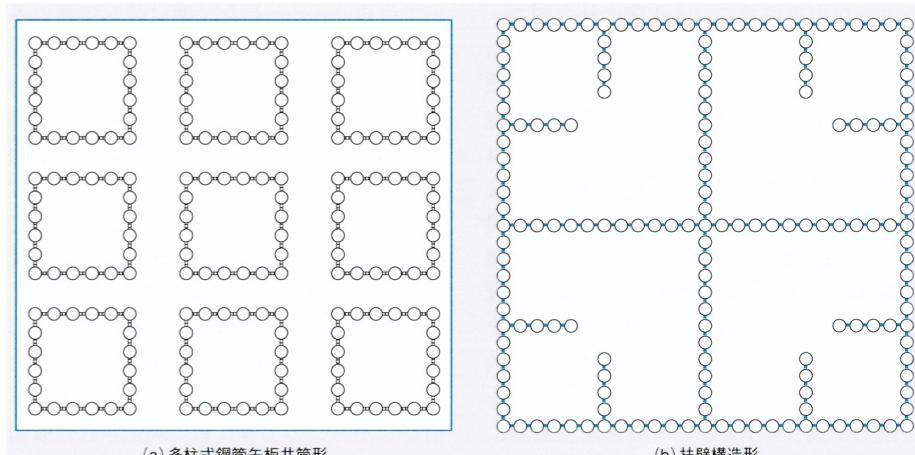
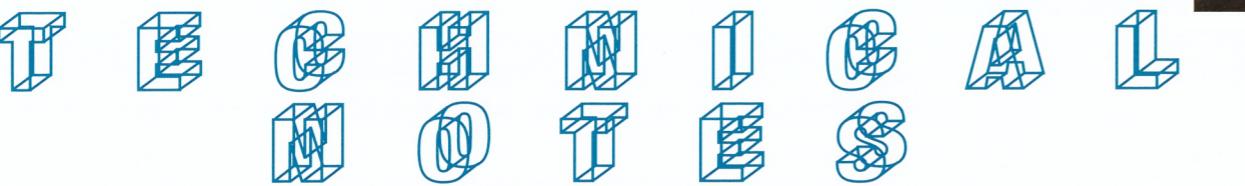


図-3 大型基礎の平面形状例

- て、vol.25, No9, 1997.9
2) 日本道路協会、道路橋示方書・同解説 下部構造編、1996.12
3) 鋼材供給部・钢管杭協会、兵庫県南部地震钢管杭基礎調査報告書（第2次）、1996.3

（文責：橋梁基礎研究委員会 沖 健）

- 参考文献
1) 基礎工、美原大橋主塔基礎型式の検討について



+広幅型鋼矢板の開発+ 建設コスト縮減を目指して

钢管杭協会 鋼矢板技術委員会

1. 開発の経緯

我が国の鋼矢板は昭和6年に官営八幡製鉄所でU型鋼が生産されて以来、66年の歴史を持つ。当初はラカワナ型（二重爪タイプ）鋼矢板であり、その後昭和35年にはラルゼン型（現行爪タイプ）鋼矢板の製造が開始され、さらに昭和38年に改良型U型鋼矢板も加わった。現在ではU型鋼矢板ではラルゼン型とその改良型の二種類が製造されており、このラルゼン型鋼矢板でも37年の時を刻んできた。この間、鋼矢板形状における大幅なモデルチェンジではなく現在でも鋼矢板は土留め材として主流をなしている。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答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かなり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、鋼矢板にとって苛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。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縮減を目指し平成9年4月4日の関係閣僚会議にて“公共工事コスト縮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%以上のコスト縮減を目指している。以上の施工面からのニーズおよび建設コスト縮減という新しい命題に答えるべく、同時に標準タイプ（II～IV）と改良タイプ（I_A～IV_A）の使い分け等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ねらいとし鋼矢板メーカーは平成8年度初めより広幅型の開発に取り組み平成9年4月から生産販売を開始した。以下広幅型の紹介を行う。

2. 形状が決まるまで

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ぬよう形状を決めるここと。
- ③現行型と同等の打設性を有すること。

以下具体的に述べる。

鋼矢板壁の単位壁面積あたりの鋼重を現行型より低減させ、さらに鋼重あたりの断面性能を高くした（図-1）。有効幅については600mmとした。型は最も需要の多い断面性能範囲から3種類（IIw, IIIw, IVw）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および繰り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。また安定した重ねパイリングができるように形状設計を行った。さらに施工時の回転角度、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. 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の広幅型と現行型の比較を行った。

①材料面でのメリット

鋼矢板の壁面積あたりの鋼重では広幅型鋼矢板の方が6～31%低減できる（図-3）。なかでも従来、設計上現行型III型が必要であったところに広幅型IIw型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

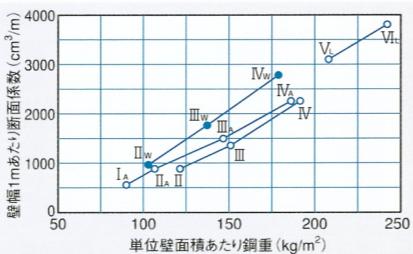


図-1 鋼重と断面性能の関係

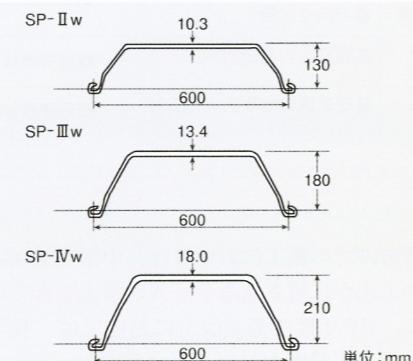


図-2 断面形状

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を決定した。また安定した重ねパイリングができるように形状設計を行った。さらに施工時の回転角度、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。

護岸高さHをH=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-5）。護岸高さが2.5mまでは現行型でII型、広幅型でIIw型となり護岸延長m当たりの現行型からの鋼重低減率は約8%程度であるが、2.5mを越えるとIII→IIw、IV→IIIw、V→IVwという具合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。

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钢管杭協会・鋼矢板技術委員会にてバイプロハンマ工および油圧圧入工の積算資料（案）（平成9年3月）を作成し、現行型と広幅型の打設費用の比較を行った。一例を紹介する。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, 16mにおけるバイプロハンマ工、油圧圧入工それぞれの結果を以下に示す（図-6、図-7）。

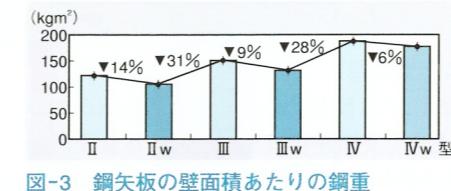


図-3 鋼矢板の壁面積あたりの鋼重

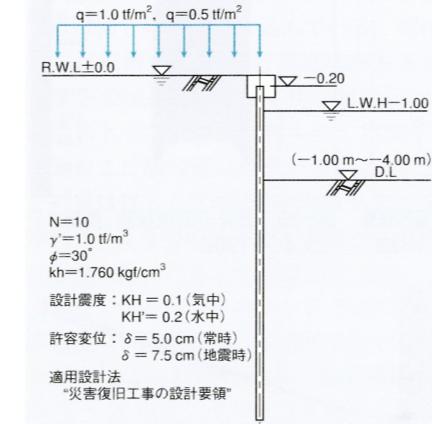


図-4 設計条件

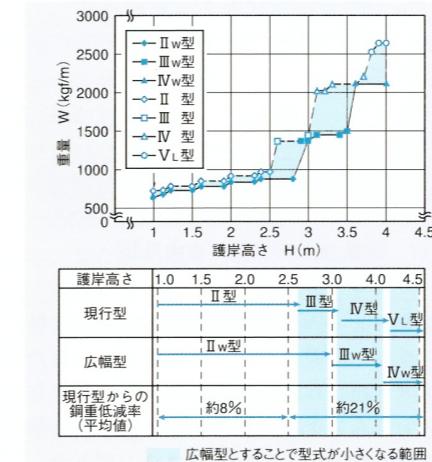


図-5 現行型との比較設計

行った。一例を紹介する。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, 16mにおけるバイプロハンマ工、油圧圧入工それぞれの結果を以下に示す（図-6、図-7）。

広幅型を用いた場合、現行型に比べバイプロハンマ工で約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バ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比べ、油圧圧入工では広幅型専用機（SW-100, SW-150）が必要となるためである。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。

4. 設計

鋼矢板壁としての設計は現行型と同じ設

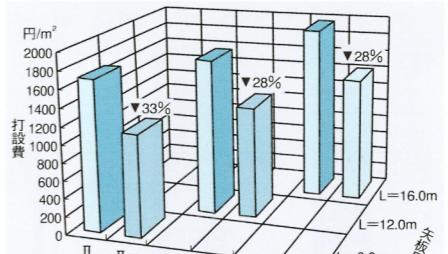


図-6 打設費用（バイプロハンマ工）（N値=20）

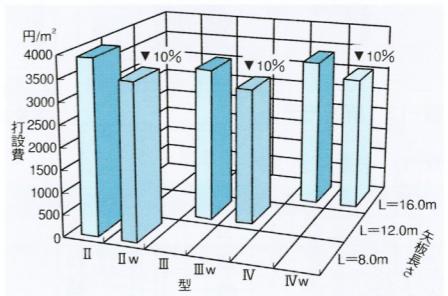


図-7 打設費用（油圧圧入工）（N値=20）

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
広幅型	81	83	86	88
IIw	85	87	89	90
IIIw	88	90	91	93
IVw	81	83	85	88
現行型	85	87	89	90
II	87	88	90	92
III	87	88	90	93
IV	87	88	90	93

単位 %

Z : 腐食時の断面係数 (cm³/m)
Z₀ : 腐食のない場合の断面係数 (cm³/m)
Z/Z₀ : 腐食時の断面係数低減率 (%)
t₁, t₂ : 鋼矢板両面の腐食厚さ (mm)
 $\alpha = t_2/t_1$

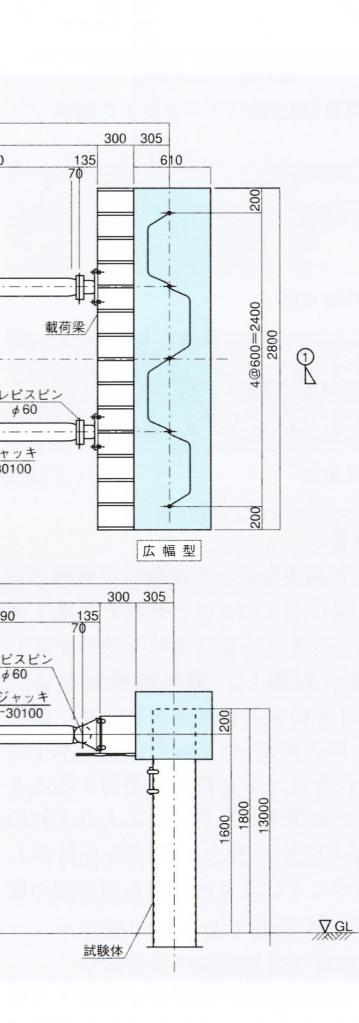


図-8 繰手効率現場試験

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ごとに図表を作成している（钢管杭協会鋼矢板技術委員会技術資料およ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）。河川関係で用いる腐食しろ2mm（t₁=t₂=1mm）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（IIw型：81%、IIIw型：85%、IVw型：88%）はほぼ同じ値となる。

また河川護岸等の設計で用いる継手効率（ α ）については現場水平載荷試験により現行型と広幅型の比較を行った。実験方法を次に示す（図-8）。

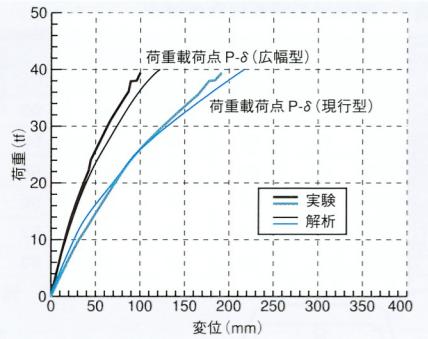


図-9 荷重-変位の関係

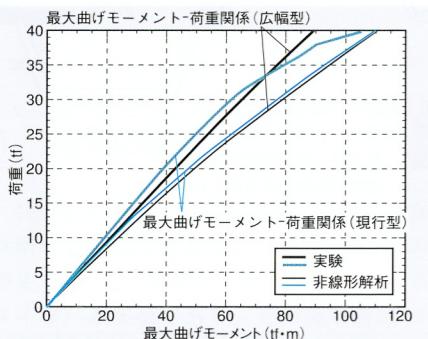


図-10 荷重-最大曲げモーメントの関係

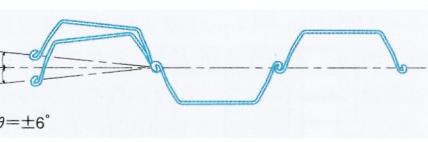


図-11 回転角度

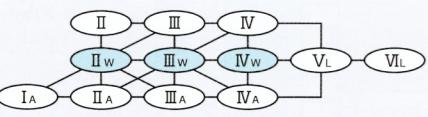


図-12 互換性

①試験概要

予め土質調査を行った地盤に広幅型Ⅲw型4枚と現行型Ⅲ型6枚をそれぞれ地上突出部1.7mを残してそれぞれの壁長が等しくなるよう打設し、鋼矢板壁頭部に□0.5×0.61mのコンクリートコーピングを設置し、地表面から1.5mの位置に水平ジャッキ2台をセットし荷重を載荷することにより互いの壁を押し合った。それぞれの鋼矢板壁の変位、傾き、ひずみを計測し解析を行うことにより広幅型と現行型の継手効率の比較を行った。

②結果

解析では断面二次モーメントに関する継手効率は80%とし、またひずみの実験結果からモーメントを算定する場合の断面係数には継手効率は100%とした。

荷重載荷点変位の理論値と試験による実測値の関係を荷重-変位曲線で示す(図-9)。

また最大曲げモーメントの理論値とひずみの実験結果から求めた最大曲げモーメントの関係を図-10に示す。

理論値については弾性設計および弾塑性

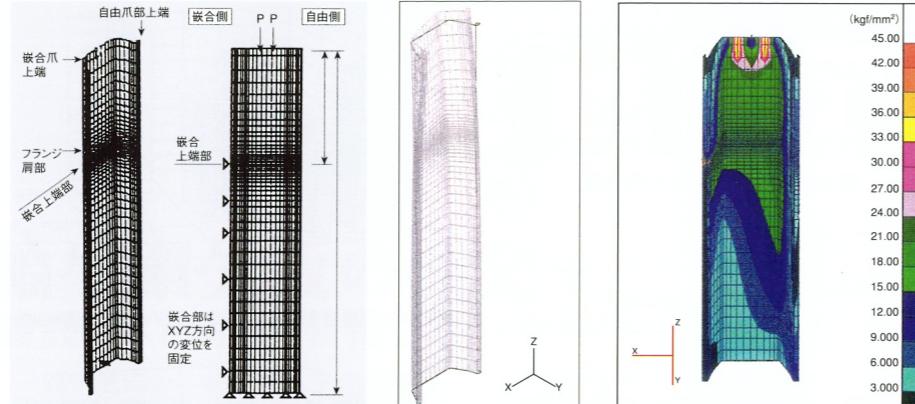


図-13 解析モデル

表-2 荷重ステップ

荷重ステップ	Ⅲw型の荷重(t)	Ⅲ型の荷重(t)
0	0	0
1	30	22
2	60	44
3	90	66
4	120	88
5	150	110
6	180	132

図-14 Ⅲwの変形状態
(荷重ステップ4—120t)

図-15 Ⅲwの応用状態(荷重ステップ4—120t)

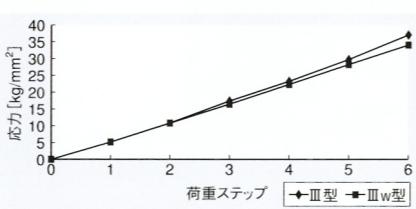


図-16 荷重-応力の関係(フランジ肩部)

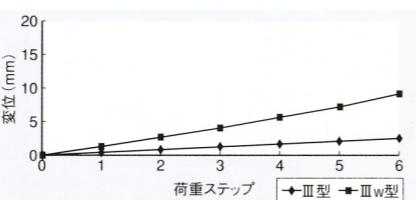


図-17 荷重-変位の関係(自由爪部)

設計の両方で算定した。広幅型Ⅲw型、現行型Ⅲ型とも理論値に対して実測値がほぼ合っている。広幅型のほうが若干、理論値にくらべ変位量が小さいことから現行型よりも継手効率はやや上回っているといえるが設計上使い分けるほどの差はない。以上の結果から断面二次モーメントに関する継手効率は80%、断面係数に関する継手効率は100%を用いてもよいことが確認できた。

5. 施工

次に広幅型の施工性について紹介する。

①回転角度

同型の鋼矢板を嵌合させた場合、図-11に示すように回転させることができる。

②互換性

広幅型は現行型との互換性も確保し、継手部は同型はもちろん図-12に示す実線でつながれた型どおりの嵌合が可能である。

③打設時の挙動解析

打設時をモデル化し広幅型(Ⅲw型)と現行型(Ⅲ型)の挙動、応力状態を三次元FEM解析にて比較した。図-13に解析モデルを示す。全長3mの内、下部2mは片側の継手が嵌合された状態とした。下端は完全固定、嵌合部は鉛直軸まわりの回転のみを考慮した。Ⅲw型とⅢ型の1枚あたりの断面積比はⅢw : Ⅲ = 1 : 0.74となり結果の比較に際しては断面積比を考慮した荷重ステップを用いた。荷重ステップを表-2に示す。

解析結果をみると全体挙動は図-14のよ

うになり、継手嵌合部分を拘束し中立軸から離れた位置のウェブに載荷しているため曲げとねじりの連成変形が発生する。発生応力をみると図-15のように継手嵌合部上端付近のフランジ肩部(フランジとウェブの境界部)に応力が集中している。

嵌合上端部に注目してフランジ肩部の荷重と応力および荷重と変位の関係を図-16、17に示す。発生応力はⅢw型の方がⅢ型よりやや小さくなり、実際の施工荷重レベルでの応力は弹性範囲内である。変位についてはⅢwの方がやや大きくなるが施工荷重レベルでの差は3~4mm程度である。以上より広幅型と現行型との打設時の挙動における差はほとんどないことが解説上分かった。

④打設性

鋼矢板の広幅化による打設性への影響をみるため各鋼矢板メーカーはいくつもの現場打設試験を行ってきた。ここではその内、砂質土主体の地盤における事例1(図-18)と粘土土主体の地盤における事例2(図-19)を紹介する。

どちらも広幅型と現行型の比較打設を行った。使用矢板は広幅型がⅢw×15m、現行型がⅢ×15mであり打設(根入れ)長さは14mとバイプロハンマにより打設

を行った。

打設時間および電流値(打設負荷をみるために)を深さ1mピッチで計測した。打設時間を見ると砂質土主体の事例1ではⅢw型の方がⅢ型より短い時間で打ち込めており、粘土土主体の事例2ではⅢw型、Ⅲ型ともほぼ同じ時間で打ち込んでいる。電流値の方は事例1、2とも打設抵抗が大きくなる深さではⅢw型の方が高い値を示した。両事例とも前倒れ、回転もなく打設でき、振動および騒音測定結果からもⅢwとⅢ型との差はほとんど認められなかった。また事例2ではⅢ型に共下がりが発生したのに対しⅢw型には共下がりはなかった。

ここでは紹介できなかった事例も含めて広幅型の一般的傾向を考察するとバイプロハンマによる打設の場合、砂質系のN値が10~20程度の地盤では広幅型の方が現行型より若干打設時間が早いケースが多くみられ、バイプロ電流値はさほど変わらない。また硬質粘土等打設抵抗が大きな地盤では打設時間は両者ともほぼ同じであるが、電流値は広幅型の方がやや大きくなる傾向がある。従って広幅型も現行型も打設能率はほぼ同等だが、硬質地盤等特に打設抵抗が大きい場合には広幅型は現行型の1ランク上の機種が必要となるケースもある。また広幅型の方が共下がりが生じにくい傾向が見られる。一方圧入工法においても広幅型と現行型の打設能率の違いは特に見られない。

以上のことから広幅型は現行型とほぼ同等の打設性を有するといえる。

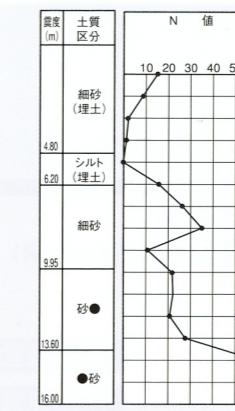


図-18 事例1(砂質系地盤)

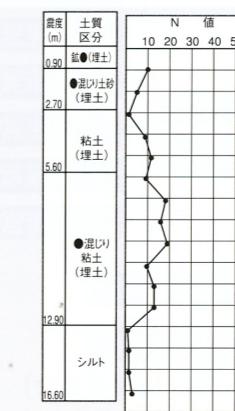


図-19 事例2(粘土系地盤)

6. おわりに

本稿では広幅型鋼矢板のプロフィールを紹介した。当製品は建設コスト縮減にタイミングが合ったこともあり既に販売開始以

降、順調に施工実績を重ね大好評を頂いている。当初配された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。今後ますます当製品が普及していくことを期待したい。

(文責: 鋼矢板技術委員会 房前貢)

イスプレいや断面見本などを展示するとともに、協会委員による質疑応答などを実施、来場者の質問等に対応しました。

講習会の開催

平成9年度は以下の主題に関して講習会の開催に尽力しました。

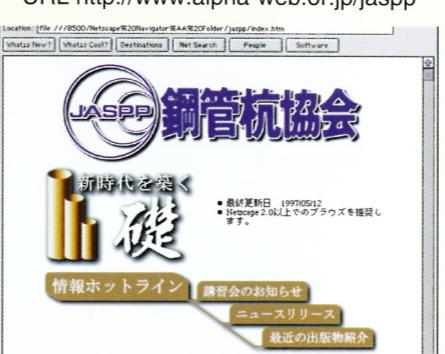
- 道路橋示方書下部構造編の改訂および鋼管杭の新設計法と保有耐力
 - 鋼管矢板基礎の新設計法と保有耐力
 - 広幅型鋼矢板の開発とその特長
- 開催実績 5月14日 北海道(札幌)
5月28日 九州(福岡)
7月28日 東北(仙台)
7月29日 沖縄(那覇)
8月1日 中部(名古屋)
9月11日 関東(東京)
11月21日 関西(大阪)
12月11日 沖縄(那覇)

協会からのお知らせ

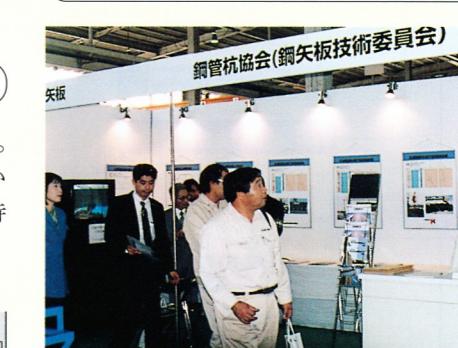
鋼管杭協会ホームページ開設

鋼管杭協会ホームページができました。立ち上げ時のものをベースに順次、新しい情報を追加していく予定ですので、ご期待ください。

URL <http://www.alpha-web.or.jp/jaspp>



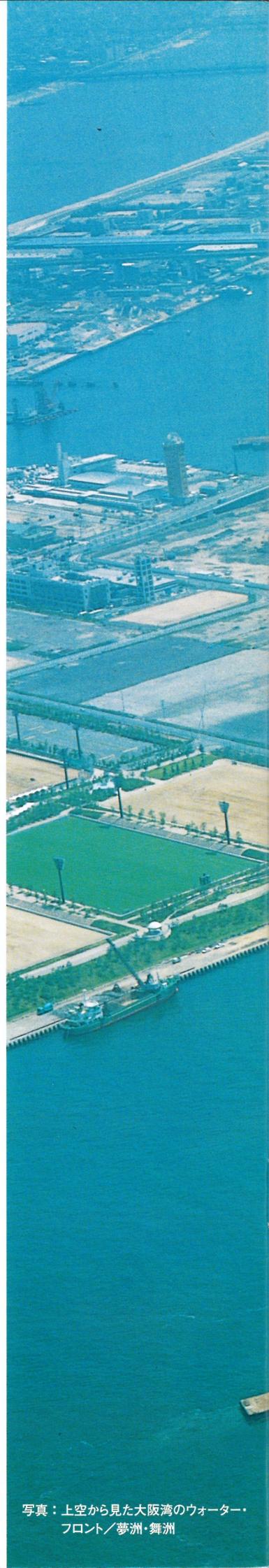
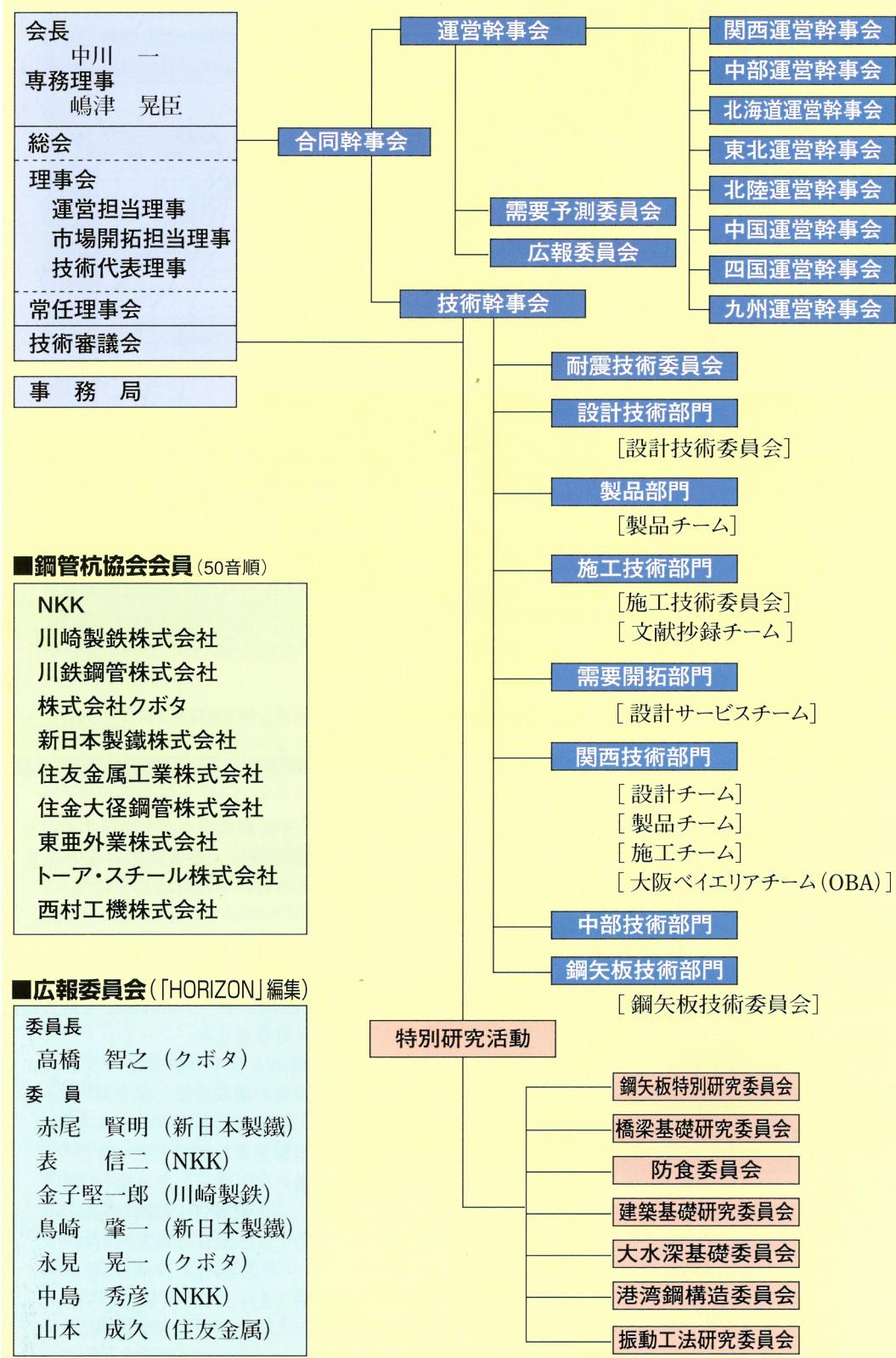
建設新技術フェア関東97にブース出展



平成9年10月14日(火)~16日(木)の3日間、千葉県松戸市の建設省関東地方建設局構内にて、「建設新技術フェア関東97」が開催されました。多数の企業、団体が参加し、大勢の来訪者で賑わいをみせたイベントでしたが、当協会でも広幅鋼矢板をテーマにブースを出展。パネルによるデ

鋼管杭協会組織図

(平成10年3月)



写真：上空から見た大阪湾のウォーター・フロント／夢洲・舞洲