

# 明日を築く

寄稿

## 建築における杭基礎の動向と危惧

東京工業大学環境・社会理工学院建築学系

田村修次

未来 FRONT

## 河川堤防と道路ボックスの一体化

画期的な道路構造に

鋼管杭・鋼管矢板、鋼矢板が大量採用

淀川左岸線（2期）建設工事

TECHNICAL NOTES

## ずれ止め付きコンクリート充填部の 終局耐力と変形性能

—基礎部材の強度と変形性能

（2022年：日本建築学会）より—

90



一般社団法人  
鋼管杭・鋼矢板技術協会

ホームページ <http://www.jaspp.com/>

淀川左岸線（2期）建設工事エリアを望む



# 建築における杭基礎の動向と危惧

東京工業大学環境・社会理工学院建築学系

田村修次

## 1 はじめに

外国では、杭基礎はGeotechnical engineeringの一部であり、土木、建築の区分けは日本独自のものである。もちろん、杭基礎設計の基本事項は、土木・建築で同じだし、英語論文で土木・建築の区別はない。しかし、日本では、土木と建築で用いられている杭は大きく異なる。指針・規準の上位にある法律が違うことも一因であろうが、施主の違いも大きいと思う。土木の施主は主に国、地方自治体、インフラを担う会社であるのに対し、建築の施主は主に民間である。そのため、建築ではコストおよび施主に対するアピールが優先される。例えば、グレードの高い杭基礎を用いたマンションと、グレードの高いキッチン・浴室・内装のマンション、どちらがアピールするかは明らかであろう。ここでは、建築における杭基礎の動向および課題を述べたい。

## 2 建築における杭基礎の動向

2000年以降の建築における杭基礎のトレンドは、「高支持力化」である。例えば既製コンクリート杭において、拡大根固め工法の占める割合は、2021年に94.5%になったと報告されている<sup>1)</sup>(1990年では30%程度)。私が学生の時、授業で「杭の信頼性は低いため、一柱を複数の小径の杭基礎で支持しないといけない」と教わった記憶がある。それが現在、一柱を大口径の杭で支持することが一般的になった。この高支持力杭は、日本の建築では主流ではあるが、世界の杭の潮流とは異なる。ガラパゴス化かも知れないし、施工管理含めた世界に誇れる技術かも知れない。

高支持力杭が市場を席捲した要因として、金子<sup>1)</sup>は2001年の建築基準法改正に伴う告示の制定により載荷試験による支持力係数の設定が工法ごとに可能になったこ

とを挙げている。それに加えて、建築の価値観があると思う。意匠・デザインは建築にとって重要な要素である。上部構造体はデザインの一部になりえる。また、免震・制震は機能としてアピールしやすい。一方、残念ながら基礎構造は、デザイン要素はなく、機能的にも「縁の下の力持ち(建物を支障なく支持して当たり前)」である。建物を見て基礎構造に着目する方は皆無であろう(湾岸エリアでタワマンが林立しているのは、杭基礎の発展が寄与しているが…)。したがって、基礎構造は、所定の性能を満たせば安いほど良いことになる。問題は、「所定の性能」は何かである。建築では、建築基準法という法律があり、法律を満たすことが杭の最低限の要件である。杭基礎の場合、建築基準法では中小地震のみの耐震設計が義務である(中小地震に対する耐震設計の義務化も2000年)。そのため、これまで中小地震に対する耐震性を満たすという拘束条件で、施工性(工期)とコストという土俵で、杭基礎の開発競争が行われてきたように思える。その結果、拡底杭や拡大根固め杭が開発され、建築分野では(早くて安い)高支持力杭が市場を席捲したと考えられる。

## 3 建築の杭基礎に対する危惧

### 3.1 大地震時の沈下

早くて安い杭は危惧もある。1つは大地震時の杭の沈下である。大地震では、杭頭水平力のみならず変動軸力も大きい。もし、終局限界状態として先端抵抗を極限支持力までとると、沈下は杭径の10%になる。例えば、杭体が破壊しなくても、直径2mの杭における沈下は20cmに及ぶ。沈下が大きいと、残留傾斜、基礎梁さらに上部構造体の損傷リスクが大きくなる。したがって、杭基礎の設計は支持力ベースではなく、沈下ベースで評価されるべきである(この問題は、国際会議でも良く指摘されている)。日本建築学会の建築基礎構造設計指針(2019)<sup>2)</sup>

では、沈下による検討が推奨されている。しかし、実務では支持力ベースで検討されているケースが多いようである。また、拡底杭、拡大根固め杭ともに、最も施工管理しにくい杭先端部に、その杭の性能を託すことも不安材料である。2022年日本建築学会大会PDで議論されたように、杭先端の施工管理は極めて重要である<sup>3),4)</sup>。21世紀の「ピザの斜塔」が日本に現れないことを願う。

### 3.2 大地震における杭体の脆性破壊

大地震における杭体の脆性破壊も危惧される。1995年兵庫県南部地震の報告書<sup>例えは5)</sup>によると、場所打ちコンクリート杭では曲げ破壊しても、軸力保持できたケースが多いようである。しかし、最近の載荷実験から、軸力比が高いと場所打ちコンクリート杭でも曲げで脆性的な破壊をすることが分かった。特に高強度コンクリートを用いた杭体は、その傾向が強い。筆者が見学した高強度コンクリートを用いた杭の載荷試験では、杭体にクラックが入り、荷重を保持中に突然、杭体が爆裂し破片が周辺に飛び散った。さらに、金子<sup>6)</sup>によると、L2地震に対し場所打ち杭の設計軸力比は押し込み側で0.4、引抜側で-0.5を超えるケースがあることが報告されている。近年、高強度コンクリート用いた高い軸力比の杭体が増えていることは、場所打ちコンクリート杭でも脆性破壊のリスクが高まっていることを示唆している。

法律順守の考えからは、中小地震に対する耐震性を満たせばOKである。実際、多くの方は、建築基準法を満たせば、大地震に対しても建物は大丈夫と勘違いしている（法的には、L2地震に対する耐震設計の最大目的は、人命保護であり、継続使用ではない）。許容応力を超えたとなん、脆性破壊し、軸力保持できなくなる杭体と、許容応力を超えて（ヒンジが形成されても）、軸力保持ができる杭体は、本来、性能として区別されるべきである。しかし、法律に沿うと同じ耐震性能と判断され、コストで評価されてしまう。すなわち、中小地震に対する耐震性能を満たし（大地震に対しては脆性破壊しても）、支持力が大きく、経済的な杭が生き残ることになる。これは、杭業界にとって健全とは言えない。建築基礎構造設計指針（2019）では、大地震に対する杭基礎の耐震設計法が示された。その理由として、コスト以外の新しい価値観が杭基礎にあるべきとの願いもあるように思える。

## 4 おわりに

現在、大地震に対する耐震設計の目的は、「人命保護」から「継続使用」に移りつつある。これを考慮すると、中小地震のみに対する杭基礎の耐震性能だけでは不十分を感じる。建築では杭基礎の2次設計が任意である以上、大地震に対応できる杭基礎のニーズは、どこまで必要性を構造設計者・施主にアピールできるかによる。もし、将来の大地震で社会問題となる深刻な地震被害（絶対に起きて欲しくないが、例えば超高層建物の傾斜）が発生したら、大地震に対応できる杭基礎のニーズは飛躍的に高まるであろう（同時に日本の建築技術に対する信頼も失墜する）。深刻な被害事例が発生する前に、大地震で沈下・傾斜しない杭基礎の必要性を社会にアピールし、増やしたい。

### 参考文献

- 1) 金子治：主旨説明，高支持力杭工法の信頼性確保のための課題，日本建築学会大会PD資料，pp.11-12, 2022.
- 2) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針，2019.
- 3) 土屋富男：支持層の調査方法と到達判定方法，高支持力杭工法の信頼性確保のための課題，日本建築学会大会PD資料，pp.54-58, 2022.
- 4) 浅香美治 他：拡大根固め部ソイルセメントの品質，高支持力杭工法の信頼性確保のための課題，日本建築学会大会PD資料，pp.59-66, 2022.
- 5) 日本建築学会：阪神・淡路大震災調査報告 建築編4 木造建築物・建築基礎構造，1998.
- 6) 金子治：大地震に対する耐震設計におけるコンクリート杭の適用条件に関する実態調査．日本建築学会技術報告集，23.53, pp.87-92, 2017.

# 未 FRONT 来

## 河川堤防と道路ボックスの一体化 画期的な道路構造に 鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板が大量採用

### 淀川左岸線 (2期) 建設工事

明治・大正の改良工事で、下流部を放水路として大きく付替えた淀川だが、現在まで京阪地区の物流の要であり、「天下の台所」と称された大阪の人文の精神を担っていることに変わりはない。

そんな淀川沿いに、これまでに例がない構造の道路が拓かれようとしている。短期的には大阪都心部の渋滞解消や大阪・関西万博のシャトル便運行などをターゲットにするが、大阪圏を取り巻く環状道路の一環として、将来的には関西の活性化につながる道路ネットワークに位置づけられている。

河川航路の時代が終わっても交通インフラのベースとして存在する淀川だが、そのスケールや画期的な道路構造を実現するための建設資材として寄与している鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板の数々を紹介する。

豊崎地区から淀川河口方面へ淀川左岸線 (2期) 建設工事の工区を遠望する

## 大阪都心部の渋滞解消など 環状ネットワークの一端を担う

現在、大阪市内、および周辺地域の道路交通は、阪神高速道路の環状線が都心部に位置し、周辺地域へ放射状に延びるネットワークが形成されている。ここで長年の課題となっていたのが、周辺地域から他の地域へ移動する際に都心部を経由する通過交通の多さである。この、本来必要のない交通量による慢性的な交通渋滞は、周辺環境の悪化とともに社会経済活動へも影響をおよぼしている。こうした状況を解決するために計画されているのが、大阪市都心部の外側を囲む延長約60kmの自動車専用道路「大阪都市再生環状道路」で、4号・5号湾岸線、6号大和川線、近畿自動車道などとともに環状道路を構築しようというのが、現在建設中の「淀川左岸線(2期)」である。

## 全国初、河川堤防と道路ボックスを 一体化した画期的構造

「淀川左岸線(2期)」は、2013年5月に1期工事として開通している2号淀川左岸線の海老江ジャンクションから新御堂筋(国道423号)までの延長約4.4kmの区間で、幅員約22m・4車線の自動車専用道路として計画されてい



■ 淀川左岸線(2期)と大阪都市再生環状道路、広域図

る。その道路構造で特筆されるのは、淀川左岸の河川堤防を開削し、箱形のRC構造物である道路ボックス(ボックスカルバート)を築造して堤防と一体構造にしたことにある。

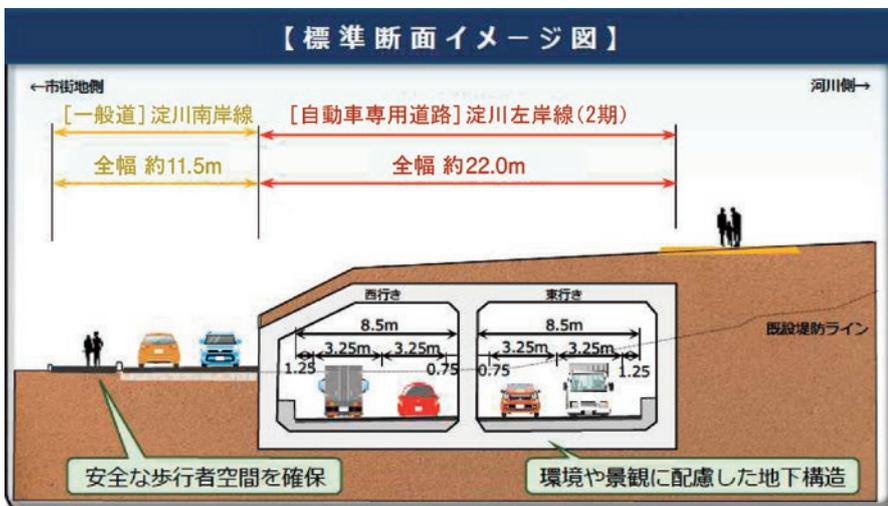
同構造は、これまでに適用されることがないため、大規模地震時の堤防高さの確保や重量構造物であるRC造の道路ボックスによる圧密沈下対策など、構造物としての安全性や維持管理

手法などについて2011年5月から学識者を含む委員会での技術的な審議がなされ、2017年11月に技術検討が取りまとめられた。その結果、河川許可申請にあたっては、河川管理施設等構造令(第73条4号)に規定された特殊な構造の河川管理施設等の認定手続きを経て、占用許可を受けた施設となっており、2018年10月の仮設堤防の工事着手から淀川左岸線(2期)建設工事がスタートした。

長年、大阪市都心部の道路ネットワークの課題となっていた渋滞解消から、物流の効率化や観光都市としての広域的な連携をにらみ、大阪市の都市機能の新しい幕開けと期待される環状道路ネットワーク整備がすすめられている。

### ■ 淀川左岸線(2期) 事業概要

事業者	大阪市・阪神高速道路株式会社 (合併施行方式)
事業区間	此花区高見1丁目～北区豊崎6丁目
延長	約4.4km(うち、街路事業4.3km)
幅員	約22m
道路構造	本体(地下・掘削・高架構造)4車線 ランプ部(掘削・高架構造) 換気所2ヶ所



■ 淀川左岸線(2期) 標準断面イメージ

## 土留めから道路施設基礎まで 幅広く鋼管杭・鋼矢板が採用

2018年10月に着工された淀川左岸線(2期)建設工事は、同(1期)事業で開通済みの海老江ジャンクションから新御堂筋(国道423号)間の約4.4kmのうち、開削トンネル区間は3工区に分けて工事がすすめられている。その施工ステップは、おおまかに次のようになっている。

### ①仮設堤防を設置

既設堤防の開削に先立ち、治水上の安全確保を図るため、鋼矢板または土堤による仮設堤防を設置する。

### ②支障物の撤去

トンネル工事に先立ち、旧護岸や下水

道管、地下埋設物などを撤去する。

### ③地盤改良を実施

トンネル本体の地震対策、および沈下対策として、鋼矢板を打設後に砂杭打設とプレロード盛土、または固結系の地盤改良を実施する。

### ④トンネル本体の躯体築造

鋼矢板による土留め後に、トンネル本体を築造するために掘削、躯体であるボックスカルバートを築造する。

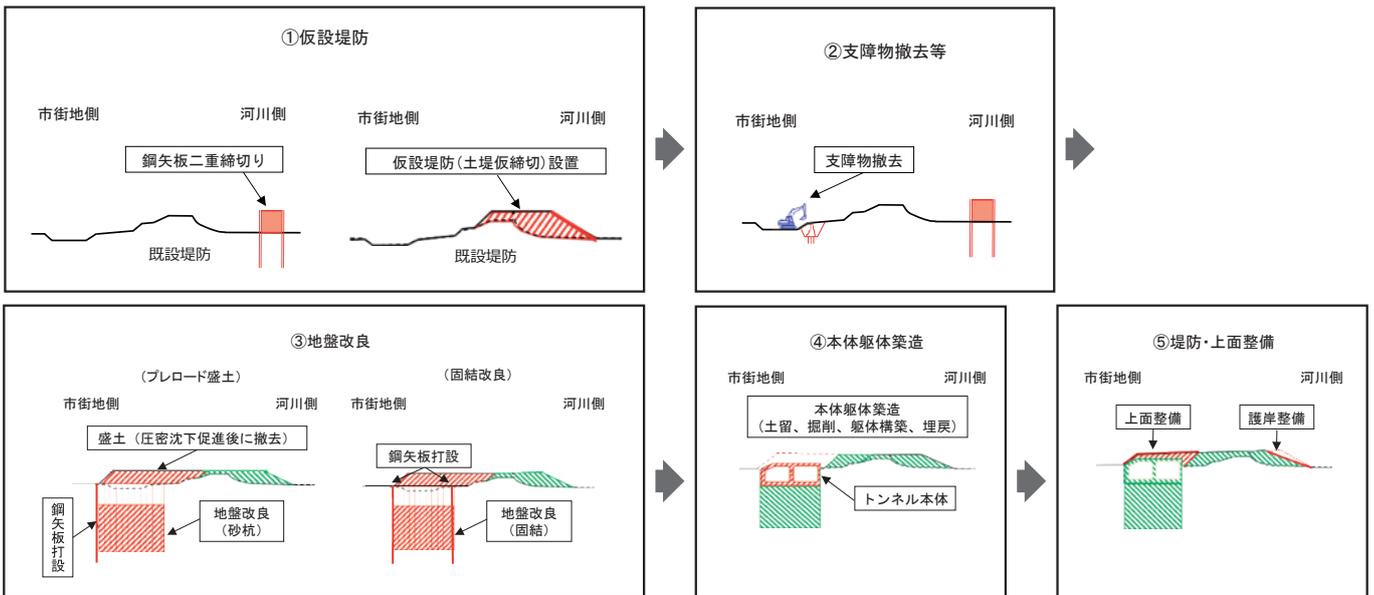
### ⑤堤防・上面整備

仮設堤防を緩やかな勾配の堤防に復旧し、トンネル本体の上面を整備する。

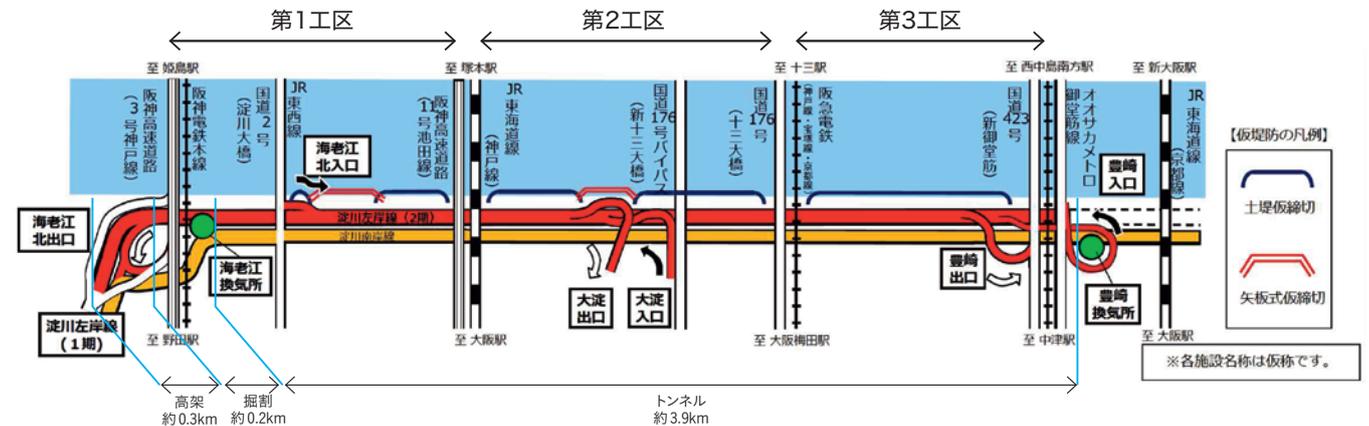
工事は、淀川左岸線(1期)の海老江ジャンクションに接続する1工区から先行しており、2023年3月現在の進捗

は1工区が本体躯体築造に取りかかっている状況である。2工区は地盤改良の実施中で、3工区は支障物撤去が終わった箇所からトンネル本体の開削土留めとなる鋼矢板の打設が始められているところである。

淀川左岸線(2期)建設工事では、河川内の仮締切りや土留め工に鋼矢板が用いられているほか、ジャンクション接続部や鉄道交差部での道路構造物基礎の支持力確保のため、鋼管杭や鋼管矢板基礎も多数が採用されている。次項からは、その代表的な工区をピックアップして、土木史上に新時代を拓く画期的な道路構造である淀川左岸線(2期)建設工事に貢献する、鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板の適用のポイントと工法を紹介する。



■ 淀川左岸線(2期)(トンネル区間)主な施工ステップ図



■ 淀川左岸線(2期)施工区間 概要図

# 堤体内の開削トンネル土留め壁に 近接環境への影響を最小限に 迅速に施工できる鋼矢板が採用



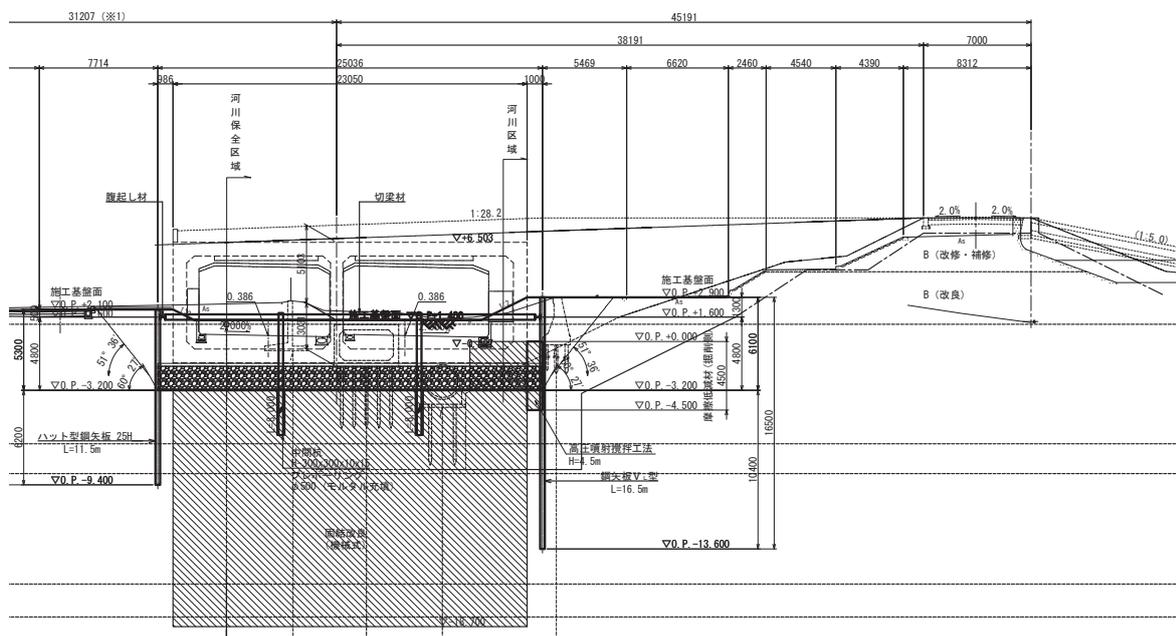
■ 淀川左岸線（2期）第3工区・豊崎ランプ付近での鋼矢板打設状況

## 延長3.9kmの開削土留め壁に 鋼矢板が大量採用

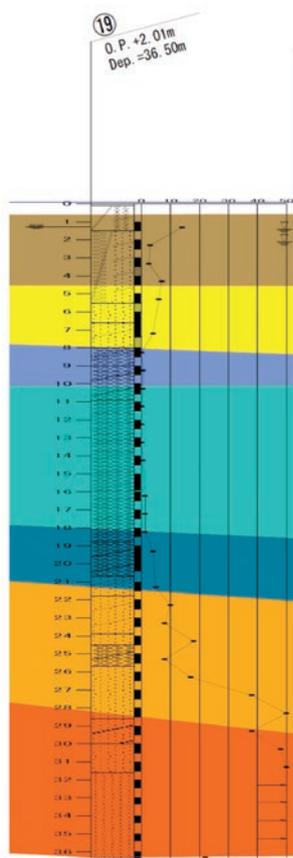
淀川左岸線（2期）建設工事における鋼矢板の適用のひとつに、トンネ

ル本体の開削を行う際の土留め工としての採用がある。本工事の延長約4.4kmのうち堤体内のトンネル区間は約3.9kmであり、その大部分で鋼矢板による土留め工を実施している。

設計としては通常の土留め工となるが、後の工程で築造する道路ボックスの位置にあった下水幹線を近接地に移設しているほか、施工区間の大部分で家屋が近接していたため、それら移設



■ 土留め工断面図



■ 第2工区 (JR 神戸線付近) 土質柱状図

物や周辺環境への影響を検討した上で仕様が決定されている。

地盤条件は、おおむね施工区間全線にわたり表層付近は液状化層である砂質土が約6~7mの深さまで続いており、その下層に約10mの深度で粘土層の軟弱地盤が続いている。それ以降に現れる良質な洪積層まで鋼矢板を打設して、周辺地盤の変状抑制を図っている。開削土留め壁として打設される鋼矢板は堤防側が従来のU形鋼矢板で、民地側がハット形鋼矢板が採用されている (仕様・数量は、下記一覧を参照)。

### 工法の実績と施工に適した地盤条件で安定した打設を実現

現地の施工状況は2023年3月現在、1工区は鋼矢板の打設が終了し、地盤改良が完了したところから道路ボックス躯体が施工されている。2工区は鋼矢板の打設中で、3工区は地下の支障物撤去

が完了したところから順次、鋼矢板による土留め施工が始まっている。

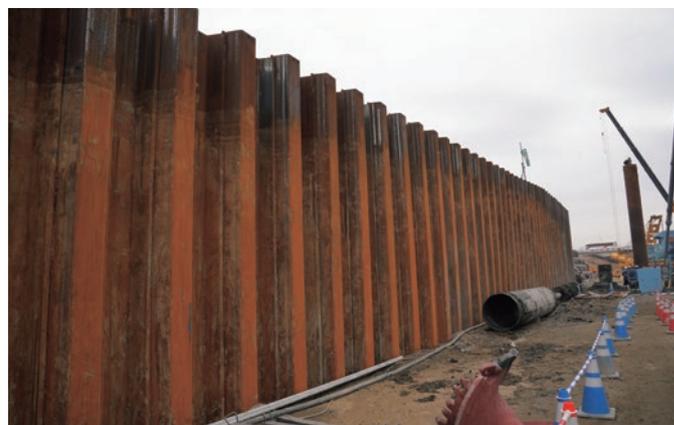
地質条件が打設の妨げになるような硬質地盤ではないことや、先行して支障物撤去が入念に行われていることもあり、鋼矢板の打設実績は3工区で日当たりの平均が約25枚となっており、非常にスムーズに施工されている。

### 周辺環境への影響が小さく迅速な施工で貢献する鋼矢板

淀川左岸線 (2期) 建設工事におけるトンネル開削のための土留め壁は、高剛性でありながら施工スペースが極めて小さい鋼矢板の採用で、地下埋設物や家屋などが近接する周辺地盤に変状の影響を及ぼすことなく施工されている。また、低騒音・低振動の圧入機で迅速な施工が可能なおことから、長大な道路トンネルの建設に大きく貢献している。

開削トンネル土留め工で打設する鋼矢板一覧

形式	長さ (m)	数量 (枚)	平面施工延長 (m)
III型	10.0~16.8	598	238.0
III <sub>w</sub> 型	6.0~35.0	149	89.4
IV型	10.0~21.0	1,798	719.0
IV <sub>w</sub> 型	6.0~32.0	3,485	2,087.2
V <sub>L</sub> 型	6.0~30.0	407	204.0
VI <sub>L</sub> 型	12.0~35.0	1,471	735.5
ハット形 10H	6.0~12.0	109	98.1
ハット形 25H	6.0~18.0	818	736.2
ハット形 45H	6.0~23.0	856	766.6
ハット形 50H	6.0~30.0	1,396	1,256.4
総計		11,087	6,930.4



■ 鋼矢板の打設状況



# 既存堤防開削や新規築堤など 大規模な河川内工事で 災害に備える鋼矢板二重締切り



■ 淀川左岸線（2期）仮設堤防築造における、鋼矢板二重締切りの施工状況

## 出水期の河川内工事に 鋼矢板二重締切りが採用

河川堤防と道路ボックスを一体構造とする淀川左岸線（2期）建設工事のうち、1工区の海老江北入口と2工区の大淀出口の両設置区間は、本線部に並行して河川側に入出口部の躯体を構築するため、既設堤防の50%以上を開削する。出入口部のない本線のみ区間についても、既設堤防を開削することとなるため、工事期間中の堤防性能確保の観点から既存の天端ラインより10～15mほど川表に前出しする新規築堤が行われる。

堤防開削を含む河川内工事を出水期に行う場合は、鋼矢板二重締切りで仮締切り堤を設置しなければいけないと法令に定められている。鋼矢板二重締切りはL1地震動のみに対応した設計のため、L2地震で仮締切り堤が損傷した場合は、一次応急復旧のための盛土を準備する必要がある。そこで、鋼矢板二重締切りの両側に土堤仮締切りを併用することで、施工区間全線に新規築堤までの仮締切り堤が設置された。  
※P6・淀川左岸線（2期）施工区間概要図 参照。

## 迅速な施工が可能な鋼矢板の 連続壁体で仮締切り堤を築造

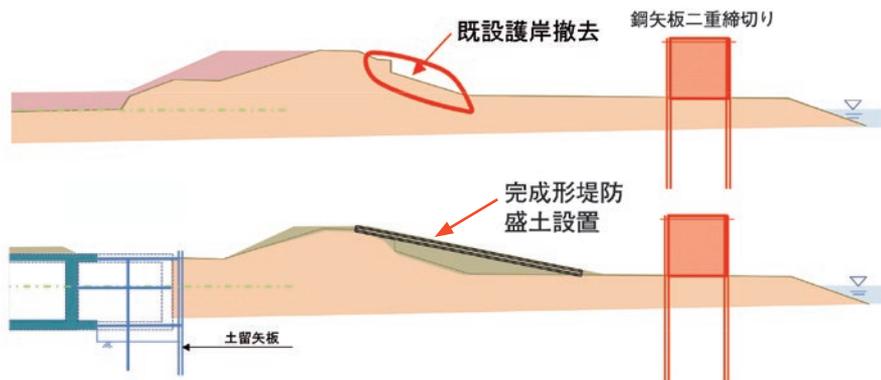
鋼矢板二重締切りが施工された1工区

〈海老江北入口〉設置区間では、2019年11月から鋼矢板の打設が始められ、タイロッド接続や中詰め土などを施工して、翌20年1月中旬には仮締切り堤の設置を完了している。使用されたのは鋼矢板V<sub>L</sub>型・L=16.5mで数量は922枚である。

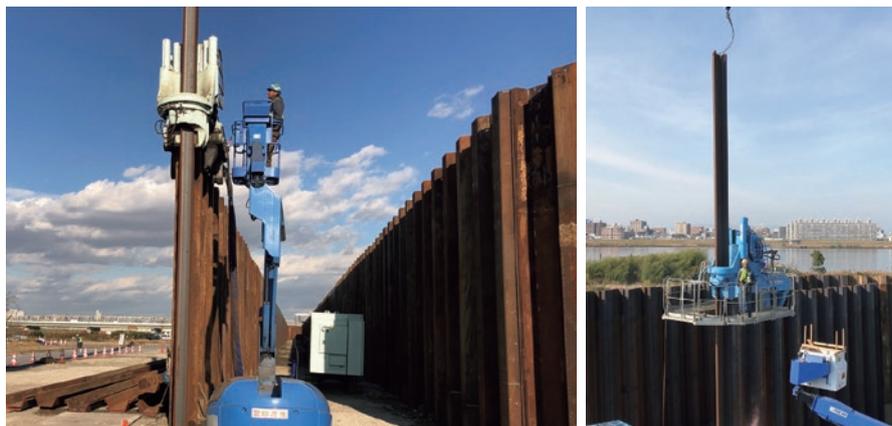
2工区〈大淀出口〉設置区間では20年11月から21年1月に鋼矢板二重締切りの施工が行われ、1工区と同様に鋼矢板

V<sub>L</sub>型・L=19.0mが599枚のほか、コスト縮減の観点から流用品の鋼矢板VI<sub>L</sub>型・L=20.0mを240枚を併用している。

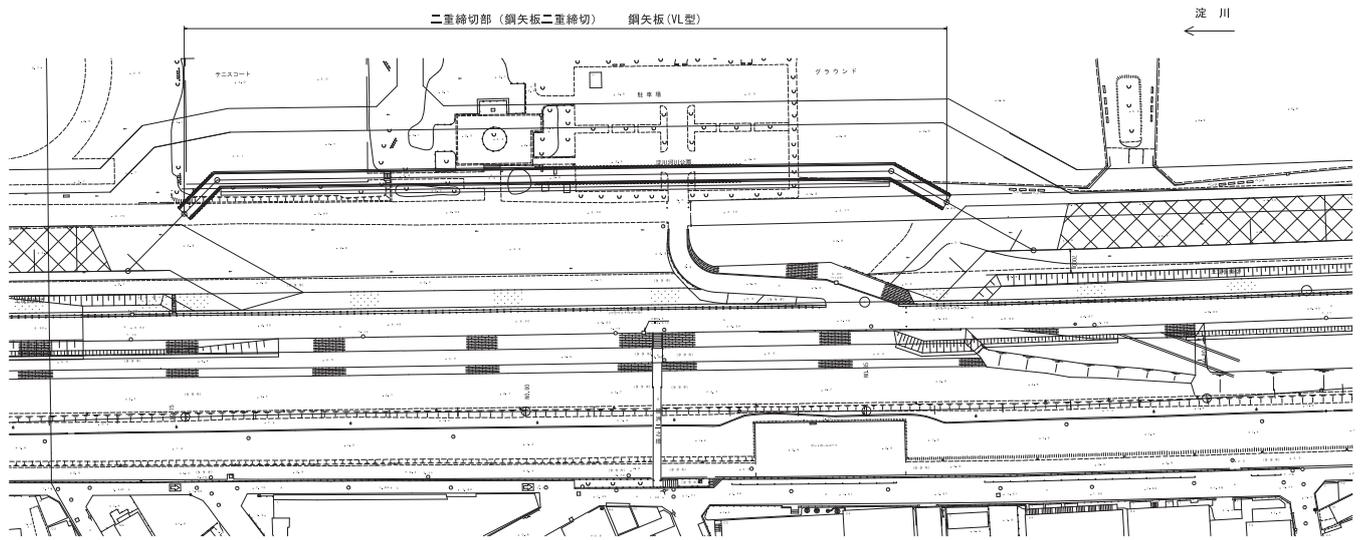
鋼矢板二重締切りが施工された地盤は、N値3～15の砂質と粘性土の互層である。旧護岸や古い工業用水管など、非常に多くの支障物が残置されているのも特徴であった。そのため、鋼矢板の打設に先行して入念な支障物撤去を行ったことなどが功を奏して、施工機2



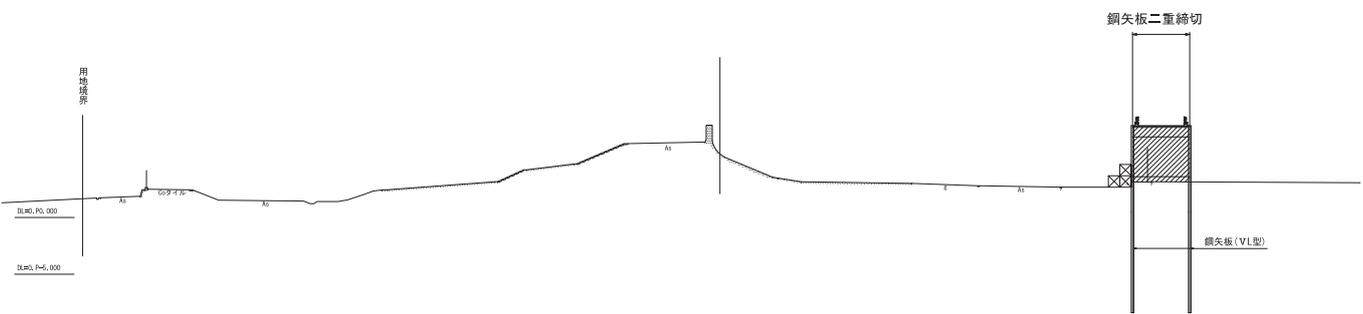
■ 淀川左岸線（2期）鋼矢板二重締切り施工ステップ図



■ 鋼矢板二重締切りの打設状況



■ 淀川左岸線 (2期) 鋼矢板二重締切り計画平面図



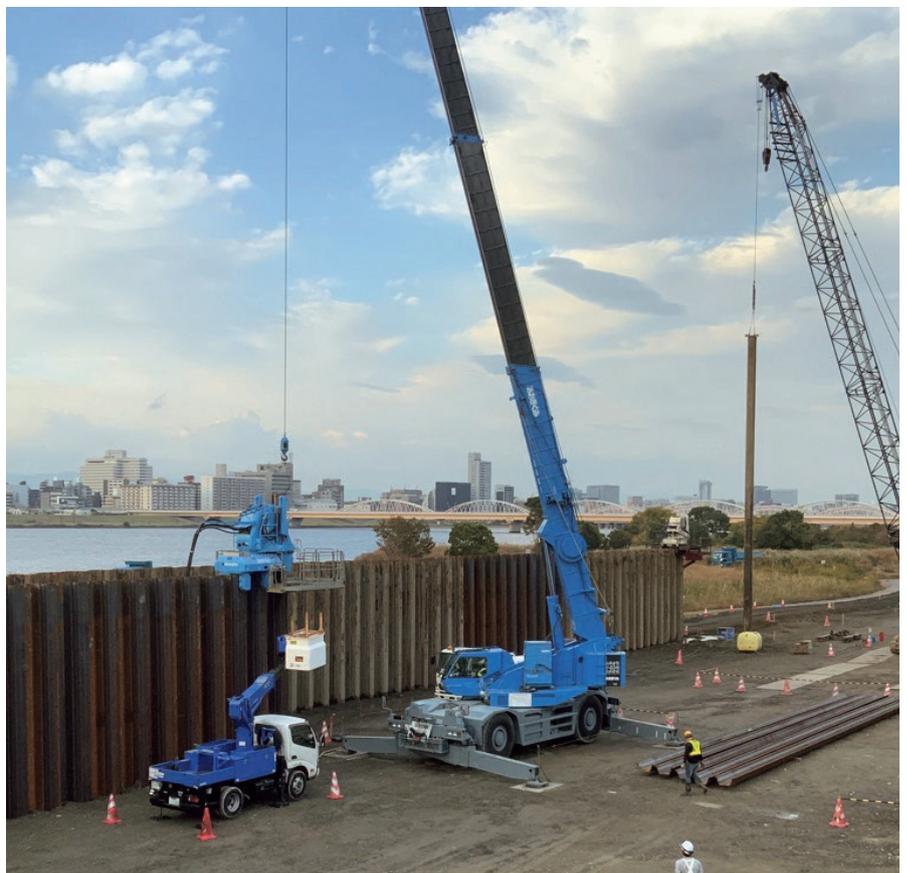
■ 淀川左岸線 (2期) 鋼矢板二重締切り一般断面図

台を投入した鋼矢板の打設は、鋼矢板の倒れや延長方向の伸びなどの精度確認を延長10mごとと厳格に実施しながらも、日当たり約40~50枚の打設実績をあげるほど順調に施工された。

### 短工期と堅牢性が求められる 仮設堤防に鋼矢板が貢献

淀川左岸線 (2期) 施工区間で鋼矢板二重締切りと土堤仮締切りが完成した後は、先の川表側に前出しする新規築堤が実施され、1工区〈海老江北入口〉設置区間の鋼矢板二重締切りは21年2~3月に、2工区〈大淀出口〉設置区間は22年1~3月に撤去されている。

既存堤防に大幅な改変を施す大規模な河川内工事期間中の防災の観点から、堅牢な仮設堤防を迅速に築造する工法として、災害復旧などの事例を含めて仮設構造の築造に豊富な実績がある鋼矢板が、淀川左岸線 (2期) 建設工事でも大きく貢献した。



■ 鋼矢板二重締切りの打設状況

# 杭基礎一体型の鋼管集成橋脚が 上部構造を常時支持する 本設橋脚として国内初採用

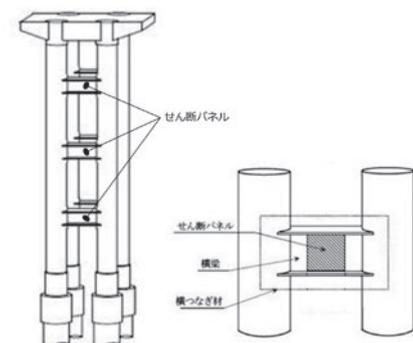


■海老江ジャンクション/鋼管集成橋脚の回転杭基礎、打設状況

## せん断パネルによる損傷制御 により地震に強い鋼管集成橋脚

淀川左岸線(2期)建設工事の最西端部に位置し、淀川左岸線(1期)や阪神高速3号神戸線と接続する海老江ジャンクションでは、橋脚1基に国内3例目となる鋼管集成橋脚が採用されている。

鋼管集成橋脚とは、既製鋼管4本1組を横つなぎ材により接合し、単柱の橋脚とする構造である。この構造の特徴は、上部構造の鉛直荷重に対しては鋼管柱が、水平荷重に対しては横つなぎ材が、それぞれ別個に受け持つことにある。横つなぎ材には、低降伏点鋼を用いた「せん断パネル」が取り付けられており、地震時に変形または損傷させることでエネルギーを吸収し、上部構造を支える鋼管柱を健全に保つことができる。また、



■鋼管集成橋脚とせん断パネル 模式図

地震時の損傷を横つなぎ材に集中させるため、横つなぎ材の取り替えて容易に修復できるのも特徴の一つである

鋼管集成橋脚の国内1例目は、淀川左岸線(1期)の海老江ジャンクションに建設された神淀(西)P-5橋脚においてフーチングによる基礎構造である。2例目となる阪神高速13号東大阪線「西船場ジャンクション」では、杭基礎一体型となる鋼管集成橋脚を施工したが、この橋脚は平常時は桁などの上部構造を支えておらず、地震時の水平荷重のみを受けもつ対震橋脚として設計された。そうした経緯

から、淀川左岸線(2期)建設工事の海老江ジャンクションで施工されているPB6橋脚は、上部工の荷重を常時支持する杭基礎一体型の鋼管集成橋脚として国内初の採用となった。

## 引抜き抵抗力が評価され 基礎部分には回転杭が採用

淀川左岸線(2期)建設工事に伴う海老江ジャンクションは、下水処理場の上部を取り巻くように整備されており、開通済みの淀川左岸線(1期)を含めて立



■海老江ジャンクション/イメージ図および、鋼管集成橋脚基礎(PB6)位置図

体交差で接続するランプ部が輻輳している。せん断パネルはエネルギー吸収機能を有するため、その機能を発現させるには、相応の(せん断)変形が必要となる。このため、鋼管集成橋脚の適用にあたっては、ある程度の橋脚高が求められる。淀川左岸線(2期)海老江ジャンクションでは現地制約などを踏まえ、本線や複数のランプが輻輳するため数少ない単柱式橋脚で最も高くなるPB6橋脚(約15m)で鋼管集成橋脚が採用された。

この橋脚では、ソケット式接合と孔あき鋼板ジベルを併用し、基礎杭として支持層まで打設したφ1600、t25、L=44.0m(SM570)の回転杭と地上高約15mの橋脚柱となるφ1200の鋼管を一体化させる構造が採用されている。

大径回転杭の選定理由については、地上高約15mの橋脚を安全に支持するには、より大きな引抜き抵抗が必要とされたためである。

ただし、本工区では、中間層として硬く締まった砂層や礫層が存在する地層であることから、回転杭の先端羽根には貫入性を向上させるための掘削補助刃が追加されている。また、硬い礫層の打

ち抜きには補助工法としてハンマーグラブによる中掘りも併用し、回転杭の施工をより確実なものとしている。

### 迅速な施工とコストの両面で杭基礎一体型が大きく貢献

下水処理場の限られた用地内である本工区では、フーチングがない杭基礎一体型の鋼管集成橋脚が、各種資機材の配置を含めてコンパクトな施工に貢献した。

また、施工の迅速さはフーチングやケーソンを採用した場合と比較して大きく上回っており、回転杭の打設を約1か月で完了している。設計時の試算でも、杭基礎一体型の鋼管集成橋脚は

ケーソン形式と比較して大幅なコスト削減効果があったという。

地震時の損傷を最小限にとどめる鋼管集成橋脚と大きな支持力が得られ、コンパクトに設計できる回転杭基礎が一体となることで、工期、コストの両面に大きく貢献した事例となった。



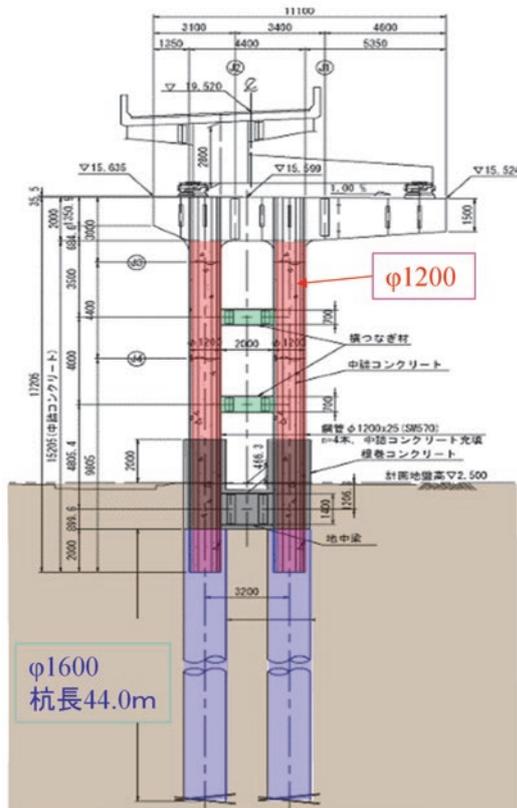
■鋼管集成橋脚、基部の架設状況



■回転杭、先端掘削補助刃



■ハンマーグラブによる鋼管杭内の中掘り状況



■海老江ジャンクション PB6 鋼管集成橋脚 一般図



■海老江ジャンクション PB6 鋼管集成橋脚(現況)



## 狭隘地施工可能な鋼管杭基礎 機械式継手の施工性も併せて 低空頭・近接施工で実力を発揮

■低空頭・狭隘地施工機を用いた回転杭の打設状況

### 地盤改良困難な条件での支持力確保を、鋼管杭基礎が解決

淀川左岸線（2期）建設工事のうちJR東海道線の大阪駅一塚本駅間の線路直下の工区では、道路本体の躯体構造を支持するための基礎構造で回転杭が採用されている。

他の工区では地盤改良工法により道路本体の支持力を確保しているが、検討の結果、本工区で地盤改良を行った場合、既設の線路橋脚のフーチングと改良体が接近しているため、橋脚・橋台の安定性に影響が出る恐れがあることが判明したため、狭隘地で地盤掘削による影響がない回転杭が採用された。

建設地は明治後期に開削され、1967年に埋立てられた中津川運河の跡地ということもあり、表層を砂礫層が覆い、

次いでN値が期待できない粘土層が続く軟弱地盤でO.P. - 23.0m付近に回転杭の支持層となる砂層が出現する。こうした地質条件から、φ700、t10~14、L=24.0~24.5mの回転杭104本の打設が行われた。

### 低空頭施工機と機械式継手の採用で迅速かつ安全に施工

回転杭の施工区間は、営業線の鉄道高架に近接するとともに桁下約6.5mの低空頭制限下である。低空頭施工をスムーズに行うために採用された低空頭・狭隘地施工機は、回転杭を桁下で斜めに吊り込んだ状態から建込みできることから、大型クレーンが不要で上空制限3.5mまでの施工が可能となっているのが特徴である。

O.P. - 24.0mまたは - 24.5mの支持層まで打設される回転杭は、この低空頭施工に対応するため4~5mごとの杭を5本継ぎ杭する設計となっている。

打設される回転杭104本の継手は520箇所にもものぼる。継手は現場溶接が一般的だが、本工区は鉄道営業線直下での施工となることから、溶接の際に発生する白煙や火花などが、近年、沿線火災などで厳格化されている鉄道事業者の安全管理基準から鉄道運行に影響を及ぼすのではないかと懸念された。

響を及ぼすのではないかと懸念された。

また、淀川左岸は強風に見舞われることも多く、安定した溶接環境とはいいがたい。溶接品質を確認する超音波試験などに要する時間も継手数から膨大になるため、鉄道への安全性と品質管理の両面から機械式継手が採用された。

### 支障物撤去で良好地盤を確保 スムーズな回転杭打設を実施

回転杭の打設に関しては支持層までN値の小さい地質条件と、先行して念入りに地中の支障物撤去が行われたこともあり、順調に所定の工期内で完了している。現地の地盤内には、近代以降における工業用水管やレンガ構造物、古い時代に利用されていた鉄道用の橋台跡など、数多くの支障物が埋設していたという。そのため、本工区では低空頭環境での施工スペースを広げる目的もあり、現地盤から約2m掘削して施工機の設置位置とし、最終的に4m付近までの支障物を撤去した。

JR東海道線直下での回転杭施工は、2021年12月に着手され、22年5月に打設が終了。現在は、打設済みの回転杭の配筋作業などから道路ボックスの築造が実施されている。

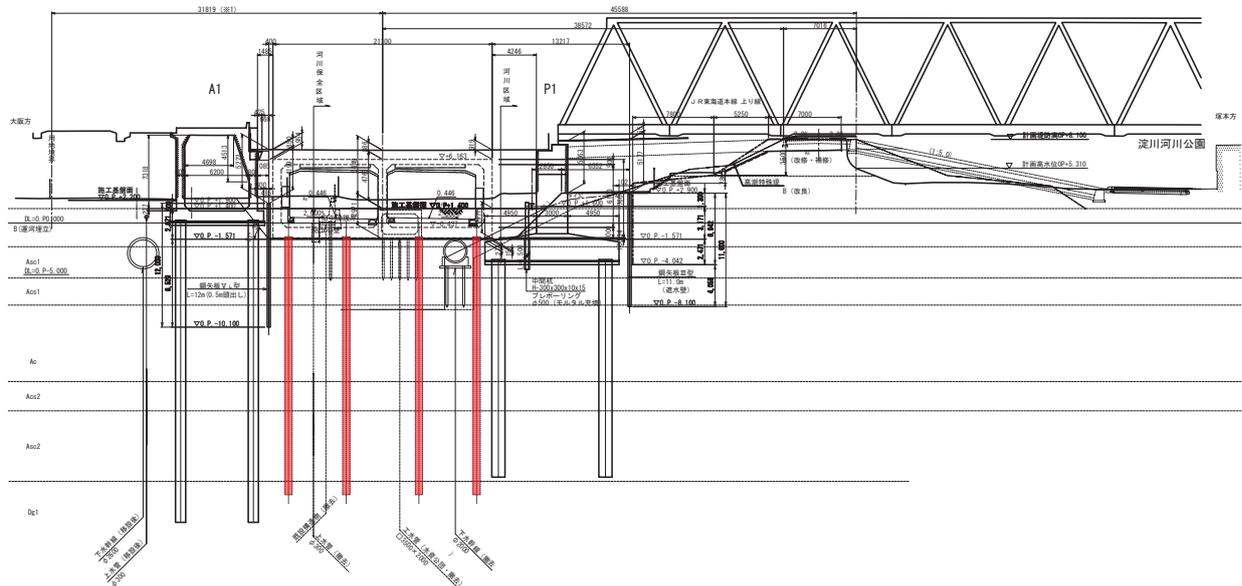


■回転杭の先端形状

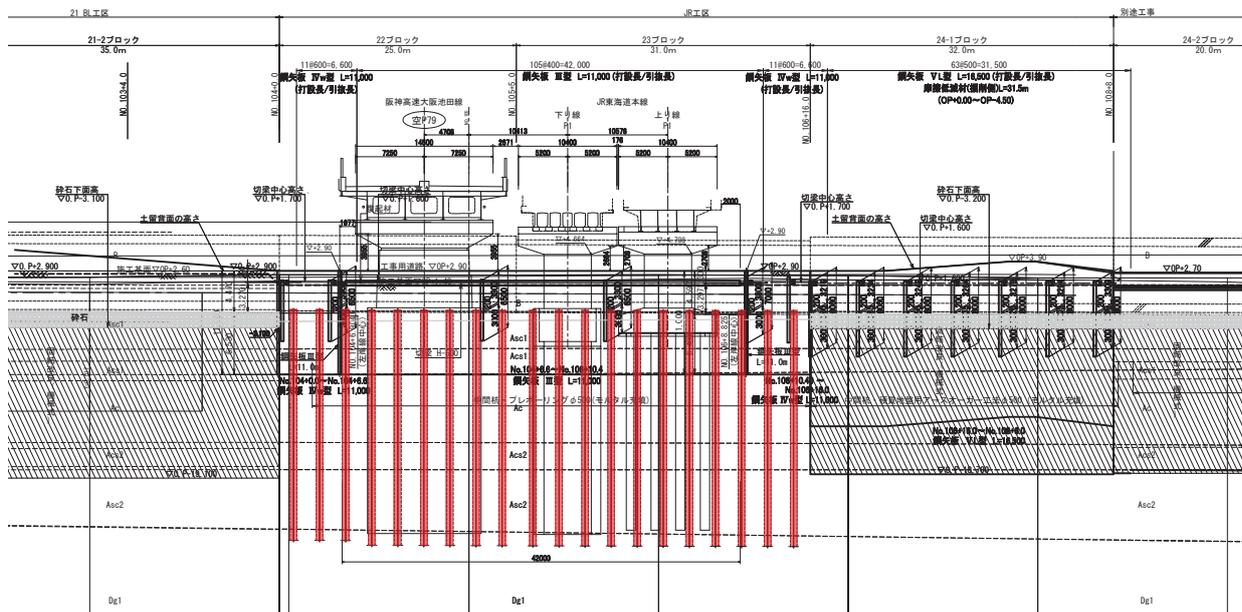
既設の地中構造物への影響が懸念されたことから、地盤改良による支持力確保ができない現地での制約を省スペース

で施工が可能な回転杭が解決したばかりか、供用中の鉄道直下の厳しい施工環境においても低空頭に対応した回転圧

入施工と機械式継手の採用で、高い安全性と品質を確保しながら迅速に施工した好例として記憶される事例となった。



■ JR東海道線直下 施工横断面図



■ JR東海道線直下 施工断面図



■ 機械式継手の施工状況



■ 低空頭・狭地施工機による回転杭の施工状況



■ 低空頭・狭地施工機による回転杭の施工状況

# 脚付き型で工程短縮とコスト削減を実現する 鋼管矢板基礎



■ 淀川左岸線（2期） 新御堂筋に近接する豊崎工区での鋼管矢板基礎の施工状況

## 河川内工事の工期短縮と 経済性で鋼管矢板基礎が採用

淀川左岸線（2期）の最東端に位置する豊崎工区では、新御堂筋（国道423号）と接続するインターチェンジの建設がすすめられている。そのうち新御堂筋南行きから淀川左岸線（2期）への入路部分では、新淀川大橋の既設部を拡幅してオンランプを新設する。その拡幅部の桁や床版などの構造を受けもつ河川内橋脚3基の基礎構造に鋼管矢板基礎が採用されている。

鋼管矢板基礎が選定された決め手は、ケーソン基礎との比較検討で施工期間が大幅に短縮され、経済的にも有利であると試算されたからである。

淀川左岸線（2期）は、2025年の大阪・関西万博開催時に暫定使用することが目標となっている。基礎にケーソンを築造する場合は河川内に別途、鋼矢板締切りが必要となる。施工区間は大深度まで軟弱地盤が連続することから、本体施工以外に付帯工事も伴うケーソン基礎よりも、仮締切り兼用で支持力確保にも実績が多数ある鋼管矢板基礎が工程面で有利

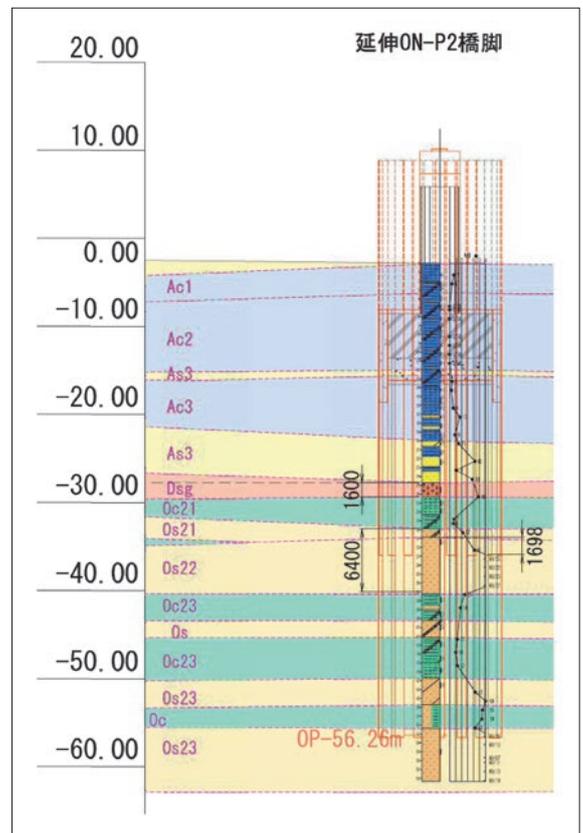
であるとして採用された。

## 工程短縮とコスト削減に貢献する、 脚付き型の鋼管矢板基礎

鋼管矢板基礎が採用された本工区の地盤は、安定した支持層として期待できる連続した地盤面が大深度に位置しており、3基の橋脚の支持層はいずれもO.P-60.0m付近の砂層（Os23層）とされている。

一方、P1橋脚のO.P-30.0m付近の砂礫層（Dgs層）と、P2、P3の各橋脚のO.P-40.0m付近の砂層（Os22層）が堅固な中間層として存在している。すべての

検討の結果、鋼管矢板を、この硬い地層を貫通して大深度の支持層まで打設するのは、設計・施工の両面で合理的でないことが判明した。そこで、打設する鋼管矢板の半数を水平抵抗のみ期待して中間層に打ち止める、脚付き型の鋼管矢板基礎構造が選択された。



■ P2橋脚 一般図と土質柱状図

本工区の橋脚3基の鋼管矢板基礎ではφ1000、t11～25、L=36.5～65.0m (SKY490)が合計84本使用された。脚付き型の鋼管矢板基礎が採用されたことで、すべての鋼管を支持層まで貫入する必要がなくなり、工程の短縮とコスト削減に大きく貢献している。

### 中掘り工法の併用で大深度へ60m級の長尺杭を確実に打設

本工区の鋼管矢板基礎は、現道である新御堂筋が近接するなど大都市部での施工であることから、騒音や振動、近接構造物への影響等に配慮し、圧入工法で施工された。

鋼管長60m級の長尺施工であることや水平抵抗が求められる中間層が存在することから、硬い礫などを含む硬質地盤への鋼管打設を確実にものとするため、中掘り工法も併用した鋼管打設が実施された。

ここで併用された中掘り工法は、先端にスライド式ボトムシャッターが取り付けられたカプセルホウと呼ばれる掘削機を打設される鋼管内に挿入し、常時、鋼管の下端付近を掘削する工法である。この中掘りで鋼管内の貫入抵抗が低減されるため、原地盤の緩みがなく、汚濁水の発生を抑えられる効果もある。

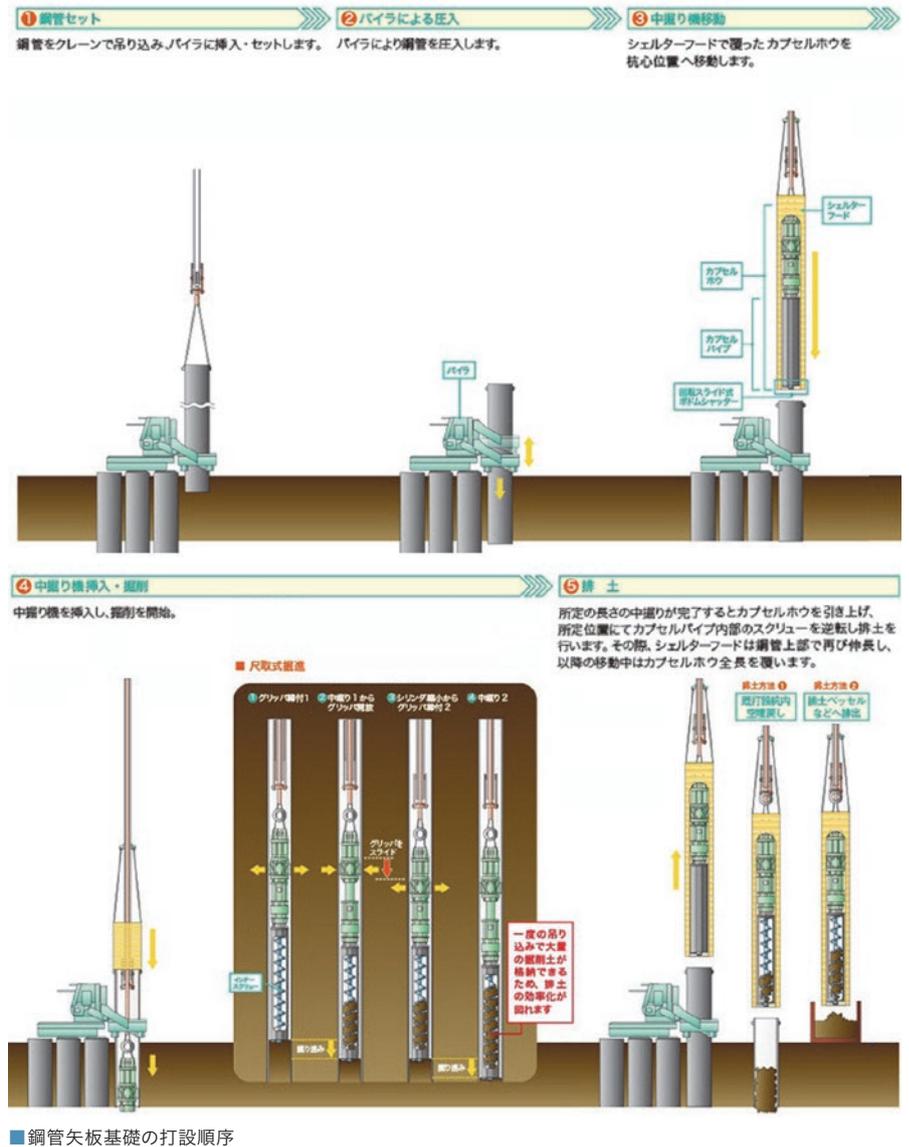
### 数多くのメリットで橋梁基礎に貢献する鋼管矢板基礎

施工エリアは歩行者も通行する新御堂筋に近接し、強風が発生しやすい淀川の河川内工事であることから、施工時の安全対策には細心の注意が払われた。クレーンで吊り込むカプセルホウが風の影響で橋桁に接触した場合を想定して緩衝材が設置されたほか、資機材から飛散す

る土埃や油類などが現道に影響をおよぼさないよう橋梁の欄干にスクリーンパネルを設置するなどの対策が施された。

現在、P1～P3の各橋脚では鋼管矢板の打設はすべて終了し、円型の鋼管矢板基礎から鉄筋コンクリート橋脚の造成に向けた配筋作業などが行われている。

軟弱地盤による大深度支持層への施工を短期施工で可能にし、堅固な中間層を生かした脚付き型を適用させるなど、地盤条件に応じた柔軟な設計対応でコスト削減も図りながら高剛性の基礎構造を実現する、鋼管矢板基礎の数々のメリットが発揮された施工事例となった。



■ 鋼管矢板基礎の打設状況



■ 鋼管矢板基礎の配置状況



■ 鋼管矢板基礎の内側で進む橋脚の施工状況

## 2025年度開催予定の大阪・関西万博期間は暫定使用

ここまでの、海老江ジャンクションから新御堂筋(国道423号)豊崎インターチェンジまでの延長約4.4kmで建設が進む「淀川左岸線(2期)」における鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板の適用事例を各工区で紹介してきた。淀川左岸線(2期)は、大阪市によると工事が順調に進捗すれば2032年度に事業完了する見通しとのことである。

事業完了を前に大阪・関西万博が開催される。淀川左岸線(2期)は、海老江ジャンクションから開通済みの淀川左

岸線(1期)と接続することで、大阪北部地域に位置する新大阪駅等の主要交通結節点から、大阪臨海部に位置する万博会場への最短アクセスルートとなることから、万博期間中に万博会場へのシャトルバスなどの専用車両が通行できるよう暫定使用することを図っている。

## 大阪の観光、物流から関西広域経済の活性化に寄与

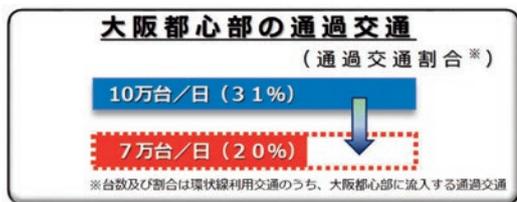
直近の整備効果としては、新大阪駅や大阪国際空港など大阪都心部の北側から万博会場へアクセスする来場者の円滑な輸送ルートとして大きく貢献す

るが、全線一般供用された際に、さらに波及効果が拡大するものと期待が高まっている。

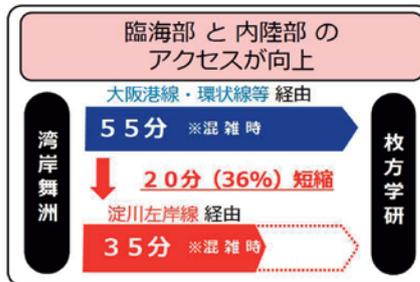
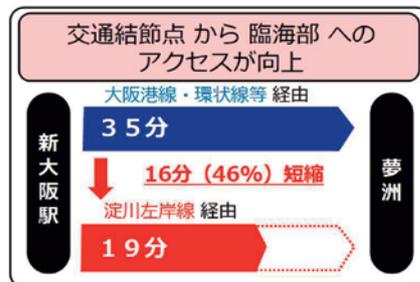
まず、大阪都心部に流入する通過交通の環状道路への転換による低減効果を約3割と見込む。この効果から、新大阪駅から万博会場の夢洲まで、従来の大阪港線・環状線等の利用と比較して約16分の時間短縮(46%減)が期待される。

さらに、豊崎インターチェンジから東側の近畿自動車道まで整備される淀川左岸線(延伸部)約8.7kmが完成、淀川左岸線(2期)と接続することで大阪臨海部と枚方学研インターチェンジまでの内陸部が高速道路網によって結ばれ、物流の効率化や企業立地の促進など大阪都市圏の経済的発展に大きく寄与するものと期待されている。

新大阪駅周辺は、今後も北陸新幹線やリニア中央新幹線の接続が見込まれ、西日本の交通拠点としての位置付けがますます高まるものとされている。そうした一大拠点から南へわずか2kmに位置する淀川左岸線の将来的な役割は非常に大きく、その淀川左岸線(2期)建設工事に多彩な工法で鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板が採用されたことは道路土木の歴史に残る事例として長く記憶されることであろう。

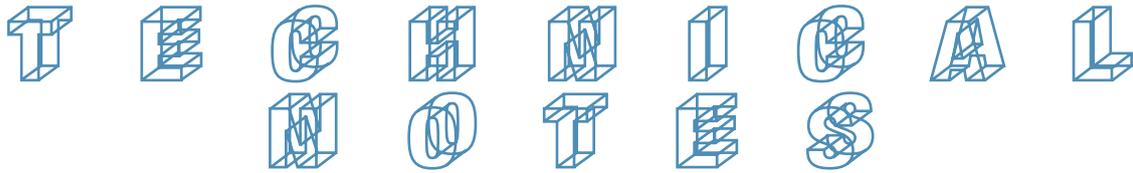


■整備効果で大阪都心部の交通混雑緩和を見込む



■延伸部を含む、淀川左岸線の事業概要

取材協力：大阪市、阪神高速道路(株)、西日本旅客鉄道(株)、国土交通省近畿地方整備局淀川河川事務所



# ずれ止め付きコンクリート充填部の終局耐力と変形性能

## —基礎部材の強度と変形性能(2022年:日本建築学会)より—

鋼管杭・鋼矢板技術協会 建築基礎技術委員会

### 1. はじめに

建築基礎技術委員会では、2013年4月から『建築基礎構造設計指針(日本建築学会)』の改定作業に参画し、鋼管杭に対する技術的評価の適正化と建築分野における鋼管杭の認知度向上を図るための活動を展開してきた。

2019年に改定された『建築基礎構造設計指針』(以下、『基礎指針』という)では、基本方針として、基礎構造についても上部構造と同様にレベル2荷重(設定した再現期間中に想定される最大級の荷重)に対して設計を行うことが掲げられた。また、新たに建物の重要度を考慮した性能グレード(安全レベル)が設定され、グレードに応じた要求性能を満足させることで、上部構造の性能に見合う基礎構造を選択することが可能となった。

しかしながら『基礎指針』では、基礎

部材に対して、要求性能を満足するかどうかを確認するための設計用限界値が具体的な工学量として定義されていなかった。鋼管杭については、巻末の付録(鋼管杭の保有性能)としての取り扱いであり、既製コンクリート杭や場所打ちコンクリート杭については『鉄筋コンクリート基礎構造部材の耐震設計指針(案)・同解説(2017年:日本建築学会)』(以下、『RC基礎部材指針(案)』という)を参考とする旨が例示されるのみであった。

このような経緯から、基礎部材に対して設計用限界値を具体的に設定する方法・手法を体系的に取りまとめる必要が生じたため、『RC基礎部材指針(案)』をもとに、鋼管杭を含めた基礎部材に関する最新の知見を取り入れ、改定版として『基礎部材の強度と変形性能(日本建築学会)』が2022年に発刊されるに至った。

建築基礎技術委員会では、『基礎指針』

での検討以降に実施した構造実験結果や再整理した既往のCFT部材(コンクリート充填鋼管部材)の構造実験結果などを踏まえ、鋼管杭における杭体頭部の標準仕様である「ずれ止め付きコンクリート充填部」に関する設計用限界値の新たな算定方法を考案し、これに反映させた。

本報告では、『基礎部材の強度と変形性能』の記載内容のうち、特に安全(終局)限界状態における杭体頭部(ずれ止め付きコンクリート充填部)の設計用限界値(耐力と変形性能)の算定方法について述べる。

### 2. ずれ止め部における支圧耐力

#### 2.1 φ600 試験体による押込み実験

##### (1) 実験概要

試験体にはφ600×t19(SKK490)の鋼管を用い、パイルキャップ(コンク

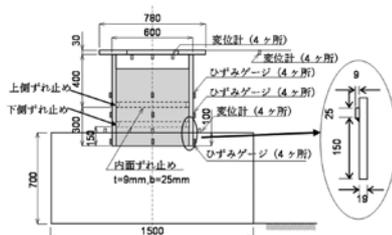


図2.1 φ600 押込み実験の試験体概要

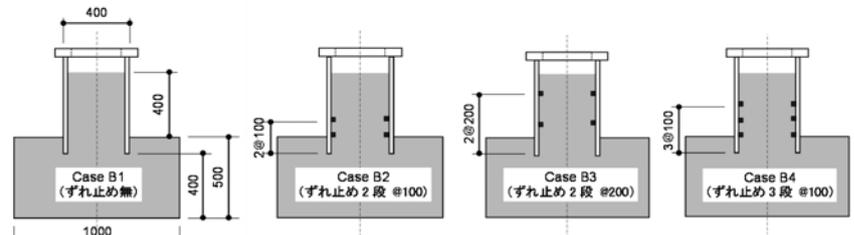


図2.3 φ400 押込み実験の試験体概要

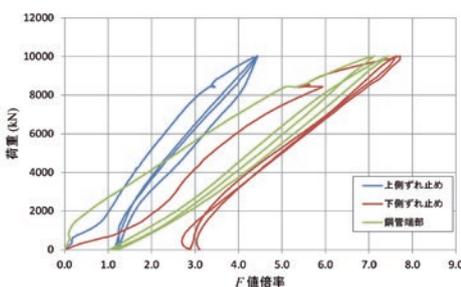


図2.2 荷重とF値倍率の関係

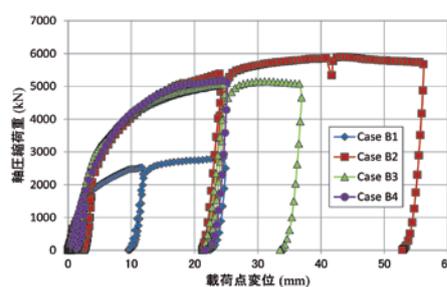


図2.4 載荷耐力と載荷点変位の関係

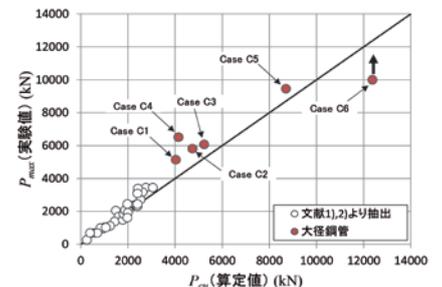


図2.5 実験値と算定値の比較

リート強度 $28.8\text{N/mm}^2$ )へ100mm埋め込む構造とした。ずれ止めは、厚さ $9\text{mm}\times$ 幅 $25\text{mm}$ (SS400)とし、鋼管内面に2段取り付けた。図2.1に試験体の概略を示す。なお、荷重方法は単調増減繰り返し荷重とした。

## (2) 実験結果 (支圧強度)

ずれ止め下面と鋼管端部の単位面積当たりの支圧強度をコンクリートの一軸圧縮強度( $F_c = 28.8\text{N/mm}^2$ )に対する比率(以下、 $F$ 値倍率という)として評価した。荷重と $F$ 値倍率の関係を図2.2に示す。 $F$ 値倍率は、概ね4.5~7.7であった。

## 2.2 $\phi 400$ 試験体による押込み実験

### (1) 実験概要

試験体には $\phi 400\times t12$ (SM490)の鋼管を用い、パイルキャップ(コンクリート強度 $9.75\text{N/mm}^2$ )へ100mm埋め込む構造とした。図2.3に試験体の概要を示す。ずれ止めは、厚さ $6\text{mm}\times$ 幅 $13\text{mm}$ (SS400)とし、鋼管内面に0~3段取り付けた。また、パイルキャップ部の配筋は $D10@150\text{mm}$ とした。

### (2) 実験結果

図2.4に実験結果を示す。Case B1では緩やかな初期勾配で荷重が増加し、約 $2000\text{kN}$ で勾配に変化が現れた。除荷後の残留応力が発生していないことから、この時点でコンクリートの支圧破壊が発生したものと考えられるが、最大荷重は約 $2800\text{kN}$ であった。

他の試験体では、いずれもCase B1と同様の初期勾配で荷重が増加し、約 $3300\text{kN}$ で勾配に変化が現れた。破壊は

ずれ止め部の支圧破壊ではなく、パイルキャップ部での破壊が先行したため、ずれ止め段数および取付け位置によらず、最大荷重は約 $5000\text{kN}$ となった。

## 2.3 ずれ止め部コンクリートの支圧強度

鋼管内にずれ止め(支圧リング)を取り付けた管内充填コンクリート部の押抜き耐力については、文献1), 2)にその報告がなされており、文献1)には、ずれ止め部コンクリートの最大支圧耐力式として(2.1)式が示されている。

$$P_{cu} = \alpha_c \cdot P_c \dots\dots\dots (2.1)$$

$$P_c = F_c \cdot (A_c \cdot A_r)^{1/2} \dots\dots\dots (2.2)$$

- $\alpha_c$ : 鋼管の径厚比による耐力上昇率
- $\alpha_c = 5.05 - 0.053D/t$  ……リング1枚の場合
- $\alpha_c = 5.32 - 0.054D/t$  ……リング2枚の場合
- $F_c$ : コンクリートのシリンダー圧縮強度( $\text{N/mm}^2$ )
- $A_c$ : コンクリートの断面積 ( $\text{mm}^2$ )
- $A_r$ : リングの投影面積 ( $\text{mm}^2$ )

鋼管内面のずれ止め部コンクリートの支圧強度 $\sigma_{ir}$ は、(2.1)式をもとにずれ止めによる支圧力の影響範囲が管内全域に及ぶものとして(2.3)式により算出することとした。

$$\sigma_{ir} = \alpha \cdot \sqrt{A_p / (z_n \cdot A_{ir})} \cdot F_c \dots\dots (2.3)$$

- $\sigma_{ir}$ : 鋼管内面のずれ止め部コンクリートの支圧強度 ( $\text{N/mm}^2$ )
- $\alpha$ : 既往の実験結果より推定した鋼管の径厚比による強度上昇率で下式による
- $\alpha = 5.05 - 0.053D/t \geq 1.0$
- $A_p$ : 鋼管の閉塞面積 ( $\text{mm}^2$ )
- $z_n$ : ずれ止めの段数
- $A_{ir}$ : 鋼管内面のずれ止め部の投影面積 ( $\text{mm}^2$ )
- $D$ : 鋼管の外径 (mm)
- $t$ : 鋼管の板厚 (mm)

文献1), 2)では、比較的小径の鋼管にて実験が実施されていたため、大径鋼管への適用性確認を目的として既往の押抜き実験結果をもとに検証を

行った。大径鋼管での実験ケースを表2.1に示す。図2.5は文献1), 2)のデータ中、ずれ止めと管内充填コンクリートのずれ変形により最大荷重 $P_{max}$ に至ったデータに大径鋼管での実験結果を加え、(2.1)式による支圧耐力 $P_{cu}$ との比較結果である。実験値と算定値は概ね一致している。

表2.1 大径鋼管での実験ケース

ケース名	鋼管		ずれ止め		コンクリート圧縮強度 ( $\text{N/mm}^2$ )
	径 (mm)	板厚 (mm)	高さ (mm)	段数	
Case C1	406.4	9.5	13	2	24.1
Case C2	406.4	12.7	13	2	24.1
Case C3	406.4	12.7	16	2	24.1
Case C4	400.0	16	13	2	20.0
Case C5	609.6	19	13	2	24.0
Case C6	800	22	13	2	24.0

## 3. 杭体頭部の構造性能

### 3.1 軸力・曲げ実験

#### (1) 実験概要

杭頭部を模擬したずれ止め付きコンクリート管内充填鋼管をテストベッド上に天地を逆にして設置し、鉛直力を加力しながら水平力を作用させ、挙動や終局曲げ耐力と変形性能を確認した(図3.1, 写真3.1参照)。

試験体は5体とし、試験部位には板巻鋼管 $\phi 488\times t9$ (SS400)、加力部位には一般構造用炭素鋼鋼管 $\phi 508\times$

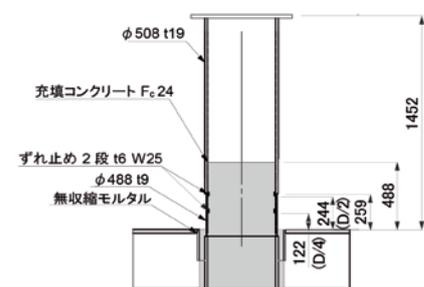


図3.2 試験体の概要

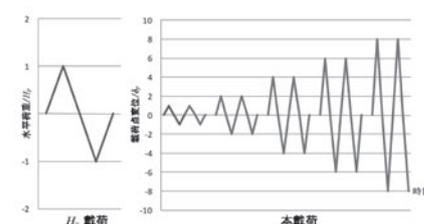


図3.3 荷重方法

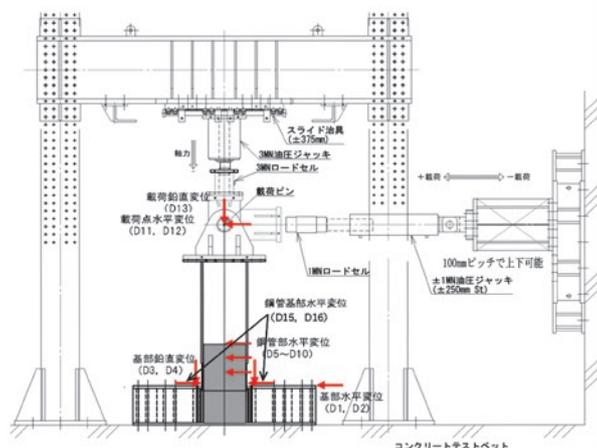


図3.1 軸力・曲げ実験の荷重装置(圧縮・曲げ)



写真3.1 試験体と試験装置

t19 (STK490) を使用した。試験部位鋼管内面の所定位置にずれ止めを2段取り付け、ベースプレート上端より488mm (鋼管径分) の位置まで管内にコンクリート ( $F_c24$ ) を打設した (図3.2, 表3.1参照)。

鉛直力  $P$  は、試験部位鋼管の降伏軸力  $N_y$  をもとに  $0.0N_y, 0.3N_y, 0.6N_y, -0.13N_y, -0.26N_y$  とし、水平力  $H$  は、鉛直力  $P$  の作用下における試験部位鋼管の全塑性モーメント  $M_p$  に一致する水平力  $H_p$  を作用させたときの変位量を基準変位量  $\delta_p$  として、各ステップの最大変位量 ( $\pm \delta_p, \pm 2\delta_p, \pm 4\delta_p, \pm 6\delta_p \dots$ ) に対応する値とした。

予備荷重 (水平力  $H$ :  $0\text{kN} \rightarrow 100\text{kN} \rightarrow -100\text{kN} \rightarrow 0\text{kN}$ ) 後、鉛直力  $P \rightarrow$  水平力  $H_p$  の順に荷重を作用させ、基準変位量  $\delta_p$  を計測して本荷重へ移行した。

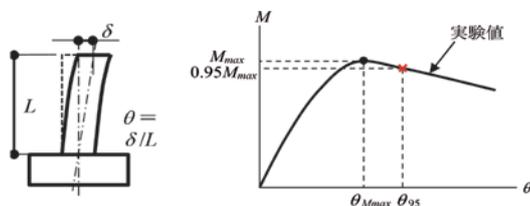
本荷重では、ステップ毎 (最大変位量:  $\pm \delta_p, \pm 2\delta_p, \pm 4\delta_p, \pm 6\delta_p \dots$ ) に荷重を2回繰返し (図3.3参照)、ステップ最大荷重が試験最大荷重の80%以下となった時点で実験を終了した。

表3.1 軸力・曲げ実験の試験体寸法

鋼管			加力部位 (電線管)			ずれ止め		充填コンクリート $F_c$
試験部位 (板巻き管)			加力部位 (電線管)			ずれ止め		
径 (mm)	板厚 (mm)	材質	径 (mm)	板厚 (mm)	材質	板厚 (mm)	幅 (mm)	
488	9	SS400	508	19	STK490	6	25	24

表3.2 軸力・曲げ実験結果

ケース名	試験部位鋼管				充填コンクリート			降伏軸力 $N_y$ (kN)	作用鉛直力 $P$ (kN)	軸力比	$M_y$ (kN·m)	$M_{max}$ (kN·m)	$\theta_{95}$ (rad)	
	降伏点 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比							
Case BA1					25.8				0	0	511.6	953.0	0.0349	
Case BA2	327.4	309.4	455.3	42.7	$2.085 \times 10^5$	25.1	$2.87 \times 10^4$	0.179	4190	1257	0.3	438.8	896.5	0.0243
Case BA3					26.1					2514	0.6	196.8	800.0	0.0133
Case BB1					$2.093 \times 10^5$	24.8	$2.75 \times 10^4$	0.187	3901	-500	-0.13	468.4	901.5	0.0628
Case BB2	294.7	287.9	449.7	41.8		27.3				-1000	-0.26	332.4	847.5	0.0792



降伏軸力  $N_y$ : 材料試験結果から求めた試験部位鋼管 ( $\phi 488 \times t9$ ) の軸圧縮降伏荷重 (鋼管断面積  $\times$  鋼管の降伏点)

軸力比 = 軸力比 = 作用鉛直荷重 / 降伏軸力

$M_y$ : 鋼管外縁のひずみが圧縮降伏ひずみまたは引張降伏ひずみに達したときの曲げモーメント

$M_{max}$ : 最大曲げモーメント

$\theta_{95}$ : 最大曲げモーメントから95%まで荷重低下したときの回転角



写真3.2 実験後の試験体 (Case BA3)



写真3.3 実験後の試験体 (Case BB2)

## (2) 実験結果

実験結果を表3.2に、実験終了後の状況を写真3.2, 3.3に示す。

### 【Case BA1】

正方向, 負方向とも、最大変位量  $6\delta_p$  の第1サイクル時に最大荷重を計測した。最大曲げモーメント  $M_{max}$ , 限界回転角  $\theta_{95}$  の正負平均値は、 $953\text{kN}\cdot\text{m}$ ,  $0.0349\text{rad}$  である。

### 【Case BA2】

正方向, 負方向とも、最大変位量  $4\delta_p$  の第1サイクル時に最大荷重を計測した。最大曲げモーメント  $M_{max}$ , 限界回転角  $\theta_{95}$  の正負平均値は、 $896\text{kN}\cdot\text{m}$ ,  $0.0243\text{rad}$  である。

### 【Case BA3】

正方向, 負方向とも、最大変位量  $4\delta_p$  の第1サイクル時に最大荷重を計測した。最大曲げモーメント  $M_{max}$ , 限界回転角  $\theta_{95}$  の正負平均値は、 $800\text{kN}\cdot\text{m}$ ,  $0.0133\text{rad}$  である。

### 【Case BB1】

正方向, 負方向とも、最大変位量  $12\delta_p$  の第1サイクル時に最大荷重を

計測した。最大曲げモーメント  $M_{max}$ , 限界回転角  $\theta_{95}$  の正負平均値は、 $902\text{kN}\cdot\text{m}$ ,  $0.0628\text{rad}$  である。

### 【Case BB2】

正方向, 負方向とも、最大変位量  $12\delta_p$  の第1サイクル時に最大荷重を計測した。最大曲げモーメント  $M_{max}$ , 限界回転角  $\theta_{95}$  の正負平均値は、 $847\text{kN}\cdot\text{m}$ ,  $0.0792\text{rad}$  である。

## 3.2 圧縮実験

### (1) 実験概要

10000kN アムスラー試験機を実験装置として、杭頭部を模擬したずれ止め付きコンクリート充填鋼管および比較用試験体をテストベッド (耐圧板) 上に天地を逆にして設置し、鉛直力を作用させ、挙動や終局圧縮耐力を確認した (図3.4, 写真3.4参照)。

試験体は4体とし、試験部位には板巻き鋼管  $\phi 488 \times t9$  (SS400)、加力部位には一般構造用炭素鋼管  $\phi 508 \times t19$  (STK490) を使用した。試験体の仕様を表3.3に、試験体の概要を図3.4に示す。Case CA1, Case CA2, Case CA4の試験体については、試験部位鋼管内面の所定位置にずれ止めを2段取り付け、鋼管下端から488mm (鋼管径分) の位置まで管内にコンクリート ( $F_c24$ ) を打設した。鋼管のひずみゲージ計測値を参考に、

試験体中心に鉛直力が加力されるよう調整した後、試験部位鋼管の局部座屈が十分に進展するまで平押し（定速一方向単調載荷）にて載荷した。

## (2) 実験結果

実験結果を表3.4に、実験終了後の状況を図3.5に示す。Case CA1が最も大きく、最大荷重は5017kNであった。Case CA2, Case CA3, Case CA4の最大荷重は試験部位鋼管の降伏軸力 $N_y$ （= 4036kN）と概ね等しいが、Case CA4のみが試験部位鋼管の降伏軸力 $N_y$ を若干下回る結果である。

## 4. 終局耐力と限界変形角

### 4.1 終局耐力

#### (1) 実験結果から得られた知見

軸力・曲げ実験、圧縮実験から得られた主な知見は、以下の通りである。

#### ①終局時の鋼管から管内充填コンク

リートへの荷重伝達は、圧縮荷重作用下では概ね上側ずれ止めにより、それ以外の場合では概ね下側ずれ止めにより行われる（写真3.2, 3.3）。

②管内充填コンクリートの圧壊は鋼管の局部座屈発生位置直上のずれ止め部とコンクリートの接触面（支圧面）で発生するが、接触面より内側のコンクリートには圧壊は生じていない（写真3.2, 3.3参照）。

③圧縮力が作用する場合には、圧縮領域の鋼管に局部座屈が発生して破壊に至っている。

④圧縮力が作用しない場合および引張力が作用する場合には、圧縮領域では鋼管に局部座屈が発生するものの、引張領域の鋼管が破断して破壊に至っている。

⑤圧縮力が作用しない場合の曲げ耐力が最も大きく、軸力比が大きくなるにつれて曲げ耐力は小さくなる。

#### (2) 終局耐力の算定における仮定

実験での知見を踏まえ、杭体頭部（ずれ止め付きコンクリート充填部）における終局耐力算定式は、以下の仮定にもとづくものとする。

①ずれ止めから管内充填コンクリートへの荷重伝達は、ずれ止め部の支圧によるものとする。

②鋼管から管内充填コンクリートへの荷重伝達には、ずれ止め1段しか寄与しないものとする。ただし、ずれ止め部コンクリートの支圧強度は、(2.3)式によりずれ止めの全支圧面積から求める。

③圧縮領域の鋼管の最大応力度は、局部座屈を考慮した応力度とする。

④引張領域の鋼管の最大応力度は、引張強さ（破断強度）とする。

#### (3) 終局耐力

軸力・曲げ実験から、杭体頭部（ずれ止め付きコンクリート充填部）の破

表3.3 圧縮実験の試験体寸法

ケース名	試験部位（板巻管）				加力部位（電縫管）				ずれ止め		充填コンクリート	
	径D (mm)	板厚t (mm)	材質	材長l (mm)	径D' (mm)	板厚t' (mm)	材質	材長l' (mm)	板厚s (mm)	幅w (mm)	$F_c$	長さh (mm)
Case CA1	488	9	SS400	244	508	19	STK490	294	6	25	24	488
Case CA2				6					25	—		
Case CA3				6					25	24	488	
Case CA4				50					6	25	24	488

表3.4 実験結果（最大荷重および最大荷重時変形量）

ケース名	試験部位鋼管			充填コンクリート			最大荷重 (kN)	最大荷重時変形量 (mm)
	降伏点 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )		
Case CA1	298	431	$2.04 \times 10^5$	28.8	3.7	$3.56 \times 10^4$	5017	2.90
Case CA2							4053	3.16
Case CA3							4098	3.39
Case CA4							3980	3.56

※充填コンクリートのヤング係数： $E_c = 3.35 \times 10^4 \times (\gamma / 24)^2 \times (F_c / 24)^{1/3}$ より  $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$ と仮定して算出

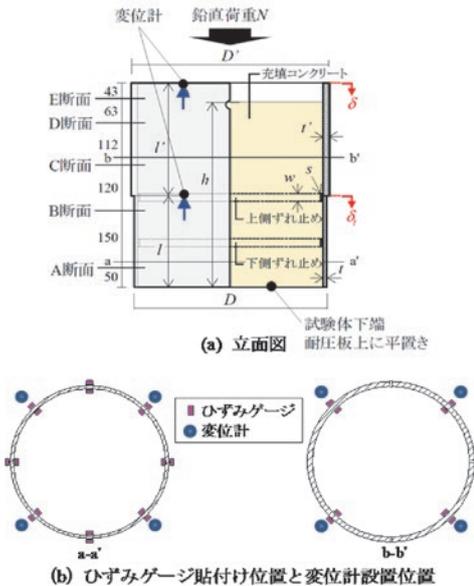


図3.4 試験体の概要

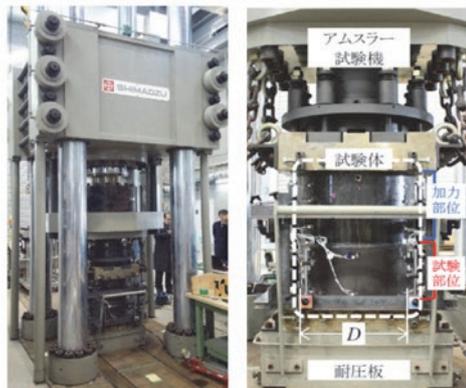


写真3.4 試験体と試験装置

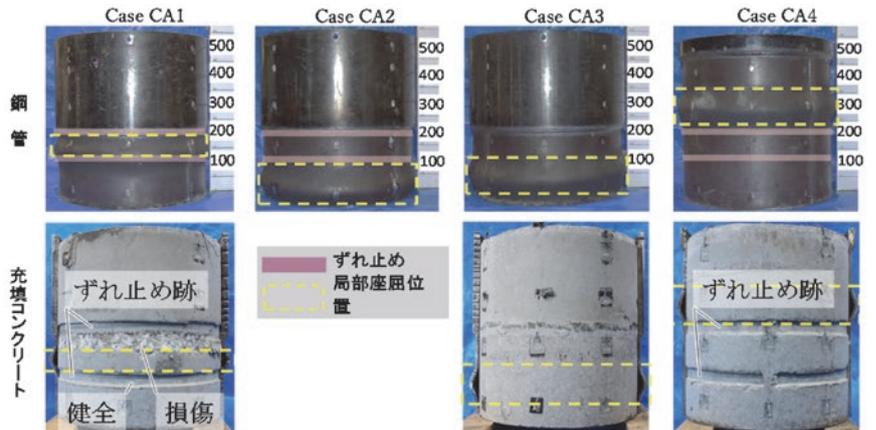


図3.5 実験後の試験体

## 【終局耐力の算定方法】

$$N_u = sN_u + cN_u \quad (4.1)$$

$$M_u = sM_u + cM_u \quad (4.2)$$

- $N_u$  : ずれ止め付きコンクリート充填鋼管部の終局軸耐力 (kN)
- $M_u$  : ずれ止め付きコンクリート充填鋼管部の終局曲げ耐力 (kN・m)
- $sN_u$  : 鋼管部の終局軸耐力 (kN)  $sN_u = 2 \cdot s r_m \cdot t (2\theta_o - \pi) \cdot s\sigma_u$
- $cN_u$  : コンクリート部の終局軸耐力 (kN)  $cN_u = \frac{1}{2} c\sigma_{ir} \{ c r_o^2 (2\theta_o - \sin 2\theta_o) - c r_i^2 (2\theta_i - \sin 2\theta_i) \}$
- $sM_u$  : 鋼管部の終局曲げ耐力 (kN・m)  $sM_u = 4 \cdot s r_m^2 \cdot t \cdot \sin \theta_o \cdot s\sigma_u$
- $cM_u$  : コンクリート部の終局曲げ耐力 (kN・m)  $cM_u = \frac{2}{3} c\sigma_{ir} (c r_o^3 \cdot \sin^3 \theta_o - c r_i^3 - \sin^3 \theta_i)$
- $s r_m$  : 鋼管の中心半径 (m)
- $s\sigma_u$  : 鋼管断面内の圧縮領域と引張領域を考慮して、加重平均した鋼管の終局限界応力度 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $s\sigma_u = \frac{(\pi - \theta_o) \cdot s\sigma_b + \theta_o \cdot s\sigma_{cy}}{\pi}$
- $s\sigma_b$  : 鋼管の引張強さ (kN/m<sup>2</sup>)
- $s\sigma_{cy}$  : 局部座屈を考慮した鋼管の降伏応力度 (kN/m<sup>2</sup>)  $s\sigma_{cy} = \left( 0.8 + 2.5 \frac{t}{D/2} \right) \cdot s\sigma_y$
- $s\sigma_y$  : 鋼管の降伏応力度 (kN/m<sup>2</sup>)
- $c\sigma_{ir}$  : ずれ止め部コンクリートの支圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)  $c\sigma_{ir} = \alpha \sqrt{A_p / (s n \cdot A_{ir})} \cdot F_c$
- $\alpha$  : 既往の実験結果より推定した強度上昇率
- $A_p$  : 鋼管の閉塞面積 (m<sup>2</sup>) (図4.2参照)  $A_p = \pi \cdot c r_o^2$
- $s n$  : ずれ止めの段数
- $A_{ir}$  : 鋼管内面のずれ止め部支圧面積 (m<sup>2</sup>) (図4.2参照)  $A_{ir} = \pi (c r_o^2 - c r_i^2)$
- $D$  : 鋼管の外径 (m)
- $t$  : 鋼管の板厚 (m)
- $F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- $c r_o$  : ずれ止め部コンクリートの外半径 (m) (図4.1参照)
- $c r_i$  : ずれ止め部コンクリートの内半径 (m) (図4.1参照)
- $\theta_o$  : 中立軸とずれ止め部コンクリート外半径とのなす角度 (rad)
- $\theta_i$  : 中立軸とずれ止め部コンクリート内半径とのなす角度 (rad)

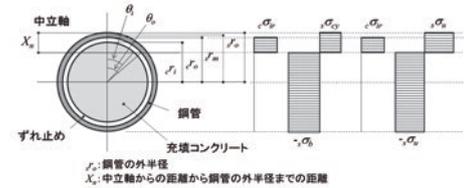


図4.1 終局限界状態における応力分布の仮定 (模式図)

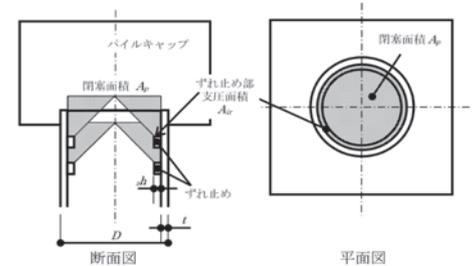


図4.2 ずれ止め部コンクリートの支圧強度概念図

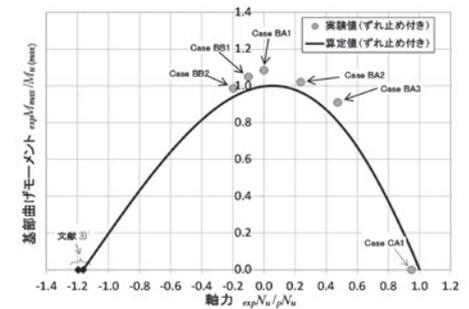


図4.3 終局耐力の実験値と算定値の比較

壊を (2) のように仮定したが、終局状態 (破壊に至る前の状態) では、部材断面が全塑性状態にあるものと仮定 (図4.1参照) する。終局耐力 (軸耐力と曲げ耐力) は、鋼管の部材耐力とずれ止め部における管内充填コンクリートの支圧耐力との和として、(4.1) 式、(4.2) 式により算定することとした。

ただし、終局状態における鋼管の応力度は、仮定③、④にもとづき圧縮領域と引張領域により加重平均した終局限界応力度とし、ずれ止め部における管内充填コンクリートの支圧強度については、仮定②による。

## 4.2 変形性能

軸力・曲げ実験結果 (3章) だけではデータ数が少なく、変形性能の適切な評価が難しかったことから、ずれ止めのないコンクリート充填鋼管による既往の実験結果も参考にしつつ、変形性能の算定方法を考案した。

### (1) 既往の軸力・曲げ実験結果

CFT 部材の耐力と変形性能に関する軸力・曲げ実験は数多く報告されているものの、φ400以上の鋼管やスパイラル鋼管を用いた実験は少なく、実験データは、文献4) ~ 7) に示される14データのみである。表4.1にずれ止

めのないコンクリート充填鋼管による既往の軸力・曲げ実験結果を示す。

### (2) 変形性能

中空鋼管の塑性変形能力が軸力比や基準化径厚比に大きく依存すること、CFT 部材の塑性変形能力が充填コンクリートの充填長に依存することから、軸力比、鋼管の基準化径厚比、コンクリート充填長比をパラメータとして、変形性能の算定方法を構築した。

なお、作用軸方向力の影響については、軸力比  $\rho$   $\eta$  をもとに終局軸耐力に対する軸力余裕度 ( $= 1 - \rho \eta$ ) として、鋼管の径厚比の影響については、中空鋼管の塑性変形能力評価 (圧縮・曲げ実験結果) で一般的に用いられている基準化径厚比<sup>7)</sup>にて考慮した。

終局軸耐力に対する軸力余裕度/基準化径厚比・コンクリート充填長比と  $E R_{M_{max}}$  の関係を図4.4に、 $E R_{95}$  の関係を図4.5に示す。 $E R_{M_{max}}$  は (4.3) 式に示すように実験における最大曲げモーメント時の変形角  $E \theta_{M_{max}}$  と試験体各部を弾性体と仮定して求めた終局曲げ耐力時の変形角  $\theta_{Mu}$  の比から、 $E R_{95}$  は (4.4) 式に示すように実験における限界変形角  $E \theta_{95}$  (表3.2中の図を参照) と  $\theta_{Mu}$  の比から求めた塑性変形能力である。

図4.4, 4.5に示すように、終局軸耐力に対する軸力余裕度/基準化径厚比・コンクリート充填長比と実験より得られた塑性変形能力 ( $E R_{M_{max}}$ ,  $E R_{95}$ ) には明確な相関が認められる。この相関を原点基準の簡易式で回帰すると、図中の式が得られる。これを塑性変形能力の算定式とし、終局曲げ耐力に達した時の変形角  $\theta_{M_{max}}$  および限界変形角  $\theta_{95}$  は、(4.6) 式、(4.7) 式により算定することとした。

## 5. おわりに

鋼管杭の杭体頭部 (ずれ止め付きコンクリート充填部) については、構造性能を概ね評価することができた。今後は、その直下にある「ずれ止めの無いコンクリート充填部」についても、構造性能の評価が必要となる。

表4.1 ずれ止めのないコンクリート充填鋼管による既往の軸力・曲げ実験結果

文献番号	試験体名	鋼管杭仕様			充填コンクリート		作用鉛直力 (kN)	$M_{max}$ (kN・m)	限界変形角 $\theta_{95}$ (rad)	
		径 $D$ (mm)	板厚 $t$ (mm)	材質	降伏点 (N/mm <sup>2</sup> )	充填長				圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
4)	A7-C	400	7	SKK490	409	3.375D	19.6	408	565.1	0.0291
	A9-C	400	9	SKK490	470	3.375D	18.6	522	844	0.0378
5)	2	600	9.07	SKK400	309.2	1D	25.4	1176.8	970.5	0.0172
	3	600	6.01	SKK400	286.2	1D	28.1	784.5	580.2	0.0115
	4	600	9.07	SKK400	309.2	0.5D	23.8	1176.8	959.1	0.0143
6)	No.1-1	450.9	4.37	SS400	302.7	0.543D	12.6	278.3	264.1	0.0106
	No.1-2	451	4.41	SS400	303.5	1.164D	12.6	281.7	296.3	0.0120
	No.1-3	451.2	4.41	SS400	303.5	1.900D	12.6	281.8	320.7	0.0134
	No.2-1	501.3	5.76	SS400	287.3	0.314D	22.5	386.5	426.9	0.0096
	No.2-2	501.3	5.76	SS400	287.3	0.593D	22.5	386.5	458.5	0.0052
	No.2-3	501.3	5.76	SS400	287.3	0.977D	22.5	386.5	460.3	0.0154
	No.2-4	501.3	5.76	SS400	287.3	1.710D	22.5	386.5	516.2	0.0176
	F1S	400.0	9.1	不明	295.2	2.725D	30.1	675.7	639.6	0.0347
F3S	400.0	9.1	不明	295.2	2.725D	29.7	1931.9	483.5	0.0210	

【実験結果に対する変形性能の算定】

$$E R_{Mmax} = E \theta_{Mmax} / \theta_{Mu} - 1 \quad (4.3)$$

$$E R_{95} = E \theta_{95} / \theta_{Mu} - 1 \quad (4.4)$$

$$\theta_{Mu} = \frac{M_u \{1 - \alpha_{pl} \cdot L / \tan(\alpha_{pl} \cdot L)\}}{N \cdot L}$$

$$\theta_{Mu} = \frac{M_u \cdot L}{3EI_{eq}}$$

$$\theta_{Mu} = \frac{M_u \{1 - \alpha_{pl} \cdot L / \tanh(\alpha_{pl} \cdot L)\}}{N \cdot L}$$

$$\alpha_{pl} = (|N| / EI_{eq})^{0.5}$$

$$p \cdot N_u = 2 \cdot s \cdot r_m \cdot t \cdot \pi \cdot s \cdot \sigma_{cy} + (r_o^2 - r_i^2) \pi \cdot c \cdot \sigma_{ir} \text{ (ずれ止め付き)} \quad (4.5a)$$

$$p \cdot N_u = 2 \cdot s \cdot r_m \cdot t \cdot \pi \cdot s \cdot \sigma_{cy} + r^2 \cdot \pi \cdot c \cdot \sigma_u \text{ (ずれ止めなし)} \quad (4.5b)$$

$\theta_{Mu}$ : 部材を弾性体と仮定したときの終局曲げ耐力時の変形角 (rad)

$M_u$ : コンクリート充填鋼管部材の終局曲げ耐力 (kN・m) で、(4.2) 式による

$L$ : 部材長さ (載荷点距離) (m)

$N$ : 作用鉛直力 (作用軸方向) (kN)

$E I_{eq}$ : 部材 (試験体) の等価曲げ剛性 (kN・m<sup>2</sup>) で、下式による (図4.6参照)

$$\frac{L^3}{E I_{eq}} = \frac{L^3 - (l_2 + l_3)^3}{E_1 I_1} + \frac{(l_2 + l_3)^3 - l_3^3}{E_2 I_2} + \frac{l_3^3}{E_3 I_3}$$

$c \cdot \sigma_u$ : 管内充填コンクリートの圧縮強度 (kN/m<sup>2</sup>)

$c \cdot r$ : 管内充填コンクリートの半径 (m)

【変形性能の算定方法】

$$\theta_{Mmax} = (R_{Mmax} + 1) \theta_{Mu}, R_{Mmax} = 0.172 \frac{1 - N / p \cdot N_u}{\beta} \cdot \frac{\xi \cdot c \cdot L_c}{D}$$

$$\theta_{95} = (R_{95} + 1) \theta_{Mu}, R_{95} = 0.003 \left[ \frac{1 - N / p \cdot N_u}{\beta} \cdot \frac{\xi \cdot c \cdot L_c}{D} \right]^2 + 0.167 \frac{1 - N / p \cdot N_u}{\beta} \cdot \frac{\xi \cdot c \cdot L_c}{D}$$

$\theta_{Mmax}$ : 終局曲げ耐力到達時における変形角 (rad)

$R_{Mmax}$ : 終局曲げ耐力到達時における塑性変形能力

$\theta_{95}$ : 限界変形角 (rad)

$R_{95}$ : 限界変形角時における塑性変形能力

$p \cdot N_u$ : ずれ止め付きコンクリート充填鋼管部材が圧縮力のみを受ける場合の終局軸耐力 (kN) で、(4.5a) 式による

$\beta$ : 基準化径厚比  $\beta = \frac{D}{t} \cdot \frac{s \cdot \sigma_y}{E_s}$

$E_s$ : 鋼管の弾性係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$\xi$ : 鋼管コンクリート断面が全塑性状態にあるときの引張領域の有効領域比で、全断面に対する引張領域比率の2/3とする

$L_c$ : 管内充填コンクリートの換算充填長 (m)

$$L_c = \frac{s \cdot n \cdot (c \cdot r_o^2 - c \cdot r_i^2) \cdot c \cdot \sigma_{ir}}{c \cdot \tau \cdot D_i}$$

$c \cdot \tau$ : 鋼管と管内充填コンクリートの付着強度 (kN/m<sup>2</sup>) で、 $c \cdot \tau = 500$  とする

【参考文献】

- 1) 宮尾俊明, 中村信行, 杉山武彦: 裏あてリング付コンクリート充填鋼管柱の付着耐力評価, 日本建築学会 技術報告集, 第4号, pp.51-56, 1997.3
- 2) 高木潤一, 中村信行, 宮尾俊明, 猪砂利次, 杉山武彦, 難波隆行: 鋼管内部にリング状の機械的すべり止めを有するコンクリート充填円形鋼管柱の付着耐力評価, 日本建築学会大会梗概集, pp.1131-1132, 1999.9
- 3) 井本晋太郎, 蛭川利彦, 窪寺弘顕: 引張軸力を受けるコンクリート充填鋼管部材の力学性状に関する実験的研究, 日本建築学会九州支部研究報告 第51号, pp.741-744, 2012.3
- 4) 秋山充良, 内藤英樹, 小野潔, 山口恭平, 鈴木基行: コンクリート充填スパイラル鋼管

- 柱の正負交番載荷実験とその耐震性能評価法に関する基礎的研究, 土木学会 構造工学論文集, Vol.55A, pp.662-669, 2009.3
- 5) 中山裕章, 吉田映, 柳本泰伴, 嶋津晃臣, 龍田昌毅, 河野謙治: 鋼管杭の水平耐力に関する実大曲げ圧縮試験, 土木学会 年次学術講演会講演概要集第3部 (B), 第51巻, pp.46-47, 1996.8
- 6) 折野明宏, 井浦雅司: 部分的にコンクリートを充填した円形鋼製橋脚の挙動, 土木学会 第3回鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計への応用に関する論文集, pp.83-88, 1999.11
- 7) 津田恵吾, 松井千秋: 一定軸力と変動水平力を受ける円形鋼管柱の弾塑性性状, 日本建築学会構造系論文集, 第505号, pp.131-138, 1998.3

- 8) 廣瀬智治, 柳悦孝, 高野公寿, 脇屋泰士, 鈴木正明, 増田敏聡, 外山征: 鋼管杭の杭頭結合構造に関する研究 (その1) ~ (その4), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 I, pp.529-536, 2006.7
- 9) 外山征, 廣瀬智治, 高野公寿, 脇屋泰士, 柳悦孝, 増田敏聡, 鈴木正明: 鋼管杭の杭頭結合構造に関する研究 (その5) ~ (その7), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 I, pp.547-552, 2007.7
- 10) 廣瀬智治, 柳悦孝, 市川和臣, 高野公寿, 木村祥裕: 鋼管杭におけるコンクリート充填部の終局曲げ耐力と変形性能の評価, 日本建築学会構造系論文集, 第87巻, 第798号, pp.737-748, 2022.8

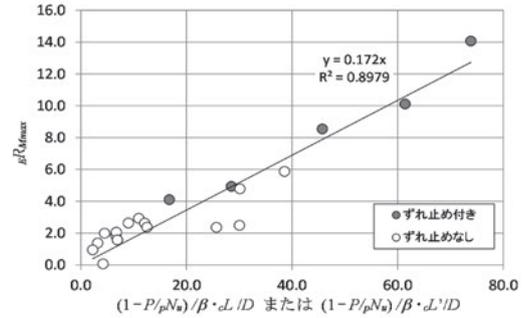


図4.4 軸力余裕度 / 基準化径厚比・管内充填コンクリートの充填長比と  $E R_{Mmax}$  の関係

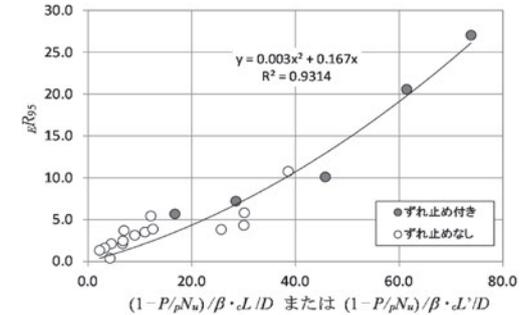


図4.5 軸力余裕度 / 基準化径厚比・管内充填コンクリートの充填長比と  $E R_{95}$  の関係

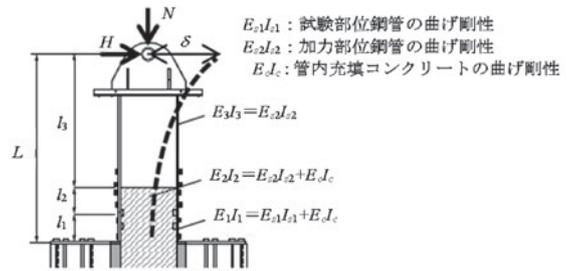


図4.6 等価曲げ剛性の算定に用いる記号

## 1 鋼管杭施工管理士（資格制度のうごき）

2017年 8月 （一社）鋼管杭・鋼矢板技術協会、（一社）全国基礎工事業団体連合会、（一社）全国圧入協会の3協会が鋼管杭施工管理士資格制度を創設

2018年11月 鋼管杭施工管理士検定試験（第1回）を全国4会場（仙台、東京、大阪、福岡）で実施

2019年 2月 鋼管杭施工管理士検定試験（第1回）の合格者発表

）

2022年11月 鋼管杭施工管理士検定試験（第5回）を全国4会場（仙台、東京、大阪、福岡）で実施

2023年 2月 鋼管杭施工管理士検定試験（第5回）の合格者発表

## 2 技術講習会・説明会開催実績

### (1) 鋼管杭施工管理技術者育成講習会（共催）

- ・主 催：（一社）全国基礎工事業団体連合会
- ・開催日：2022年8月21日 連合会館（東京）＋WEB配信（同時）
- ・内 容：鋼管杭工法の基礎知識・専門知識（設計・施工）、安全管理、環境保全対策、関連法規、技術者倫理ほか  
（テキスト：鋼管杭－施工と施工管理－）

### (2) 建設コンサルタンツ協会講習会 中部支部 令和4年度 構造土質委員会 第1回技術講習会（共催）

- ・主 催：（一社）建設コンサルタンツ協会 中部支部
- ・開催日：2022年9月21日 WEB配信
- ・内 容：鋼管杭の設計・施工に関する留意点

### (3) 2022年度 鋼構造技術者育成講習会

- ・主 催：（一社）日本鋼構造協会
- ・開催日：2022年11月16日 大阪公立大学文化交流センター
- ・内 容：鋼製基礎・鋼管杭

### (4) 建設コンサルタンツ協会講習会 関東支部 令和4年度 鋼矢板・鋼管杭に関する技術講習会（共催）

- ・主 催：（一社）建設コンサルタンツ協会 関東支部
- ・開催日：2022年12月8日 WEB配信
- ・内 容：鋼矢板技術の基礎、鋼矢板・鋼管矢板・鋼管杭に関するQ&A、鋼矢板技術に関する最新動向ほか

## 3 協会発行の新出版物のご案内

●鋼管杭－施工と施工管理－ 2022年7月

## 4 各種技術活動

### (1) 外部委員会活動

- ◇（公社）日本道路協会
  - ・鋼管矢板基礎設計施工便覧改定WG
- ◇（一社）日本建築学会
  - ・基礎部材の強度と変形性能小委員会
  - ・建築基礎構造設計指針 設計例改定小委員会

### (2) 共同研究

- ・波崎海洋研究施設における鋼管杭の防食法に関する長期暴露試験に関する研究（港湾空港技術研究所ほか）
- ・栈橋のレベル2地震に対する耐震設計法の高精細化に関する研究（港湾空港技術研究所）

## 5 技術論文・報文の発表

- ① 水谷太作：鋼管矢板基礎の変遷と今後の展望，基礎工（2022年5月号）
- ② 澤石正道・渡辺米利・水谷太作：道路橋における鋼管矢板基礎の設計，基礎工（2022年5月号）
- ③ 鈴木友之：鋼管矢板の打設方法と鉛直支持力，基礎工（2022年5月号）
- ④ 後藤宏輔：鋼管矢板基礎の継手管部の構造と性能，基礎工（2022年5月号）
- ⑤ 宮北啓伍・山口昭：鋼管矢板の現場継手構造と施工，基礎工（2022年5月号）
- ⑥ Tomoyuki Suzuki：The technological transition of steel pipe piles, tubular sheet piles, and steel sheet piles, IPA Newsletter September 2022（鈴木友之：鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板の技術変遷，国際圧入学会 ニュースレター 2022年9月号）
- ⑧ 廣瀬智治・古川幸・石川裕貴・木村祥裕：縮小模型試験体によるずれ止め・付着の有無に着目したコンクリート充填鋼管杭頭部の終局耐力評価 その1～2，2022年度日本建築学会大会（北海道）
- ⑨ 石川裕貴・古川幸・廣瀬智治・木村祥裕：縮小模型試験体によるずれ止め・付着の有無に着目したコンクリート充填鋼管杭頭部の終局耐力評価，鋼構造年次論文報告集（第30巻）
- ⑩ Toshiharu Hirose：Steel Pipe Piles, Tubular Sheet Piles, Steel Sheet Piles Confronting Natural Disasters, IPA Newsletter December 2022（廣瀬智治：自然災害と向き合う鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板，国際圧入学会 ニュースレター 2022年12月号）
- ⑪ 廣瀬智治：鋼管杭：杭の先端支持力－杭工法の変遷と支持力性能－，鉄構技術（2023年2月号）

## 6 設立（創立）50周年記念事業

当協会は2021年8月に設立（創立）50周年を迎えました。これを記念した活動について、ご紹介いたします。

### (I) 設立50周年記念誌 半世紀を振り返って、次の半世紀へ

当協会は2021年8月に設立（創立）50周年を迎えたことを記念して50周年記念誌を作成・発刊いたしました。50周年記念誌は下記内容で構成されております。

ごあいさつ

- 1章 巻頭寄稿・祝辞
- 2章 技術変遷（設計・施工）
- 3章 我が国の自然災害と防災・減災に向けて  
－鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板が果たしてきた役割－
- 4章 鋼管杭施工管理士資格の創設と実施
- 5章 JASPPのあゆみ
- 6章 JASPP発行の技術資料
- 7章 時代を超える鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板  
－「明日を築く」建設レポートのプロジェクトのいま－



「技術変遷（設計・施工）」では、戦後から現在に至るまでの世の中の動きに合わせた鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板の製品仕様の変化やJIS改正、施工方法の変遷等を「共通」に、各分野における主要な変遷を「道路」「鉄道」「港湾」「河川」「建築」として分野ごとに分け、年代ごとに設計及び施工の両面から記載しております。

「我が国の自然災害と防災・減災に向けて」では、過去から現在に至るまでの主要な地震災害や風水害を追いながら、それからの復旧、防災や減災に資する技術として、鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板がどのように貢献し、発展してきたかを紹介しております。

「鋼管杭施工管理士資格の創設と実施」では、鋼管杭施工管理士の資格制度を立ち上げるに至った経緯から、検定試験の概要や今後の展望をまとめております。

「時代を超える鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板」では、本誌で連載しております「未来FRONT」で過去にレポートしたプロジェクトの『いま』を紹介しております。

50周年記念誌は、当協会のWebサイト（<http://www.jaspp.com/>）からも閲覧・ダウンロードができます。右のQRコードからもアクセス可能ですので、ぜひアクセスしてみてください。



## (2) Webサイトのリニューアル

2022年10月に当協会のWebサイトをリニューアルしました。デザインを一新しただけではなく、スマートフォンやタブレットにも適用させるなどの機能面についても充実させました。主な掲載内容は下記のとおりです。

### 主なHP掲載内容

- ・ 鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板についての紹介、適用事例
- ・ 当協会からの発行資料  
協会誌「明日を築く」、50周年記念誌、技術資料（標準製作仕様書、附属品の標準化ほか）など
- ・ 打撃工法、中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）、鋼管ソイルセメント杭工法  
回転杭工法の施工管理要領 動画配信
- ・ 各種講習会、鋼管杭施工管理士検定試験のご案内

今後も業界の最新情報を反映し、適宜更新していきます。

インターネットで「JASPP (http://www.jaspp.com/)」と検索または右のQRコードからもアクセス可能ですので、ぜひアクセスしてみてください。



トップページ

サブページ一例（発行資料一覧）

### (3) 創立50周年記念講演会「半世紀を振り返り、次の半世紀へ」

50周年を記念して、講演会を開催しています。その時の内容を『明日を築く特別号(89号)』にてダイジェストで紹介しております。明日を築く特別号(89号)は、当協会のWebサイト(<http://www.jaspp.com/>)からも閲覧・ダウンロードができます。右のQRコードからもアクセス可能ですので、ぜひアクセスしてみてください。



開催日時：2022年2月21日 14:00～17:15

開催方法：WEBによるライブ配信(参加者/約300名)

#### 【講演会の内容】

##### 1. 開会あいさつ

(一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会 会長/日本製鉄(株) 常務取締役 今井 正

日頃から業界活動に多大なご協力を戴いておりますこと、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

本日の講演会ですが、「半世紀を振り返り、次の半世紀へ」と題し、鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板の半世紀に亘る歴史を振り返るとともに、次なる半世紀への第一歩に資する内容となっております。最初に当協会から、その後に3名の方のご講演を予定しておりますが、聴講される皆さんも大変にご興味のある内容と思います。

ご講演を引き受けて戴きました講師の皆様方には、心より厚く御礼申し上げます。それでは、ご拝聴の程、お願い致します。簡単ですが、挨拶とさせていただきます。



##### 2. 鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板の技術のあゆみ

(一社) 鋼管杭・鋼管矢板技術協会 広報WG長 鈴木 友之

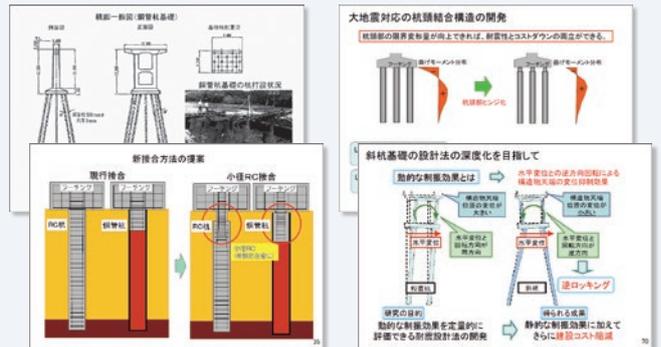
鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板の技術的進化や基準化に向けた当協会のこれまでの取組みを時系列的に紹介



##### 3. 新幹線鉄道における鋼管杭の技術変遷

(株) レールウェイエンジニアリング 青木 一二三 技術統括部長

大型インフラ整備の象徴ともいえる新幹線建設において、鋼管杭基礎の得た高い信頼と着実な発展を紹介



##### 4. 本四架橋における長寿命化への取組み

本州四国連絡高速道路(株) 長大橋技術部 西谷 雅弘 次長

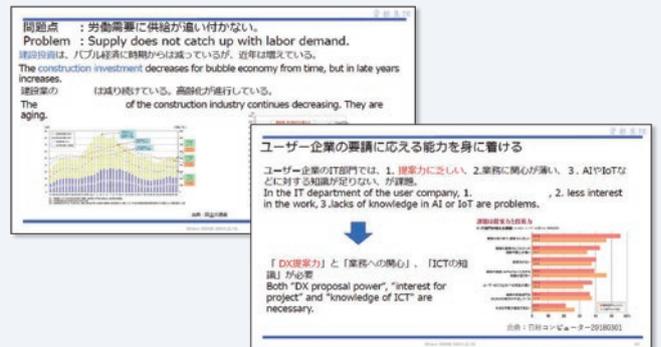
美しい瀬戸内海の自然環境と見事に調和した長大橋における先進的な維持管理技術を現場での運用状況とともに紹介



##### 5. 建設DXの基礎知識と今後の動向

東洋大学 情報連携学部 曾根 真理 教授

一般的に難解と言われる建設DXに対して、今後のインフラ整備における展望を講師の経験や考えを交えながら紹介



##### 6. 閉会あいさつ

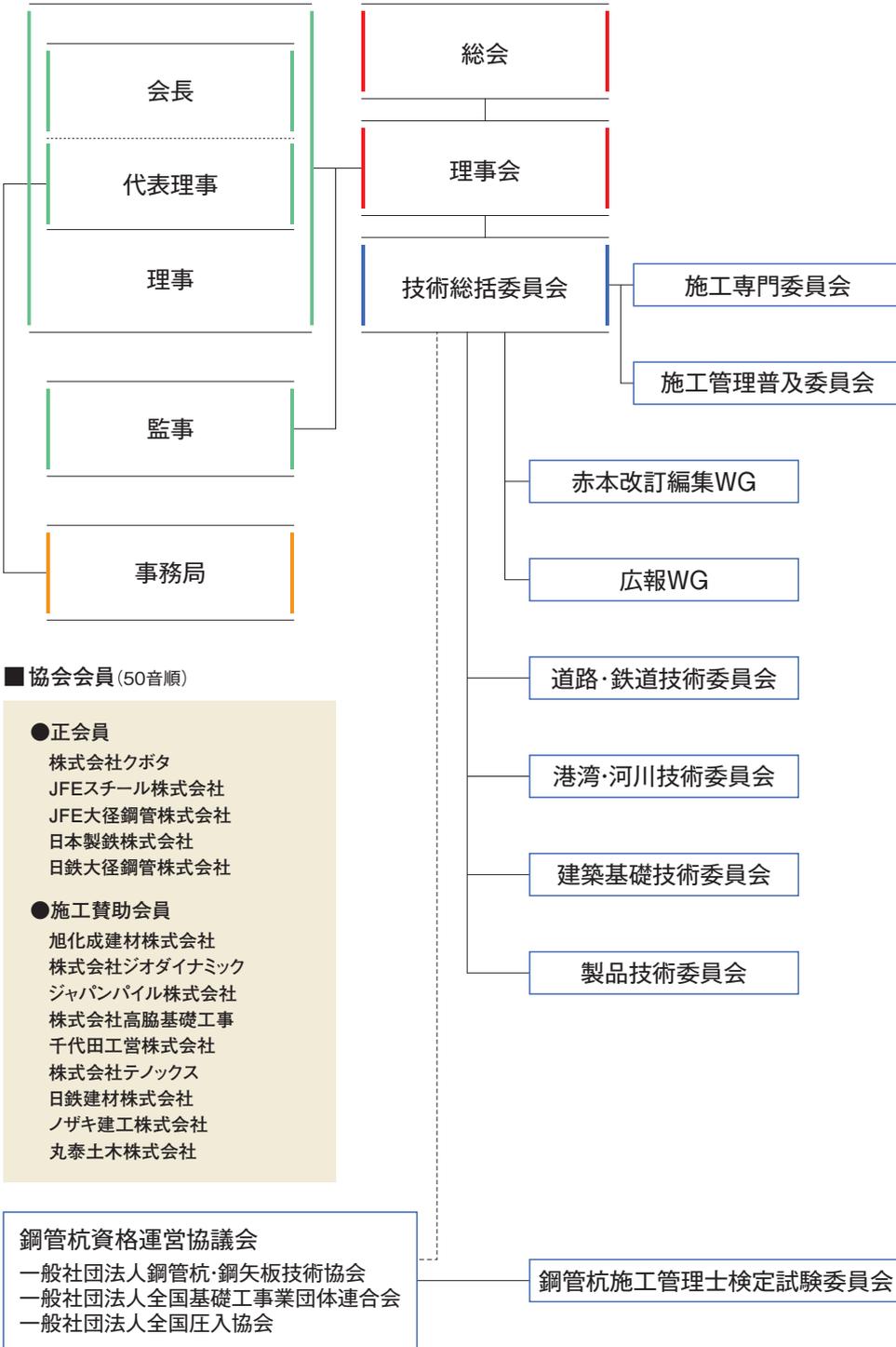
(一社) 鋼管杭・鋼管矢板技術協会 代表理事 岡原 美知夫

本日はコロナ禍にもかかわらず、鋼管杭・鋼管矢板技術協会の50周年記念講演会に、約300名の皆様にご参加戴き、誠にありがとうございました。また、ご講演を快く引き受けて戴いた講師の先生方に、厚く御礼申し上げます。

今後も、質の高いインフラ整備を目指し、関係機関との連携を図りながら、当協会としての使命を誠実に果たしていく所存であります。当協会の活動につきまして、今後とも、ご支援、ご協力の程、お願い申し上げます。

一般社団法人

## 鋼管杭・鋼矢板技術協会組織図 (2023年3月)



2023年3月31日発行 禁転載

発行 | 一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会  
 〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10 (鉄鋼会館6階) (03) 3669-2437

制作 | 株式会社トライ  
 〒113-0021 東京都文京区本駒込3-9-3 (03) 3824-7230

