明日を築く

寄 稿

基礎工技術の変遷とその継承雑感

（株）ドーユー大地　代表取締役社長
工学博士　九州大学大学院連携教授
前田　良刀

未来FRONT

Part 1

被災各県の海岸線を守る防潮堤に
さまざまな形式で適用される鋼管杭・鋼管矢板

岩手県／釜石港
宮城県／気仙沼港・石巻港

Part 2

大深度軟弱地盤層の圧密沈下対策工に
従来以上のコスト削減に貢献するPFS工法

緑川海路口下流地区築堤工事

TECHNICAL NOTES

薄層に支持された
鋼管杭の先端支持力の評価

83

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/

（上）石巻港・東浜防潮堤の鋼管矢板打設状況
（下）緑川河口部の鋼矢板打設状況

寄稿

基礎工技術の変遷とその継承雑感

(株)ドーユー大地　代表取締役社長
工学博士　九州大学大学院連携教授
前田　良刀

1.　道路橋基礎工技術の変遷とその特徴

それ以前も、個別的なプロジェクト遺産として日本の技術史に残るものはあるが、我が国の道路橋の基礎工技術に関する全国的・体系的な取り組みは戦後復興期に始まったといっても良いだろう。当時の道路事情の劣悪さを指摘した、有名な「ワトキンスレポート」(S.31年8月）は我が国の高速道路網推進の原動力となった。そして、世界銀行からの借款は、外国技術との接触により近代化された世界最高水準の技術の導入が図られ、工事の大規模化（それまでの日本の1件あたり約10倍の規模）と施工の機械化、示方書・基準類の近代化が推進されたのであった。「名神高速道路建設誌」には、国鉄（S.29年）に続き道路公団がベノト杭掘削機を直接購入し、施工会社に貸与した記述がある。既存のRC杭（S.9年頃から）、鋼管杭（S.28年頃から）等の打込み杭の他に、騒音・振動に配慮した場所打ち杭が飛躍的に普及する契機にもなったのである。

併行して、日本道路協会では橋梁の下部構造に関する技術基準作りが産・学・官の技術者・研究者を中心に進められてきた。図-1は、日本の道路橋下部構造における技術基準の整備の変遷を簡単にまとめたものである。夫々の時代において技術者・研究者達の果たしてきた功績を若い世代に知って欲しいからである。

道路橋示方書下部構造編として体系的に纏められたのはS.55年のことであり、それまでは夫々の基礎に関する単独の指針を個別的に適用していた。しかし、それらは理論的に十分な裏付けがある訳ではなく、データも日本の載荷試験結果等のローカリティは反映されておらず多分に外国からの直輸入的なものであった。このため、日本固有の理論やデータを反映する工夫が長年に渡り必要であった。因みに、名神高速道路建設時点にも、例えば、テルツアギーの杭の古典的支持力式が存在していたが、当時の技術者達は、この支持力式の値を殆ど信用していなかった。独自の支持力上限式・経験式を使っていたのである。

国土の約75％は山地で、残り少ない平地は軟弱な地盤、そして地震多発国という日本固有の地形・地質を対象とした基礎工法および耐震設計法が整備されてきたのも地理的・歴史的な必然である。この中で敢えて、私なりに日本発のエポック的な道路橋基礎工技術の功績を挙げると次のようになる。

①現在の杭基礎安定計算法の定石である玉野の変位法（S.36年発表）、②荷重の偏心と傾斜を同時に考慮する直接基礎の駒田の支持力式（S.43年）、③世界に類のないほどの載荷試験結果を集めて、そして現在も更新中の杭基礎の水平・鉛直支持力式（S.30年代頃から）、④剛体ケーソンの安定に地盤の弾塑性的側面を持たせた吉田・足立の方法（S.45年）、⑤日本道路公団による斜面上の深礎杭の安定計算法（S.53年）、⑥地盤を非線形弾塑性体と仮定する鋼管矢板基礎（S.59年）と地中連続壁基礎（H.3年）、⑦兵庫県南部地震を経験した後のL2レベルに対応した非線形地盤反力・杭ラーメン法（H.8年）、等である。

しかし、このような基礎工技術は、地盤と基礎本体の荷重・変位関係の応答が使用材料や施工方法に強く依存し、そして長い年月を跨いで提案された夫々の時代の技術レベルを反映したものであり、各基礎間で安全レベルのバランスや最適化が図られている訳ではない。基礎工学の先達、駒田敬一氏は一方向的な精度のみを追求しても、結局全体最適の不明な片押し的発想を、「和算家の不合理と悲劇」（橋梁と基礎：H.9年8月）として日本発の技術基準に思想性と合理性を求めている。今や技術資格・基準のグローバル化に伴い、確率論を背景とした性能照査型の限界状態設計法の導入が既定事実となった感があるが、これさえも凡そ30年ぐらい前から地道に検討されてきているものである。今後提案されるはずの、諸基準の各種安全係数の数値と意義に思想性と合理性を持たせる、と共に、先人達が辿った古き良き技術史も学んで欲しいものである。

2.　技術の継承と人材育成の困難さ

近年、土木技術を生業とする企業・組織に共通する深刻な問題として、技術者の技術力低下の懸念とともに、次世代への確実な技術継承・人材育成の重要性が叫ばれるようになってきた。10年程前に、「日本では技術基準と解析ソフトが完備していてN値等の地盤入力データさえ揃えば苦も無く結果が得られる」と、後に日本のコンサルタントに勤めた中国からの留学生から言われたことがある。例え高度・難解な理論を持ち込んだFEM解析でも同じことで、真の理解力の外側で実務が進んでいる。

特に近年のIT時代において、望む技術情報は瞬時

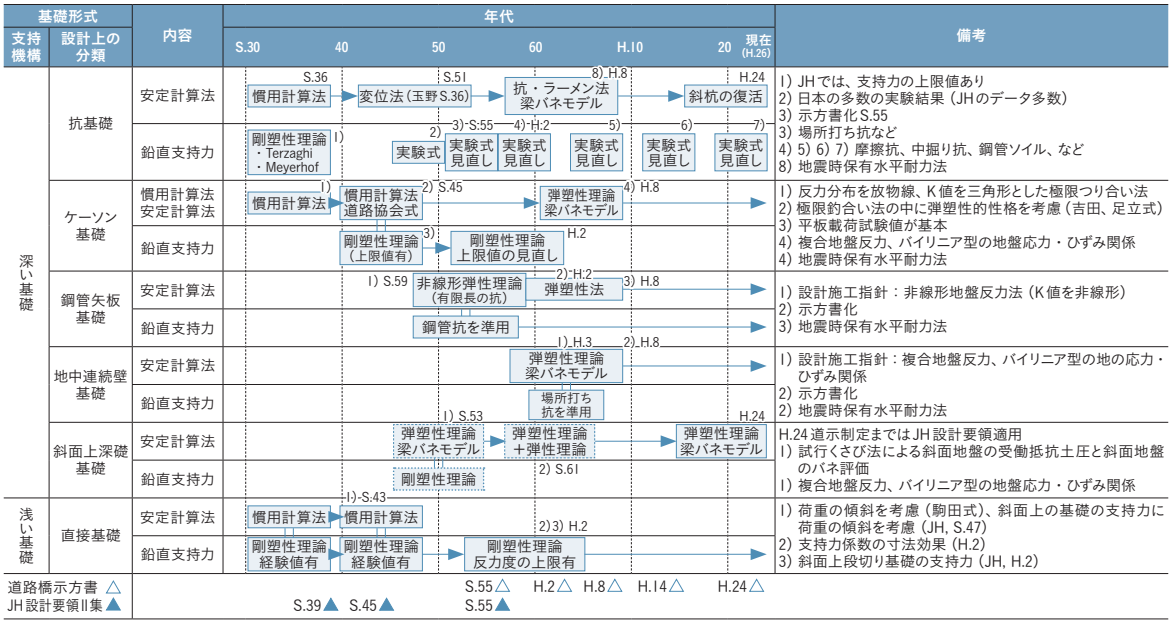


図-1　道路橋下部構造に関する技術基準の主な変遷

に手に入り、加えて業務のためのデータベースは社内で準備され、予め細部事項まで体得しておく必要が無い。その故か、自ら専門書を購入・読破しようとする若者はコンピュータ時代以前に比べて格段に少ない。結果として、ブラックボックス化したシステムの中で一次データのみインプットし、自ら意思決定をしたという充実感は希薄のまま成果品が出来上がる。一方で、グローバルスタンダードとしての競争社会の下で、技術資格のインセンティブ評価・差別化は格段に進み、例えば、技術士の合格戦術指南などの副次的資格支援業が賑う。まさに時代は変わっており、技術の継承と人材育成の困難さの本質を見る思いである。

恩師、渡辺明、元九州共立大学学長によれば、「人間は他人の体験は奪い得ない」、という必然の故に他からの寄与分が累加されず、それぞれが「自分なりの成長」に留まり、技術力と時間軸のフラットな座標上に原点回帰型の各自のキャリア曲線が連鎖してプロットされるだけで、技術者自身の基軸の底上げは叶わない、とのこと。

技術力の低下と共に技術課題の重層化・広範囲化も重要な課題となってきた。社会資本がある程度概成し、保全技術の重要性が増してきた社会で、対応する技術力にも深さと共に境界領域を扱う幅（I型⇒π型⇒クシ型）が求められている。近年の中央道笹子トンネル天井版落下事故や類似の事故・災害事例を見るまでもなく、従来からの建設推進時代の専門分野毎の分業システムでは全体としての最適解が得られないことは明白である。

数年前から、NEXCO西日本技術本部のプロジェクトチームで、高速道路の建設・保全事業会社に求められる理想のエンジニア像を議論してきた。そこで、およそ行き着いた共通認識は、「複雑・広範な技術課題を解決し、しかもそれを説明できる能力を有する技術者」、となった。すなわち、解が一つでない課題に対して広く学問・技術を利用して実現可能な解を見つけ出すことをデザインし、説明する能力を身に付けた技術者である。なんと、100年前の土木学会設立時に、初代会長古市公威先生が就任演説で土木技術者に求められたこと、そのものであった。

一方、土木技術には適切な経験則は欠かせないが、新しい柔軟な発想への転換には過度の経験偏重や先入観が壁ともなる。私自身、基礎工の技術課題に取り組むようになって既に40年が過ぎた。JH日本道路公団20年、九州共立大学15年、NEXCO西日本5年、そして現在のコンサルタント0.8年を通じて、前線での幾つかの壁を経験し、技術継承と人材育成における大学や社会での教育・資格・技術基準の三位一体の大切さを実感している者の一人である。

尊敬する、山口柏樹先生の名著、「土質力学」（S.44～）には改訂は重ねても、序、には一貫して次のように記されている。「…、経験的知識の集積が土の挙動を理解するのに不可欠…。しかし、実際問題を処理する能力をつけることに性急なるあまり、有用な法則や普遍的概念の習熟を怠るおそれが…。」

時代が移り、社会資本も建設から大規模更新・修繕時代に突入して、技術の次の100年に向けた技術目標座標の再設定と、それに相応しい次世代技術者像の議論を望むものである。

未来FRONT

Part 1

被災各県の海岸線を守る防潮堤に さまざまな形式で適用される鋼管杭・鋼管矢板

岩手県／釜石港、宮城県／気仙沼港・石巻港

国内観測史上最大規模の地震と、それに伴う巨大津波の発生で、死者・行方不明者1万8000人以上を数えるなど、甚大な被害をもたらした東日本大震災。発災から丸4年が経過し、これまでに被災各地でさまざまな復興に向けた取り組みがなされている。そのひとつに、将来再び起こりうる地震災害を見据えて、現状復旧からスケールアップを図られているのが海岸防潮堤の建設工事である。既存施設からの嵩上げをメインに、粘り強く、強靱な鋼材の特性を活かした防潮堤の新設工事が各地ですすめられており、堤体の設計も既存の重力式コンクリート製から省スペースで迅速な施工性を発揮する新工法まで多彩。釜石、気仙沼、石巻の各地の現況をレポートする。

気仙沼港海岸胸壁外災害復旧工事の鋼管杭打設状況

L1津波対応を軸に復旧が進められる東北沿岸部の防潮堤

岩手県、宮城県、福島県の東北三県の海岸線延長は約1700km。そのうち約300kmの海岸線に防潮堤が設置されており、東日本大震災の地震による津波や地盤沈下で約190kmが被害を受けている。こうした被災防潮堤を、今後いつか再び発生する津波から、沿岸住民の生命や財産を守るため再整備する計画が、国と自治体レベルで進められている。

復旧する防潮堤の高さや規模については、震災直後より中央防災会議の「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」により津波対策が検討されており、想定される津波レベルとして「レベル1(L1)」「レベル2(L2)」という基準が示されている。L1は数十年から百数十年に一度発生する津波であり、L2は東日本大震災規模の数百年に一度発生する巨大津波である。中央防災会議の指針では、L1津波が防潮堤によって防ぐべき津波とされており、L2津波に対しては防潮堤のみに過度に頼るのではなく、住民の避難計画など総合的な対策を講じた減災の在り方を目指すものとされている。その上で、防潮堤の具体的な高さ・規模については、各地の海岸線の地形などを考慮しながら、特性の似た地域海岸と呼ばれるグループごとに分割して決められている。

従来工法と合わせて省スペース・急速施工が可能な新型防潮堤も採用

今後、百年の間にいずれ起こりうる津波の被害に対応する新しい防潮堤の形式については、従来型の盛土構造や重力式コンクリート構造の防潮堤のほかに、急ピッチで復興事業がすすめられている被災地域の資機材や人手不足という問題を解決するために開発された、新工法も採用されているのが特徴だ。

被災各地の防潮堤復旧事業で、現場の作業量を抑えた超急速施工を可能にしているのが、プレキャストコンクリートを堤体に用いた新工法である。この工法は、防潮堤の基礎となる鋼管杭を打設後、工場製作の堤体ブロックを現地に搬入。鋼管杭基礎の打設終了後数日で一体化することも可能なため、従来型工法の現場造成コンクリート壁と比較して大幅な工期短縮が見込める。

また、粘り強く強靱な鋼材を基礎に、工場製作による高品質のプレキャストコンクリートを組み合わせることで、コンパクトかつ高強度な断面構造を実現しているのも特徴だ。そのため壁高の高い直立式防潮堤でも、従来工法と比べて極めて省スペースでの施工が可能で、完成後の土地専有面積でも大幅な縮小を実現する工法となっている。

従来工法、またはプレキャストコンクリートと、堤体の特性に違いはありながらも、それぞれのメリットを活かしながら基礎構造に鋼管を用いた防潮堤復旧工事の実例を、釜石港、気仙沼港、石巻港の被災地から紹介する。

■津波で全壊した釜石港湾口防波堤北堤

■気仙沼港魚市場付近の被害状況

■石巻港大手埠頭の被害状況

■釜石、気仙沼、石巻位置図

釜石港海岸大平地区災害復旧工事

TP6.1mに嵩上げした防潮堤でL1津波に対応する釜石港

甲子川河口部右岸に位置する釜石港海岸大平地区は、河口港湾部の護岸背後に岩手県オイルターミナルや大平下水処理センター、大平工業団地が近接し、これら各種事業所を津波から守るために昭和40年代後半にTP4.0mの防潮堤が整備されていた。東日本大震災の発生により、これらの防潮堤は地殻変動に伴う地盤沈下で約1m沈降したほか、津波によって各所で倒壊するなど甚大な被害を受けた。

岩手県では沿岸部を24の地域海岸

に分けて、過去の津波の高さの事例などから、L1津波に対応した堤防高さを設定。高い津波が頻発している、県北の普代海岸では県内最高のTP15.5mの堤防高さが設定されたが、釜石湾については一律TP6.1mの堤防高さで整備が行われている。

各事業所が近接し、海上施工も困難な条件で採用された新型防潮堤

釜石港・大平地区の防潮堤建設では、鋼管杭基礎打設後にプレキャストコンクリートを堤体として施工する新型防潮堤を採用。この選定については、以下の諸条件を考慮しながら決定された。

(1) 防潮堤延長線上背後にはオイルタンクや工業団地の事業所が近接しており、堤体断面を最小限に抑える必要があった。

(2) 狭小地施工となるため従来の大型杭打ち機の搬入は困難であった。海上施工も検討されたが釜石湾内は常時から波の高いところであり、湾口防波堤が震災で破壊されて復旧されていない現状では、海上施工は危険と判断された。

以上の理由から、陸上から省スペースで施工が可能な自走式回転圧入機を用いて先端にビットを取り付けた鋼管杭の打設を行い、その後にプレキャストコンクリート壁を築造する工法が採用された。

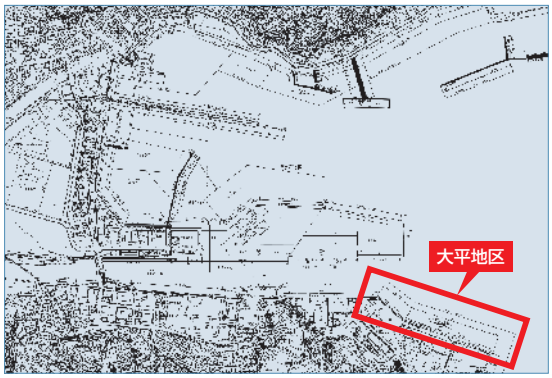
硬質地盤、狭小地施工に対応した回転圧入機を採用

当工区の地盤特性は、山がちな地形に鋭く湾が侵食したリアス式海岸にありがちな、粘板岩などの堆積層が中心で、ところどころに岩盤も混じる硬質地盤となっている。そのため、支持力確保には申し分ないが表層付近からN値50以上の硬い層も点在し、貫入に苦労させられる箇所も多いという。

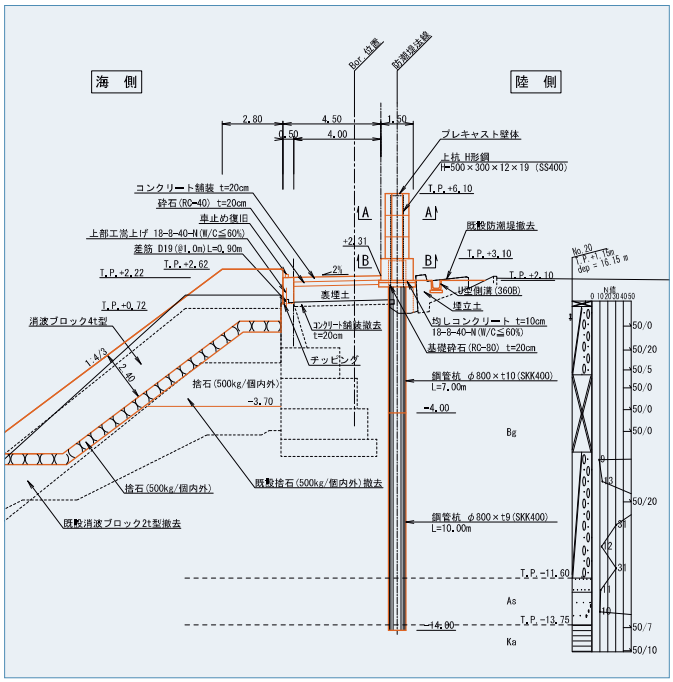
そのため、杭先端にビットを取り付けて回転圧入する本工法は、この工区の地盤特性に向いており、鋼管杭の打設線上で杭打ち機を移動させながら施工ができるため狭小地での工事にもかなっている。

施工延長524.9mの防潮堤の基礎に用いられるのは、φ800mm×t9〜19mm（SKK400および SKK490）、L= 8.5 〜 17.0 mの鋼管杭で合計262本が打設される予定となっている。杭芯2m間隔で打設される鋼管杭は所定の深度まで圧入してGL 1.0m程度に杭頭を残す形で打ち止めされる。

杭頭に堤体を支持するためのH形鋼が取り付けられた後に、プレキャストコンクリート壁を4段積み上げ、双方のスペースにコンクリート充填を施して一体化し、GL4.0m程度の堤体が完成する。鋼管杭の打設は、プレキャストコンクリート壁と鋼管とのスペースに余裕があるため、杭の水平方向ずれ量を±100mm以内とする通常の施工精度管理で行われている。



■釜石港・大平地区位置図



■大平地区標準断面図

■事業所建屋が近接するため省スペース施工が可能な回転圧入工法が採用されている

■オイルターミナル岸壁はタンカーの係留もあるため陸上施工が選択された

■鋼管杭にプレキャストコンクリート壁が積み上げられる堤体築造の状況

気仙沼港海岸胸壁外災害復旧工事

環境貢献、安定した施工性、高靭性を決め手に選ばれた鋼管杭基礎

発災時の既存防潮堤TP4.3mが、約1mの地盤沈下や津波による海側への倒壊といった被害を受けた気仙沼港。こちらも災害査定の結果、宮城県沿岸のL1津波に対応する堤防高さとして設定されたTP7.2mの防潮堤復旧事業が決定された。

当工区でも、鋼管杭基礎にプレキャストコンクリートを堤体として積み上げる新工法が採用された。その選定理由は以下の通りである。

(1) 施工現場の地層は地下水位が高いため、場所打ちコンクリート打設時の汚濁水が海へ流出するなど、環境面に与える悪影響の懸念があった。

(2) 液状化を伴う中間層が遍在し、支持層まで30～40mと長尺の杭施工を必要とされる地盤特性のため、場所打ち杭やPHC杭では強度に不安があり、継ぎ杭による長尺施工でも品質が安定し、高い強度を有する鋼管杭に信頼性が置かれた。

(3) 被災各地で復興事業が行われる中、コンクリートをはじめとする資材の安定供給や、型枠工をはじめとした人材確保に不安があった。

以上のような理由から、安定した施工性で実績があり、軟弱地盤への長尺施工でも粘り強さと強度を併せ持つ鋼管杭基礎と、別途、工場製作により現場工期を短縮できるプレキャストコンクリート壁による堤体築造が選定された。

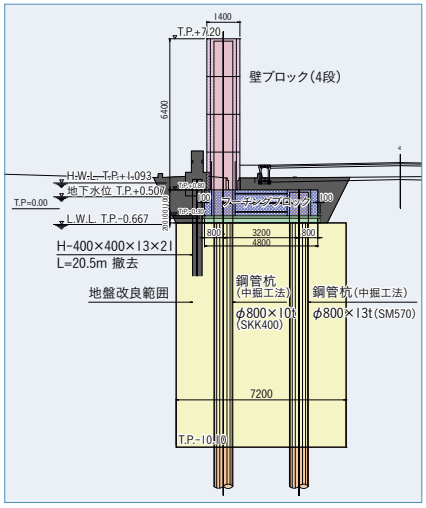
杭とコンクリートの一体化により省スペースで安定した堤体を築造

施工延長L=533.5mで築造される鋼管杭＋プレキャストコンクリートによる防潮堤は、釜石港とは異なり1スパン10mのプレキャスト材が堤体として組み上げられる。そのため、杭芯8m間隔で鋼管杭が打設され、液状化による不同沈下対策として底版にフーチングブロックも施工されるため、堤体ブロックを支持する海側の鋼管杭とともに陸側にも打設されるのが特徴だ。

当工区で使用するプレキャストコンクリート壁は、鋼管杭と一体化させる際の中詰めコンクリートが不要なため、杭打設時の施工精度に厳密さが要求されるのが特徴だ。そのため、施工現場では杭芯の精度管理用に鋼製のガイド材を導入して、設計上は±5cm、実際の現場管理では±3cmでの施工が行われている。

プレキャスト材で現地労務管理も軽減、急速施工が可能に

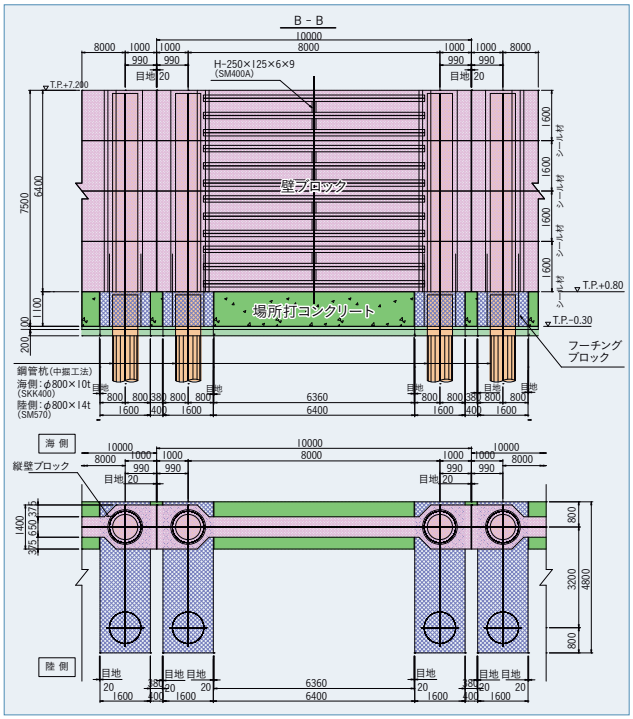
使用される鋼管杭は、海側がφ800mm×t9.0～11.0mm（SKK400およびSM570）の5本継で（1本当たりの鋼管杭長：5.0～12.0m）、全長L=45.5～49.5m。陸側は、φ800mm×t9.0～14.0mm（SKK400およびSM570）の4本継で（1本当たりの鋼管杭長：8.5～12.5m）、全長L=39.0～43.0mで各106本の合計



■標準断面図

■気仙沼港現場位置図

■作業員が鋼管杭とガイド材の状態を確認しながら打設精度を確保する



■気仙沼港堤体標準構造図

212本。既設護岸に配慮して、低振動・低騒音の中掘り工法による打設が採用されている。堤体プレキャスト材は4段積みとなっており、背後に隣接する臨港道路の嵩上げが終了すれば道路高さより約5.4mの堤防高さとなる。

全区間で鋼管杭打設は終了しており、2月下旬よりプレキャスト材の組み込みがはじまっている。すべての完成は平成27年度中を目標にしている。

深い支持層まで確実に根入れできる施工性と粘り強い鋼材の特性を活かし、将来も起こりうる液状化対策にも対応しながら、養殖区域もあり好漁場として地元産業にも大きく貢献する気仙沼の海への環境面にも配慮。さらに、資材・人材の供給を安定化できる新型防潮堤の築造に鋼管杭基礎が大きく貢献している。

■気仙沼港の打設が終了した鋼管杭

■杭打設終了後、プレキャストコンクリート壁を積み上げ堤体が完成する

■実績のある中掘り工法の採用で安定した施工性確保と発生残土の抑制が図られた

石巻港東浜海岸防潮堤災害復旧工事ほか

東北地区有数の工業港として急ピッチで復旧がすすむ石巻港

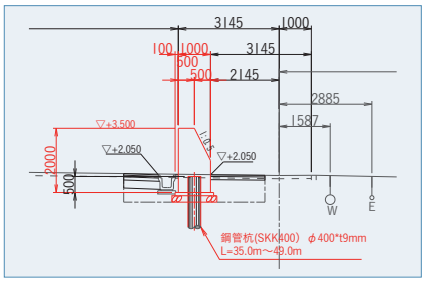
国内有数の製紙会社の基幹工場を筆頭に、木材関連や飼肥料関連の企業が数多く立地する石巻港。平成20年には国内コンテナ定期航路も開設され、東北地区の物流拠点港湾として存在感を高めてきた。

しかし、東日本大震災では震度6強の揺れに襲われ、岸壁や埠頭などの港湾施設の多くが損壊したり、70cm～1m程度沈降した。また、津波により港湾周辺の物流施設も軒並み流出したため、一時は港湾機能を喪失するなど大きな被害に見舞われた。震災後は応急復旧を行いながら順次、港湾機能も回復。平成25年度末までには、すべての埠頭が利用可能となり、震災前の完全復旧を目指すべく、周辺施設の強化・拡充を図っている。

港内全周を囲み、L1津波の浸水から工業用地を守る港内防潮堤

そんな石巻港および後背地を、再び発生するであろう津波から守る、防潮堤の復旧および新設事業が続けられている。ひとつは、震災前にはなかった港内全周を取り囲む形で設けられるTP3.5mの防潮堤。石巻港は港内地盤がTP2.0m程度なので、地盤部から約1.5mの堤防高さの直立防潮堤を新設して、数十年から百数十年に一度の確率で発生する比較的頻度の高い津波（L1津波）から港湾背後地を守る防潮堤である。

潮見地区に新設された防潮堤の杭仕様は、φ400mm×t9mm（SKK400）、L=35.0～49.0m。石巻港は旧北上川と定川の河口部を大規模に開削した掘り込み港のため、支持層までが深く、防潮堤規模に対して長尺の鋼管杭が施工されている。また、潮見地区に隣接した日和地区ではφ600mm×t9mm（SKK400）、L=44.0～44.5mの鋼管杭基礎を用いた



■潮見地区標準断面図

■石巻港災害復旧事業位置図

■完成した潮見地区防潮堤の現況

■前面に鋼矢板護岸を配し、TP3.5mの防潮堤を築造する日和地区の鋼管杭打設状況

コンクリート壁と、その前面に鋼矢板を用いた岸壁が同時施工されるなどして、石巻港後背地の工業用地を守る防潮堤の築造がすすめられている。

既往最大高潮潮位を勘案し、決定された堤防高さ

石巻港内の災害復旧事業とともに、隣接する海岸部でも大規模な防潮堤施工が本格化している。

震災発生時には、昭和40～50年代に築造されたTP3.3～3.5mのコンクリート製の直立堤があった東浜海岸だが、地震の影響で約1mの沈降をしたほか、津波の押し波で防潮堤前面を洗掘され引き波の際に倒壊するなどして、2箇所で破堤の被害を受けた。

そのため、災害復旧事業として新たに防潮堤を新設することになり、自立式鋼管矢板による堤防高さTP7.2mの盛土構造の直立堤が設計された。堤防高さについては、L1津波対応を基準にしながらも仙台湾一帯の高潮の既往最大潮位が6.2mとLI津波よりも高かったため沈下量等を考慮し1mの余裕を加え、この高さが決定された。

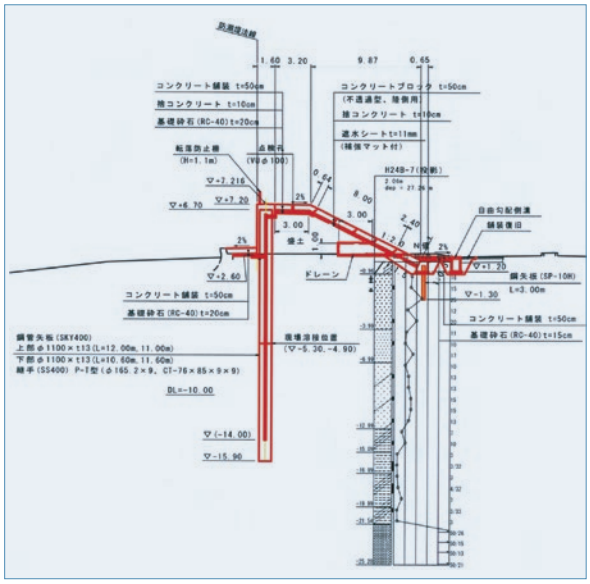
自立式鋼管矢板による連続壁の採用で経済性を確保

連続した鋼管による矢板形式の採用については、背後にある臨港道路の位置に影響を与えずに規定の強度を確保しようとすると、海側法面を有する構造としなければいけないが、その場合は工費高騰がネックであった。そのため、海側は直立堤として液状化の際の側方流動も抑制できる自立式鋼管矢板による連続壁が採用された。

使用される鋼管矢板は、工区総延長1544mの間に1010本（一部設計検討中のため概算）。φ1100mm × t13mm、L=22.6mで根入れ長はL=17.9m。打設方法は、臨港道路背後に事業所等があることからウォータージェット併用バイブロハンマ工法を採用。地盤は最大でもN値32程度の砂層だが、施工時の振動により地盤が締まるためか5～6mの深度で貫入しにくくなる。そのためウォータージェットを併用しながら、1日3～4本の鋼管が打設されている。

設計検討当初は波圧より背面土圧の方が大きくφ1300mmの鋼管矢板で設計されていたが、近隣の製紙工場で製造される「造粒品混合土（石炭灰を固めて粒状にし山砂とブレンド）」が盛土材として必要性能を満たしながら安価かつ軽量だったため、土圧が軽減されφ1100mmに変更になったという経緯もあり、地域の産業と一体となった相乗効果が復興事業にも表われている。

■東浜海岸防潮堤の鋼管矢板打設状況



■東浜海岸防潮堤標準断面図

■ウォータージェット噴射ノズルが取り付けられた鋼管矢板（下杭）

■将来的には盛土が施され、TP7.2mの直立堤となる鋼管矢板壁

■総延長1.5km以上に1000本以上の鋼管矢板が連続する石巻港・東浜海岸

未来 FRONT

Part 2

大深度軟弱地盤層の圧密沈下対策工に従来以上のコスト削減に貢献するPFS工法※

※Partial Floating Sheet-Pile Method（部分フローティング鋼矢板工法）

【緑川・浜戸川　高潮対策事業】

緑川海路口下流地区築堤工事

九州の中央部に位置し、阿蘇、天草と県内に2つの国立公園を有する美しい自然や、豊富な地下水を背景に中世以来、肥沃な耕作地が広がり、日本三名城の筆頭に挙げられることも多い熊本城を有するに至った重厚な歴史で知られる熊本県。その県央を流域とする幹川流路延長76km、流域面積1100km^2（いずれも九州第7位）の一級河川に「緑川」がある。史跡価値の高い石橋なども数多く残り、また流域の関連市町村への農業用水等の供給元としても欠くことのできない河川だが、たびたび洪水の被害も与えてきた。そんな、緑川で進む堤防整備事業で従来の圧密沈下対策とは異なる鋼矢板工法が大規模に採用されている。

緑川河口部右岸、既設堤防直下に水路を挟み住宅とも近い限られたスペースでの施工状況

干満差6mの有明海に面する河口部で高潮対策の新堤防整備が急務に

緑川流域には、国の重要文化財に指定された霊台橋や通潤橋をはじめとする石造アーチ橋や加藤清正が築造し、現在でも水田灌漑に利用されている鵜の瀬堰など、数々の歴史的遺構が残る。また、豊富な地下水脈により、熊本市街に位置しながら1日40万トンの湧水がわき出る江津湖をはじめ、多くの湧水や自噴帯が形成されており、緑川下流部の自治体のほとんどが水道水源をその豊富な地下水に依存しているほどである。

そうした、歴史的にも現在の市民生活においても恩恵の多い緑川だが、流域の年間平均降水量約2100mmと全国平均の約1.4倍であることや流域面積の約70%が山地・丘陵地であることなどから、前線や台風の通過時においてたびたび大きな洪水被害を出してきた。

特に、干満差が最大6mある有明海に面する河口部での被害が顕著で、平成11年9月24日未明に台風18号が熊本県北部に上陸した時は、折からの大潮の満潮と重なったことで緑川河口と支川の浜戸川で越水し、床上・床下浸水38棟、浸水面積19.6haの被害が発生している。

こうした浸水被害の背景にあるのは、緑川河口部、浜戸川ともに堤防高さが低く、また堤防断面も小さいなど、安全度を確保する整備が十分に進んでいない現状がある。現に、平成11年台風18号以外でも平成16年、17年と台風による避難勧告が出されるなどしている。そのため、緑川・浜戸川の高潮区間については、「緊急対策特定区間」として平成11年台風18号規模の高潮に対応できる堤防整備が着手されることになった。

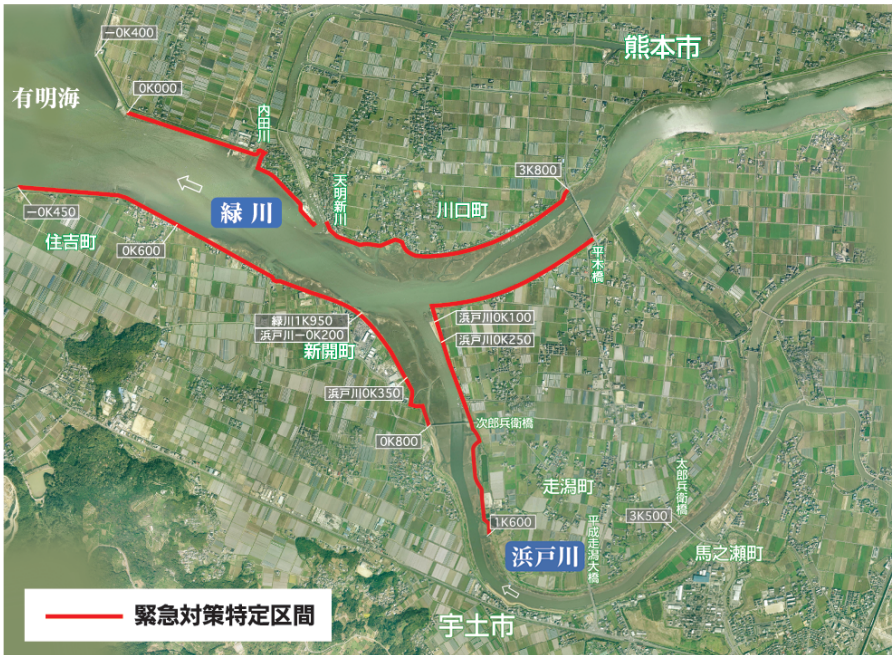
40m以上の軟弱地盤対策に、施工性・経済性メリットある鋼矢板が採用

緑川・浜戸川の既設堤防の多くは堤防高さTP3.5m程度で、堤防幅は約12m。これをTP4.5m・幅35m程度の新堤防に築堤するために、堤防高さと必要断面を確保するよう設計された。この高潮対策を目的とした堤防整備事業は、優先区間を2段階に順位付けして進められてきた。

第一に優先されたのは、堤防高さTP4.5m以下で規定断面がない区間の、高さ・断面を満たす堤防整備である。堤防高さがTP4.5m以上あるものの規定断面がない区間を第二の優先区間として、断面を満たす整備を行い、平成11年の台風18号規模（おおむね10年に1回程度発生する高潮）に対応できる堤防を整備することになっている。

緑川・浜戸川の下流域の地盤は、GL-10m程度までが砂質土層であり、GL-40m程度までが有明粘土層と呼ば

■熊本県・緑川流域図

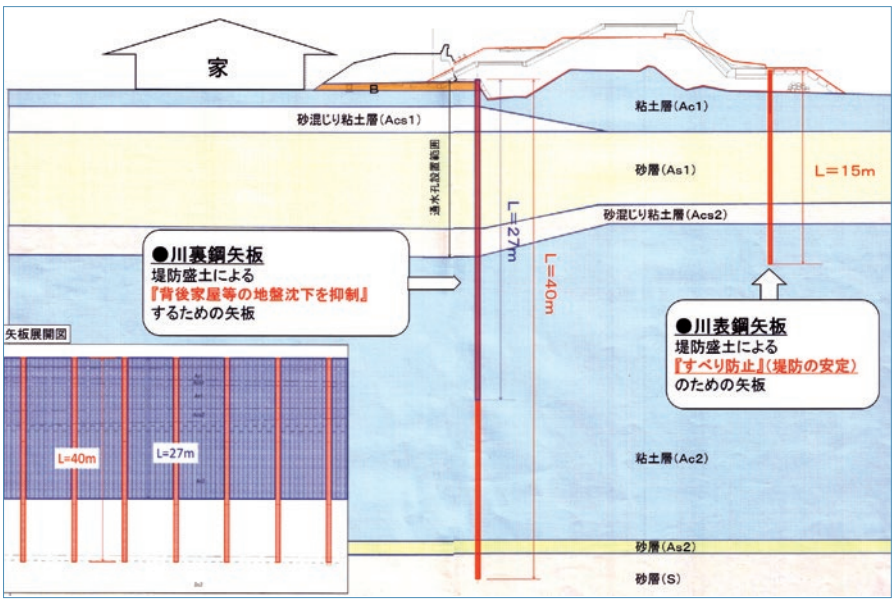


■緑川・浜戸川／高潮対策整備区間

■着工前の既存堤防の状況（緑川左岸部）

■大潮の満潮時は平常時でも堤防と水面の差が30cm程度になる箇所もあった

れる軟弱地盤層が非常に厚い範囲で堆積している。新堤防の川裏側には家屋や倉庫、農業用ビニールハウスなどが近接した箇所も多く、築堤による盛土の影響で、長期間にわたる圧密沈下が予想された。沈下対策工法として地盤改良も検討されたが、40～50mの深さまで軟弱地盤層が堆積するという特徴から大規模な地盤改良工事が必要とされる。河川堤防という制約のあるスペースで大型の改良機を運用することに加え、施工延長が10km以上にもおよぶことから地盤改良は施工期間・コストの両面からも非現実的とされて鋼矢板を用いた沈下対策が採用された。



■鋼矢板構造図（標準モデル）

支持層への着底とフローティング鋼矢板との併用でコスト削減を図る工法

緑川・浜戸川の沈下対策鋼矢板として特徴的なのが、PFS工法（部分フローティング鋼矢板工法）が採用されていることである。

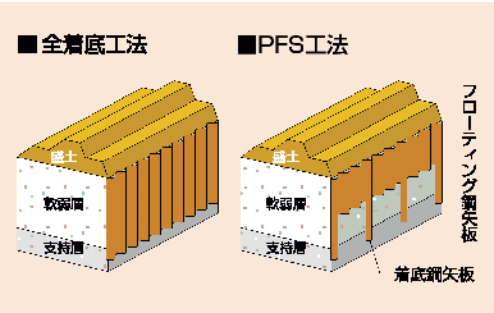
PFS工法は、緑川流域に限らず、有明粘土層が大深度まで広範囲に堆積した熊本平野に適した沈下対策工として、昭和50年代後半から産官学連携で研究されてきた経緯がある。鋼矢板を用いた工法は、地盤改良工法と比較して短期間での施工が可能で、狭隘地施工にも有利であるが、圧密沈下層が40～50mにも達する熊本平野で支持層まですべての鋼矢板を着底させる従来型工法ではコスト的な課題があり、これを解決するために研究が為された。

軟弱地盤層の表層が、側方変位の少ない砂質土層であることも鋼矢板工法に有利であるため、支持層まで鋼矢板を施工しないフローティング鋼矢板の沈下対策効果について試験施工と数値解析が長年にわたって行われた。その結果、数枚に1枚を支持層まで打設して着底鋼矢板（支柱鋼矢板）とし、その間を必要最低限の長さで軟弱地盤の途中までしか打設しないフローティング鋼矢板を組み合わせるPFS工法が開発された。そのコスト削減効果は、緑川・浜戸川での試算では従来の全着底工法に比べ約35%、また、すべて長尺の鋼矢板を支持層まで根入れするより施工性も向上し、熊本県では白川流域での河川整備事業に適用されるなど、これまでにも実績を収めてきた工法である。

重防食対応のほか、透水孔の設置など周辺環境にも配慮した仕様の鋼矢板

緑川河口部で打設されたPFS工法による鋼矢板の適用事例は次の通りである。

川表側・川裏側合わせて総延長約14.2kmの工区で使用される鋼矢板の標準的な配置は、川裏側にL=40.0mの着底鋼矢板を支持層+1.0mの根入れ深度で打設し、次の着底鋼矢板までの区間にL=27.0mの部分フローティング鋼矢板10枚を設置する設計となっている。緑川・浜戸川で使用される鋼矢



■全着底工法／PFS工法の比較モデル図

■コンパクトかつ低振動・低騒音の圧入機を使用することで周辺環境に影響の少ない打設が可能

■鋼矢板の溶接だけでなくウォータージェットのジェットノズルの矢板先端部への取り付けなど溶接工とその管理も重要な工程となっている

板ならではの特徴が、豊富な地下水脈への影響を軽減するため川裏側鋼矢板の上部には9～10個の透水孔が設置されていることである。ハット形鋼矢板900（25H）が使用され、施工延長約6,100mに約6,800枚が打設される。

堤防盛土の円弧すべり防止のため、川表側に打設されるのはL=15.0mのハット形鋼矢板900（10H）。施工延長約8,000mに約8,900枚が打設される。河口部で海水の影響を受けるため、鋼矢板上部3.5mに重防食塗装が施されている。

打設は周辺環境に配慮して、低振動・低騒音の油圧圧入機を使用。鋼矢板1セットあたりの施工時間は、40mを超える着底鋼矢板で2～3時間。3枚継ぎのため溶接に要する時間も込みになるが、N値がゼロに近い軟弱層でも深度があり粘性土ならではの摩擦力が影響して打設に時間がかかる場合もあるため、ウォータージェットを併用した打設が行われている。

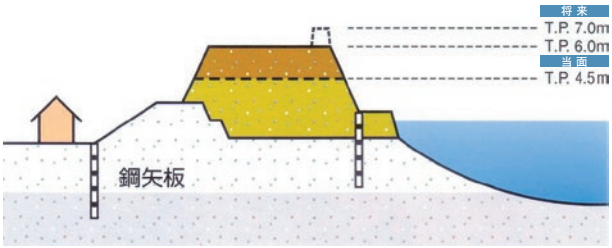
全国の河川、海岸堤防等、可能性広がるPFS工法の適用範囲

今後、緑川・浜戸川の高潮対策事業は第一段階の嵩上げであるTP4.5mの築堤は、平成30年度をめどに完了させるという。その後、年度目標は未定ながら新堤防の沈下状況なども見極めながらTP6.0mの嵩上げを再度行い、さらにパラペット（胸壁）の設置で最終的にTP7.0mの堤防高さで完成をみる予定である。TP6.0mというのは昭和2年にあった台風規模で、緑川では過去最大の高潮の高さになるという。TP7.0mは伊勢湾台風規模、150年に1回の高潮にも対応できる堤防高さを目指して整備が続くことになる。

軟弱地盤層が40m以上の深度にわたって広範囲に遍在する、熊本ならではの地盤特性の中から鋼矢板工法のさらなるコスト削減を求めて試験・解析等を繰り返しながら確立されてきたPFS工法。緑川・浜戸川と十分な施工実績を収め、今後、全国の圧密地盤沈下対策工として普及がすすむことが期待されている。

■鋼矢板上部に透水孔を有するハット形鋼矢板900

■川表側、重防食仕様の鋼矢板打設完了状況



■当面はTP4.5mで整備を行い、将来的はTP7.0mまで嵩上げする高潮堤防整備イメージ

TECHNICAL NOTES

薄層に支持された鋼管杭の先端支持力の評価

鋼管杭・鋼矢板技術協会　道路・鉄道技術委員会

1. 背景

薄層に支持された杭の先端支持力の評価方法に関しては、H19杭基礎設計便覧 参考資料6に薄層に支持された場所打ち杭の記載があるが、その他杭種に対しての記載はないのが実状である。

そのため、場所打ち杭と同様の評価手法による解析、もしくは既往の鉛直載荷試験結果の分析を実施し、場所打ち杭以外の薄層支持の設計法を提案することとする。

2. 鋼管杭工法の薄層支持における評価方法の検討

H19杭基礎設計便覧参考資料6では阪神高速道路公団の設計要領に基づき、薄層に支持された場所打ち杭の設計法の概要が紹介されている。ここでは、まず同設計要領の作成に際して参考にされた阪神高速道路公団技報(1990)「薄層支持杭の支持力特性に関する研究」に記載された場所打ち杭の薄層支持地盤における評価法の概要を説明する。次に、中掘り鋼管杭（セメントミルク噴出攪拌方式）および鋼管ソイルセメント杭についても場所打ち杭と同様の考え方が適用可能であることを説明する。

2.1　場所打ち杭の薄層支持地盤における評価方法

阪神高速道路公団技報（1990）「薄層支持杭の支持力特性に関する研究」の内容を以下に示す。

(1) 概要

阪神高速湾岸線脇浜工区で行われた薄層支持地盤における場所打ち杭の鉛直載荷試験をシミュレーション解析により再現し、その支持力機構および支持力特性を明らかにした。

さらに有効層厚比（杭先端以深の支持層厚と杭径の比）の値に応じて先端支持力度q_dを低減する補正係数αを導入し、薄層支持杭の支持力設計法についてその評価方法を確立した。

(2) 解析結果

図-1に示す解析モデルを用いて、有限要素解析を実施した。載荷試験が行われた杭は直径が1.2mであり、杭先端以下の支持層の厚さは杭径と等しい1.2mとなっている。

・杭頭荷重と沈下量（図-2）、杭先端荷重と沈下量（図-3）、杭の軸力分布（図-4）は概ね一致し、支持力特性は表現されており、解析手法に関する妥当性を確認した。

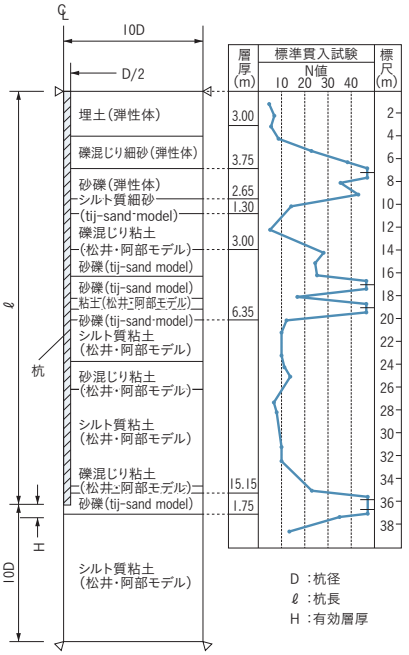


図-1　解析モデル

・載荷荷重の増加に伴う地中応力度σ_zの増加は杭の底面部だけで周辺地盤には応力が伝播しない、いわゆるパンチングが生じている（図-5）。

(3) 薄層の先端支持力度の評価法

有効層厚Hと杭径Dの比H/D（図-6）を有効層厚比とし、H/Dと先端支持力度の評価法について整理を行った。

●H/D＝1

現場載荷試験のシミュレーション解析の結果からH/D=1の場合は、パンチング破壊が想定でき、その極限支持力は支持層下位の粘性土により設定される。

$Rc = 3 \cdot q_u \cdot A'$

ここに、

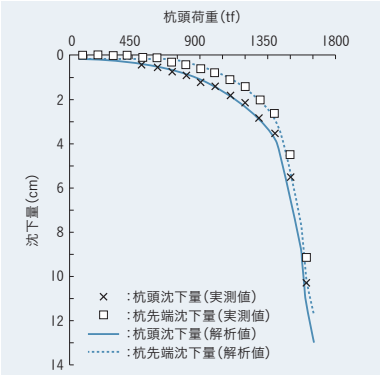


図-2　杭頭荷重と沈下量

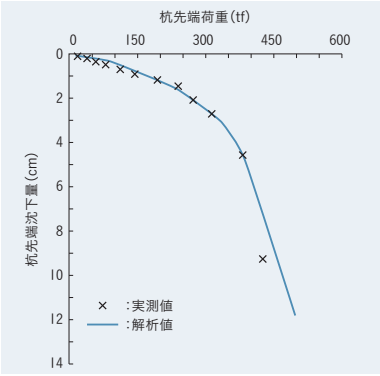


図-3　杭先端荷重と沈下量

Rc ：下位粘土層の極限支持力
q_u ：下位粘土層の一軸圧縮強度
A’ ：薄層での分散角を考慮しない下位粘土層天端における仮想支持面積

●薄層の影響を無視できる有効層厚

有効層厚比H/Dを変化させて解析を行い、杭先端荷重と杭先端沈下量の関係を確認した（図-7）。杭径の10%時の沈下量における杭先端荷重は、H/D=3まではH/Dに比例して増加するが、H/D＞3ではほとんど増加せず、H/D≧3に対しては薄層の影響が無視できることを確認した。

これらの結果をもとに、地盤から決まる杭の極限支持力を、以下の式に設定した。

$$R_u = \alpha \cdot q_d \cdot A + U\Sigma l_i f_i$$

ここに、

α ：薄層の程度を考慮した支持力度の補正係数（先端支持力度q_dを表-1の先端支持力度に補正係数αを乗じて低減、支持層が砂礫層の場合は図-8、砂層の場合は図-9により求める）
q_d ：杭先端で支持する単位面積あたりの極限支持力度
A ：杭先端面積
U ：杭の周長
l_i ：周面摩擦力を考慮する層の層厚
f_i ：周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度

先端支持力度q_dの補正係数αの設定方法の考え方

❶H/D≦1の場合の薄層支持の破壊モードはパンチング破壊を想定でき、その極限支持力は支持層下位の粘土層により設定する。
❷H/D≧3の場合、薄層の影響は無視する。
❸1＜H/D＜3の中間領域に関しては、H/D=1で期待できる支持力とH/D=3で期待できる支持力を線形配分する。

2.2 中掘り鋼管杭の薄層支持の適用性検討

(1) 概要

前述した場所打ち杭の薄層支持と同様の解析方法で、薄層支持の中掘り鋼管杭の鉛直載荷試験をシミュレーション解析により再現し、その支持力機構と支持力特性を確認した。さらに有効層厚比（杭先端以深の支持層厚と杭径の比）の値に応じて先端支持力度q_dを低減する補正係数αを導入し、薄層支持杭の支持力設計法についてその評価方法を確立した。

(2) 解析結果

図-10に示す解析モデルを用いて、有限要素解析を実施した。

載荷試験が行われた杭は直径が1.0m（根固め球根径1.15m）であり、杭先端以下の支持層の厚さは0.9mとなっている。

・杭頭荷重と沈下量（図-11）、杭先端荷重と沈下量（図-12）、杭の軸力分布（図-13）は概ね一致し、支持力特性は表現されており、解析手法に関する妥当性を確認した。
・載荷荷重の増加に伴う地中応力度σ_zの増加は杭の底面部だけで周辺

表-1 先端支持力度

先端土質	q_d (tf/m^2)
砂礫層* (N値≧30)	500
砂層 (N値≧30)	250

*大阪層群砂層を含む

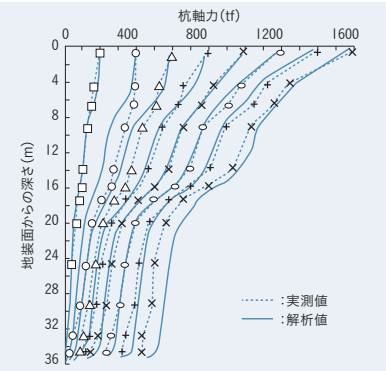


図-4 杭の軸力分布

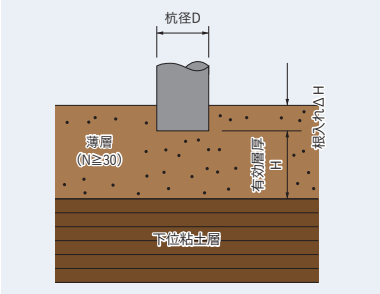


図-6 有効層厚

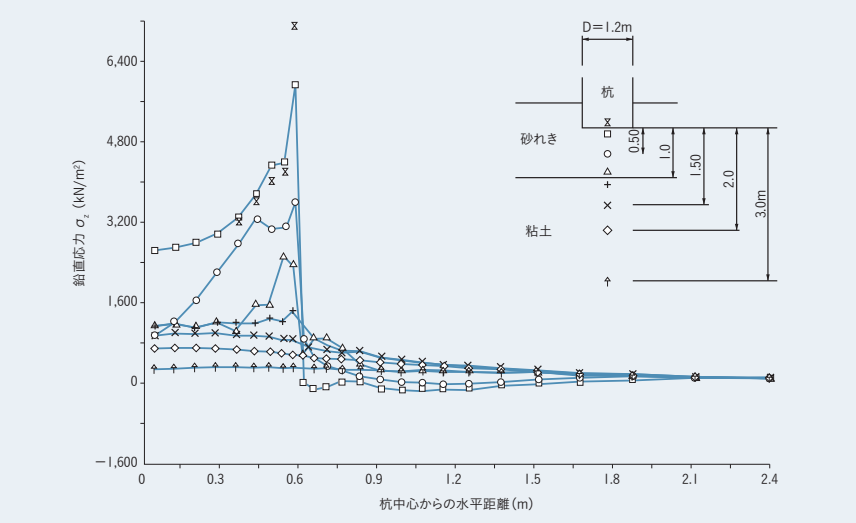


図-5 杭先端付近の地盤の鉛直方向垂直応力σ_z

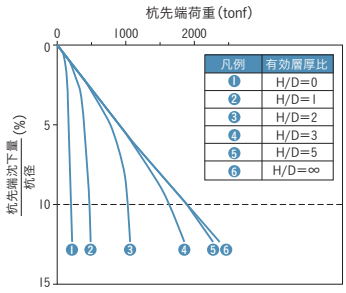


図-7 FEMによる杭先端荷重と沈下量との関係

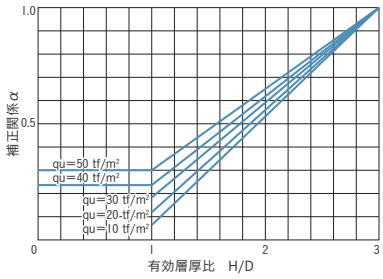


図-8 支持層が砂礫の場合の補正係数α

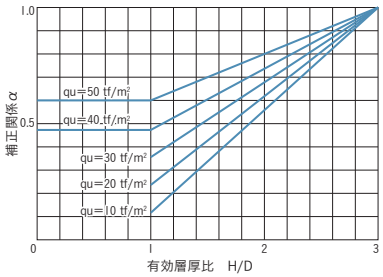


図-9 支持層が砂の場合の補正係数α

地盤には応力が伝播しない、いわゆるパンチングが生じている（図-14）。

(3) 薄層の影響を無視してよい有効層厚

H/D=1の場合は、解析結果からパンチング破壊が想定出来るので、場所打ち杭と同様の考え方を行うものとする。

次に、有効層厚比H/Dを変化させて解析を行い、杭先端荷重と杭先端沈下量の関係を確認した（図-15）。その結果、場所打ち杭と同様に、H/D=3まではH/Dに比例して杭径10%沈下量時の杭先端荷重は増加するが、H/D＞3ではほとんど増加せず、H/D≧3に対しては薄層の影響が無視できることを確認した。

2.3 鋼管ソイルセメント杭の薄層支持の適用性検討

(1) 概要

鋼管ソイルセメント杭についても前記場所打ち杭の薄層支持と同様の解析方法で、薄層（有効支持層厚：1.66m）支持の鋼管ソイルセメント杭（鋼管径／ソイルセメント径＝φ1000/φ1200）の鉛直載荷試験をシミュレーション解析により再現し、その支持力機構と支持力特性を確認した。

(2) 解析結果

図-16に示す解析モデルを用いて、有限要素解析を実施した。

・杭頭荷重と沈下量（図-17）、杭先端荷重と沈下量（図-18）、杭の軸力分部（図-19）は概ね一致し、支持力特性は表現されており、解析手法に関する妥当性を確認した。

・載荷荷重の増加に伴う地中応力度σ_zの増加は杭の底面部だけで周辺地盤には応力が伝播しない、いわゆるパンチングが生じている（図-20）。

(3) 薄層の影響を無視してよい有効層厚

H/D=1の場合は、解析結果からパンチング破壊が想定出来るので、場所

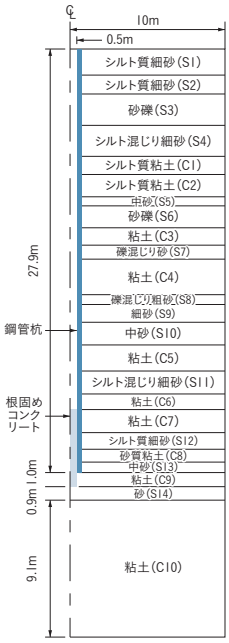


図-10　解析モデル

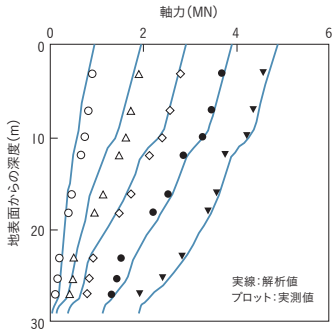


図-13　杭の軸力分布

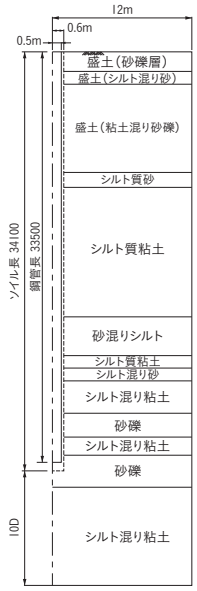


図-16　解析モデル

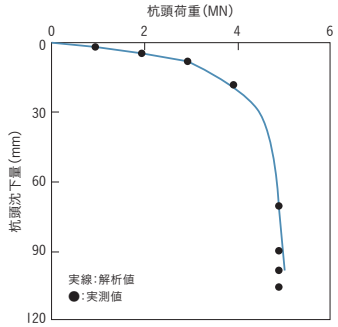


図-11　杭頭荷重と沈下量

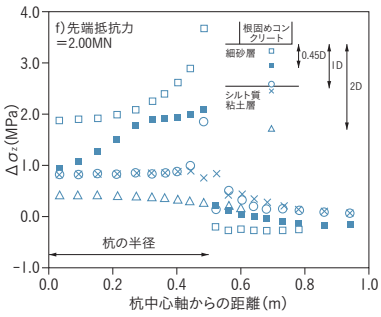


図-14　杭先端付近の地盤の鉛直方向垂直応力σ_z

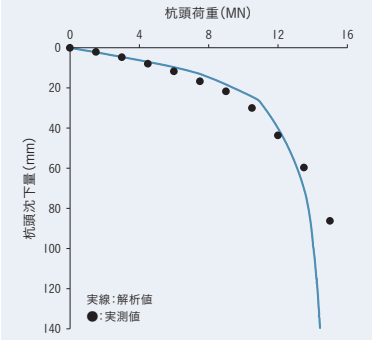


図-17　杭頭荷重と沈下量

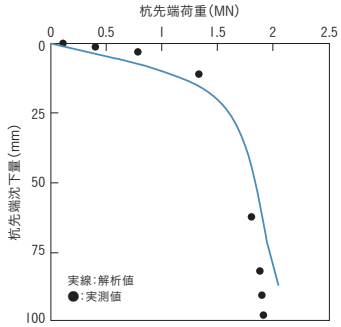


図-12　杭先端荷重と沈下量

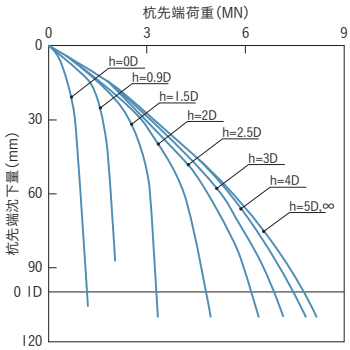


図-15　杭先端荷重と杭先端沈下量

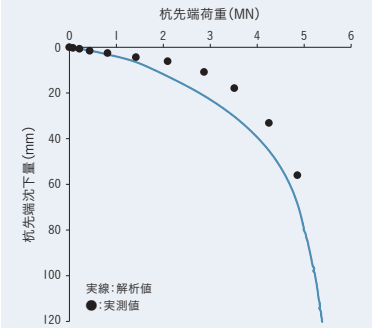


図-18　杭先端荷重と沈下量

打ち杭と同様の考え方とする。

次に、有効層厚比H/Dを変化させて解析を行い、杭先端荷重と杭先端沈下量の関係を確認した（図-21）。その結果、場所打ち杭と同様に、H/D=3まではH/Dに比例して杭径10%沈下量時の杭先端荷重は増加するが、H/D＞3ではほとんど増加せず、H/D≧3に対しては薄層の影響が無視できることを確認した。

2.4　まとめ

場所打ちRC杭、中掘り鋼管杭及び鋼管ソイルセメント杭の薄層支持地盤における鉛直載荷試験を数値解析により再現し、各杭の薄層支持力特性および層厚を変えた場合の杭先端荷重～杭先端沈下量関係を確認した。その結果、各杭ともに、以下の事項が確認された。

・H/D=1付近では、パンチング破壊が発生していると想定される。

・有効支持層厚比を変化させた場合の杭先端荷重～沈下量関係を確認した結果、H/D≧3に対しては薄層の影響が無視できることを確認した。

この結果より、中掘り鋼管杭及び鋼管ソイルセメント杭ともに、場所打ち杭と同様の評価方法が可能であると考えられる。

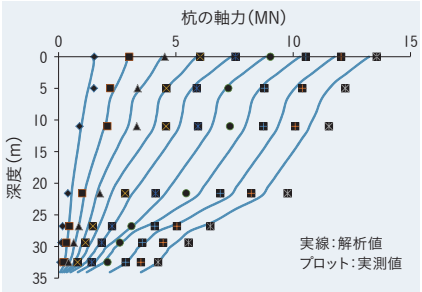


図-19　杭の軸力分布

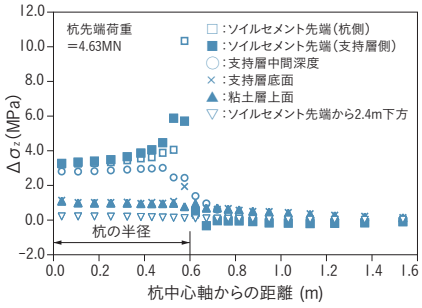


図-20　杭先端付近の地盤の鉛直方向垂直応力σ_z

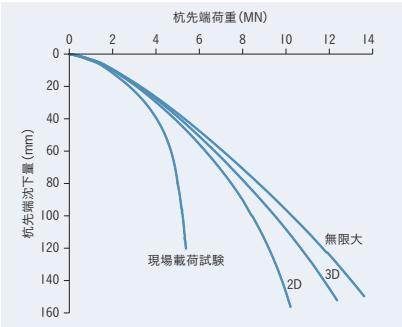


図-21　杭先端荷重と杭先端沈下量

3. 鋼管杭工法における薄層支持力評価方法（案）

前述の検討の結果、中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）および鋼管ソイルセメント杭工法については、以下の方法で評価する。

(1) 有効層厚比（H/D）の考え方

有効層厚比（H/D）の定義は、以下の通りである。

H：根固め球根下端から支持層下面までの距離

D：根固め球根径

ここで、根固め球根の形状は工法毎に異なっている。しかし、適用に当たっては、安全側となるように各工法の最大値で設定する（表-2参照）。

$D = D_p + 200$ (mm)

$H_1 = 1.75 \times D_p$ かつ1.0m以上

なお、鋼管ソイルセメント杭工法は、形状は統一されているので「D：ソイルセメント柱径」としてよい。

(2) 補正係数αの考え方

薄層支持杭の先端支持力度q_d'は薄層の程度を考慮して、以下の式により算定する。

$1 \leqq H/D \leqq 3 \quad q_d' = \alpha \cdot q_d$ …… ❶

ここに、

q_d'：先端支持力度（kN/m^2）

q_d：支持層の極限支持力度（kN/m^2）

α：薄層の程度を考慮した支持力度の補正係数で式❷による。

$\alpha = 1/2\,(H/D - 1) - 3q_u/2q_d\,(H/D - 3)$ …… ❷

H：根固め球根下端から支持層下面までの距離

D：根固め球根径もしくはソイルセメント柱径

q_u：下位粘土の一軸圧縮強度（kN/m^2）

ここで、中掘り杭工法及び鋼管ソイルセメント杭工法の場合、支持層のN値によりq_dが異なるため、補正係数の値は、場所打ち杭と異なり随時検討する必要がある。

載荷試験でのq_d値（設計評価値）を採り、下位粘性土層のq_u値をパラメータとした場合の補正係数αと有効層厚比H/Dの関係を図-22および図-23に示す。

各1例と少ないが試験結果も併せてプロットしており、実線は試験でのq_u値を用いた評価線である。これからも提案評価法の適用性がうかがえる。

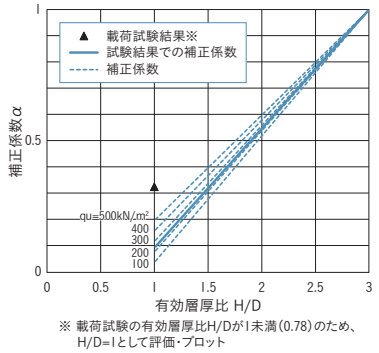


図-22　中掘り杭（セメントミルク噴出攪拌方式）の結果
（砂地盤N値=50（qd=7,500kN/m^2）、qu=240kN/m^2）

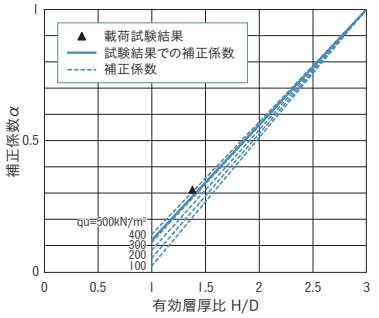


図-23　鋼管ソイルセメント杭工法の結果
（砂礫地盤N値=50（qd=10,000kN/m^2）、qu=428kN/m^2）

表-2　中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式（鋼管杭））の根固め球根の形状

工法	TAIP工法	TN工法	TBS工法（RP、RBタイプ）	FB9工法	KING工法	最大値
根固め球根径（mm）	D＝Dp＋18	D＝Dp＋150	D＝Dp＋200	Dc＝Dp+200	D＝Dp＋（100～200）	D＝Dp+200
根固め球根長（mm）	H_1＝1.0×Dp	H_1＝1.5×Dp	H_1＝1.0m	H_1＝1.5×Dp	H_1＝1.75×Dp	H_1＝1.75×Dp かつ1.0m以上

協会からのお知らせ

1 平成26年度技術講習会・説明会開催実績

「中掘り杭工法に関する最近の動向」
「鋼製基礎の設計・施工」
「鋼矢板　設計から施工まで　改訂概要について」
「鋼矢板の海岸堤防への適用について」
「鋼矢板・鋼管杭の防食・補修技術と維持管理について」
「建設用鋼材（鋼矢板、鋼管杭、鋼製壁体etc.）」
などのテーマについて幅広く各地で開催しました。

2 第19回 土木鋼構造研究シンポジウムに後援

平成27年3月10日に東京・港区のコクヨホールで開催された「第19回土木鋼構造研究シンポジウム」（主催：日本鉄鋼連盟）に後援しました。参加者約500名の中「国土強靭化、大規模改修に向け強く長く使える橋梁の実現へ」をテーマに「首都高速道路の現状と大規模更新」、「政府における国土強靭化の動向について」等の講演が行われました。

3 協会発行・新出版物のご案内

(1) JASPP Technical Library ー施工ー シリーズの発行

当協会では、鋼管杭工法の技術伝承・普及、信頼性確保・向上を目的に、「施工」に焦点を当てた技術整備を実施してゆくことを企画し、これまでに蓄積した技術、知見、ノウハウを取りまとめた施工要領等の技術資料を作成して、専門家・学識経験者等を委員に迎えて設置した施工専門委員会において審議いただき、その成果を「JASPP Technical Library ー施工ー」シリーズとして発行してゆくことを計画しております。

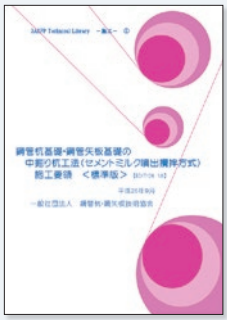
その第一弾として

❶鋼管杭基礎・鋼管矢板基礎の中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）施工要領〈標準版〉（平成26年9月）

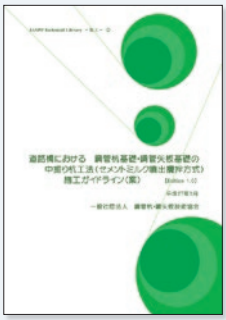
及び道路橋向け姉妹版の

❷鋼管杭基礎・鋼管矢板基礎の中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）施工ガイドライン（案）（平成27年3月）

を発行しました。これらの技術資料では、セメントミルク噴出攪拌方式による中掘り杭工法の標準的な施工法及び施工管理法について記述しております。



❶鋼管杭基礎・鋼管矢板基礎の中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）施工要領〈標準版〉（平成26年9月）



❷鋼管杭基礎・鋼管矢板基礎の中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）施工ガイドライン（案）（平成27年3月）

(2) 鋼矢板　設計から施工まで（緑本）（平成26年10月改定新版）

本書は、ユーザー各位に鋼矢板工法を正しくご理解いただく目的で、昭和59年7月に初版を刊行し、これまで十数度の改訂を重ねて参りました。今回の改訂では、「港湾の施設の技術上の基準」（平成19年7月）および「JIS A 5523溶接用熱間圧延鋼矢板」（平成24年4月20日）等の改定を反映するとともに、新規に策定された「自立式鋼矢板擁壁 設計マニュアル」（平成19年12月）に基づく「自立式道路擁壁の設計」の章を追加しました。

(3) 重防食鋼矢板の施工の手引き　改訂4版（平成27年3月）

今回の改訂では、現在では製造されていないポリエチレン重防食に関する記載を削除し、ハット形鋼矢板の重防食について追記しました。

(2)鋼矢板　設計から施工まで（緑本）（平成26年10月改定新版）

(3)重防食鋼矢板の施工の手引き　改訂4版（平成27年3月）

4 技術論文・報文の発表

❶戸田和秀・岡由剛・楠本操・水谷太作・西山輝樹・永尾直也・恩田邦彦著：
二重鋼矢板壁の津波作用時における構造評価、地盤工学会、「地盤工学会特別シンポジウムー東日本大震災を乗り越えてー」論文集、2014年5月
❷藤井義法著：
回転杭の施工における支持層確認と施工による影響、基礎工、2014、Vol.42、No.6
❸松井良典・吉澤幸仁・菊池俊介・水谷太作著：
回転杭工法の引抜き支持力推定式の提案、第49回地盤工学研究発表会平成26年度発表講演集、地盤工学会、2014年7月
❹乙志和孝・辻本和仁・塩崎禎郎・相和明男・大槻貢・武野正和著：
矢板式岸壁の控え組杭の弾塑性解析による耐震性検討、第69回年次学術講演会講演概要集、土木学会、平成26年9月
❺塩崎禎郎・長尾毅・小堤治・宮下健一朗著：
局部座屈を考慮した直杭横桟橋の二次元有効応力解析、第34回地震工学研究発表会講演論文集、土木学会、2014年10月
❻塩崎禎郎・乙志和孝・相和明男著：
前方斜杭式桟橋（土留め一体構造）のレベルⅠ地震動に対する耐震設計法、土木学会、土木学会論文集AⅠ（構造・地震工学）Vol.70（2014）No.4 p.I_407-I_418、地震工学論文集第33巻（論文）

5 ホームページのリニューアル

平成27年2月に当協会ホームページをリニューアルしました。主な更新内容は以下の通りです。
❶トップページのレイアウトを見直すとともに「What's New」のお知らせコーナーを作り、最新情報の掲載・更新を確認できるようにしました。
❷鋼管杭・鋼管矢板・鋼矢板の製品紹介について、図、写真の追加、記載内容の見直し等を行い、わかりやすい内容となるように変更しました。
❸機関誌「明日を築く」の未来フロント、テクニカルノーツ等の記事内容を掲載し情報の充実を図りました。
今後も見やすく充実したホームページ内容となるように努めてまいります。是非、ご覧下さい。
[ホームページURL：http://www.jaspp.com/]

6 平成27年度JASPP組織体制について ー施工管理普及委員会の立ち上げー

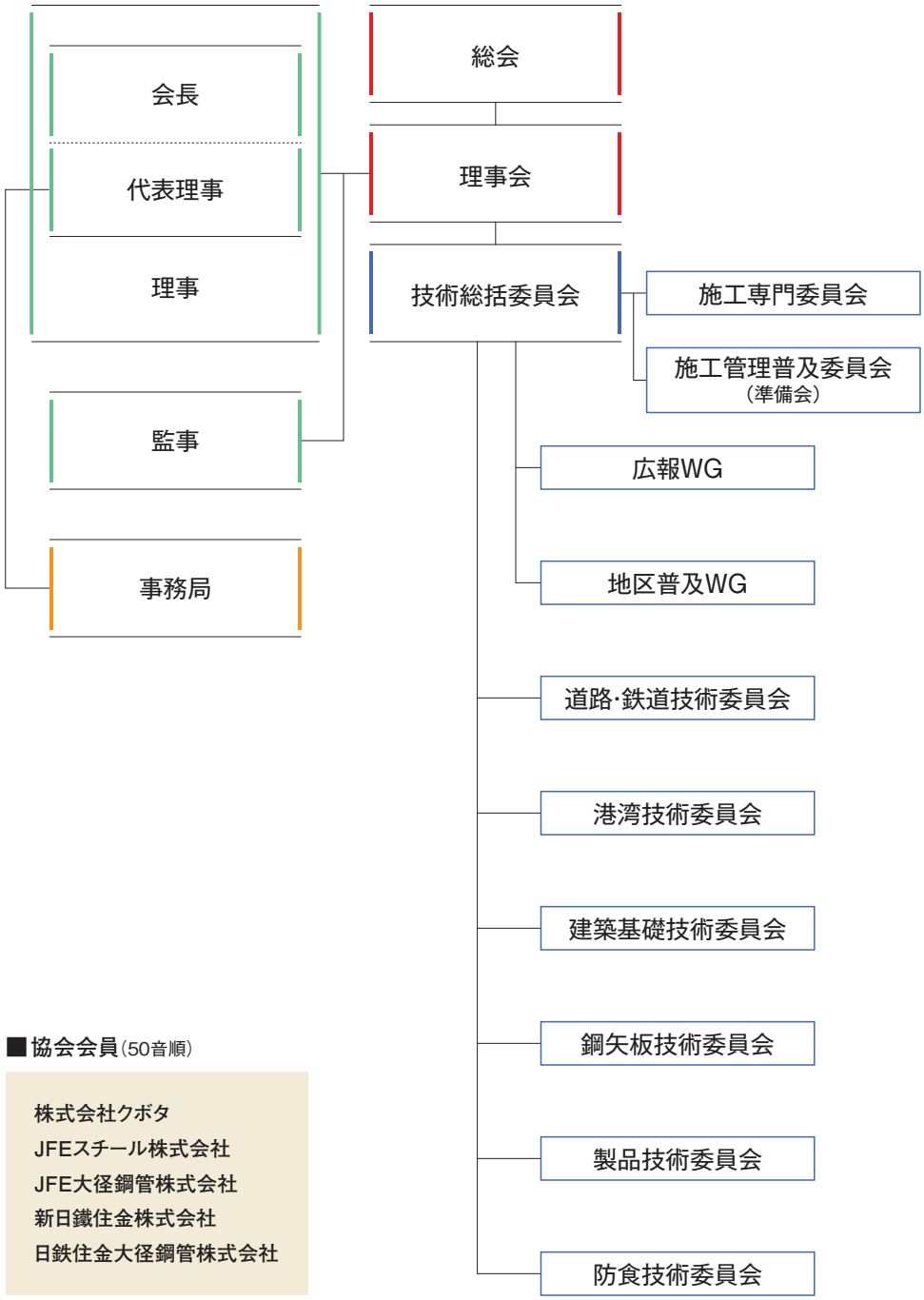
【設立趣旨】
当協会では、近年の構造物基礎分野における施工・品質管理の厳格化、信頼性設計法への流れに対応して平成25年度から施工専門委員会を設置し、鋼管杭工法の信頼性維持向上のため、施工技術・管理にかかわる課題の解決に取り組んできました。
本委員会は、鋼管杭工法の信頼性・品質向上に向けての取り組みを強化するため、鋼管杭施工専門業者と連携して、杭の性能・品質を左右する「施工」に焦点を当て、施工管理手法の高度化・標準化に関する取組みを行い、官・有識者とも連携のもと、各種基準・制度への反映、成果の活用・実務への浸透を促進することを目的として設置します。

【委員会体制と活動概要】
委員会は当協会及び鋼管杭施工専門業者のメンバーを委員とした体制とし、委員会内に「施工指針普及促進、資格・講習会検討チーム」と「施工記録収集管理・標準化推進チーム」を設けて、以下の活動項目について対応推進することを予定しています。
(1) JASPP施工管理指針の普及促進とブラッシュアップ
(2) 施工記録の蓄積・標準化、管理手法の高度化
(3) 鋼管杭の施工資格・講習会制度の検討と運営

明日を築く No.83

一般社団法人

鋼管杭・鋼矢板技術協会組織図（平成27年3月）



■協会会員（50音順）

株式会社クボタ
JFEスチール株式会社
JFE大径鋼管株式会社
新日鐵住金株式会社
日鉄住金大径鋼管株式会社

2015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