新協会設立記念特集号

明日を築く

鋼管杭協会から
鋼管杭・鋼矢板技術協会へ

技術協会として新たな出発と法人化

未来FRONT

日本初の複合構造
海上空港を支える鋼管杭・鋼管矢板基礎
東京国際空港再拡張事業 D滑走路建設外工事

TECHNICAL NOTES

高強度鉄筋を用いた杭頭結合構造の
正負交番水平載荷実験

77

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/

夜を徹して行われる、接続部の鋼管矢板打設
提供:羽田再拡張D滑走路JV

ごあいさつ

技術協会として 新たな出発と法人化

平成21年4月1日

一般社団法人
鋼管杭・鋼矢板技術協会

会長 橋本 英二（写真左）
代表理事 成田 信之（写真右）

我が国に基礎工として鋼管杭が登場したのは、昭和30年代半ばで、その後10年の普及期を経て、鋼管杭協会が昭和46年8月2日に設立されました。

鋼管杭協会はその後37年間にわたり活動を続けて参りましたが、鋼矢板に関しては平成7年に鋼管杭協会の規約にその扱いが明記され、以来、鋼管杭及び鋼矢板の技術進歩に貢献してきた結果、その存在を官界、学会に広く認められるまでになりました。

近年、鋼管杭協会では「社会基盤の維持・更新」、「建設の信頼性向上」、「コスト縮減」等の時代の要請に応えるために、鋼管杭・鋼矢板の“利用技術の研究開発促進”“技術信頼性の確立”“技術基盤の整備”を推進すべく、協会自らの改革を検討して参りました。

そしてこのたび、昨年、公益法人関連の改正法が施行されましたのを機に、本年4月1日「一般社団法人 鋼管杭･鋼矢板技術協会」を設立し、鋼管杭協会の事業を引き継ぎ、改めてユーザーの立場に立って活動することを認識し、技術協会として再出発いたしました。

「一般社団法人 鋼管杭･鋼矢板技術協会」は、その目的・事業の推進に当たり透明性を確保しつつ、品質及び利用技術向上のための調査研究、広報活動及び技術資料等の発行、技術発表会、講習会及び見学視察会の開催等を通じ、わが国の社会基盤発展に寄与するため、より大きな社会的責任を果たして参ります。

インフラの維持･更新、防災、環境対応など

ユーザーの立場に立った技術協会として体制を改革

時代のニーズに応えてきた鋼管杭･鋼矢板

道路、港湾、橋梁、鉄道、建築の各分野で、わが国を代表する数々のプロジェクトの基礎材として、社会インフラ構築に多大な貢献をしてきた鋼管杭と鋼矢板。「新技術の研究開発の促進」「新規用途の開発」等を推進し、鋼管杭の正しい普及とその技術向上を図り、社会資本整備に貢献することを目的として「鋼管杭協会」が設立されたのが1971（昭和46）年8月のことです。

以来、鋼管杭協会では利用技術向上のための調査・研究を活動の中心に据え、技術資料の編纂やデータの収集・整理、研究成果の発表、技術の普及講習会・説明会の開催、関係学協会や研究機関との技術交流・共同研究等を実施してきました。そしてこの間、官公庁をはじめコンサルタント、大学関係などの土木・建築の世界では非常に高い評価をいただけるようになり、社会資本の分野に大きな貢献を果たしてきたものと自負しています。

また、昨今の産業構造の変化や地球環境問題への注目といった社会構造の変容の中で、素材・設計・工法を網羅した経済的で環境対応型の新技術開発を推進するなど、幅広い視野での技術創出に取り組んできました。

技術開発と技術基盤整備を重点化し、社会とユーザーの新たなニーズに応えていく

そうした、生活者の視点からの国土づくりや新しい時代に向けた社会資本整備が求められる中、鋼管杭・鋼矢板へのニーズは技術においてもマーケティングにおいても新しい対応を要する局面を迎えるようになりました。

そこで、鋼管杭協会では組織の機能強化を果たすべく、外部有識者の招へい・参画などを含めた技術活動のより一層の充実を図った協会改革を実施し、これまでの任意団体から「一般社団法人 鋼管杭･鋼矢板技術協会」と体制を改め、協会活動の重点化を図っていくこととなりました。

活動の目的は、鋼管杭・鋼矢板の「利用技術の研究開発促進」「技術信頼性の確立」「技術基盤の整備」といったこれまでの方針をベースにし、「社会基盤の維持・更新」「建設の信頼性向上」「コスト縮減」等の時代の要請に応えるユーザーの立場に立った技術協会として、鋼管杭・鋼矢板の普及・技術の向上を図り、わが国の社会基盤発展に寄与することです。

一般社団法人化後に重点化される活動の内容は、技術開発と技術基盤整備の2活動が中心です。

技術開発活動とは、官・学との連携による技術開発と基準化であり、公的基準になりうる設計法や施工法の開発、公的基準改訂への参画、社会ニーズに応える構造・工法の開発などです。

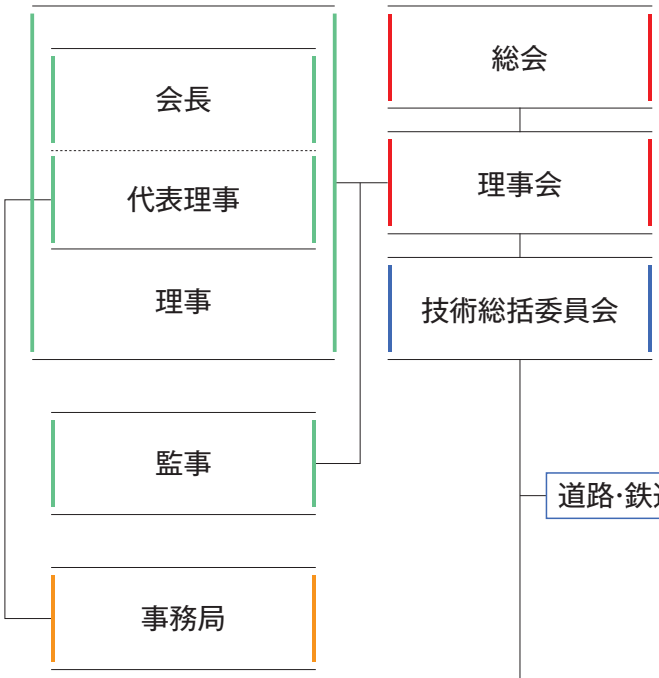
技術基盤整備とは、鋼管杭・鋼矢板の普及のための技術資料、製品標準の作成のほか、技術に関する説明会や講習会の実施が中心となります。

鋼管杭協会設立より約40年という歴史を刻み、21世紀型のグローバルな社会はより高度な質的改革にインフラの充実も重点がおかれています。変容著しい時代局面の中で、生まれ変わった新協会の、社会への多様で質の高いチャレンジにご期待ください。

平成21年度

一般社団法人

鋼管杭・鋼矢板技術協会組織図



道路・鉄道技術委員会

■主な活動
- 高強度鉄筋を用いた杭頭結合の研究
- 斜杭構造の適用に関する研究
- 中掘セメントミルク工法の硬質地盤適用研究
- ジョイントレス橋台に関する研究
- 各種技術資料の発刊、他

港湾技術委員会

■主な活動
- 鋼材の靱性を活かした設計法の構築に関する研究
- 簡易動的設計法に関する研究
- LCM、LCCに関する研究
- 防食鋼管杭の長期耐久性に関する研究

建築基礎技術委員会

■主な活動
- 支持機能（鉛直・水平）分担杭の設計法に関する研究
- 外部団体委員会への参画（建築学会など）

鋼矢板技術委員会

■主な活動
- ハット形鋼矢板・重防食技術の研究
- 円弧すべり対策工法に関する研究

製品技術委員会

■主な活動
- JIS改訂対応（鋼管杭・鋼管矢板）
- 鋼管杭標準仕様書の改訂、他

■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
新日本製鐵株式会社
住友金属工業株式会社
住金大径鋼管株式会社
東亜外業株式会社

法人化記念特別寄稿

鋼管杭の環境指標に対する優位性

理　事

日下部 治
東京工業大学　大学院理工学研究科
教授

鋼管杭は他の建設材料には見られない特徴・利点を有し、さまざまな建設構造物に利用されてきた。それは同一性能が要求される構造物に対して、他の建設材料を用いた代替案と比べて力学的優位性、経済的優位性が主張しうる場合が多いためである。しかし、原料採取から材料作成・構造物施工に至るまでに要する総エネルギーや環境負荷の指標を導入すると急速に競争力が低下する試算例もある。市場拡大・用途拡大ばかりでなく人類が保有する有限な資源の視点から、鋼管杭のさらなる高付加価値活用法や既設鋼管杭の再活用法など、鋼管杭が環境指標に対しても優位性が主張できるような研究開発を期待したい。

産学官協力の必要性

道路・鉄道技術委員会

岡原 美知夫
(財)先端建設技術センター
理事長

ここ数年建設関係業界では法令遵守が大きな問題になってきました。特に談合排除の徹底が求められてきたと思います。マスコミ等でこの問題が強調されればされるほど産学官の協力に対してブレーキがかかってきたのも事実です。グローバル社会では必要に応じて柔軟に産学官の協力が進められていると見ていますが、協力の停滞は我が国の建設分野における競争力の衰退に繋がると大変危惧されます。今こそ、法令違反に対するリスクを適切にマネジメントして、コンプライアンスを徹底し、冷え切った産学官の協力の雪解けを促すべき時ではないかと切実に思っているところです。

技術開発の中核としての役割を期待

道路・鉄道技術委員会

前田 良刀
西日本高速道路(株)　技術部
上席専門役(地盤工学)

昭和59年以来、道路協会を初めとして数多くの技術検討委員会、技術審査委員会、研究助成、等で杭協会にお世話になってきました。特に、一緒に杭基礎設計便覧の初版を纏め上げた時のことが今でも印象に残っています。そこでは、摩擦杭や中掘り鋼管杭について杭協会の委員の方々と大いに議論を交わしました。杭協会は戦後、我が国の重要な社会資本の基礎構造に関する技術開発の中核の役割を果たしてこられました。建設新技術の国際化や国内での既設構造物の維持管理技術、等の今後の重要な課題を考える時、新協会が今後とも技術開発の中核としての役割を果たされることを期待します。

鋼管杭の更なる発展を期待して

道路・鉄道技術委員会

青木 一二三
(株)レールウェイエンジニアリング
技術統括部長

鉄道においても、耐震性能の高い鋼管杭が見直されて来て、極軟弱地盤や被圧地下水の高い地盤条件において環境に優しい工法である回転貫入鋼管杭、ソイルセメント合成鋼管杭を採用する機会が増えています。また回転貫入鋼管杭は斜杭に最も適した杭であり、鉄道にて斜杭を採用しようと勉強していますが、道路・鉄道技術委員会でも研究を進めるようですので心強い限りです。今年度、貴協会は一般社団法人鋼管杭・鋼矢板技術協会として新たに発足されることから、益々ユーザーに役立つ技術情報を提供してくれるものと期待しています。

技術へ回帰した新たな時代に向けて

道路・鉄道技術委員会

中谷 昌一
(独)土木研究所
構造物メンテナンス研究センター　上席研究員

今後の社会資本の整備を展望したときに、整備水準の明らかにされた道路ネットワークの計画が策定されるべきと考えています。ために必要となる性能の構造物が整備され、相応しい維持管理が行われることとなります。ようするに、今後は社会資本も「量」ではなく「質」を指標とした整備が進められるでしょう。

これに伴い、一層の「想像力」や「創造力」が求められることから、健全で効果的な企画競争によって、「自分の頭で考える本物の技術者」たちが活躍する時代が到来します。まさに「技術」へ回帰した新たな時代が始まろうとしている中、「鋼管杭・鋼矢板技術協会」の新たな発足は誠に時宜を得たもので、ますますの貢献を期待します。

技術開発の諸問題、課題に対し、時宜を捉えた発足

道路・鉄道技術委員会

白戸 真大
(独)土木研究所
構造物メンテナンス研究センター　主任研究員

近年、鋼管杭や鋼矢板は、施工・補助工法技術の進歩が急速で、高支持力化、また岩盤等多様な地盤への施工が可能になった一方、施工過程に依存する杭や矢板の挙動の試験・評価法や施工管理法の進歩が追いついていないという問題を抱えています。また、既設鋼パイルベント橋脚の腐食劣化に対する維持管理、補修補強、更新技術の開発が新たな喫緊の課題として現れて来ております。このような状況の中、鋼管杭協会が新たに鋼管杭・鋼矢板技術協会として発足されるのは時宜を捉えたものと思います。今後ともよろしくお願い致します。

ライフサイクルマネジメント、新たなテーマへの貢献を期待

港湾技術委員会

横田 弘
北海道大学　大学院工学研究科環境創生工学専攻
教授

貴協会とは、1995年兵庫県南部地震による港湾施設、特に鋼杭式桟橋の被害分析や復旧方針の検討、およびこれらを受けて港湾の施設の技術上の基準の改訂のための研究を行ったことからお付き合いが始まりました。その後、桟橋の耐震性能照査のみならず、港湾鋼構造物の防食や維持管理へとテーマを拡大してきました。これからは維持管理の時代と言われ、構造物のマネジメントへの取組みがますます重要になります。特に、当初設計から供用中の維持管理、解体・撤去に至るまでの最適化、いわゆるライフサイクルマネジメントの確立が急務です。貴協会が技術協会として出発するにあたり、このような新たなテーマに対する多方面からのご貢献を期待しております。

時代を先取りした鋼管杭･鋼矢板の技術への新たなスタート

港湾技術委員会

福手 勤
東洋大学　理工学部都市環境デザイン学科
教授

私は貴協会の活動に歩調を合わせ、これまで約20年にわたり、鋼管杭、鋼矢板の防食技術の開発・改良、JIS規格やマニュアルの改訂などに参画できたことをとても有り難く思っています。しかし一方、これまで協会の名称に「鋼矢板」が含まれていないことにいささかの違和感を抱いていたことも確かです。今回の法人改革に併せ、協会の名称に「鋼矢板」、さらには「技術」を加えて、新たなスタートを切られることをとても心強く思います。本格的な環境の時代、メンテナンスの時代を迎え、今後とも時代のニーズを先取りした活動を続けられることを強く期待し、私も微力ながら少しでもお役に立てることを願っています。

震災復興の実績を思い、さらなる発展を期待

港湾技術委員会

清水 一夫
日本防蝕工業(株)
技術顧問

鋼管杭協会は、わが国の高度経済成長期には積極的に各方面に技術協力を行い社会的な貢献に尽力されていたことが記憶に残っている。特に阪神大震災の際には、敏速に復興のための調査活動を行ったことは、技術者集団の意気込みがあったからこそ、出来たものと思っている。鋼管杭協会は平成21年度に一般社団法人鋼管杭・鋼矢板技術協会として新たに発足されることから、更なる発展が期待されている。このような時期に私は、昨年協会の防食技術委員会の委員を委嘱されました。今後、微力ではありますが、協会の発展のため努力して行きたいと思っています。

杭基礎研究の中核として産官学の仲介役を

建築基礎技術委員会

中井 正一
千葉大学　大学院工学研究科
教授

35年ほど前、私が博士課程の学生だった頃、恩師の岸田先生（当時東工大）が主催された委員会で杭の水平載荷試験例を収集するという活動に参加する機会を得ました。これが、鋼管杭協会との最初の関わりでした。協会においては、当時より学術委員会が多数運営され、数多くの成果が蓄積されています。今、新たな体制で再び学術的な活動を開始されるに当たり、杭研究に携わるものとして大きな期待を寄せています。貴協会が日本における杭基礎研究の新たな中心となり、産官学の仲介役となられることを切に希望します。また、その活動の一端を担うことができれば幸いです。

液状化地盤と杭の変形性能

建築基礎技術委員会

田村 修次
京都大学防災研究所　地震・火山グループ
准教授

液状化すると地盤が外力として杭に作用する場合があります。ただし、杭が地盤に追従して変形できれば、地盤からの外力は低減できます。また、杭が破壊しなければ上部構造物の大きな傾斜もありません。したがって、杭体の変形性能（ある軸力におけるM-ϕ関係）は、カタログに記載されるべき基本的かつ重要な情報です。しかし、一般的な建築物では、液状化地盤でも（Chang式のように）地盤は変位しないと仮定して杭応力が算定されるケースが多く、鋼管杭のもつ変形性能は建築の構造設計者に高くアピールできていません。今後、杭の変形性能が評価される枠組みをつくる必要があると考えております。

これからの設計法に向けて

鋼矢板技術委員会

中井 照夫
名古屋工業大学　大学院工学研究科
教授

Terzaghiが地盤工学（土質力学、土質工学）の体系化をはかってから60年以上になろうとしています。その間、創意工夫による個々の問題での進歩はあるものの、実務設計での本質的な考え方に変化はありません。鋼管杭・鋼矢板に関する問題でも、土圧、変形、破壊は本来一つの考え方で統一的に解釈すべきものですが、現実は独立に考えバラバラの考え方で設計しています。これは一に信頼性のある地盤材料の構成モデルが開発されていないことによります。近年、地盤材料の特徴を簡単且つ精緻に説明出来るモデルも開発されつつあるので、現状の設計法に甘んじることなく先進的で合理的な考え方を設計法でも取り入れて欲しい。今後の貴協会の活動を期待しています。

協会のあゆみ

1971年
- 鋼管杭協会発足。
- 初の説明会、「建築用鋼管ぐい施工指針・同解説」を東京、名古屋、大阪で開催。

1972年
- 機関誌「明日を築く」創刊号を発刊。
- 「鋼管杭設計施工基準集」(各官庁、学会、協会などで制定したものを要約)を作成。

1973年
- 「国際地震工学会議」出席と欧州における基礎工学調査団を派遣。

1974年
- 技術資料「鋼管ぐいー その設計と施工ー」(赤本)初版発刊。

1975年
- 建設省土木研究所と、「防食技術開発に関する共同研究」を開始。

1976年
- 技術資料「鋼管杭付属品の標準化」初版発刊。
- 技術資料「JASPPジョイントー鋼管杭半自動溶接工法ー」初版発刊。

1977年
- 「国際会議インターノイズ77」(スイス・チューリッヒで開催)で、防音カバーに関する論文を発表。
- 「第9回国際土質基礎工学会議」(東京大会)の運営・行事に協力し、英文パンフレット「STEEL PIPE PILE」を配布。
- 技術資料「SL杭製品仕様書、付属資料SL杭取扱書」初版発刊。

1978年
- 東京湾横断道路プロジェクトの人工島関係調査に協力。
- 宮城県沖地震による杭基礎構造物の被害調査を実施。

1979年
- 「鋼管杭の騒音振動低減工法」(特別技術委員会施工分科会編著)発刊。

1980年
- 「第5回海洋腐食と汚染に関する国際会議」(開催バルセロナ)で、千葉・阿字ヶ浦暴露実験内容の論文発表。
- 技術資料「鋼管矢板施工標準・同解説」初版発刊。

1981年
- 「第10回国際土質基礎工学会議」(開催スウェーデン・ストックホルム)に参加。
- 協会創立10周年。「明日を築く」 10周年記念号を発刊。

1982年
- 技術資料「鋼管杭の打撃応力と適性ハンマ」を発刊。

1983年
- 「熱帯地域での鋼管杭等暴露試験」開始(ミンダナオ島、シンガポールの2カ所で10年計画)。

1984年
- 技術資料「鋼管矢板基礎」(黄色本)初版発刊。
- 運輸省港湾技術研究所、(財)沿岸開発技術研究センターと鋼管杭の防食法に関する共同研究を開始(各種の防食鋼管杭の暴露実験を茨城県波崎で開始)。
- 技術資料「鋼矢板 設計から施工まで」(緑本)初版発刊。

1986年
- 「空港連絡橋の鋼管杭載荷試験」を関西国際空港(株)より受託。
- 技術資料「建築用鋼管杭施工指針・同解説」(鋼管杭協会編)を発刊。

1988年
- 技術資料「重防食鋼管杭・鋼管矢板製品仕様書」初版発刊。その説明会を全国37都道府県297カ所で実施。

1989年
- 「東京国際空港空港連絡橋鋼管杭載荷試験解析調査」を運輸省より受託。
- 「関西国際空港島内高架橋基礎鋼管杭載荷試験計画書作成業務」を関西国際空港(株)より受託。

1990年
- 技術資料「鋼矢板Q&A101題」初版発刊。
- 技術資料「重防食鋼管杭・重防食鋼管矢板施工の手引き」初版発刊。改訂赤本を用いて、全国10カ所で説明会を開催。
- 「高石工区杭鉛直載荷試験結果解析検討」を阪神高速道路公団より受託。
- 「関西国際空港／島内鋼管杭載荷試験、島内高架橋基礎杭鋼管杭載荷試験」を関西国際空港(株)より受託。

1991年
- 協会創立20周年。「1971～1991そして未来へ ー鋼管杭協会設立20周年記念誌ー」発刊。
- 「東京国際空港／ターミナル地区中央南北連絡橋載荷試験解析調査、立体駐車場(南棟)載荷試験解析調査」を運輸省より受託。

1992年
- ビデオ「重防食鋼矢板」制作。全国説明会実施。
- 「東京国際空港沖合展開事業地盤支持力の特性解析調査」を運輸省より受託。
- 「東京湾横断道路鋼管杭の動的支持力測定試験検討」を(財)高速道路調査会より受託。

1993年
- 防食鋼管杭の開発とその海洋暴露試験報告書(千葉沖、阿字ヶ浦沖)作成。
- 鋼管杭、鋼管矢板PR用ビデオ「新世紀への礎」を制作。

1994年
- 技術資料「鋼矢板標準製品仕様書」初版発刊。
- 「鋼管杭の中掘り杭工法(セメントミルク噴出攪拌方式)施工要領」(紫本)初版発刊。
- 運輸省より「東京国際空港／新B滑走路水平載荷試験解析業務、斜杭挙動解析調査」を(株)構造技術センターより受託。

1995年
- 阪神大震災後、震災復興協力委員会を設置。鋼管杭・鋼管矢板基礎などの被害状況について調査・解析を実施。
- 運輸省港湾技術研究所と共同で、「重防食鋼矢板の耐久性に関する研究」を開始。

1996年
- 八戸工業大、京都大「鋼管杭基礎の終局水平耐力に関する組杭模型実験」に参加。
- 大水深基礎として「鋼管トラス基礎設計マニュアル」を発刊。
- 「波崎沖海洋暴露試験」が12年目、「熱帯地域での暴露試験」が10年目を迎え、研究の総まとめを行う。
- 「鋼管杭の耐震性について組杭での水平載荷試験」を(財)土木研究センターより受託。
- 「高浜桟橋・鋼管杭の肉厚調査に関する業務」を(社)日本埋立浚渫協会より受託。
- 「神戸港鋼構造岸壁の被災状況調査」を(財)沿岸開発技術研究センターより受託。
- 「桟橋式・耐震強化岸壁の設計法の検討調査」を(財)沿岸開発技術研究センターより受託。

1997年
- 協会ホームページを開設。
- 「道路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徴」に関する講習会を全国で実施。
- 「名古屋港鋼管杭支持力試験解析検討」を(財)沿岸開発技術研究センターより受託。

1998年
- 技術資料「防食ハンドブックー設計・施工・維持管理ー」初版発刊。
- 「鋼管杭を基礎とする建築物の二次設計に関する検討」を運輸省より受託。
- 「古宇利大橋・琉球石灰岩における鋼管杭基礎に関する調査業務」を(社)日本建設機械化協会より受託。
- 「伏木富山港(新湊地区)鋼管杭支持力検討業務」を(財)沿岸開発技術研究センターより受託。

1999年
- 技術資料「『SI単位系』への移行における参考資料」を作成。それらを用いて、鋼管杭などの技術講習会を実施。

2000年
- 技術資料「鋼管矢板基礎Q&A」を発刊。
- 「SW2000サンパウロ国際会議」(第6回波動理論の杭への適用に関する国際会議)に参加。論文6編を発表。
- 技術資料「バイブロハンマ工法」、パンフレット「鋼管杭エコマネジメント」「橋梁基礎には鋼管矢板基礎を！」を発刊。技術講習会を実施。
- 「古宇利大橋の支持力調査検討業務」を沖縄県北部土木事務所より受託。

2001年

- 協会創立30周年。「明日を築く」 30周年記念号を発刊。記念講演、シンポジウムを開催。

- 「正蓮寺川工区鋼管矢板調査業務」を阪神高速道路公団より受託。
- 「舞鶴西大浦漁港防波堤鋼管杭動的載荷試験業務」を舞鶴市より受託。
- 「十勝港人工液状化実験」を(独)港湾空港技術研究所より受託。
- 「東名阪鋼管矢板土留め壁構造試験」を日本道路公団より受託。
- 自立式鋼矢板設計プログラムを作成、ホームページ上で公開。

2002年

- 第37回地盤工学研究発表会(大阪)で鋼矢板芯壁堤等を出展。
- 土木学会第10回地球環境シンポジウムで遮水鋼矢板・鋼管矢板などを出展。
- 鋼管矢板・鋼矢板遮水壁工法のオーソライズを目的とした呉港実海域性能確認試験への対応。
- 東京港臨海大橋主塔基礎における、大口径鋼管杭の支持力評価や縞鋼管継手のせん断耐力評価などの研究を開始。
- 海上空港技術研究委員会を設置。φ1600鋼管杭の支持力機構の検討、連絡誘導路への鋼管矢板井筒基礎、機械式継手や高耐力継手など各提案に向けた技術活動を開始。
- 技術資料「鋼管矢板基礎ーその設計と施工2002改訂版ー」(黄色本)を発刊。

2003年

- 平成14年道路橋示方書改訂に伴ない、パンフレット「道路橋を支える鋼管杭」を作成し、技術講演会を実施。
- 鋼矢板に関するパンフレット6種(「鋼矢板道路擁壁」「多自然型鋼矢板護岸工法」「透水性鋼矢板工法」「調整池における鋼矢板の利用」「鋼矢板による液状化対策」「鋼矢板を用いた沈下対策工法」)を発刊。
- 「東京港臨海大橋／縞鋼管継手せん断耐力特性基準試験、大口径鋼管杭載荷試験解析」等を(財)沿岸開発技術研究センターより受託。
- 「海老江工区鋼管集成橋脚力学的特性検討業務」を阪神高速道路公団より受託。

2004年

- (独)港湾空港技術研究所、(財)沿岸技術研究センターとの共同研究、茨城県波崎での1984年以来の長期暴露試験の成果を紹介した「鋼管杭の防食法に関する研究」をホームページ上に公開。
- 許容変位量を中心とした鋼管杭(新工法含む)の優位性PR活動を推進。技術講演会を実施。
- 技術資料およびパンフレット「ハット形鋼矢板900」を発刊。

2005年

- 「東北中央自動車道軟弱地盤における摩擦杭設計基礎資料作成業務」を(財)高速道路技術センターより受託。
- パンフレット「鋼材を用いた港湾リニューアル工法」を発刊。
- 技術資料「鋼管矢板本体利用半地下道路構造例集」「縞鋼管継手を用いた鋼管矢板基礎」を発刊。

2006年

- 1984年より茨城県波崎沖で続けられてきた長期海洋暴露試験の総括報告書を発刊。
- 東京、大阪で「海洋暴露試験20年の研究成果ー合同報告会ー」を共同開催(主催(独)土木研究所、(独)港湾空港技術研究所)。

- 「性能設計照査技術検討」を(財)沿岸技術研究センターより受託。
- 「港湾鋼構造物の事例と鋼管杭協会の活動」を発刊。
- 高強度鉄筋を用いた杭頭結合構造の研究に着手。

2007年

- 「鋼材を用いた高潮対策工法」「ベルタイプ式鋼管杭工法を！」などのパンフレットを発刊。

- 技術資料「鋼矢板 設計から施工まで2007改訂版」(緑本)、「重防食鋼矢板の施工の手引き」を発刊。

- 技術マニュアル「自立式鋼矢板擁壁設計マニュアル」発刊。

- 「縞鋼管高耐力継手を用いた鋼管矢板基礎」および「鋼管矢板本体利用構造事例集」等の新技術、新工法の技術資料を活用した技術説明会を実施。

2008年

- 斜杭構造の適用に関する研究に着手。
- (独)港湾空港技術研究所、日本埋立浚渫協会で港湾分野における支持力評価の標準化に関する共同研究を開始。
- 技術資料「鋼管杭の中掘杭工法施工要領(紫本)」第7版発刊。

2009年

- 協会法人化、一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会 発足。
- 技術資料「鋼管杭ーその設計と施工ー」(赤本)改訂版発刊。

未来 FRONT

日本初の複合構造
海上空港を支える鋼管杭・鋼管矢板基礎

東京国際空港再拡張事業　D滑走路建設外工事

国内航空ネットワークの要として、およそ1分間に1機のペースで離着陸が行われている羽田空港は、その処理能力が限界に達している状況にある。

そうしたなか、その沖合で365日昼夜を問わず進められている工事がある。全長2500mの滑走路を新たに建設する、「D滑走路建設外工事」である。

新たな滑走路島は、約2000mの埋立部と多摩川河口域にかかる約1100mの桟橋部による海上空港となる。これまでに、米国ニューヨークのラ・ガーディア空港など桟橋形式の海上空港はあるが、大口径・長尺の鋼管杭基礎をともなう大規模なジャケット構造による施工としては、これまでに類をみない事例となっている。

100年間の耐久性を目指し、ステンレス鋼で覆われたジャケットレグが洋上に建ちならぶさまは、神殿のようでさえある。

滑走路島が埋立部と桟橋部による複合構造であることに加え、高精度を追及しながら急速施工を可能にするなど、海上構造物の建設史にさんぜんと輝くであろう本工事をレポートしてみる。

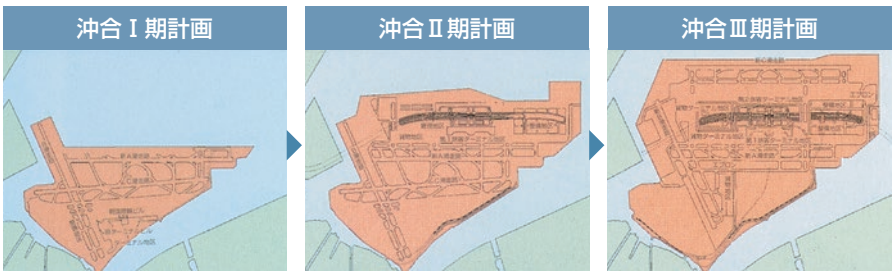
桟橋部での鋼管杭打設

数次におよぶ拡張事業で成長を続ける羽田空港

国内49の空港と結ばれ、1日約420便が就航する東京国際空港（羽田空港）は、国内航空旅客数の約6割にあたる約6667万人（1日あたり約18.2万人／2007年度）が利用している、国内航空ネットワークの基幹空港である。

その歴史は、1931年にわが国初の国営民間航空専用飛行場として誕生。面積わずか53ha、滑走路は300m×15mの1本からの出発であった。もっとも、羽田空港の歴史は航空需要の拡大に対応するための、数次に渡る拡張の連続であり、その代表的事業が1984年1月より開始された沖合展開事業である。

1988年7月に第Ⅰ期事業として新A滑走路を、5年後、第Ⅱ期事業として西旅客ターミナルを供用した。さらに第Ⅲ期事業として1997年3月には新C滑走路を供用したほか、翌年3月に国際線地区旅客ターミナルビルを供用し、2000年3月に新B滑走路を、2004年12月には東旅客ターミナルを供用。現在の羽田空港は面積約1271ha、（A）3000m×60m、（B）2500m×60m、（C）3000m×60mの3本の滑走路を備えた国内最大級の空港で、年間の航空機発着回数は約29万6000回（2006年度）。旅客数とあわせて国内最大の空港であるとともに、国内線主体にもかかわらず世界有数の規模（乗降客数で第4位）を誇っている。



沖合展開事業の変遷

さらに沖へと向かう再拡張事業

こうした変遷をたどってきた羽田空港だが、東京都区内にあって利便性が高い反面、騒音問題や増便規制、小型機の乗り入れ禁止などの発着枠問題が存在し、さらに近年の著しい航空需要の増大で、その空港処理能力はすでに限界に達している。そのため、新たに4本目の滑走路（D滑走路）を整備し、空港処理容量を大幅に増加させようというのが、この度の再拡張事業の目的である。

この事業により、羽田空港の年間発着能力は現在の29.6万回から40.7万回に増強。発着容量の制約の解消、多様な路線網の形成による利用者利便の向上を図るとともに、将来の国内航空需要に対応した発着枠を確保しつつ国際定期便の受け入れも視野に入れるという。

羽田空港再拡張事業の概要

D滑走路建設工事全景（2008年9月24日）

未来 FRONT

世界でも例を見ない困難かつ技術レベルの高いプロジェクト

国内初適用となる複合構造の海上空港

2000年9月より、「首都圏第3空港調査検討会」が設置され検討が始まった羽田空港の再拡張事業は、新たに整備されるD滑走路島の工法について、桟橋工法、埋立・桟橋組合せ工法、浮体工法の3工法について検討が行われた。

その結果、関西国際空港や中部国際空港などわが国の海上空港で数多くの実績がある埋立工法に加えて、多摩川側約1100mについては河口域の通水性を確保するために桟橋構造を採用。埋立と桟橋とを組み合わせた、国内初の複合構造の海上空港として決定された。

埋立部は、大水深かつ軟弱な粘性土層が厚く堆積した場所に位置する。そのため、工期・工費圧縮の観点から低置換のサンドコンパクションパイル工法で地盤改良が施され、護岸構造は沈下に対して追従性が高い傾斜堤構造を採用し、海底面から約35mの高盛土埋立の長期沈下に対応している。

桟橋部には、本杭として先行打設した鋼管杭基礎（φ1320.8～φ1600）に工場製作された全198基のジャケットをかぶせるジャケット式桟橋構造を採用。そして埋立部と桟橋部をつなぐ埋立桟橋接続部（以下、接続部）には、航空機が安全に離発着できる滑走路の基礎としての機能と、埋立部の側方変位を抑制する機能（護岸機能）の両方を満たすために、橋梁などの基礎として実績が豊富で、大きな曲げ剛性をもつ鋼管矢板基礎が採用されている。

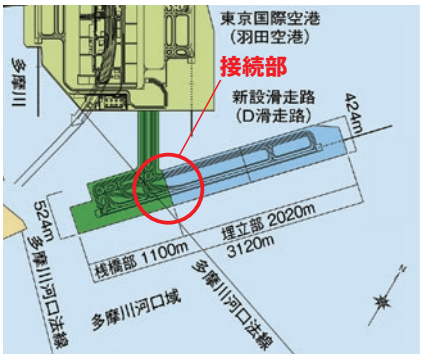
厳しい施工条件と大深度・軟弱地盤での鋼管杭施工

このように、これまでの空港施設には見られないほど、非常に大規模で複雑な構造となっているD滑走路建設工事だが、技術的難度に加えて、非常に厳しい施工条件が多くみうけられる。

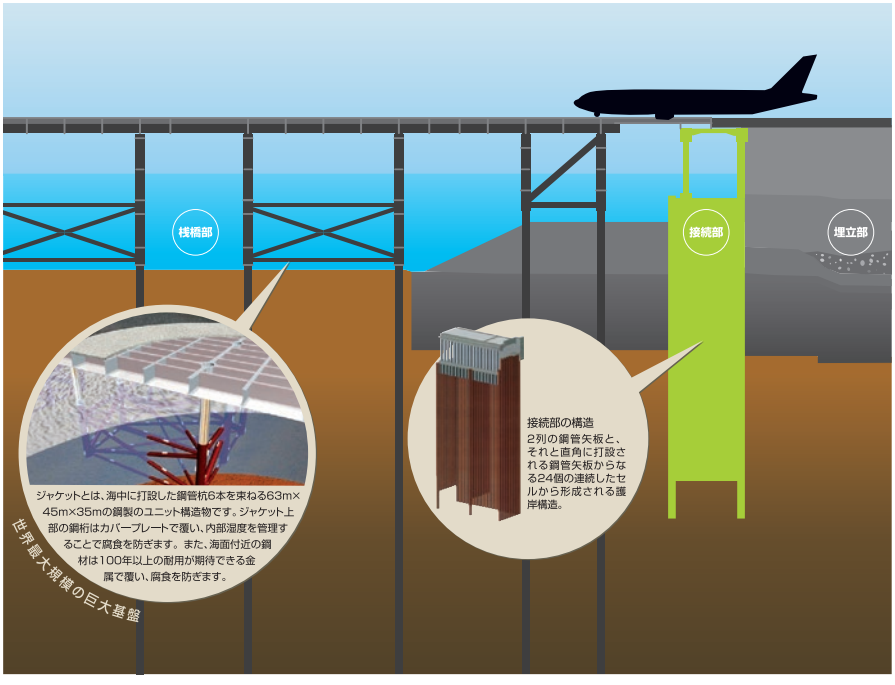
まず、そのひとつが2007年3月30日に本工事が着手され、2010年度中の完成・供用開始を目指すという、きわめて短工期での施工が求められていることである。

さらに、船舶の航行が集中する東京港第一航路に近接していることや供用中の現羽田空港の制限表面下（航空機の安全運航のための高さ制限）の中にあることなど、厳しい施工条件も重なっている。

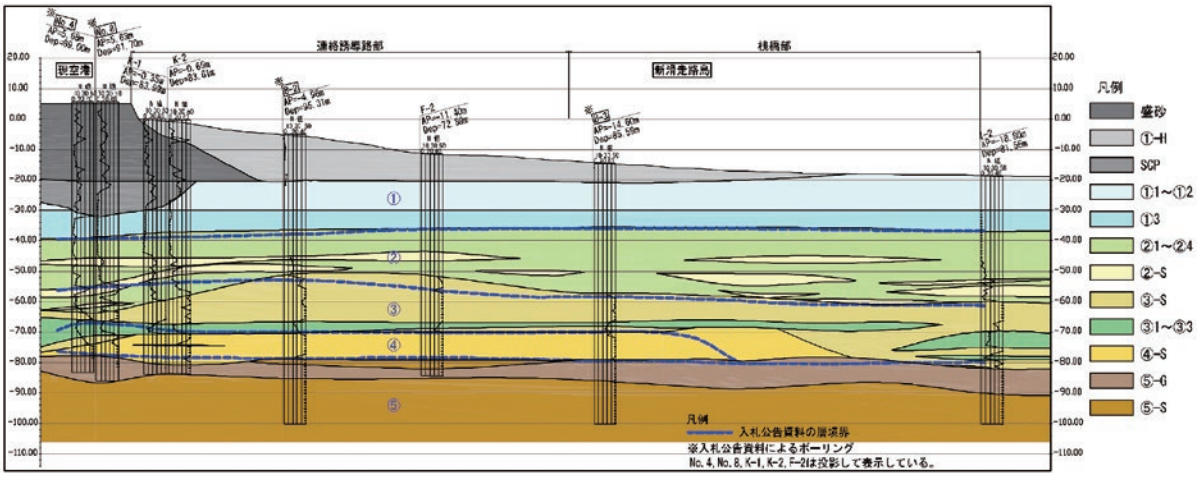
また、当現場は最大20mの大水深海域にあり、その下には軟弱な粘性土が厚く堆積しているため、杭長85m～90mにも及ぶ長尺鋼管杭を打設することが必要となっている（本現場の地層構成と各地層の特徴は次頁「地質構成図」と



D滑走路平面図



D滑走路断面構造図



地層構成図（滑走路中心断面）

「地質区分の特徴」を参照）。

基礎杭の設計支持力の設定については、杭径がφ1600と大口径であるため先端支持力の設定には十分な注意が必要であり、近隣で地盤条件の似た東京港臨海道路の載荷試験結果も活かしつつ、当現場でも鉛直載荷試験と水平載荷試験を実施。その結果、支持層に杭径の3倍の根入れ深さとし、先端閉塞率を50%として設計することとした。

このように、厳しい施工条件下での大規模かつ急速な鋼管杭施工として、世界的にも例を見ない困難かつ高度な技術的知見が求められるプロジェクトとなっている。

①層	海底面～AP-35m程度に分布する地層であり、軟弱な粘性土主体の地盤。含水比は100%以上程度、塑性指数は60%以上程度、間隙比は3以上程度。
②層	AP-35m～-60m程度に分布する地層であり、粘性土主体であるが、②層の下半分に一部砂質土が挟在する。上部の粘土層については。①層に比較すると粗粒で低塑性であり、含水比は25～60%程度、塑性指数は10～40%程度、間隙比は1.3程度。
③層	AP-50m～-75m程度に分布する地層であり、砂礫・粘性土・砂質土の互層地盤。N値50以上の箇所もあり、規模構造物の支持層となりうる層。
④層	AP-70m～-95m程度に分布する地層であり、一部小さなN値を有する粘土が挟在しているが、N値50以上の連続した層が存在し、中規模～大規模構造物の支持層となりうる層。
⑤層	AP-80m程度以深に分布する地層であり、N値50以上の連続した層が存在し、大規模構造物の支持層となりうる層である。せん断波速度はおおむね400m／s以上。

地層区分の特徴

大規模・急速・高精度施工を可能にした鋼管杭打設

多摩川側約1100mでは、河口域の通水性確保のほか、気象・海象条件に左右される現場施工量の低減、杭本数の削減やプレファブ化による工程短縮などの理由からジャケット式桟橋構造が採用された。このような大規模なジャケット式桟橋は、これまでに海洋エネルギー施設や港湾施設での実績はあるものの、広大な空港基盤施設としては初の適用となっている。その、主要諸元は以下の通りである。

●桟橋部　198基
●標準寸法（1基当たり）　W63m×L45m×H35m
●最大重量　約1600トン
●基礎杭　φ1600・φ1422.5・φ1320.8 ×85 ～ 90m 1165本（約9万トン）
●桟橋部全長　W1079.1m×L524m
●桟橋部面積　約52万㎡

桟橋部の鋼管杭施工では、①大口径・長尺杭が使用され、かつ短工期での施工が求められていること、②非常に高い打設精度が要求されること、の2点が大きな特徴となっている。

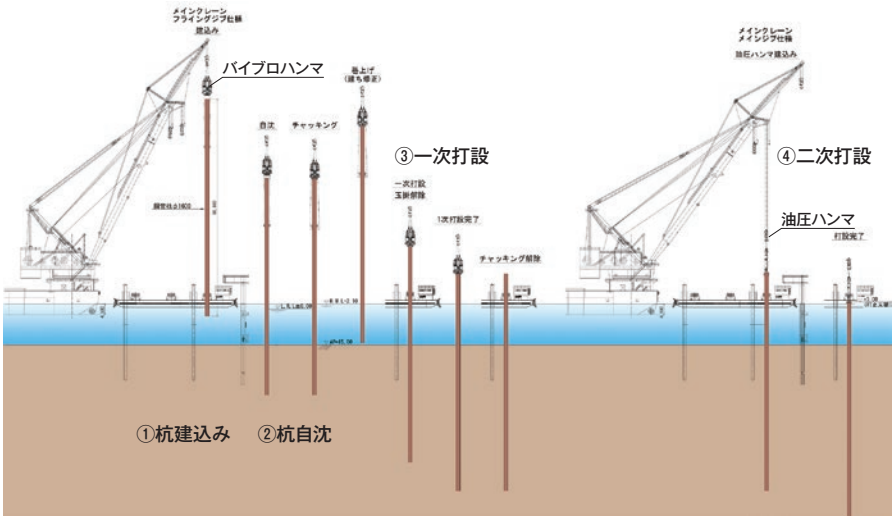
最大径φ1600mm・総本数1165本となる鋼管杭は、工程短縮を目的に別ヤードで杭長約80m ～ 90mに一本化され、重量約80t ～ 90tときわめてスケールの大きな長尺杭として打設される。

ジャケット桟橋の施工は、通常、仮受け杭を設置してジャケットを据付け、据付け後のジャケット上から杭を建て込むが、本工事では工程短縮とコスト削減を目的に、先行打設した鋼管杭にジャケットをかぶせて据付けを行っている。

そのため、鋼管杭の打設は水平方向で10cm以下、鉛直方向で±5cm以下、傾斜角は2度以下という非常に高い精度が要求されることになった。

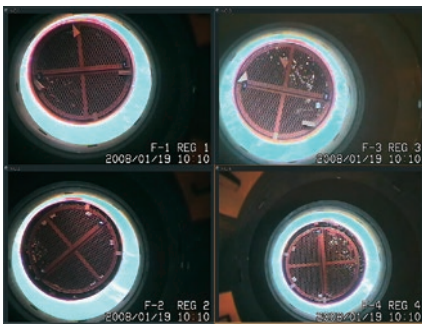
桟橋部ジャケット据付状況

鋼管杭へのジャケット挿入の状況



鋼管杭打設ステップ図

パイルキーパーを用いた鋼管杭打設状況



レグ内カメラ画面

誘導システム画面

導材台船

100年対応のライフサイクルコスト低減を図る防食対策

埋立・桟橋組合わせ構造であるD滑走路は、ジャケット式桟橋構造をはじめとして大量の鋼材が使用されている。これら鋼構造物は、腐食環境の厳しい海上で長期の供用を想定していることから、長期耐久性を期待できる防食対策が施されている。

上部鋼桁部は、耐腐食性に優れるチタンカバープレートにより桁全体を覆うことで腐食環境が大幅に改善される。また、結露による桁内塗装の劣化を防ぐため、除湿器と循環ファン、送気ダクトからなる除湿システムを利用して、桁内部の相対湿度を50%以下にコントロールしている。

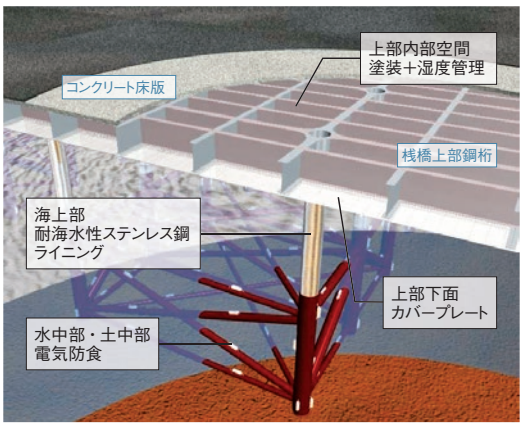
カバープレートから海面付近までのジャケットレグは、補修がきわめて困難な干満・飛沫帯にあることから、鋼部材の表

鋼管杭は、1600t吊級杭打船で建て込み、杭の鉛直精度を確保するため1次打設をバイブロハンマで、2次打設は油圧ハンマを用いたフライング工法で行われている。導材導枠を用いた杭打設では設置および撤去に時間がかかるため、パイルキーパー付きの導材台船を使用することで、工程短縮を図りながら高い精度を確保している。

導材台船は杭打設時の平面方向ガイドを搭載しており、後から据付けるジャケットへの精度確保のため、ジャケット1基あたりの杭6本の相対位置を確保するパイルキーパー6台が配備されている。導材台船にはRTK-GPSとレーザー距離計等を連動したパイルキーパーの位置誘導システムを搭載。リアルタイムで台船の位置決めと打設中の杭の位置情報を表示することで、打設途中の位置ズレ等へすばやく対応できるようになっている。

さらに、ジャケットレグ内には小型で精細度のカメラが取り付けられ、モニター画面を確認しながらジャケットレグを杭へと挿入でき、効率化が図られるとともに吊荷の下に立つ必要がなく安全性も向上している。

桟橋部分だけでも1165本という大規模な数量の鋼管杭を、これまでに培ってきた技術と新しい工夫の積み重ねで、繊細かつスピーディーに打設が行われている。



ジャケット式桟橋部概略図

面を耐腐食性に優れた耐海水性ステンレス鋼で覆う防食工法で対策されている。また、海中部および土中部は、港湾施設に実績が豊富で信頼性が高く、維持管理が容易なアルミニウム合金陽極を用いた流電陽極方式による電気防食工法が採用されている。

様々な要求に応える鋼管矢板基礎

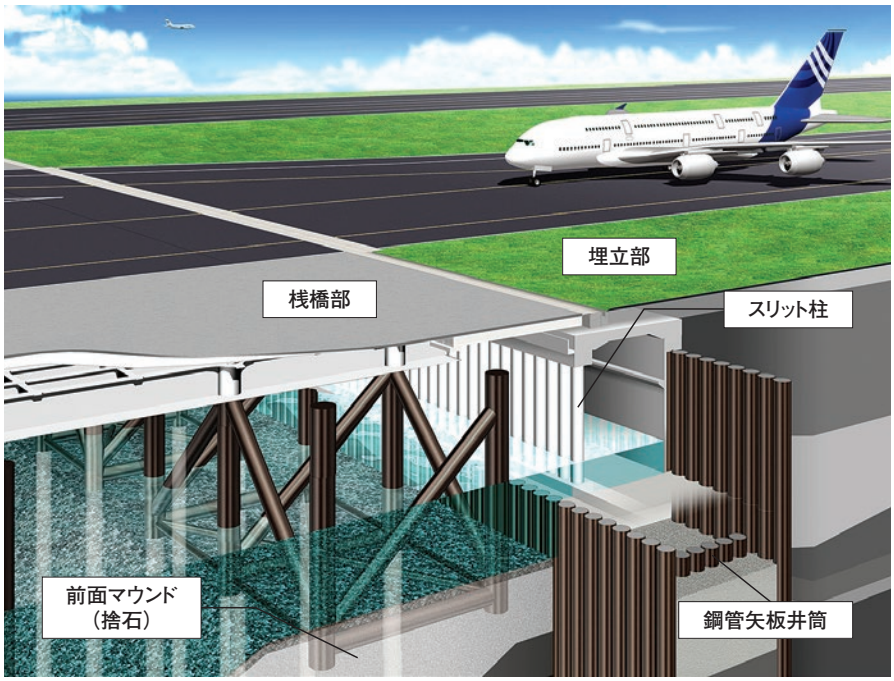
延長424mになる接続部は、D滑走路を特徴づける複雑な機能を持った特殊な構造物といえる。護岸として期待される性能もこれまでの事例とは大きく異なる。護岸高さは、水深約18mに海面上の高さ約14mを加え、30mを超える。さらに、埋立部は、圧密沈下を見越して最大高さ約40mの盛土が施される。こうした条件下で、水平方向からの側方変位に耐え、100年間の耐久性が求められる護岸であり、供用後は上部を航空機が通るため、橋梁などと同様の荷重を受け持つ基礎である。

このように、埋立護岸兼渡り桁基礎としての機能が要求されるため、接続部では、コンパクトな断面で大きな曲げ剛性が得られ、橋梁・橋台の基礎として十分な実績がある鋼管矢板井筒基礎が採用されている。地盤変位を抑えるため隔壁部の継手にはせん断耐力の大きな、高耐力継手が採用されたφ1600mmの鋼管矢板が用いられている。

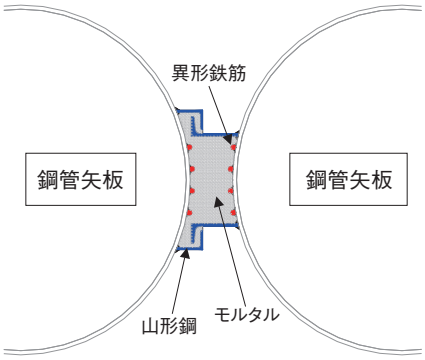
工夫をこらし、工期短縮にも貢献する技術の数々

この高耐力継手は、従来のP-P継手に比べて継手部の内空断面を大きくした山形鋼と異形鉄筋の組み合わせに、高強度モルタルを充填した構造となっている。新開発のウオータージェットを用いて掘削洗浄することで、継手内へのモルタルの充填がより確実になっている。

これらの特徴により、P-P継手と比較して2.5倍のせん断剛性と10倍のせん断耐力が実現したほか、鋼管矢板本数の削減も可能になった。



埋立/桟橋接続部概略図



高耐力継手の概要図

また、接続部は制限表面下にあるため、継ぎ杭での打設が行われたが、打設精度の要求とともに施工時間を短縮するために、無溶接で接合が可能な機械式継手も採用された。さらに、施工時には、鋼管矢板にひずみ計や傾斜計などの計測器が取り付けられ、変形と応力を随時監視するなど細心の注意が払われた。

接続部で使用されている鋼管矢板基礎の諸元は以下の通りである。

- ●全長　W428.4×L14.4m
- ●鋼管矢板　φ1600
- ●鋼管矢板本数　約650本
- ●鋼管矢板長　67m

海洋構造物のエポックメークとなる羽田再拡張事業

新たに4本目の滑走路が整備される羽田空港は、発着容量の制約解消から多様な路線網が形成され、将来の国内航空需要への対応とともに国際定期便の受け入れも視野に入れ、利用者利便が向上されていくであろう。

本工事では、数々の先進の技術を用い、既存の空港を供用しながら、大規模かつ高精度な施工を短工期で可能にしてきたわけだが、これらの先進技術が今後の利用者利便だけにとどまらず、わが国の経済波及効果や国際競争力向上に大いに貢献することで、世界に冠たる事例として残るはずである。

写真・図表提供：関東地方整備局東京空港事務所、羽田再拡張D滑走路JV

TECHNICAL NOTES

高強度鉄筋を用いた杭頭結合構造の正負交番水平載荷実験

道路・鉄道技術委員会

1. 緒言

道路橋における杭基礎およびその周辺技術の高機能化をはかるため、鋼管杭協会では、土木研究所らとともに共同研究を進めており、その中の重要課題として、鋼管ソイルセメント杭工法[1]や回転杭[1]等の大支持力鋼管杭実用化に伴う杭頭反力増大に対応するための新しい杭頭接合構造の開発が急務となっている。

従来の道路橋基礎における鋼管杭とフーチングの結合方法としては、フーチングの中に杭を一定長さL（L≧D、D：杭径）だけ埋込み、杭頭反力（鉛直力、水平力、曲げモーメント）に抵抗する方法（方法A）、およびフーチング内の杭の埋込みは最小限度（100mm）に留め、主として中詰め補強鉄筋で補強することにより杭頭反力に抵抗する方法（方法B）の2つの方法が道路橋示方書[2]に規定されている。ただし、実施工においてはフーチング内配筋の施工性確保などの理由から、ほぼ全てのケースで（方法B）が採用される傾向にある[3]。

その一方で、前述の大支持力鋼管杭に対しては、結合方法Bの中詰め補強鉄筋だけでは十分な杭頭部耐力が確保できないことから、現状では補強鉄筋を鋼管杭外周にも現場溶接（フーチングへの埋込み部10cm範囲のフレア溶接）して杭頭部耐力を高める方法（図1）が広く用いられている。しかし、本杭頭結合構造では、現場溶接における施工条件管理や品質確認を確実に行うことは困難であり、必ずしも十分な品質保証がなされていないのが実情である。

この問題への対処として、杭頭結合部に用いる中詰め補強鉄筋の材質（強度）を現状最大のSD345（降伏点345N/mm²以上）からSD490（降伏点490N/mm²以上）に高強度化することにより、構造性能とコスト性を維持しつつ、現場溶接レス化する方法（図2）を提案している。本稿では、提案構造の構造性能を確認し、設計法確立に資することを目的として実施した実験結果を報告する。

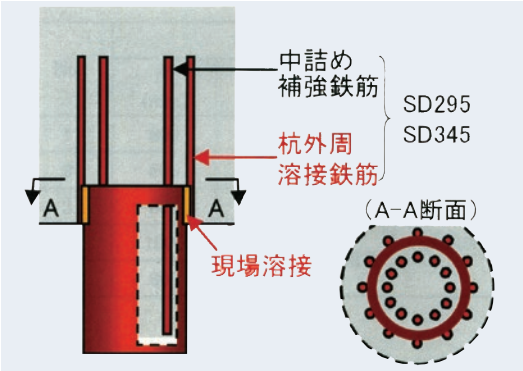


図1　現状の鋼管杭頭結合構造（中詰め＋杭外周溶接鉄筋）

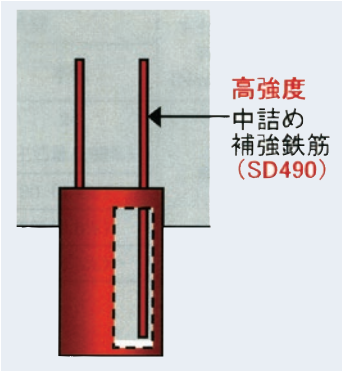


図2　高強度鉄筋を用いた杭頭構造（溶接レス）

2. 正負交番水平載荷実験

2.1　実験の目的

本実験では、（1）「主鉄筋（中詰め補強鉄筋）の高強度化した場合の杭頭結合部の構造性能評価」に加えて、（2）「杭頭部結合部耐力設計で用いる仮想RC径の合理的な評価手法の確立」に資することを目的とした。具体的な確認項目は以下のとおりである。

（1）「中詰め補強鉄筋の高強度化」による杭頭結合部の構造性能評価項目

①「中詰め補強鉄筋の高強度化」による杭頭結合部の水平耐力確認

②「中詰め補強鉄筋の高強度化」による杭頭結合部の変形性能確認

③高強度鉄筋を用いた場合のコンクリート付着切れによる鉄筋の抜出し有無の確認

④高強度化補強鉄筋の必要定着長の確認

（2）杭頭部結合部耐力設計で用いる仮想RC径の合理的な評価手法の確立

杭頭結合を方法Bとする場合は、杭頭結合部が杭頭部より先行して損傷しないよう、フーチング内に鉄筋コンクリート断面を仮定した断面（図3参照、以下、仮想RC断面という）におけるコンクリートおよび鉄筋の応力度の照査が必要であり、杭基礎設計便覧[1]では仮想RC断面の直径は、杭径（鋼管ソイルセメント杭では、鋼管径）に200mmを加えた径として評価することとなっている。

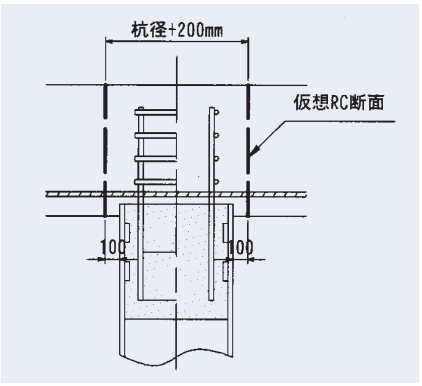


図3　仮想RC断面（杭頭結合方法B）

表1　正負交番水平載荷実験供試体・各供試体の鉄筋定着長

No.	鋼管杭			中詰め補強鉄筋			フーチング Fc (N/mm²)	備考	定着長算定式Lo (N/mm²)	鉄筋定着長(mm²)	
	径 (mm)	板厚 (mm)	フーチングへの埋込長	種類	径 (mm)	本数 (主筋量)				フーチング側	杭側
1	800	24	100mm	SD295	16	24 (0.95%)	30	(従来鉄筋強度)	400	831(52d相当)	560(35d相当)
2	800			SD490				No1と同一鉄筋量	544※	831(52d相当)	560(35d相当)
3	800	25		SD490	29	30(4.4%)		ずれ止め t12×2段	1170※※	1460(=Lo+10d,50d相当)	同左(50d相当)
4	1000					28(2.5%)		ずれ止め t12×2段		1460(=Lo+10d,50d相当)	同左(50d相当)
5	800					30(4.4%)		ずれ止め t16×2段		1460(=Lo+10d,50d相当)	同左(50d相当)

※定着長算定のための鉄筋許容応力度を245N/mm²として道示[1]算定式より算出　※※定着長算定のための鉄筋許容応力度を295N/mm²として道示[1]算定式より算出

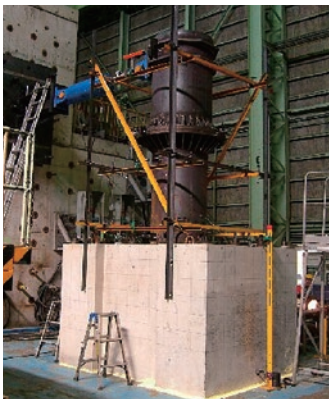


写真1　載荷状況(No.3供試体)

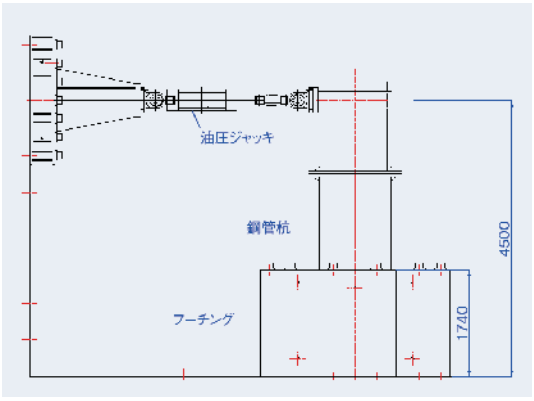


図4　正負交番水平載荷実験装置(No.4試験体)

ただし、これは実物においては小径域となる杭径600mm以下の供試体による載荷試験結果[4),5),6)]に基づいて設定されたものであることから、今回の実験では、仮想RC断面径の評価法をより合理的なものとする目的から杭径800～1000mmの供試体を用いることとした。

2.2　実験条件

表1に実験ケースならびに結合部に用いる鉄筋サイズ、材質、本数、鉄筋定着長などの条件を示す。供試体は外径800～1000mmの鋼管杭の杭頭結合部(いずれも方法B)を模したもので、中詰め補強鉄筋の材質はNo.1のみSD295でその他のケースはSD490となっている。No.1とNo.2の鉄筋径および本数は同一とした。また、No.1、2に比べてNo.3～5では杭側の定着長を長めの設定とした。ズレ止め厚さについては、No.1～4では道路橋示方書の構造細目に従って設定(ズレ止め厚さ12mm)する一方、No.5供試体ではワンサイズ厚いズレ止め厚さ(16mm)とした。

載荷は写真1および図4に示す装置により繰り返し水平荷重を静的に正負交番載荷する方法で行った。

載荷基準変位1δyの設定については、鉄筋およびコンクリートの材料試験結果を用いた仮想RC柱において、杭が降伏する時の水平荷重Pyを計算で求め、そのPyを載荷させた時の変位を1δyとした。

2.3　実験結果

水平荷重と変位の関係を図5～図9に示す。

(1)水平荷重と変位の関係

杭体内への鉄筋定着長がやや短いNo.1、No.2では、いずれも3δy載荷後に一旦荷重が低下しているのに対し、杭体内への鉄筋定着長を長く(L0+10d)したNo.3～No.5では、8δy載荷に至るまで荷重が増加し続けた。

なお、SD490鉄筋を用いたNo.2供試体とSD295鉄筋を用いたNo.1供試体とを比較すると、降伏強度の比は1.52(=414kN／273kN)であり、SD490鉄筋を用いたNo.2供試体が大きく上回った。

また、No.3とNo.5はずれ止めのサイズを変更した供試体であるが、水平荷重と変位の関係において相違はなかった。

(2)変形性能

いずれのケースでも10δy(実験降伏荷重時の変位で補正)程度に至るまで降伏荷重を上回る荷重を保ち続けており、SD490鉄筋を用いた場合でも杭頭結合構造の変形性能に問題ないことが確認できた。

(3)鉄筋の定着状況

No.2供試体およびNo.4供試体の載荷

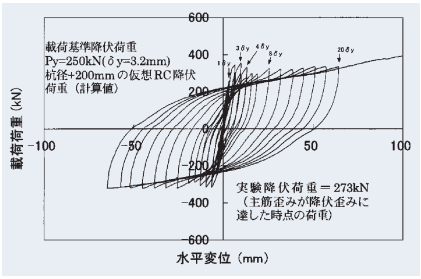


図5　水平荷重と変位の関係(No.1、SD295)

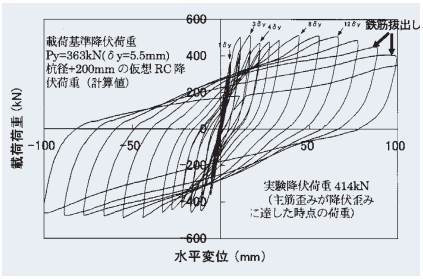


図6　水平荷重と変位の関係(No.2、SD490)

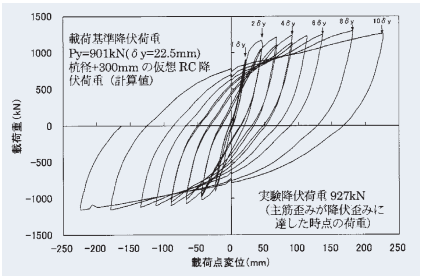


図7　荷重と水平変位の関係(No.3、SD490)

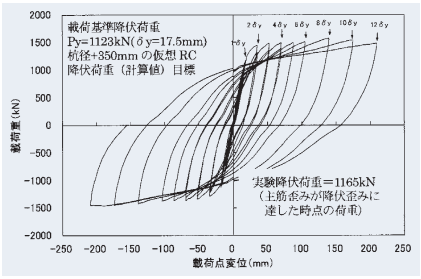


図8　荷重と水平変位の関係(No.4、SD490)

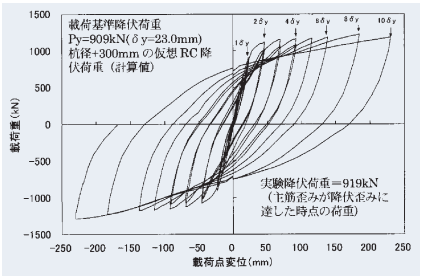


図9　荷重と水平変位の関係(No.5、SD490)

実験後の鉄筋の状況を写真2、写真3に示す。杭側の鉄筋定着長が比較的短いNo.2供試体（杭側定着長35d 相当、d：鉄筋径）では、鋼管内の鉄筋端部で30 ～ 60mm の大きな抜け出しが発生していた。なお、フーチング内（定着長52d相当）では鉄筋抜け出しは認められなかった。

一方、杭側の鉄筋定着長が長いNo.4供試体（定着長Lo+10d=50d 相当、d：鉄筋径）では、杭側、フーチング側ともに鉄筋抜け出しは認められなかった。

(4)仮想RC断面径の評価

実験における杭頭降伏荷重（杭頭鉄筋が降伏応力度に達するときの水平荷重）に対して、計算による仮想RC断面の降伏耐力値と一致するように逆算した（仮想RC径−杭径）の値について、杭径との対比として整理したものを図10に示す。同図中には、既往の実験結果[4),5),6)]を同様に整理したデータも記載した。

降伏荷重時では杭径に比例して（仮想RC径－杭径）の値も大きく評価できることが実験により確認できた。杭径φ800mm時において（仮想RC径－杭径）の値は300 ～ 340mm程度、杭径φ1000mm時において（仮想RC径−杭径）の値は390mm程度であり、杭基礎設計便覧[1)]で設定されている200mmを上回る結果となった。

実験における最大荷重に対して、計算による仮想RC 断面の終局耐力値と一致するように逆算した（仮想RC径−杭径）の値について、杭径との対比として整理したものを図11に示す。

最大荷重時においても、杭径に応じて（仮想RC径−杭径）の値も大きくなる傾向にあるが、バラツキが大きく、降伏荷重時の（仮想RC径−杭径）の値に比べてやや下回る傾向である。No.1はα=263mm、No.2はα=166mm、No.3＝No.5ではα=270 ～ 325mmとなった。No.2の供試体においては前述したように鋼管杭側の鉄筋定着長不足により鉄筋が抜け出したことにより、他のケースに比べて大きく低下したものと考えられる。

3. まとめ

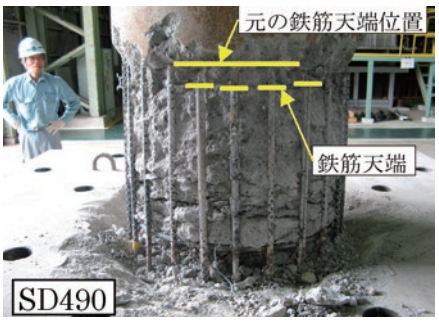
高強度鉄筋の適用性について正負交番載荷試験により以下のこと確認できた。

（1）道路橋示方書における杭頭結合方法Bにおいて、中詰め補強鉄筋の強度をSD490に高めることにより結合部強度が確実に向上するとともに、繰り返し載荷に対し十分な変形性能も保持していることが確認できた。

（2）SD490高強度鉄筋を用いた場合、杭側の鉄筋定着長がLo＋10d（d：鉄筋径、Lo：現行設計法における定着長）であれば、鉄筋抜け出しによる破壊は生じないことが確認できた。

（3）杭頭結合部の仮想RC断面径の評価について、杭径の拡大とともに「仮想RC径−杭径」の値も大きくなる傾向にあり、杭径φ800mm以上の場合、現行の設定値200mmを上回ることが確認できた。

なお、今回の実験に引続き、軸力変動の影響を考慮できる2本の杭による組杭載荷試験を実施しており、現在評価中である。



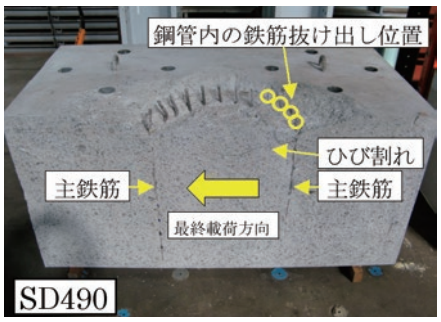


写真2　実験後の鉄筋の状況（No.2供試体、杭側定着長35d=Lo）

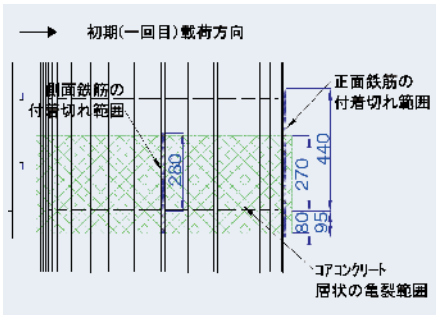


写真3　実験後の鉄筋の状況（No.3供試体、杭側定着長50d=Lo+10d）

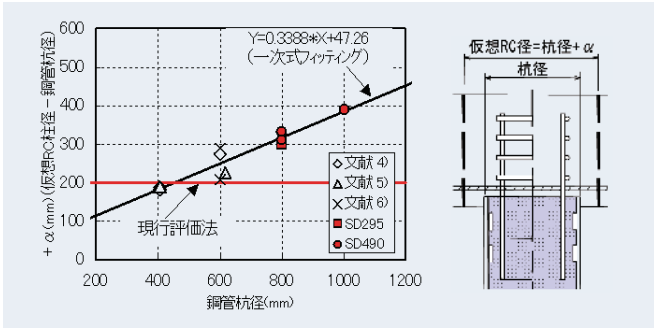


図10　杭径と仮想RC柱径との関係（降伏荷重時）

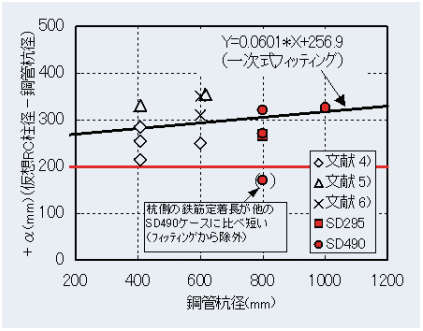


図11　杭径と仮想RC柱径との関係（最大荷重時）

＜参考文献＞

1)（社）日本道路協会：杭基礎設計便覧、平成19年1月

2)（社）日本道路協会：道路橋示方書･同解説Ⅳ下部構造編、2002

3)（独）土木研究所：橋梁基礎形式の選定手法調査，土木研究所資料、第4037号、2007

4)建設省土木研究所：杭頭部とフーチングの結合部の設計法に関する検討、土木研究所資料、第3077号、1992

5)建設省建築研究所：杭頭接合部の力学的挙動に関する研究、建築研究報告、No.129、1990

6)小林ら：くい頭結合部の耐荷特性に及ぼす埋込み型補強筋のかご径の影響、土木学会第42回年次学術講演会、1987.9

●協会からのお知らせ

平成20年度　技術講習会・説明会開催実績

平成20年度の各種説明会･講習会は、「施工に配慮した鋼管杭･鋼管矢板の設計（橋梁）」「自立式鋼矢板の設計（道路擁壁）」「鋼管杭･鋼管矢板の施工手順のポイント」から「鋼矢板の新規用途」「環境へ配慮した鋼管杭の適用法」など、幅広く各地で開催いたしました。法人化となった今年度も、需要家のニーズに即し、より一層の技術PR活動に励んでまいります。

「第13回土木鋼構造研究シンポジウム」に共催

鋼管杭協会は、平成21年3月10日（火）東京港区のコクヨホールで開催された「第13回土木鋼構造シンポジウム」（主催:日本鉄鋼連盟）を共催いたしました。このシンポジウムは、鋼構造に関する情報発信、ならびに研究成果の報告と関連テーマの講演が行われるもので、今年が第13回の開催となりました。例年、鋼管杭協会でも共催事業として参加しており、今開催では、長寿命で耐久性に優れた鋼橋の創出へ向けて、「鋼橋の性能･信頼性の向上」への取組みの報告を中心に、パネリストを招いての総合討論や「鋼構造物耐震設計の合理化と高度化」と題しての特別講演などを行いました。

協会発行・新出版物のご案内

①軟弱地盤や狭いスペースに適した鋼矢板道路擁壁（パンフレット）

水辺のみならず陸上においても、施工スペースが限られている場合や地盤が軟弱で地盤改良が必要な場合などに、最も適した擁壁構造である鋼矢板道路擁壁を紹介しています。今回の改訂版では、耐震性能の検証や設計方法などを新たに加え、より充実した内容で発行いたしました。（平成20年9月改訂）

②鋼管杭の中掘り杭工法施工要領（紫本）

低騒音低振動工法として開発された中掘り杭工法のなかでも、特に、杭先端処理をセメントミルク噴出攪拌方式で行う工法について、施工管理要領を統一的に整理してその適切な施工方法を紹介しています。

第7版となる今回の改訂では、セメントミルク噴出攪拌方式において杭先端根固め部の築造のために掘削ビットを拡大させる工法（TBS工法、FB9工法、KING工法）に関して、掘削ビットの拡大が確実に確認できる方法を新たに記載いたしました。（平成20年7月改訂）

③鋼管杭の杭頭接合部押し込み耐力に関する技術資料

鋼管杭の杭頭接合構造は、従来から鋼管内外面に複数本のずれ止めを配置し、パイルキャップコンクリートとずれ止めの支圧耐力によって鉛直荷重を支持する方法が一般的です。しかし、その鉛直支持力性能の評価方法については明確なものがなく、ずれ止めの設計は仕様規定により決まっていたのが実情でした。

本資料は、杭頭接合部の鉛直支持力性能を定量的に評価するため行った実験およびFEM解析結果に基づいて、耐力評価式を提案するものです。（平成20年3月発行）

※協会発行資料･パンフレットは非売品です。入手については協会、または会員会社へお問い合せください。

④鋼管杭―その設計と施工―（赤本）

昭和49年の初版刊行以来、杭基礎に関する実務上の手引き、辞書がわりとして、多大のご利用をいただいています。

今回の改訂に当たっては、「杭基礎設計･施工便覧」（社団法人日本道路協会）の平成19年1月の全面改訂により、水平変位の制限を緩和する杭基礎の設計法の解説内容、杭とフーチングの結合部の設計、斜杭基礎、回転杭工法の設計などを追加いたしました。また、「港湾施設の技術上の基準･同解説」（社団法人に本港湾協会）の平成19年7月の全面改訂により導入された性能規定化型設計や、信頼性設計方などの内容に記述を変更いたしました。（平成21年4月改訂）

協会ホームページをリニューアル

法人化に伴い、協会ホームページを一新しました。デザインのみならず、「鋼管杭Q&A」、「鋼管矢板基礎Q&A」「鋼矢板Q&A」の内容を拡充させると共に、「鋼管杭のある風景」など新たなコーナーも設けています。見やすく、充実したホームページとなるよう努めてまいります。是非、ご覧下さい。

なお、アドレスは従来どおり、http://www.jaspp.comで変わりありません。

編集担当 ： 昇健次、山口昭、清水広之、亀山彰久、豊島径、川口永一

一般社団法人
鋼管杭・鋼矢板技術協会

2009年4月1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