



荒子川公園駅付近、満開の桜の中を行く名古屋臨海高速鉄道あおなみ線(西名古屋港線)

BACK
to the
SCENE

鉄道分野で初の大規模採用！ 既存路線の高架化改修に貢献した 「鋼管ソイルセメント杭」

本誌71号(2002年10月発行)の『未来フロント』で紹介した「西名古屋港線(名古屋・金城ふ頭間)建設事業」が、2004年10月に「あおなみ線」として開業している。名古屋駅—金城ふ頭駅間を24分で結ぶこの新線は、鉄道分野で鋼管ソイルセメント杭の初の大規模採用として注目を集めた。その、低排土・低振動・低騒音という環境にすぐれた利点を生かし、市街地施工の円滑化に果たした事例を、あおなみ線の現況を見ることでお伝えする。

名古屋西南部に待望の鉄道を

“ものづくり”の街として、近年の日本経済をリードする名古屋市。約224万人と、全国第4位の人口を有する都市だが、その市域は戦前・戦後を通じて東部地域を志向して開発されてきた傾向が強い。旧市制以来、東側の市町村を数多く合併して拡大。地下鉄の路線も、東へと延伸してきた。

鉄道路線に関しては、中村区、中川区は



最新装備の車両、1000形

近鉄名古屋線、JR関西本線が走っているものの、港区のほとんどの地域に電車が走っていないため、自動車利用による慢性的な渋滞が問題となっていた。公共交通も市バスのみであるため、名古屋都心部から近いにもかかわらず市街化の熟度が低い地域となっている。

一方、笹島地区や八田・高畑地区、稲永地区では大規模な商業・住宅開発が計画されており、金城ふ頭には日本有数のイベントホールである名古屋市国際展示場(なごやポートメッセ)もある。こうした需要に対応するため、鉄道の整備を求める声が次第に大きくなってきた。

幸いこの地域には、単線・非電化ながら1950年に開業した名古屋—西名古屋港間の貨物線・西名古屋港線(または西臨港線)があった。新路線は、これを有効活用して金城ふ頭まで延伸。複線電化・高架化

という全面改良を施して旅客化する決定がなされ、1997年12月に名古屋市、愛知県、



あおなみ路線図

JR 東海などが出資した第3セクター「名古屋臨海高速鉄道(株)」が設立された。これまで、鉄道空白地帯だった名古屋市西南部の均衡あるまちづくりの促進のために、さらには名古屋都心部と国際港湾名古屋港を結ぶ社会基盤として、沿線住民をはじめとした各方面からの熱い期待を受け、2000年2月に着工された。

鉄道分野で初の大規模採用

西名古屋港線の建設でポイントとなったのが、大部分を占める高架化と住宅地が隣接する条件下での市街地施工である。

市街地に新たに敷設された西名古屋港線は、全面立体交差の必要性から全線のうち実に80%が高架線となっている。

こうした、高架線の耐震性確保と市街地隣接による低振動・低騒音施工の要求から、昭和橋～臨港地区境(中島駅～野跡駅)間の約4.8kmで鋼管ソイルセメント杭が使用された。

鋼管ソイルセメント杭は、地盤にセメントミルクを注入・混合攪拌して築造するソイルセメント柱と、外面突起(リップ)付き鋼管を一体化する合成杭で、地盤からの支持力はソイルセメント柱が、杭体応力は鋼管が受け持つという合理的な設計特性を持つ。さらに、施工中に発生する振動と騒音がきわめて低レベルなうえに、掘削排土も少ないことから市街地向けの環境対策工法として採用された。西名古屋港線建設工事では、上記工区で総計1万4800トンの鋼管が使用された。鉄道高架橋基礎としては、もちろん初めての大規模採用。使用材はSKK490、板厚は14～25mmで最大外径1500mm(ソイルセメント柱径1700mm)と、これまでにない大径の鋼管ソイルセメント杭の使用でも注目された。

ハイテク満載でひとにやさしい鉄道

2004年10月6日、路線愛称を「あおなみ線」として開業した西名古屋港線は、営業キロ15.2kmに11の駅を設けて名古屋駅～金城ふ頭駅間を24分で結ぶ。運転間隔はラッシュ時が毎時6本、閑散時が毎時4本。すべての運行でワンマン運転を実施している。



終点となる金城ふ頭駅

沿線住民が待ち望んだ新時代の鉄道にふさわしく、安全・正確・快適を実現する設備・サービスも満載。ホームドア、または可動式ホーム柵を全駅に設け、ホームへの転落を防いでいるのは中京地区でも珍しい。また、ATSやCTC、運転士に異常が発生した場合に列車を停止させるEB装置を装備するほか、TASC(列車自動位置停止支援装置)や対列車映像伝達装置を設置することで、ワンマン運転でも正しく列車を止め、安全にドアを開け閉めするテクノロジーが盛りこまれている。

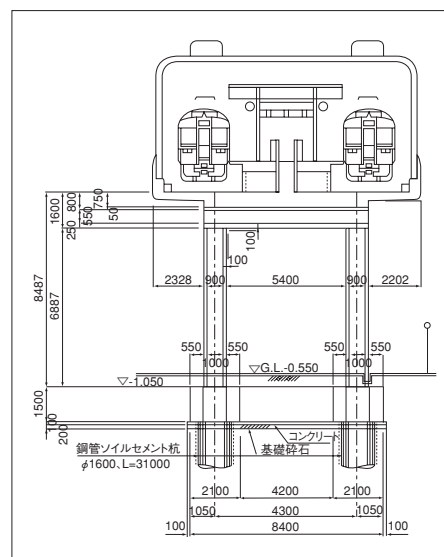
バリアフリー対策も万全で、全駅にエレベーターが設置されたほか、プラットホーム面と車両床面はフラットに近い段差に収められ、お年寄りや車いすの利用客にも配慮されている。

地域のインフラとして 着実に成長するあおなみ線

開業後1年間こそ、1日当り利用客数が約1万8000人と苦戦したあおなみ線だが、現在は約2万5000人と増加傾向にある。

「自家用車や市バス利用からの急激な転換が進まなかったことが当初の要因ですが、市バスまたは地下鉄との乗継ぎ割引運賃の設定や、割引定期券の発売などのサービスで、利用客数は増加しています」(総務広報担当)。

アンケート調査でも、新たに進学・就職をした人たちは、あおなみ線を通勤通学の足に選んでいるという結果が出ており、



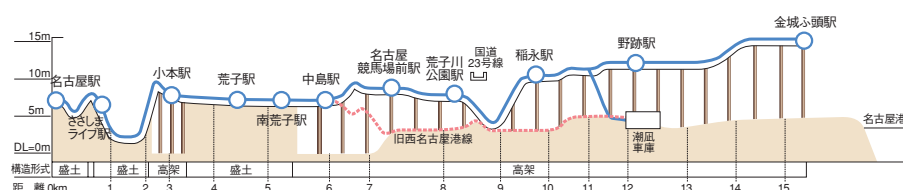
高架橋断面図

新線効果で沿線のマンション着工も増加しているという。

「これまでに、年間2000～3000人ほど1日当り利用客が増加してきました。3年間で4割増しですから、PRの効果が表れてきたと感じています」(同上)。

沿線には、前田利家の生誕地・荒子城趾と伝えられる富士大権現天満天神宮や、名古屋市最古の建築物である多宝塔(国指定重文)を擁する尾張四観音のひとつ荒子観音寺など見どころも多い。歴史と伝統を感じながらゆったり歩ける散策コースも数多く設定されている。4月には1000本以上の桜が、5～6月には3000株以上のラベンダーが咲き誇る荒子川公園のほか、年間100種類以上の野鳥が観察できる藤前干潟など、自然と親しめるスポットも多い。

鋼管ソイルセメント杭がその礎を支え、今は港湾部へと向かう街並みにとけ込んでいるあおなみ線。沿線の生活基盤として、名古屋港湾圏のビジネス基盤として、今後ますますその有用性が高まっていくのではないだろうか。



路線横断面図

未来 FRONT

近畿圏交通網に新時代を画す 「緑立つ道」の礎となる環境工法

第二京阪道路（一般国道1号）建設事業

京都一大阪間はその距離約50km。昔の旅人なら約10時間の歩程だったといわれる。現在では、JRの新快速で約30分。その距離は格段に縮まってはいるが、鉄道網の進化と比べて遅れていたのが幹線道路の整備である。広域圏交通の大動脈である名神高速道路は存在するが、地域間交通の柱としては淀川の兩岸に一般国道が2本しかないというのが京阪間の現状であった。日本を代表する近畿の2大都市を円滑に結び、近畿の道路交通網の効率化を図る。そんな目的から現在鋭意建設中なのが、第二京阪道路である。本レポートでは、都市間交通の要となる大規模な高架道路の基礎杭に使用されている、鋼管ソイルセメント杭とその工法について紹介してみたい。

京阪間の慢性的 渋滞解消をめざして

京都－大阪間を結ぶ道の本格的なものは、文禄年間(1592～1595年)に豊臣秀吉が毛利輝元らに命じて築かせた、「文禄堤」にはじまる。淀川左岸の堤防上をいくこの道は、京都と大阪を結ぶ最短路として、京街道あるいは大阪街道の名で明治期まで京阪間の主要道路として役割を果たした。近代になり、この道は京阪国道に昇格。現在でも、京都・大阪府道13号京都守口線(旧京阪国道)として、その面影をとどめている。

時代は下り現代。戦後のモータリゼーションの進展や、トラック輸送が物流の主役になってくると、京阪間の主要幹線路はキャパシティ・オーバーであることが顕著になってきた。京阪間には一般国道1号のほか国道171号、そして名神高速道路しかないからである。

この3幹線の車線数と1日当りの交通量を示したデータがある(2005年交通センサスより)。

路線名称	車線数	交通量(1日)
国道1号	4車線	8.4万台
国道171号	4車線	5.8万台
名神高速道路	6車線	12.4万台

つまり、京都－大阪間の幹線道路は、14車線で約27万台(1日)の交通量をまかなっているということになる。

一方、これを大阪－神戸間のデータと比較すると、国道2号、国道43号、阪神高速神戸線、阪神高速湾岸線の4幹線20車線で約26万台(1日)。京阪間、阪神間ともに交通需要は同程度ながら、京阪間の車線数は3割も少ない。特に、国道1号では車線数に対して交通量が突出しているため、渋滞が慢性化しており、混雑を避ける



第二京阪道路広域図

車が周辺の生活道路まで流入するなど、沿線の生活環境に大きな影響を及ぼしている。

人口規模からみれば、京都市と神戸市はよく似ている。ただし、大阪との間には高速道路が一本不足しているのが京阪間の道路事情なのである。この積年の問題を打開すべく計画されたのが第二京阪道路である。

人に地域にやさしい 環境型の道路

では、第二京阪道路とはどんな道路か。京都市伏見区から大阪府門真市に至る一般国道1号バイパスで、4～6車線の自動車専用道路(専用部)と、側道に当たる2～4車線の一般道路(一般部)からなる(下図参照)。専用部は、阪神高速8号京都線接続部から巨椋池ICを経由して、近畿自動車道の門真JCTに接続する延長28.3km。一般部は、起点が専用部よりも1.4km北となっているため、延長29.7kmと長い。

専用部は、京滋バイパスと接続する久御山JCT以南が6車線となり(以北は4車線)、一般部と合算すると京阪間の幹線道路の車線数は22車線と、一気に60%も増加する。特に、自動車専用道路と一般道



寝屋川市付近、高架部の工事が進む



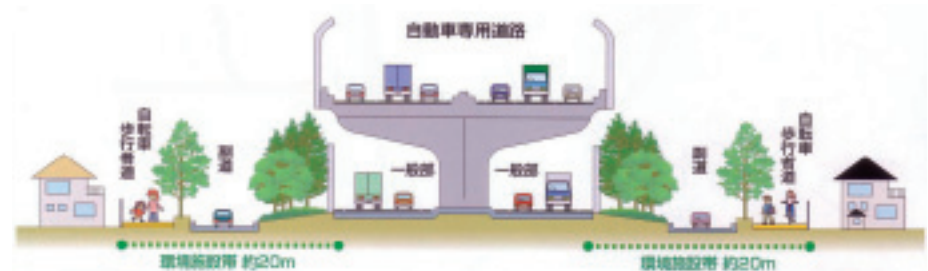
高架部のほか掘割部も併用される

路がバランスよく並走することは、地域間交通、生活圏交通のいずれのニーズからも使い勝手がいいはずだ。

市街部を走る高規格道路として、さまざまな環境対策が施されているのも特徴だ。遮音壁やタイヤの騒音を低減する高機能舗装の採用はもちろん、沿道環境への配慮として環境施設帯が設けられている。環境施設帯とは、道路の両脇に自転車歩行者道・植栽帯・副道からなるスペースで、道路と生活空間に距離をおくことで騒音や振動、大気汚染の低減を図るものだ。当初計画にはなかったが、1990年の都市計画変更で環境に対する関心の高まりから設けられた。その幅は片側で約20mという大規模なもので、道路全体の幅員も約64mとなる。このゆとりある道路設計は、環境面だけでなく災害時の火災延焼を防ぐ機能もあわせもつ。

「豊かな緑で風景にとけこむ道でありたい」。そんなコンセプトで設計され、環境および景観へと配慮されたことから、第二京阪道路は「緑立つ道」という愛称をもつ。「緑立つ」とは晩春から夏の季語でもある。

2003年3月30日に、巨椋池ICから枚方東ICまでが部分開通している第二京阪道路は、2008年5月現在、全区間で鋼管杭施工をはじめとした下部工事が行われている。全線開通は2009年度末の予定。まさに、緑立つ季節に、京阪間にさっそうと新風を送り込む、基幹交通の要として躍り出る。



第二京阪道路と環境施設帯(断面イメージ)

高い支持力と優れた環境特性を併せ持つ杭工法

合理的な杭設計が可能な 鋼管ソイルセメント杭工法

全28.3km(専用部)となる第二京阪道路は、大半が高架橋形式で設計されている。その道路高架橋基礎として、すべてに鋼管ソイルセメント杭が採用されている。

この工法は、1991年2月に「一般土木工法技術審査証明」を取得。以来、10数年の間に第二名神自動車道や名古屋臨海高速鉄道「あおなみ線」などの高架橋基礎工事に実績を残してきた。

鋼管ソイルセメント杭は、現地盤にセメントミルクを注入し、混合攪拌して造成するソイルセメント柱と外面突起(リブ)付き鋼管とを一体化した杭である。鋼管ソイルセメント杭の特長は、鋼管とソイルセメント柱との複合構造とすることで、高い支持力特性を有していることである。このため、杭本数の低減とフーチング規模の縮小により、合理的な杭設計が可能となっている(右図、基礎杭比較表参照)。

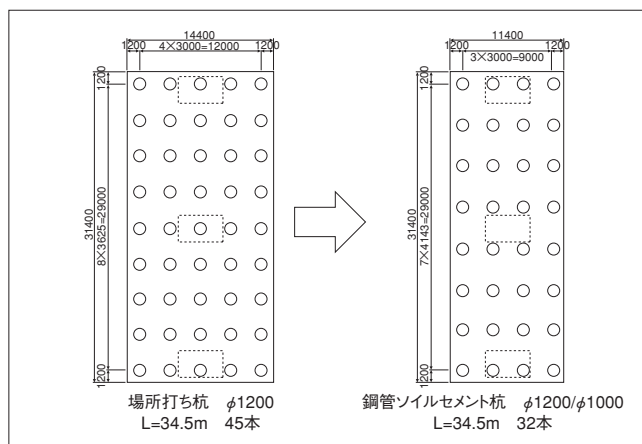
さらに、施工時において掘削孔内はソイルセメントが充填された状態となるので、孔壁の崩壊が起こりにくく周辺地盤、先端地盤をゆるめることがなく、安定した支持力特性が発揮される。

環境負荷の点からこの工法をみると、セメントミルクを吐出しながら地盤を掘削攪拌し、スラリー化したソイルセメントに鋼管を沈設させるので、従来の鋼管

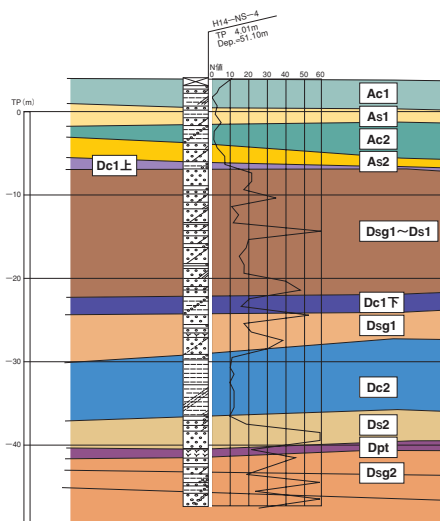
打設との比較でも、施工時の振動・騒音はきわめて低レベル。本工事のような、市街地施工にもうってつけというわけだ。さらに、現地盤の土砂を有効活用しながらソイルセメント柱を築造するので、掘削排土も少なく産廃処理問題の解決にも有効な工法となっている。



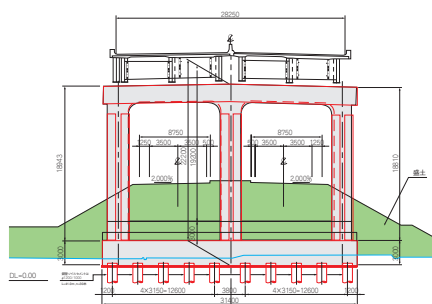
同時沈設方式による施工状況



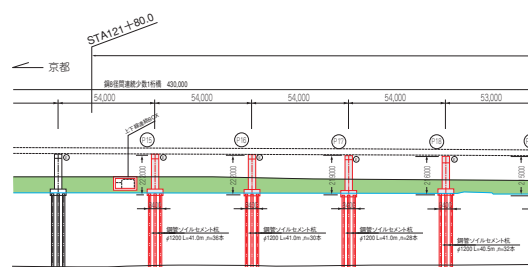
基礎杭比較表(日新地区:P25橋脚)



讃良地区 土質柱状図



讃良地区 標準断面図



讃良地区 側面図

同時沈設と後沈設、 2通りの施工方式

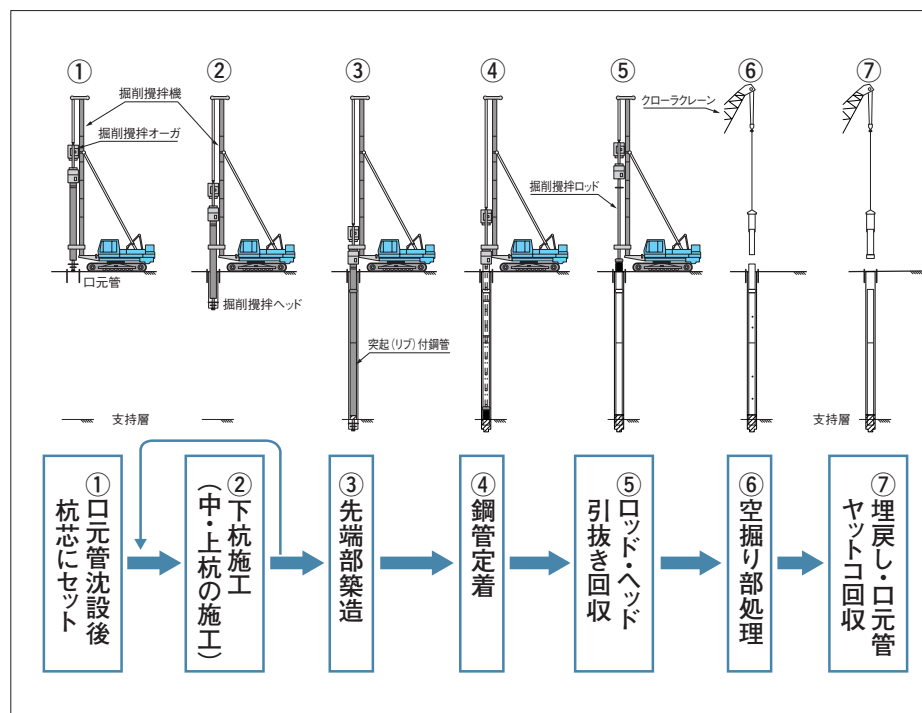
鋼管ソイルセメント杭工法は、ソイルセメント柱を造成しながら同時に鋼管を沈設する「同時沈設方式」と、ソイルセメント柱を造成した後に鋼管を建込み沈設する「後沈設方式」の2通りの施工法がある。各種実験や計測の結果、両方式とも鋼管とソイルセメントの付着など設計の諸条件を満たし、所定の杭性能には差異のないことが確認されている。

讀良工区で施工されている同時沈設方式では、拡開・縮小可能な掘削攪拌翼を有する特殊な掘削攪拌ヘッドを鋼管先端に配置。ヘッド先端よりセメントミルクを吐出して地盤と混合攪拌しながらソイルセメント柱を造成すると同時に、鋼管を回転圧入しながら沈設する工法である。

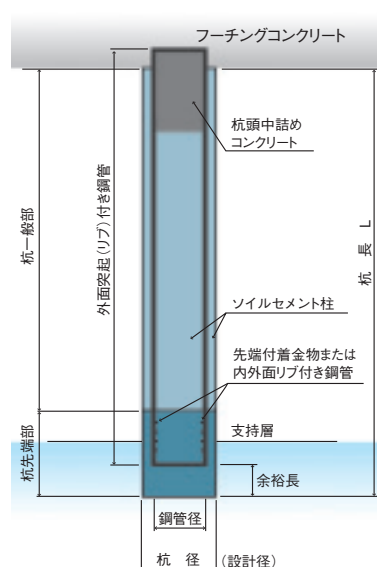
同時沈設方式の特徴は、単独単回り防止翼付きの攪拌ヘッドによる高品質のソイルセメント杭の築造が可能ということである。また、ロッドに取り付けられたスタビライザーにより鋼管の中心を保持した状態で回転沈設が可能なので、継杭による長尺施工にも対応が可能である。

一方、三ツ島東工区で施工されている後沈設方式は、セメントミルクを注入しながら地盤を掘削攪拌してソイルセメント柱を造成。その後、ソイルセメントが固まらないうちに鋼管を沈設する工法である。

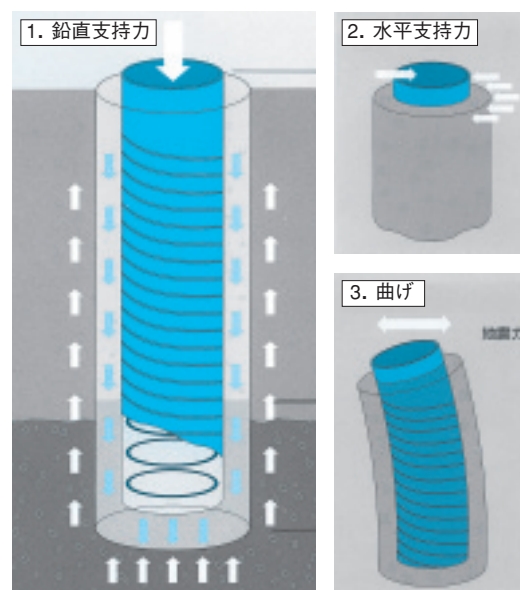
後沈設方式の特徴は、二軸正逆回転掘削攪拌翼により高品質のソイルセメント杭の築造、および掘削精度の確保が可能なことである。また、掘削攪拌と鋼管の建込みを別工程で行えることから、先行掘削機械を独立して使用することで施工時間を短縮することも可能になる。



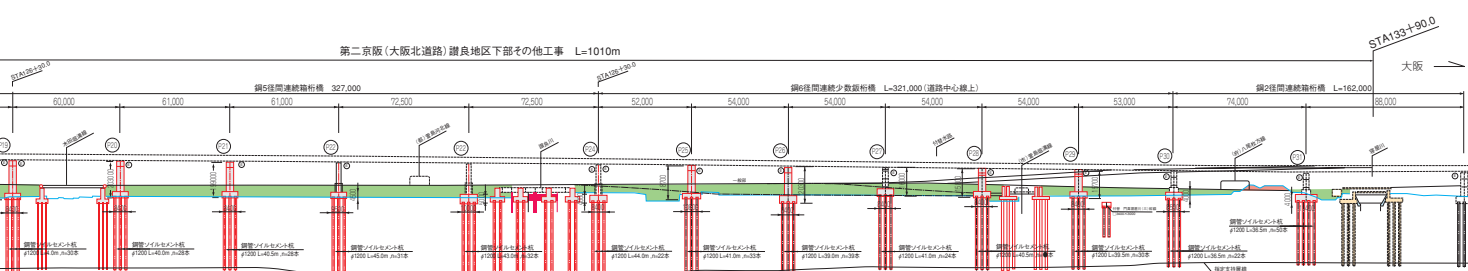
同時沈設方式による施工フロー



鋼管ソイルセメント杭の概要図



鋼管ソイルセメント杭の支持力機構



先進の施工管理で信頼性の高い杭を築造

徹底した施工管理により
高い信頼性を有する
杭施工が可能に

鋼管ソイルセメント杭工法には、施工深度・掘削抵抗・セメントミルク注入量などの施工管理をリアルタイムに確認できる総合施工管理システムが導入されている。

総合施工管理システムは、掘削攪拌機とセメントミルクプラントを施工管理装置でつなぎ、セメントミルクの製造情報や施工情報を一元管理している。

例えば、支持層への到達および根入れ長は、掘削攪拌軸のトルク(電流値・油圧値)などの掘削抵抗の測定値の変化により確認可能である。

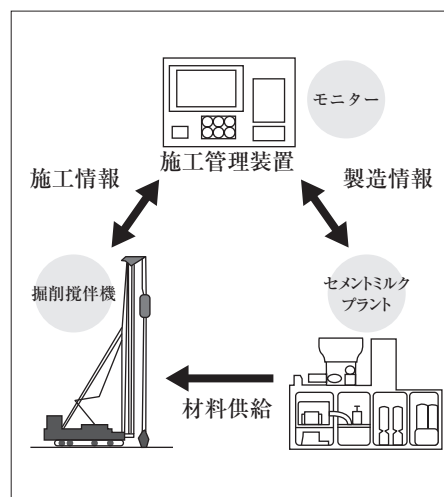
このような先進的な総合施工管理システムの活用により、鋼管ソイルセメント杭工法は高品質で高い信頼性を有する杭施工を実現している。



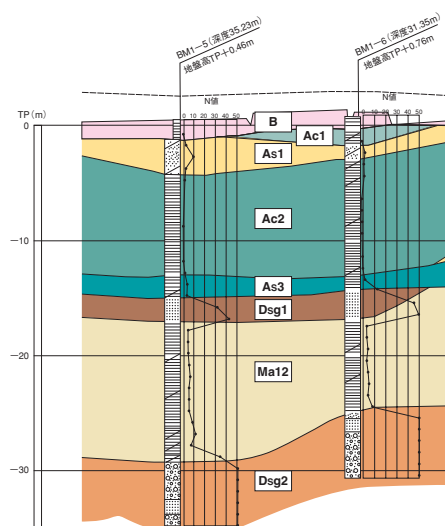
後沈設方式による施工状況



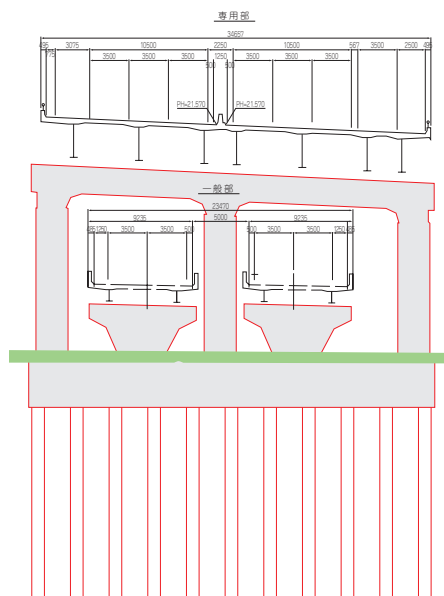
モニター画面で各種施工情報を管理



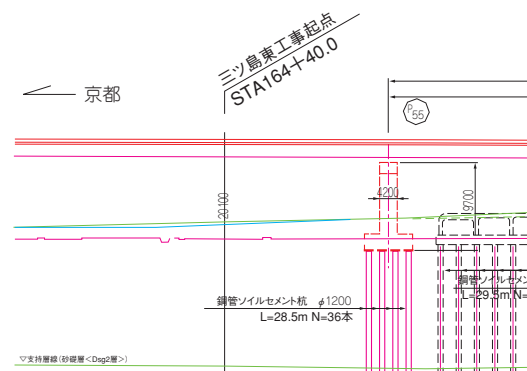
総合施工管理システム概要



三ツ島東地区 土質柱状図



三ツ島東地区 標準断面図



三ツ島東地区 側面図

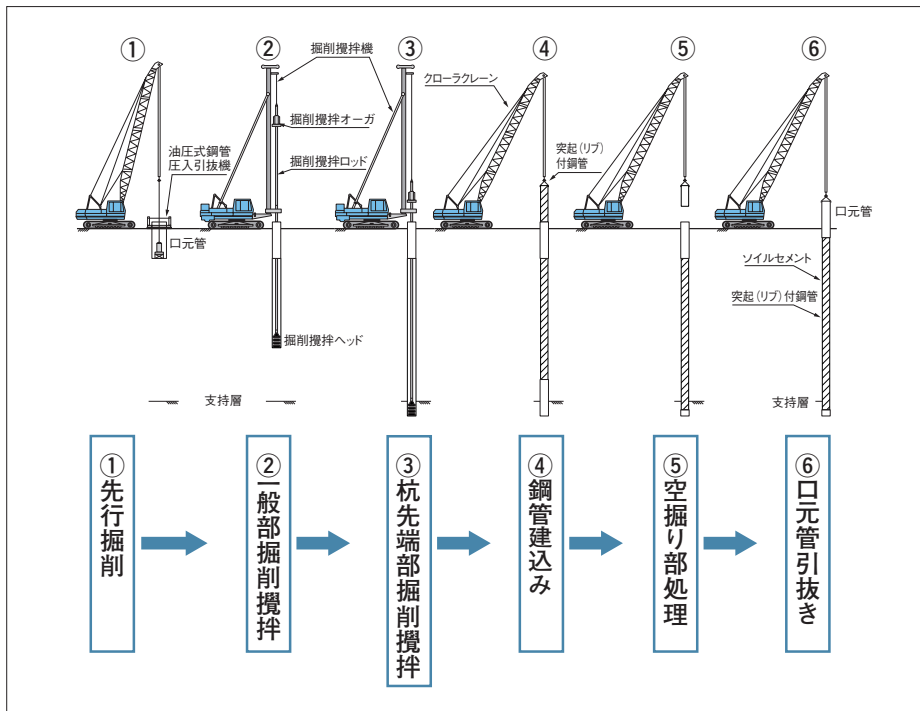
ひと・もの・情報の交流を促進 近畿圏の機能を飛躍させる

2009年度末に予定されている第二京阪道路の全線供用で、現在すでに飽和状態にある国道1号枚方バイパスはもちろん、近畿自動車道の吹田JCT・吹田IC - 門真IC間の渋滞緩和に劇的な効果があると期待されている。

現在、国道1号利用で混雑時の場合、大阪から京都までは2時間から3時間もかかる。これが、第二京阪道路であれば1時間程度と所要時間の大幅な短縮が見込まれている。さらに、京滋バイパス、近畿自動車道と接続していることから、名神高速道路や阪神高速道路各線、さらには関西国際空港との広範かつ機能的な連携が可能になる。

京阪神の「ひと・もの・情報」を有機的につなぐ道として、第二京阪道路は近畿圏の交通インフラとして新しい時代を画す。さらに、市街地景観にも調和するよう環境対策も十二分に配慮され、まさに「緑立つ道」の名にふさわしいと言えよう。

発生残土の低減や低騒音・低振動という環境特性を発揮しながらその基礎を固め次世代の高規格道路に貢献したのが、鋼管ソイルセメント杭工法である。



後沈設方式による施工フロー



口元管と補助治具の使用で鉛直性を確保する



鋼管とソイルセメントの十分な付着力を確保する
外面突起(リブ)付鋼管



二軸正逆回転翼をもつ、掘削攪拌ヘッド



開通済み枚方東IC以北の第二京阪道路

