



札幌延伸で道民の夢かなえる 高速鉄道の高架橋基礎を 支える鋼管ソイルセメント杭

■長万部工区「静狩路盤工区」の施工状況

北海道新幹線 長万部工区「静狩路盤工区」建設工事

「道民の悲願」とされてきた北海道新幹線は、2016年3月に新青森から新函館北斗までの約149kmが開業。それから9年を経て、札幌までの約212kmで延伸工事が着々と進められている。

新函館北斗～札幌間は、山岳地帯や丘陵地が多い地形条件から、高速運行に適した直線的なルートを採用するため、積雪や凍結の影響を防ぎ運行の安定性を確保するため、ルートの約80%がトンネル区間と

なっている点特徴である。残る約20%は、トンネル以外の開けた「明かり区間」となっており、そのうちの高架橋基礎の多くで、鋼管ソイルセメント杭が採用されている。

高い支持力特性と優れた経済性を兼ね備える鋼管ソイルセメント杭が、北海道新幹線の建設に寄与する施工事例を、道南エリアの内浦湾（噴火湾）に面した長万部町の「静狩路盤工区」から紹介する。

「鉄道の町」長万部から 未来への架け橋となる新幹線

始点の函館から倶知安・小樽へ向かう函館本線と、洞爺・室蘭方面へ続く室蘭本線が分岐することから、「鉄道の町」として栄えてきた長万部。名物駅弁「かにめし」は全国的に有名で、列車から望む噴火湾の景色は道南屈指の絶

景として多くの人々を魅了しており、現在でも鉄道写真家にとって人気の撮影地となっている。

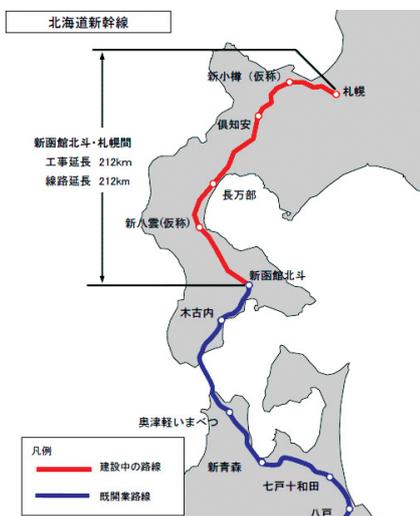
現在も長万部町は交通の要衝としての役割を担っており、北海道新幹線の通過ルートとして新駅も設置される。工事延長38.4kmの長万部工区は、トンネル区間が16.1km、明かり区間が22.3kmとなっており、車窓から自然の美しい景観が楽しめる区間となる見込みだ。

そのなかで、工区延長4.4kmの静狩路盤工区では、盛土区間をのぞく2.375kmが高架橋で構成されている。その構造は32連のラーメン高架橋で

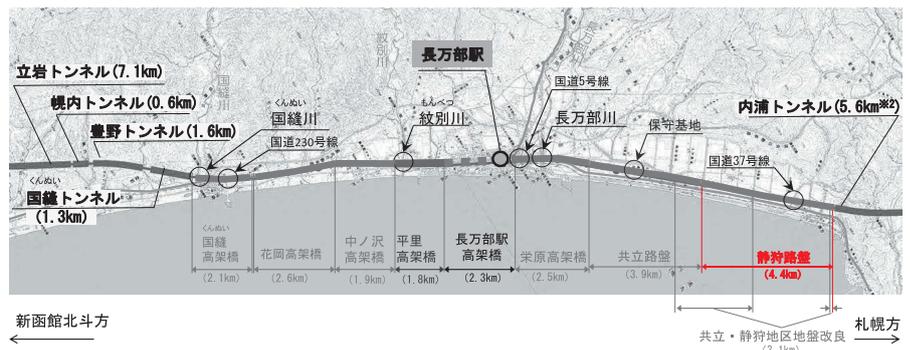
橋脚数は12基である。その基礎すべてに合計507本の鋼管ソイルセメント杭が採用されている。採用決定の理由は、他の杭工法と比較して経済的な優位性が認められたからである。

安定した支持力と環境に優しい 鋼管ソイルセメント杭

鋼管ソイルセメント杭は、原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工法である。その特長は、鋼管とソイルセ



■北海道新幹線路線図



■静狩路盤工区位置図

ント柱を複合構造とすることで高い支持力特性を発揮する点にある。杭に作用する荷重は、鋼管の外周面を通じてソイルセメントの固化体に伝達され、固化体の外面から地盤へ摩擦力として作用する。このため、支持杭としてだけでなく摩擦杭としても非常に安定した性能を発揮し、杭本数や杭長の低減、フーチング規模の縮小が可能となり、合理的な杭設計が実現できる。

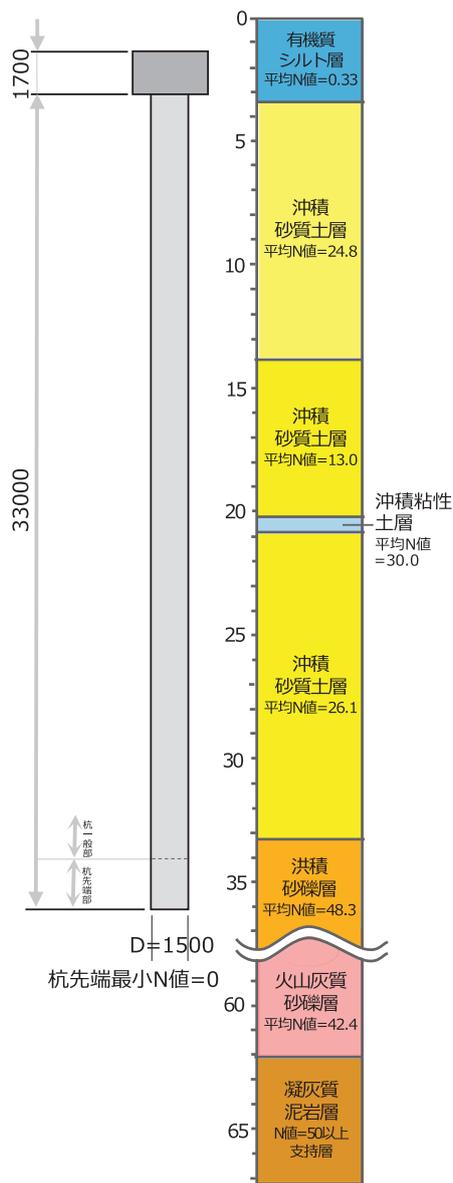
また、施工時には掘削孔内がソイルセメントで充填されるため、孔壁の崩壊が起こりにくく、周辺地盤や先端地盤をゆるめることがなく、安定した支持力特性が発揮される。さらに、環境性能でも原地盤の土砂を有効活用しながらソイルセメント柱を築造するため、掘削排土が少なく、産業廃棄物処理にも有効な工法となっている。

地盤特性に応じた最適解を導いた鋼管ソイルセメント杭

静狩路盤工区の地盤条件は、第四紀完新世の砂丘堆積物や縄文海進堆積物が分布しており、その強度には大きなばらつきがあった。他の杭工法では、支持層となりえる地層は50m以深に存在しており、そのため支持杭とすると杭長が50m以上となることが確認された。

鋼管ソイルセメント杭は、ソイルセメントの断面によって鉛直支持力と水平抵抗が確保されるだけでなく、周面摩擦力も他の杭工法に比べて優れている。そのため、静狩路盤工区の高架橋基礎においては、施工性や経済性を考慮した上で他の杭種と比較検討した結果、杭の先端支持力に頼らず、周面摩擦力のみに期待する支持形式が最適と判断され、鋼管ソイルセメント杭が採用された。

これにより、支持杭として設計する他の杭工法に比べて、杭長の大幅な低減が可能となった。



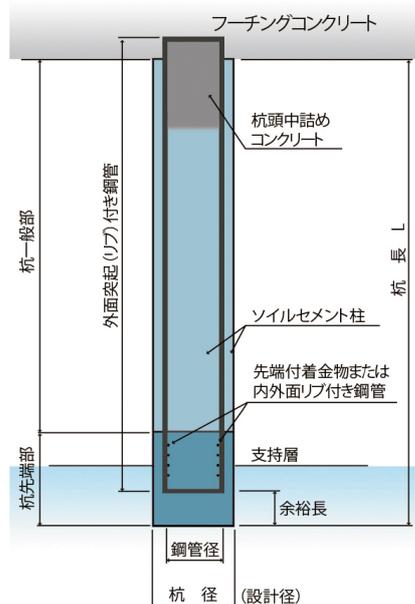
■ 静狩路盤工区 地質図 (代表例)



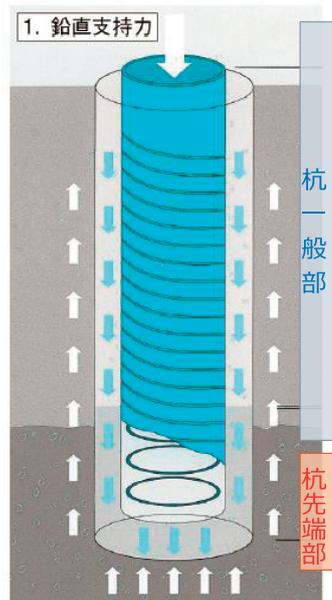
■ 鋼管ソイルセメント杭の施工状況



■ 外面突起(リブ)付鋼管



■ 鋼管ソイルセメント杭の概要図と支持力機構



杭頭鋼管部に作用する荷重の伝達

● 鋼管外面の突起により固化体へ伝達され、固化体の外面から地盤へ摩擦力として伝達

● 鋼管外面の突起と先端付着金物(内面)により、鋼管と固化体は一体挙動
● 固化体外面の摩擦力・先端部の圧縮力として地盤に伝達

鋼管ソイルセメント杭の安定施工で支える北海道新幹線の未来

静狩路盤工区での鋼管ソイルセメント杭の施工状況は、合計507本の鋼管ソイルセメント杭の杭径は、ほとんどがφ1500mm（鋼管径φ1300mm）の採用で、一部でφ1200mm（鋼管径φ1000mm）も使用されている。杭長はL=20~35mで、平均すると約L=33mである。

鋼管ソイルセメント杭の施工方法には、ソイルセメント柱を造成しながら



■ 掘削攪拌ヘッド

鋼管を同時に沈設する「同時沈設方式」と、ソイルセメント柱造成後に鋼管を建込み沈設する「後沈設方式」の2つがある。静狩路盤工区では同時沈設方式で施工されている。

同時沈設方式では、鋼管先端に配置された拡開・縮小可能な掘削攪拌翼を有する掘削攪拌ヘッドを用いる。このヘッド先端からセメントミルクを吐出し、地盤と混合攪拌しながらソイルセメント柱を造成し、同時に鋼管を回転圧入して沈設する。同方式では、ロッドに取り付けられたスタビライザーによって鋼管の中心を保持した状態で回転圧入が可能なので、継杭施工にも対応可能である。静狩路盤工区では、1本の杭を上杭・中杭・下杭の3分割にして現場に搬入し、現場溶接を行いながら継杭施工を実施している。

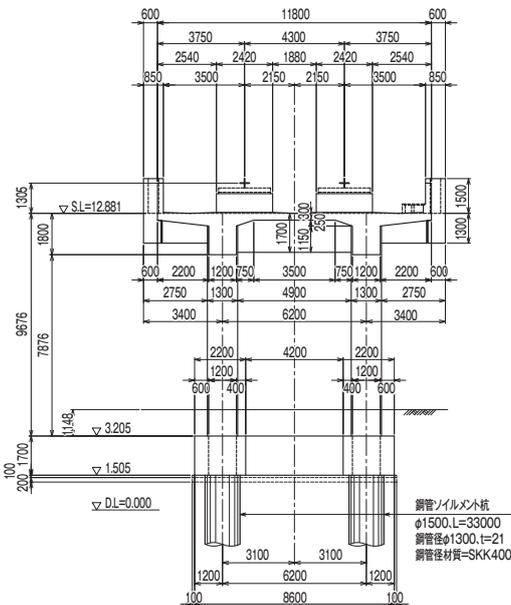
施工する地盤は、強度のばらつきが大きい砂層であり、中間層にはN値30

~50の固く締まった層が局所的に出現することがある。その影響により、局部的に砂層の摩擦が増大したり、礫当たりが発生したりすることで、掘進が困難になる場合がある。そのような場合は、オールケーシング工法による先行削孔を行うことで対応している。ケーシング径は鋼管ソイルセメント杭径と同径のφ1500mmで、削孔の埋戻しは他の杭打設で発生した礫混じりではない土砂を用いて行われている。

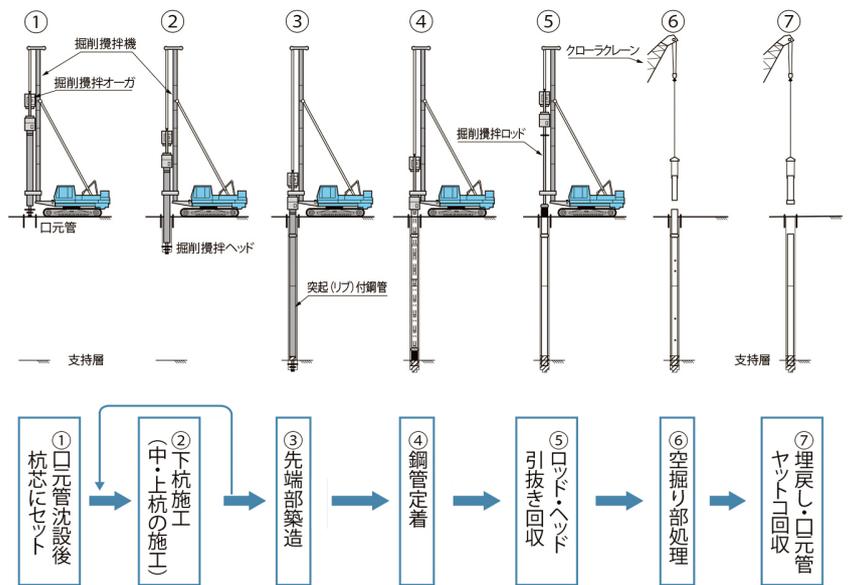
鋼管ソイルセメント杭の施工ペースは、先行掘削が必要な場合で1日1.5本、先行掘削不要な場合は1日2本のペースで進められている。

観光促進や地域振興など北海道の可能性広げる新幹線延伸事業

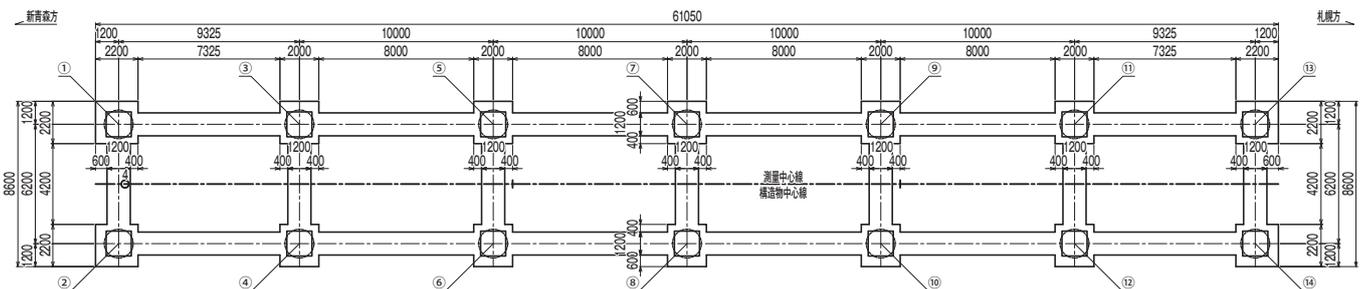
整備新幹線は、全国的な鉄道ネットワークの構築を目指し、国民経済の発



■ 第4 静狩 BL R6 ラーメン高架橋 断面図



■ 鋼管ソイルセメント杭の施工フロー（同時沈設方式）



■ 第4 静狩 BL R6 ラーメン高架橋 基礎平面図

展、国民生活圏の拡大、および地域振興への寄与を目的として進められている。北海道新幹線の札幌延伸が完成すれば、東京～札幌間の所要時間は、開業前の7時間44分から4時間49分へと、約2時間55分もの大幅な短縮が見込まれている。また、新幹線が持つ「定時性」「速達性」「大量輸送性」という特長が発揮されることで、沿線地域の豊富で多彩な観光資源の魅力が一層高まり、広域的な活動や人々の余暇の充実を通じて、生活の質の向上が期待されている。

工事の進捗状況は、2024年10月1日現在、トンネルの掘削率は79%に達し、17本のトンネルのうち9本が貫通している。橋梁や高架橋についても基礎、柱、桁、盛土といった各工事が順調に進んでいる。しかし、一部のトンネル工事では地質不良などが影響し、工期が大幅に遅れている箇所もあり、全体工程に遅れが生じている。

こうした状況を踏まえ、事業主体は2024年5月に「2030年度末の完成・開業は極めて困難」と判断し、その旨を国土交通大臣へ報告した。これを受けて国土交通省の有識者会議が全体工程を精査した結果、新たな開業時期は2038年度末となる見通しが示されている。

ば、整備新幹線史上最長のプロジェクトとして歴史に刻まれる。東京から札幌までが一本の鉄道でつながることにより、東日本エリアの相互アクセスが大幅に向上し、道央～道南の移動時間も短縮される。これにより、本州からの来道者数だけでなくインバウンドを含む道内交流人口の増加も見込まれ、北海道経済に大きな影響をもたらすだろう。

この大規模プロジェクトを支えるのが、鋼管ソイルセメント杭だ。複雑な地盤条件を克服しながら、優れた技術力、耐久性、安定性を実現したこの杭工法は、日本の高速鉄道整備の新たな一歩として重要な役割を果たしている。まさに、「北海道の悲願」と言える札幌延伸の実現に向け、確かな技術が支え続けている。



工区	杭明細	概算数量 (t)
市渡 高架橋 L=461m	φ1500×t20×24～36m	71本
	φ800×t18×10～19m	40本
宮田 高架橋外 L=712m	φ1300×t18×18～20m	16本
	φ1100×t16×10～11.5m	45本
	φ800×t12×8～17m	58本
琴平 高架橋他 L=3,395m	φ1500×t18×30～50m	485本
	φ1300×t18×30～50m	252本
倶知安駅 高架橋他 L=3,160m	φ1000～1500×t22～15×25～30m	438本
岩尾別 高架橋他 L=2,354m	φ1100～1500×t22～15×25～30m	330本
静狩 路盤他 L=4,390m	φ1000～1300×t20～16×20～34m	507本

東京から札幌へ—夢をつなぎ 未来を築く鋼管ソイルセメント杭

こうした課題がありながらも、新函館北斗～札幌間212kmが一括開業すれ

■北海道新幹線 鋼管ソイルセメント杭使用一覧



■鋼管ソイルセメント杭の建込み状況



■先行掘削のケーシング建込み状況