

V-74

ロックオーガー併用ソイルセメント合成鋼管杭の設計・施工について

東日本旅客鉄道(株) 正会員 大林 弘和
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 瀧内 義男
 東日本旅客鉄道(株) 弭間 俊則

はじめに

秋田新幹線盛岡アプローチ高架橋は、東北新幹線盛岡駅北部から分岐する約 1,200m の高架橋であり、開業を平成 9 年春としたため、平成 8 年 4 月～ 9 月での半年間という工期での急速施工となった。この高架橋基礎のうち地盤条件の悪い箇所については杭基礎で計画したが、工期、地盤条件、環境条件の制約から、ソイルセメント合成鋼管杭工法に新たにロックオーガーを併用した工法を採用することとした。

本稿は、杭の設計、施工法決定のための試験杭施工および載荷試験、施工結果の概要について報告する。

1. ロックオーガー併用ソイルセメント合成鋼管杭工法の概要¹⁾

杭基礎区間は大径の玉石を含む砂礫層を主とした地盤であり、しかも両側に民家が密集する狭隘な場所での急速施工（1 機械で 1 日 2 本以上）が要求されることから、通常の場合打ち杭工法では施工が難しい。本工法は図 1 に示すように、ケーシング付きのロックオーガーにより地盤を掘削、オーガー先端部よりセメントミルクを吐出しながらオーガーによりセメントミルクと地山を攪拌し、地中部に造成されたまだ固まらない状態のソイルセメント柱にリブ付き鋼管を建込み、硬化した杭体を基礎杭とする工法である。

なお、今回は急速施工を図るため、新しく次に示すような設計、施工法²⁾を取り入れている。

- (1)掘削機：大径の玉石や地中障害物をも破碎、掘削するため、ケーシング付きのロックオーガー（TSW-K 工法）を用いることとした。
- (2)口元管：口元管を用いなく、地表面から直接、掘削・攪拌することとした。
- (3)根固め：杭先端部の根固めは行わず、周面支持型の杭として設計することとした。

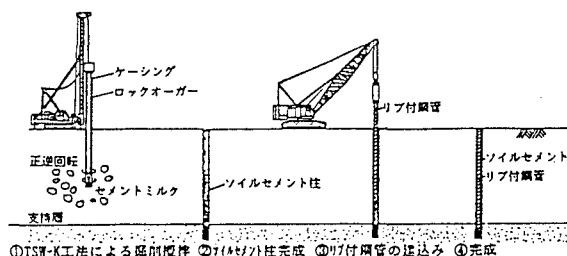


図 1 施工順序

2. 試験杭の設計、施工および鉛直載荷試験³⁾

本工法は、鉄道では初めての適用となるため、設計上および施工性の確認を目的として、試験杭の施工および鉛直載荷試験を実施することとした。

試験杭の施工は、実施工で計画していた杭径1000mm、長さ16.5mの杭で行った。セメントミルクの配合は表 1 に示すとおりであり、鋼管は直径 800mm、厚さ 9mm の外面リブ付き鋼管とした。

この結果、施工速度については表 2 に示すとおりであり、計画段階で考えていた施工速度、また振動、騒音等の環境面についても問題のないことが確認できた。

表 1 セメントミルクの配合（対象土量 1m³あたり）

一軸圧縮強度 qu, kgf/cm ²	セメント C, kg	ベントナイト t, B, kg	水 W, kg	W/(C+B) %, %	遅延剤 %, %	注入量 m ³ /m ³
10以上	400	20	749	178	0.6	0.884

注) ・遅延剤の比率はセメント重量に対するものである。

表 2 試験杭の施工速度

作業内容	時間(分)
掘削・セメントミルク注入	72
上下攪拌(2往復)	43
芯出し、架台設置	45
鋼管建込み	20
合計	180

鉛直載荷試験は地盤工学会基準に基づき、多サイクルで行い、計画最大荷重は設計時に算定した、鉄道の設計基準（以下、基礎標準）の場所打ち杭に基づいた極限鉛直支持力の 1.2 倍、約 930tf とした。

鉛直載荷試験の結果、930tfまで載荷した
が極限支持力には至らず、極限支持力は計画
最大荷重を越えるところに存在することが分
かった。また、杭の軸方向力の深度分布は図
2に示すとおりであり、周面支持力について
も設計を満足することが分かった。

このことから、周面支持型の設計が可能で
あることが分かり、その設計法として基礎標
準を適用してもよいことが確認できた。

なお、杭体は鋼管杭として設計している。

3. 施工結果

施工の結果、2台の機械により42本の杭を
延べ20日間で施工することができた。平均と
しては段取りを含めて1本あたり約180分、1日あたり2.1本であ
った。なお、振動、騒音についても特に問題は生じなかった。

写真1にソイルセメント合成鋼管杭の施工状況を示す。

4. 品質管理

- (1)鉛直精度：掘削時は、機内のリーダー角度傾斜指示計と直角二方
向からのトランシット測量を併用して確認し、鋼管建込み時は、
トランシット測量と下げ振りによる確認を併用して確保に努めた。
施工後の確認では、最大で2.0/1,000、平均0.75/1,000程度であ
り、許容値である1/100を十分満足していた。
- (2)鋼管建込み精度：鋼管の芯出しは、ガイドローラの付いた建込み
専用治具をトランシット測量で確認しながら据付けた。施工後の
確認では、最大で47mm、平均22mm程度のずれがみられたが、鋼管
柱建込みからくる許容値60mm以内であった。
- (3)高さ精度：鋼管建込み高さは、鋼管吊込みロッドの調整ネジで長さ进行调整することで管理した。施工後
の確認では、天端高さの許容値50mmに対し、最大で46mm、平均6mm程度であった。
- (4)ソイルセメント強度：設計強度 0.98N/mm^2 に対し、杭頭部から採取したソイルセメントの4週圧縮強度は
最小で 1.83N/mm^2 、平均 2.93N/mm^2 が得られ、設計強度を満足している。また、ボーリングコアでの圧
縮強度試験結果は、G.L-7.0m～8.0mでは最小 1.85N/mm^2 、平均 2.50N/mm^2 、G.L-14.0m～15.0mは
最小 1.48N/mm^2 、平均 2.02N/mm^2 が得られ、杭全体では平均 1.97N/mm^2 が得られた。
- (5)地質の確認：地層の変化を確認するため、削孔中は杭打機内の電流値を記録しながら施工を行った。
その結果、設計で考えていた地質状態であることを確認した。

おわりに

地中障害物が多く両側に民家が林立する狭隘な場所での施工ではあったが、積極的な技術開発の取組み
や試験施工、載荷試験等が功を奏し、工期内に無事、高架橋工事を完了することができた。

参考文献 1) 近藤、佐々木、古山：ソイルセメント合成鋼管杭鉛直載荷試験、平成6年度 土木学会東北支部

2) 齋内、舩：ロックオーガー併用ソイルセメント合成鋼管杭の鉛直載荷試験、平成7年度 日本鉄道建設協会誌

3) 齋内、舩、花田、藤：鉄道に用いるソイルセメント合成鋼管杭の鉛直載荷試験、平成7年度 土質工学会

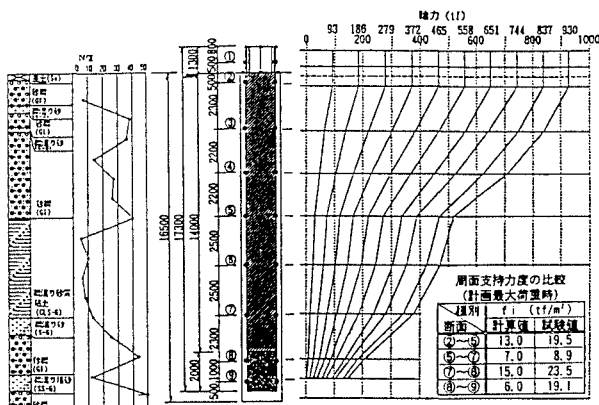


図2 杭の軸方向力の深度分布

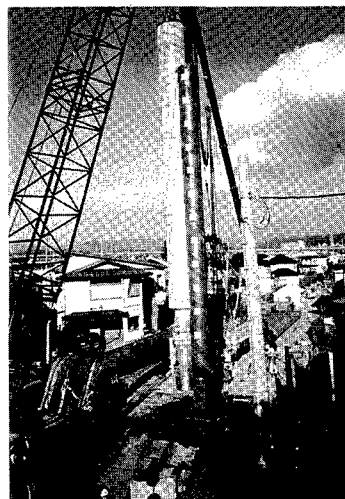


写真1 杭施工状況