

鉄道高架橋における鋼管ソイルセメント杭の施工及び施工管理について

九鉄工業株式会社 正会員 ○阿部 弘典

1. はじめに

鹿児島市を事業主体とする連続立体交差事業で、鉄道高架橋の杭構造を摩擦特性に長けた鋼管ソイルセメント杭を採用し施工を行った。これまで摩擦杭として同杭を鉄道高架橋に用いた事例は少ないため、本稿では施工方法及び施工管理手法について述べる。

2. 基礎杭概要

鋼管ソイルセメント杭は地盤中に造成したソイルセメント柱と突起付き鋼管との合成杭である(図-1)。ソイルセメント柱は、原地盤にセメントミルクを注入混合攪拌して造成しソイルセメントとの一体化を図るため、杭一般部には鋼管外面に突起を設けており、杭先端部には外面突起に加え内面突起がある構造となっている。

本工法には、鋼管の埋設方法によって、同時埋設方式と後埋設方式の2方式があるが、当現場では後埋設方式を採用している。

3. 施工手順

施工手順を図-2に示す。後埋設方式は、口元管をセットした後、掘削攪拌翼を有するオーガーヘッドからセメントミルクを注入しながら、原地盤を掘削攪拌することでソイルセメント柱を造成する。その後、ソイルセメントが固まらないうちに鋼管を所定深さに沈設し杭体を築造する。また、後埋設方式は同時埋設方式と比較して汎用的な施工機械(80t級)が適用でき、小型の施工機械が適用できることから、当現場のような狭隘のヤードでの施工が可能となっている。

また、当現場は全般にシラス主体の地質条件であることから、鋼管杭埋設時にソイルセメント柱内の水分が外に逸脱し、杭が締め付けられる現象(ジャミング現象)が懸念される。この現象は時間経過に伴い顕著に現れることから、ソイルセメント柱築造後から鋼管沈設作業を速やかに行う必要があった。

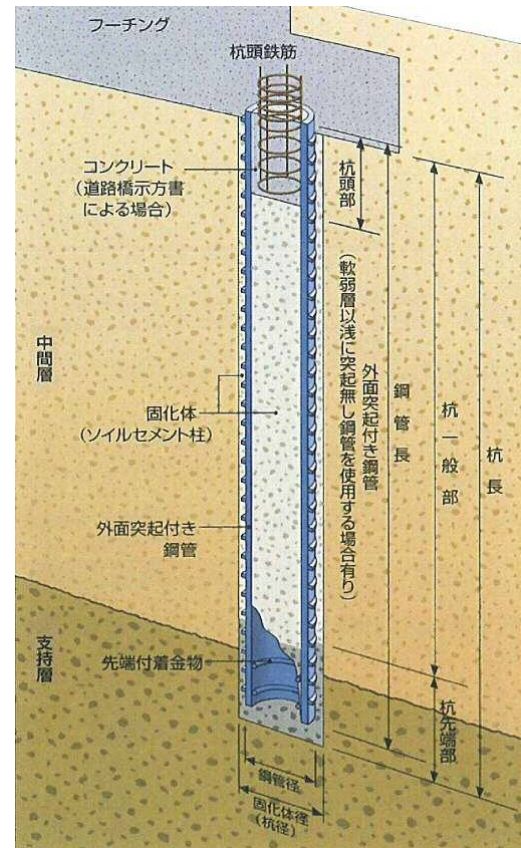


図-1 鋼管ソイルセメント構造図

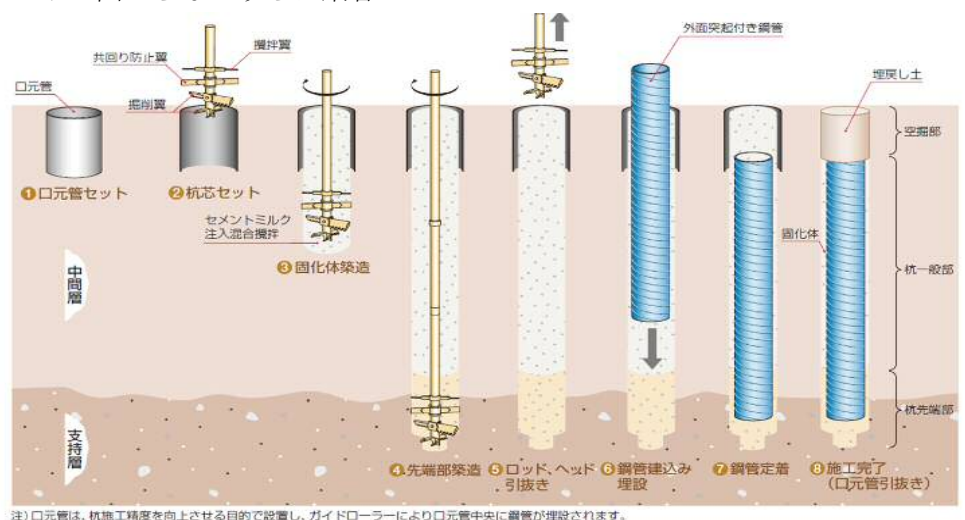


図-2 後埋設方式施工手順

キーワード 鉄道高架橋, 鋼管ソイルセメント杭, 施工管理, 掘進抵抗値, N/R 比

連絡先 〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南6丁目3-1 九鉄工業株式会社 TEL 092-441-4243

4. 摩擦杭の施工管理手法

同杭はセメントミルクと現地の地盤を攪拌して構築したソイルセメント体に鋼管を建て込むため、オールケーシング場所打ち杭等と異なり掘削土による土質性状の確認ができない。このため、ボーリングデータを用いたN値の確認が困難であることから、各構造物の試験杭より掘削機械の掘進抵抗(R)（オーガー負荷電流÷掘進速度、単位区間あたりの電気量）をボーリングデータ（柱状図のN値）でN/R比を算出し、施工杭のデータから掘削抵抗値(R)と試験杭で算出したN/R比でN値を求め、推定支持力と設計支持力と比較し合否判定する管理を行った。施工データと管理フローを図-3に示す。

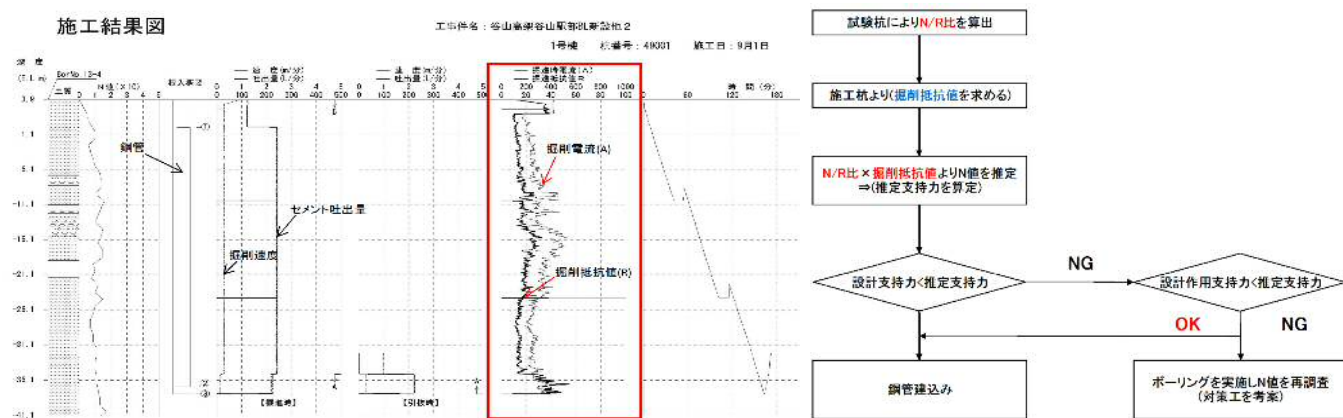


図-3 鋼管ソイルセメント施工データ及び管理フロー

5. 推定支持力結果

鋼管ソイルセメント杭(φ1200～1700mm)の施工結果を表-1に示す。なお、各構造物のP1は試験杭となっており、この結果を基にN/R比を算出している。

これによると、推定支持力が設計支持力を1～2割程度下回っている箇所があるが、設計作用力と比較した場合は、全て推定支持力が上回る結果となった。

ここで、施工に先立って鋼管ソイルセメント杭の試験施工における載荷試験結果を表-2に示す。実績では1.6～2.0倍程度の周面支持力が得られていることから、設計支持力と同等の周面支持力が得られていると判断できる。

6. まとめ

施工結果より、掘削機械の掘進抵抗(R)からN/R比を用いることで求められる推定支持力と設計支持力の比較が明確になり、合理的な施工管理が行えると考えられる。

表-1 鋼管ソイルセメント杭施工結果一覧表

構造物名称	杭 造			設計支持力 (kN)	設計作用力 (kN)	推定支持力 (kN)	合 否 判 定	
	鋼管径(mm)	杭径(mm)	杭長(mm)				設計支持力<推定支持力	設計作用力<推定支持力
R29	P1	φ1300	φ1500	26750	11449	5623	*	—
	P2					9879	0.86 NG	1.76 OK
	P3					10069	0.88 NG	1.79 OK
	P4					10629	0.95 NG	1.93 OK
	P5					10164	0.89 NG	1.81 OK
	P6					10449	0.91 NG	1.86 OK
	P7					*	—	—
	P8					11134	0.93 NG	2.09 OK
R31	P1	φ1400	φ1600	26750	11942	5326	*	—
	P2					11789	0.99 NG	2.21 OK
	P3					10816	0.91 NG	2.05 OK
	P4					11025	0.92 NG	2.07 OK
	P5					10479	0.88 NG	1.97 OK
	P6					11243	0.94 NG	2.11 OK
	P7					10261	0.86 NG	1.93 OK
	P8					*	—	—
R33	P1	φ1500	φ1700	45800	21804	14811	24521	1.12 OK
	P2					22414	1.03 OK	—
	P3					22222	1.02 OK	—
	P4					20690	0.95 NG	1.40 OK
	P5					22797	1.05 OK	—
	P6					21639	1.00 OK	—
	P7					22797	1.05 OK	—
	P8					*	—	—
R37	P1	φ1200	φ1400	26850	9105	3742	8654	0.95 NG
	P2					8922	0.98 NG	2.31 OK
	P3					9189	1.01 OK	2.38 OK
	P4					9011	0.99 NG	—
	P5					8743	0.96 NG	2.41 OK
	P6					9100	1.00 OK	2.34 OK
	P7					8654	0.95 NG	—
	P8					9189	1.01 OK	2.31 OK
	P9					9011	0.99 NG	2.41 OK
	P10					*	—	—
R41	P1	φ1000	φ1200	25550	7936	7112	8837	1.11 OK
	P2					9060	1.14 OK	—
	P3					8968	1.13 OK	—
	P4					9505	1.20 OK	—
	P5					9283	1.17 OK	—
	P6					*	—	—

*試験杭(N/R値算出)

表-2 載荷試験結果一覧表

『設計値と試験結果の比較』

	算定式による設計値	載荷試験結果	
		試験杭(1) 鋼管径φ1,000	試験杭(1) 鋼管径φ800
基準周面支持力(kN)	5,330 (7×(N値)×周長×杭長)	10,870 (2.04)	8,760 (1.64)
基準先端支持力(kN)	2,320 (150×(N値)×底面積)	3,160 (2.04)	3,260 (1.64)