

しらす地盤における鋼管ソイルセメント杭の鉛直載荷試験および施工管理手法の一考察 (その2：施工報告および施工管理手法の一考察)

九州旅客鉄道（株） 正会員 ○清水 琢磨 正会員 真井 哲生
安藤 貴彦 立川 裕司

1. はじめに

現在、鹿児島市内の JR 指宿枕崎線の谷山駅付近において鹿児島市を事業主体とする地域の一体的なまちづくりや 15ヶ所の踏切除却等を目的とした連続立体交差事業が行われている。現地は軟弱な沖積しらす（二次しらす）層が、高架橋区間約 2.5km のうち約 1.2km の範囲で 40m 以上の厚さで堆積している。そのうち約 400m の区間では 70m の深度でも明確な支持層が確認できていない。（図 1 参照）。前述の論文において鉛直載荷試験及び設計への適用について述べており、本稿では、本高架化区間の木之下川橋りょう新設における鋼管ソイルセメント杭の施工事例を元に、施工報告および施工管理手法についての一考察を述べる。

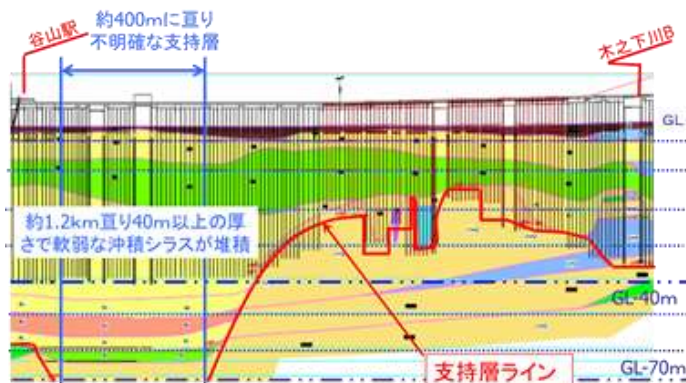


図 1 谷山地区の地盤概要

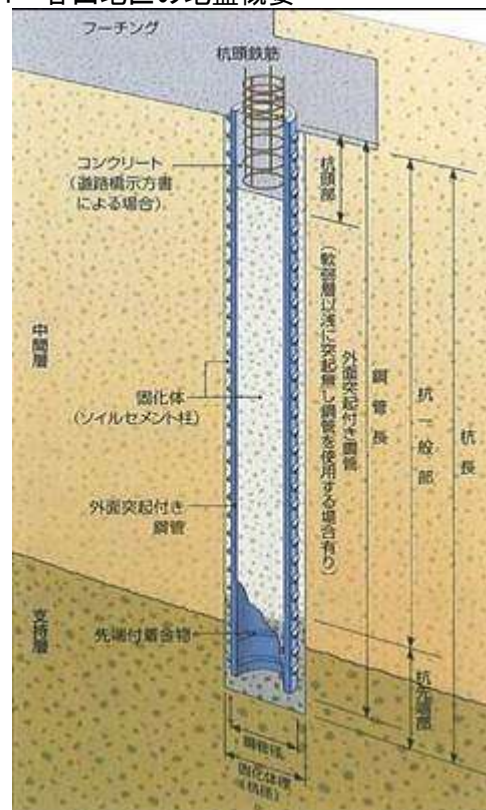


図 2 鋼管ソイルセメント構造図

2. 工法の概要

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 2 参照）。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する。鋼管ソイルセメント杭の支持機構は鋼管とソイルセメント柱との間の摩擦力および鋼管先端部の支圧力をソイルセメント柱を介して地盤に伝達するというものである。ソイルセメントとの一体化を計るため、杭一般部には鋼管外面又は内面に突起を設けてあり、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。

3. 工事概要

今回施工した箇所は、木之下川橋りょう P103 および P105 における鋼管ソイルセメント杭である（各 6 本、合計 12 本）。表 1 に杭の諸元、図 3 に平面図を示す。本橋りょうは、上部工が支間長 43.6m の PC 箱桁であり、死荷重が大きいので、支持杭として設計している。施工にあたっては、掘削に時間をかけすぎるとソイルセメント柱内の水分が外に逸脱し、埋設中の杭が締付けられるジャミング現象が懸念されるため、同時埋設方式ではなく、後埋設方式（ソイルセメント柱全長を造成後に杭を沈設）にて施工を行った。また、現地は側道と仮線に挟まれており、作業ヤードが最小幅 13.0m と狭隘であったこと、前面が河川であり杭打ち機とクローラークレーンが相対して配

表 1 木之下川橋りょうにおける杭の諸元

	鋼管径 (mm)	鋼管長 (m)	板厚 (mm)	固化体径 (mm)
P103	1,200	34.5	15/18/21	1,500
P105	1,100	34.5	15/18/21	1,400

キーワード しらす、二次しらす、鋼管ソイルセメント杭

連絡先 〒812-0061 福岡市東区筥松 2-35-38 九州旅客鉄道（株）施設部工事事務所 TEL092-626-1220

置できなかったことから、鋼管を建て込む際、鋼管を吊ったままでクローラークレーンを走行させ、鋼管建込みを行った。

4. 想定された問題点

鋼管ソイルセメント杭は、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、RC 場所打ち杭等と異なり、直接排土された掘削土による土質性状の確認ができず、ボーリングデータによる N 値の確認が困難である。このため、設計支持力が確保できているかを確認できないことが懸念された。

5. N 値と掘進抵抗値の比較

鋼管ソイルセメント杭の施工において、掘削機械の「掘進時電流、掘進抵抗値、時間」がリアルタイムでモニタリングできる(図4参照)。設計の周面支持力は N 値と比例(周面支持力=周面面積 $\times$ 7N $\times$ 1.2)していることから N 値と掘進抵抗値に相関について着目した。

今回施工した杭について、直下ボーリングを実施している P105 側の 6 本について比較した結果を図5(左)に示す。これによると、N 値と掘進抵抗値の相関がある程度あることが確認できる。さらに、支持層に近い30m 以深では N 値と掘進抵抗値はほぼ同じ傾向で大きくなっていることから、支持層に到達したものと考えられる。しかしながら、掘進抵抗値を元に N 値を推定することは困難といえる。

6. 施工管理への応用

現地は若干の層の違いはあるものの、ほぼ様な二次しらが堆積している。掘進抵抗値は一般的に N 値以外にも深度、土質の変化、掘削機械の種類等により変化することが考えられるが、本事例においては二次しらが大半を占めるため「土質の変化」による影響は少ないと考えられる。したがって、今回はボーリング調査により得られた N 値の大きさにより掘進抵抗値から N 値を推定する補正係数を設定することとした。この補正係数を表2に示す(推定 N 値=補正係数 α $\times$ 掘進抵抗値)。これにより掘進抵抗値から N 値を推定した結果を図5(右)に示す。これより、N 値を高い精度で推定できていることが分かり、施工管理に適用することが可能であると考えられる。

7. 今後の展望

N 値と掘進抵抗値を関連づけることで鋼管ソイルセメント杭の合理的な施工管理が行えると考えられる。更にデータを蓄積し、より精度の高い施工管理手法の確立を図りたい。

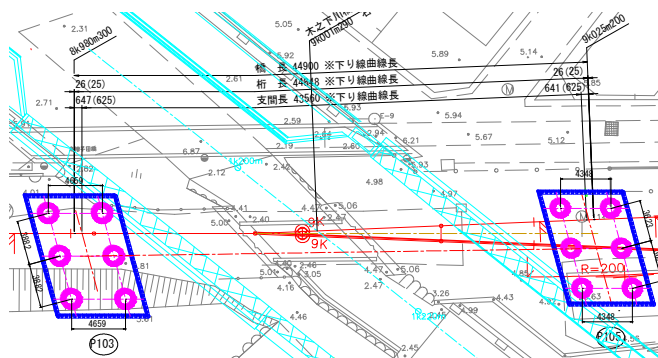


図3 木之下川橋りょう平面図

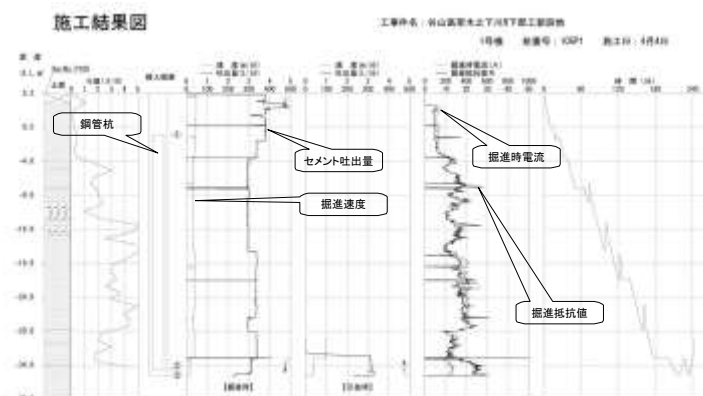


図4 杭施工時データ (P105)

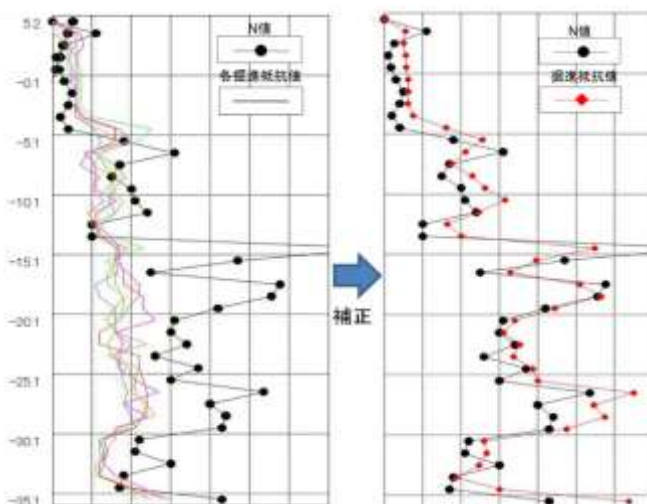


図5 掘進抵抗値と N 値の相関

表2 掘進抵抗値と N 値の補正值

N 値	補正係数 α
$0 \leq N < 10$	1
$10 \leq N < 20$	1.5
$20 \leq N < 40$	2
$40 \leq N < 50$	2.5
$50 \leq N$	3