

III-429 首都高速12号線のソイルセメント合成鋼管杭性能試験

首都高速道路公団 正員 潮 晃司
 首都高速道路公団 正員 佐藤 栄作
 首都高速道路公団 谷岡 尚昭

1. はじめに

首都高速道路12号線では、道路擁壁構造基礎の一部区間にソイルセメント合成鋼管杭工法を採用している。本工法は開発後間もなく施工実績も少ない。また土木構造物としては初めて採用された工法であるため、設計条件を確認するための各種性能試験を実施している。この杭は地中に造成したソイルセメントの柱とその中に建て込まれたリブ付鋼管とが一体となって機能する合成杭である。本工事では、この杭の構造上の基本的な条件であるソイルセメントとリブ付鋼管との一体性を確認するための①ソイルセメントの配合試験、②ソイルセメントとリブ付鋼管との付着試験、および杭としての機能を確認するための③鉛直・水平の載荷試験を、実施する。本稿では、既に実施した①配合試験、②付着試験の結果について報告する。

2. ソイルセメント合成鋼管杭の支持力機構

この杭の支持力機構は、鉛直・水平共、地盤から決まる支持力をソイルセメントの外径で評価することを最大の特色としている。鉛直支持力機構としては、図-1に示すように、鋼管頭部に作用する荷重は中間部においては、鋼管外面のリブを介してソイルセメントに伝達され、次いでソイルセメントより地盤に周面摩擦力として伝達される。また、杭先端部では鋼管内外面のリブの効果とこの部分のソイルセメントは高強度であることからソイルセメント柱外径の先端球根が形成される。水平支持力については、鋼管とソイルセメント柱とが一体となって挙動するためソイルセメント柱の外径で地盤からの反力を受ける。

3. 配合

現場地盤の概要と杭断面を図-2に示す。地盤は上部より杭一般部に相当する砂混り粘土、細砂、粘土および杭先端部に相当する砂礫の4層で構成される。ソイルセメントは杭を構成する材料であるという観点に立ち、ソイルセメントの強度は、必要付着強度(S_s)から算出される一軸圧縮強度($q_u = S_s / 0.4$)を設計基準強度とし、現場平均強度はその2倍とした。また室内平均強度は一般部は現場平均強度の2倍(粘性土)、先端部は現場平均強度と同じ(砂礫)とした。

セメントミルクの配合は、文献¹⁾に基づき一般部は $C=400\text{kg/m}^3$ 、 $W/(B+C)=185\%$ とし、砂混り粘土、細砂、粘土の3層の室内試験で、また先端部は $C=600\text{kg/m}^3$ 、 $W/(B+C)=60\%$ とし砂礫を用いた室内試験で、各々表-1の目標強度を満足することを確認した。遅延剤添加量は、鋼管の建て込みを考慮し、練り混ぜ後4時間経過した時のベーンせん断強度が 30gf/cm^2 以下であることを目安に表-2に示す通り決定した。

4. 付着試験

本杭は、ソイルセメント柱とリブ付鋼管とが一体となって挙動することを前提としているが、これにはリ

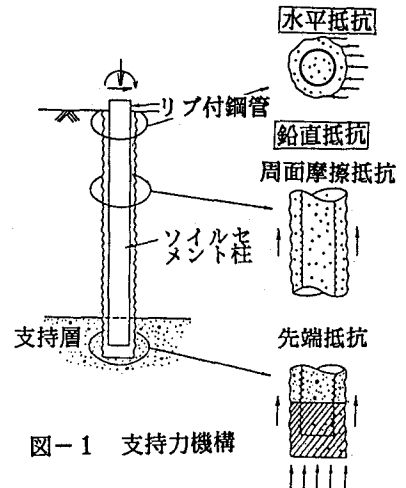


図-1 支持力機構

表-1 設計諸数値

	杭一般部	杭先端部
必要付着強度 (kgf/cm^2)	≈ 1.0	≈ 16.0
設計基準強度 (")	2.5	40.0
現場平均強度 (")	5.0	80.0
室内平均強度 (")	10.0	80.0

表-2 セメントミルクの配合（対象土量1m³当り）

	セメント C (kg)	ポルトランド B (kg)	水 W (kg)	水セメント比 W/(B+C) (%)	遅延材 [*] (%)	備 考
一般部	400	15	768	185	1.0	普通ポルトランドセメント
先端部	600	15	369	60	0.6	〃

＊遅延材添加量はセメント重量に対する重量比率を示す

ブ付鋼管とソイルセメント柱とが、ソイルセメント柱と地盤間での滑り破壊が生じるまでの間は、十分に一体性を保っていることが必要であり、このためにはブ付鋼管とソイルセメント柱との付着強度が所要の値を満足していなければならない。設計では、地盤強度に応じて必要な付着強度を求め、次いでソイルセメント強度を設定するが、この際付着強度 S_s とソイルセメントの一軸圧縮強度 q_u の関係として、過去のこの杭の実績¹⁾ から得られた、 $S_s=0.4q_u$ という関係を使用している。

従って、この杭が設計条件通りに挙動するためには、図-2 に示した周辺の各土層におけるソイルセメントに対して、ブ付鋼管との付着強度 $S_s \geq 0.4q_u$ であることを確認することが必要となる。本工事では、上部粘性土・砂質土・下部粘性土の3つの中間層及び支持層である砂礫層に対して確認を行った。確認試験は、実工事と同一仕様のリブを内外両面に設けた鋼板と、現地から採取した土を用いて所定配合で作成したソイルセメントとの引き抜き試験で行った（図-3）。なお、試験は28日強度に対して実施し、同時にソイルセメントの一軸圧縮試験も行った。ソイルセメント強度と付着強度の関係を図-4 に示す。いずれの土層に対しても $S_s \geq 0.4q_u$ を満足しており、かつ、ソイルセメントの q_u は所定の値を満足しているので、ソイルセメント柱とブ付鋼管との一体性が確認されている。

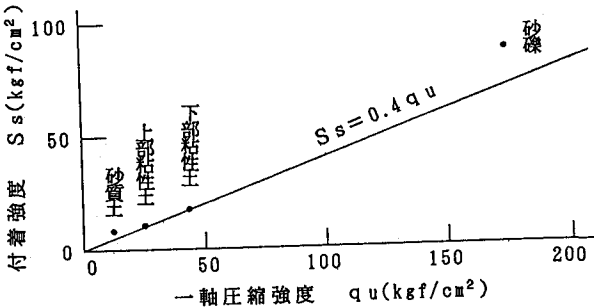


図-4 一軸圧縮強度と付着強度の関係

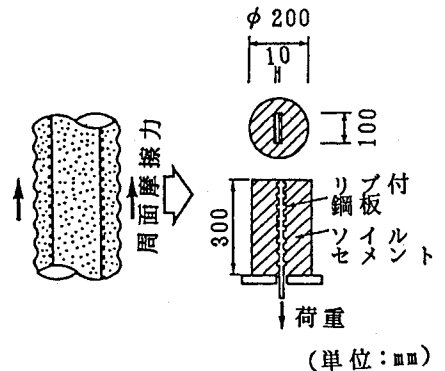


図-3 引き抜き付着強度試験

5. あとがき

ソイルセメント合成鋼管杭を初めて実工事に採用するに当たり、各種の性能試験を行っている。本稿では既に実施した配合試験と付着試験の結果について報告した。発表当日は、設計条件の確認と共に本杭の支持力機構を確認するために極限荷重まで実施する予定の鉛直・水平載荷試験結果を中心に報告する。最後に、今回の実験にあたりご尽力頂いた関係各位に深く感謝の意を表する。

参考文献：1)「ソイルセメント合成鋼管杭工法技術資料」,1991,ソイルセメント合成鋼管杭工法協会