

高性能分散剤を用いた鋼管ソイルセメント杭工法の室内配合試験結果

JFE スチール株式会社 正会員 ○井上 凌
株式会社ジオダイナック 非会員 中西 正広
株式会社鴻池組 正会員 大山 将

1. はじめに

鋼管ソイルセメント杭工法（以下、HYSC 杭工法）は、原地盤にセメントミルクを注入・攪拌することで造成したソイルセメント柱に、外面リブ付鋼管を沈設して基礎杭を築造する工法である（図1）。その支持機構として、鋼管とソイルセメントが一体となって支持性能を発揮するため、①鋼管が所定の深度まで沈設できるだけのソイルセメントの流動性が確保されていること、②ソイルセメントが定められた設定強度以上あること、が特に重要である。著者らは、硬化遅延剤の代わりに高性能分散剤（以下、AK 剤）を用いることで、ソイルセメントに必要な流動性、強度を確保しつつ、水量およびセメント量を減らした HYSC 杭工法の確立を目指し、ソイルセメントの室内配合試験を実施した。本稿ではその結果について報告する。

2. 室内配合試験の概要

室内配合試験ではソイルセメントの流動性および強度を確認するため、それぞれベーンせん断試験および一軸圧縮試験を実施した。対象とする地盤は、杭一般固化部の中でも最も強度が出にくいと考えられる土質とすることから、層厚 9.80m、N 値 5~7 程度の沖積層のシルト質粘土から試料を採取した。土質試験結果を表1に示す。

表2にセメントミルクの配合ケースを示す。配合 No.1 は、硬化遅延剤を使用した従来の仕様であり、配合 No.2~4 は硬化遅延剤の代わりに AK 剤を使用した仕様である。配合ケースは、AK 剤を使用することで、水量を少なくとも十分な流動性を確保し、セメント量を道路橋示方書¹⁾に記載されている標準配合 ($C=300 \sim 400\text{kg/m}^3$) 以下としても必要な強度が発現できるという設計思想のもとで決定した。

3. 室内配合試験の結果

はじめに、ベーンせん断試験について述べる。ベーン値は、土のせん断強さを表したものであり、鋼管の沈設に必要な時間までにこの値が高くなりすぎると、高止まりなどの施工不良の原因となる。目標値は、施工のサイクルタイムを考慮して、4 時間後のベーン値が 3.0kN/m^2 以下とした。試験結果を図2に示す。すべての配合ケースにおいて目標値を達成しており、標準的な仕様（配合 No.1）と比較して、水量を 70%程としてもソイルセメントに必要な流動性が確保できていることを確認できた。

次に一軸圧縮試験の結果を図3に示す。道路橋示方書¹⁾では、粘性土地盤における杭一般固化部の一軸圧縮強度は 0.75N/mm^2 以上が参考値とされているが、本室内配合試験における目標強度は、ソイルセメントとリブ付鋼管の付着力や杭の諸元、室内試験下等を考慮して 1.97N/mm^2 以上と設定した。こちらの試験結果もすべての配合ケースで目標強度を達成しており、ソイルセメントに必要な所定の強度が確保できているこ

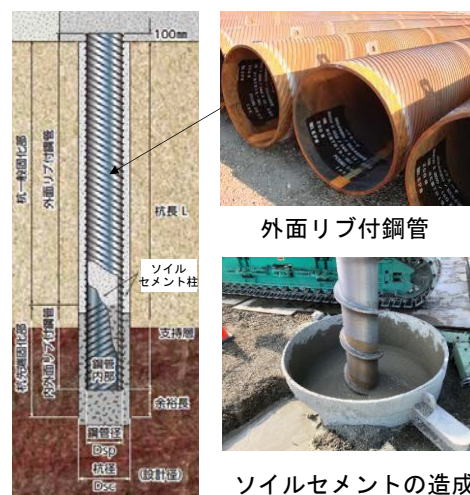


図1 HYSC 杭工法の概要

キーワード 鋼管ソイルセメント杭, HYSC 杭工法, 高性能分散剤, 環境配慮

連絡先 〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-2-3 日比谷国際ビル 27 階 JFE スチール (株)

TEL : 03-3597-4469 E-mail : inoue-r@jfe-steel.co.jp

とを確認できた。以上の結果より、AK 剤を用いることで、標準的な仕様より水量を減らしても流動性が確保し、セメント量を縮減しても所定以上の強度が発現出来ることが確認できた。

4. 結果に基づく考察

AK 剤の仕様の確立によって、必要セメント量および材料費の抑制に加え、環境負荷の低減にも貢献できると考えられる。鋼管ソイルセメント杭工法の環境への影響は、注入するセメントミルク量に依存し、ミルク注入量の縮減により CO₂ の排出量および発生泥土の抑制に寄与する。

本試験の配合ケースにおける環境負荷の比較を図 4 に示す。グラフは土 1m³あたりの CO₂ 排出量および発生泥土量である。CO₂ 排出量は、セメントと AK 剤の製造時に発生し、材料 1t あたりそれぞれ 435kg と 89g となるが、セメントミルクの配合で AK 剤が占める割合は微小であることから、CO₂ 排出量の大部分はセメントが占めている。そのため、例えば、No.1 と比較して No.3 は CO₂ 排出量を 28%程度縮減することが期待できる。

また、発生泥土量は、ミルクの注入量に依存することから、セメント量および水量の削減が注入量の縮減に寄与し、AK 剤を使用することで、発生泥土量をおよそ 70%とすることが期待できる。

5. おわりに

ソイルセメント造成時のセメントミルク配合において、硬化遅延剤の代わりに高性能分散剤を使用することで、従来配合より水量を減らしても流動性が確保でき、その結果、セメント量を縮減しても所定以上の強度が発現することが確認できた。

今後も施工性の改善に加えて環境負荷の低減に寄与できる環境配慮型の HYSC 杭工法の確立を目指して、引き続き試験を重ねていきたい。

<参考文献>

- 1)道路橋示方書・同解説 IV下部構造編：日本道路協会、2017.11

表 1 土質試験結果

土粒子の密度	自然含水比	粒度分布				湿潤密度
		礫分 2mm以上	砂分 0.075～2mm	シルト分 0.005～0.075mm	粘性土分 0.005以下	
g/cm ³	%	%	%	%	%	g/cm ³
2.633	63.9	0.4	11.6	24.2	63.8	1.552

表 2 配合試験に用いた配合ケース (1m³あたり)

No.	対象土	セメント	水	W/(C+B)	硬化遅延剤		分散剤		
		kg	kg	%	kg	%	AKフロー	NEW助剤	合計
1	粘性土	350	525	150%	17.5	5.0%	0	0	0
2		300	450	150%	0	0.0%	8	12	20
3		300	360	120%	0	0.0%	8	12	20
4		300	300	100%	0	0.0%	8	12	20

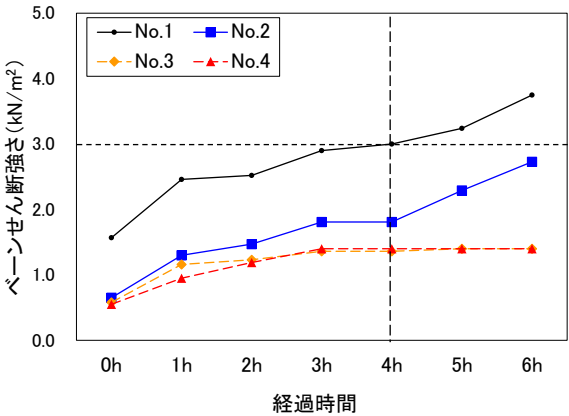


図 2 ベーンせん断強さの経時変化

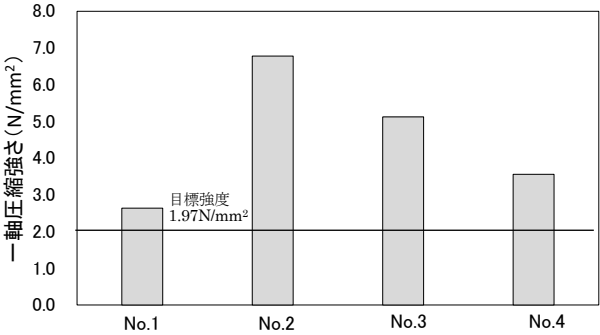


図 3 一軸圧縮試験の結果 (材齢：28 日)

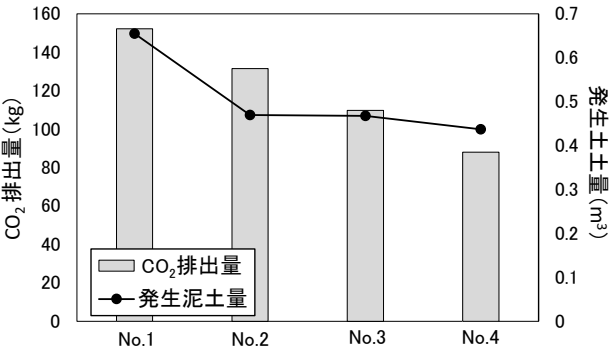


図 4 配合ケースにおける環境負荷の比較 (土 1m³あたり)