

Ⅲ - B175

高有機質土におけるシールド坑内二次注入の効果に関する考察

戸田建設 正会員 ○中嶋昭宏 甘利裕二

1. はじめに

都市部におけるシールド工事は、都市化の進展に伴い、既設構造物に近接して施工される状況が多くなっている。今回神奈川県横浜市内で施工するシールド工事は、市街地内において、外径 6650mm、延長 760 m の鉄道トンネルを2本、泥水式シールド工法にて掘削するものである。路線の到達側 200 m 区間については、トンネル直上が建物の密集した駅前商店街であり、図-1 に示すように高有機質土の下を土被り約 10 m で掘進する状況である。

沈下抑制対策を講じるにあたり、掘削管理を綿密に行い応力解放を極力抑えとともに、掘削後に坑内二次注入を実施して、地盤を強化することを計画した。そこで高有機質土という特殊地盤に対し、注入後の改良強度及び地盤挙動を把握して、沈下抑制対策を再検討する目的で薬液注入試験を行った。本文ではその試験結果を報告するものである。

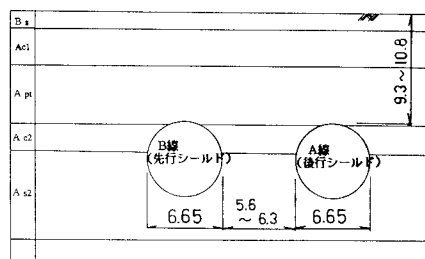


図-1 掘削断面図

2. 薬液注入試験

(1) 室内試験

注入材は水ガラス系の懸濁型瞬結性薬液を用いたが、注入材に含まれる水酸化カルシウムと高有機質土に含まれるフミン酸が結合して水和反応が阻害され、注入材のゲル化が妨げられる可能性が懸念されたため、室内試験でこれを確かめた。試験に用いた高有機質土のフミン酸含有量は3%である。

試験方法は、まず現地で採取した高有機質土を直径 30cm、高さ 30cm の円缶に乱さない状態で詰め、その中にアルカリ系注入材と中性系注入材から1種類ずつ選定して、各缶の高有機質土内に2L注入を行った。1日後に注入材の状態を観察した結果、どちらもゲル化しているのが確認された。よってゲル化は妨げられないことが判明したため、ホモゲル強度の大きかったアルカリ系注入材を用いることとした。

(2) 現場試験

現場試験は近くの用地を利用して図-2 に示す配置で行った。注入範囲は以下により設定した。坑内二次注入はシールド掘削によって乱されたセグメント天端周辺を改良して、圧密沈下を減少させることを目的とするため、厚さは天端より 1.5 m、長さはセグメント中心より 120° の範囲を考慮して 6.0 m、幅は

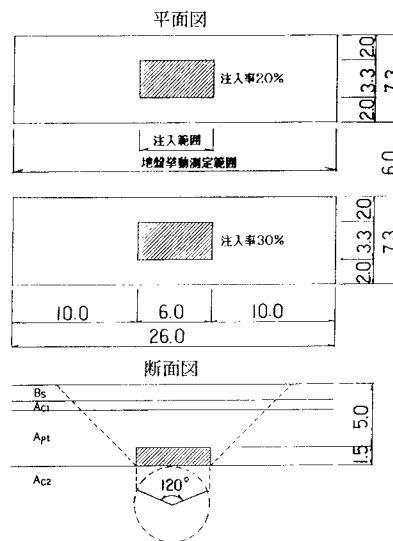


図-2 薬液注入試験配置図

キーワード：シールドトンネル、坑内二次注入、高有機質土、薬液注入

連絡先：東京都中央区京橋1-7-1 戸田建設（株）土木設計室 TEL 03-3535-1606 FAX 03-3564-0475

セグメント3リングを想定して3.3mとした。

試験方法は、注入範囲に対して注入率を20%、30%と変化させてそれぞれの改良強度、地盤挙動を観察した。結果を表-1に示す。

これより、高有機質土層において注入率の増加に伴い改良強度、地盤隆起ともに増大することが確認された。改良強度は注入率20%では約2倍、30%では2.5倍となり、両者とも目標値の現地盤強度+1.5kgf/cm²である $q_c = 5.1\text{kgf/cm}^2$ をクリアした。

一方地盤挙動については、注入率に比例して地表面隆起が生じるものの、その後ただちに沈下が発生し、1ヶ月後には注入率20%の場合隆起量の9割近い沈下が、30%の場合でも5割程度の沈下が生じており、最終沈下量を双曲線法により算出した結果、隆起量に対しそれぞれ10割、7割以上の沈下が発生することが判明した。図-3に注入率20%時の沈下状況を示す。

そこでこの現象を解明するため、注入深度であるGL-5.5m付近まで掘削し、注入材の分布状況を目視確認した結果、注入材は最大12cmの幅で鉛直方向に割裂脈で発生しており、そこから水平あるいは斜め方向に変化した小さな脈が分布していた。写真-1に割裂脈分布状況を示す。鉛直割裂脈の発生が高有機質土を水平方向に強制圧縮し、その乱れに基づく圧密が薬液注入後の地表面沈下をひき起こす原因であると判断された。

そこで三軸試験の結果¹⁾も踏まえ、沈下抑制対策としては、掘削後早期に裏込注入を実施し、解放された応力を出来る限り早く元へ戻すことが、坑内二次注入よりも有効であることが判明した。

3. おわりに

試験結果より、高有機質土での沈下抑制対策として、坑内二次注入は注意を要することが明らかになった。以上の点に注意し、今後、綿密な掘削管理を中心として沈下量の抑制を図っていくこととした。

最後に本実験を行うにあたり、今井五郎横浜国立大学教授に貴重なご意見、ご指導を受けたことに対し厚く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 今井五郎、他：シールド掘削に伴う黒泥層の変形に関する実験的考察、第33回地盤工学研究発表会、投稿中

表-1. 薬液注入試験結果表

注入率	q_c (kgf/cm ²)		注入範囲中心の地盤挙動 (mm)		
	注入前	注入後	注入後隆起量	1ヶ月後残隆起量	最終残隆起量 (推定値)
20%	3.58	6.90	20.15	2.96	-1.73
30%	3.29	8.34	33.36	16.21	7.59

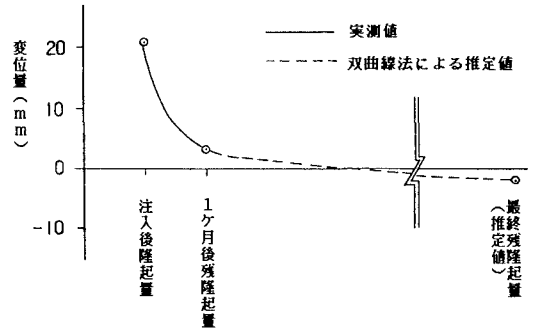


図-3 沈下状況図(注入率20%)

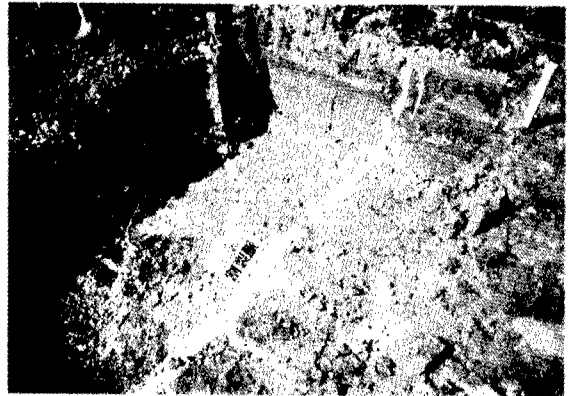


写真-1 割裂脈分布状況