

曲線ボーリングを採用した供用トンネル直下における液状化対策工事

鹿島建設（株）横浜支店 正会員 ○深澤 哲也
ケミカルグラウト（株） 釘本 幹生

1. はじめに

近未来に起こりうると予測される巨大地震時の液状化被害に対する対策が計画・実施されている。

本稿では、川崎市千鳥町と東扇島を結ぶ唯一の道路である川崎港海底トンネル（全長 1,200m）の陸上アプローチ部直下に存在する液状化層に対して、曲線ボーリングを使用した地盤改良工事の施工概要について報告する。

2. 工事概要

今回実施した施工場所は、川崎港海底トンネルの川崎方千鳥町に位置し、トンネル躯体直下にN値20以下の液状化層である細砂層が厚さ2.9m～4.9m、延長約130m存在していることが調査により判明した。この液状化層に対する液状化対策工として地盤改良が検討され、既設海底トンネル内を占用せずに近接した駐車場より曲線ボーリングを使用した地盤改良工法が採用された。図-1にその施工イメージを示す。

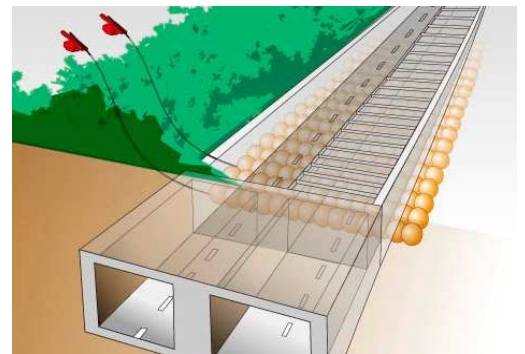


図-1 施工イメージ図

3. 施工

施工は、その3～その5工事の3分割で発注されたが、各々の工事において次に示す順序で実施した。

(1) 事前調査工

地盤性状の確認をする事前調査ボーリングとその試料を用いた事前配合試験による注入材の使用配合（シリカ濃度）やゲルタイムの決定を行い、本工事に反映した。

配合試験結果は、目標一軸圧縮強度80 kN/m² を満足するための配合として、その3・4工事でシリカ濃度約6%、その5工事は約8%の配合の薬液を採用する事とした。使用した薬液は、長期耐久性に優れた特殊中性・酸性薬液の「エコリヨン」¹⁾を採用した。

(2) 曲線ボーリング工

曲線ボーリングについては、CurveX工法を採用した。

この工法の特徴は、既設構造物直下の改良土量範囲に対して離れた位置から特殊ロッドで削孔し、高精度の挿入式位置計測装置で繰り返し計測しながらボーリングすることで、目的の地点まで計画線に沿わせ何度も位置修正が可能な工法である。

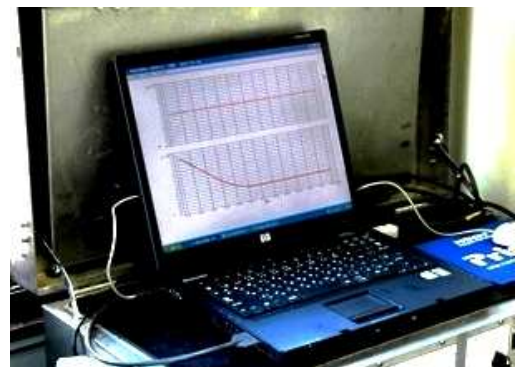


写真-1 位置計測状況



写真-2 削孔・注入管設置状況

キーワード 供用既設トンネル・液状化対策工・曲線ボーリング・CurveX 工法・PneumaX 工法

連絡先 〒231-0011 神奈川県横浜市中区太田町4-5-1 鹿島建設（株）土木部 TEL 045-651-1751

削孔の軌跡は、写真-1に示すようにパソコン画面上で確認でき、その精度は±30cmを目標としている。

削孔終了後、特殊ロッド先端にセットしたモニター部を開放し、注入用注入外管を挿入残置して、ロッドを回収し次孔に移動する。(写真-2 削孔・注入管設置状況参照)

(3) 注入工

注入方式は、セットした注入外管内に特殊パッカーを装着した注入管を挿入し、ステップ毎注入する方式とした。注入に先立ち限界注入速度試験を実施し、工事ごとの注入速度を決定した。結果は、その3・4工事は160 /分、その5工事では120 /分を採用し実施した。(その5工事の細粒分含有率F c 20%以上の土質の存在がこの違いの起因である。)

注入作業は図-2 施工計画図に示す如く、その大部分を曲線ボーリングのCurveX工法で実施したが、その5工事の一部(斜線部)についてはCurveX工法による施工が出来ないために、地上から地盤中にパッカーをかけることができるPneumaX工法により、垂直および斜め削孔で薬液注入作業を行った。

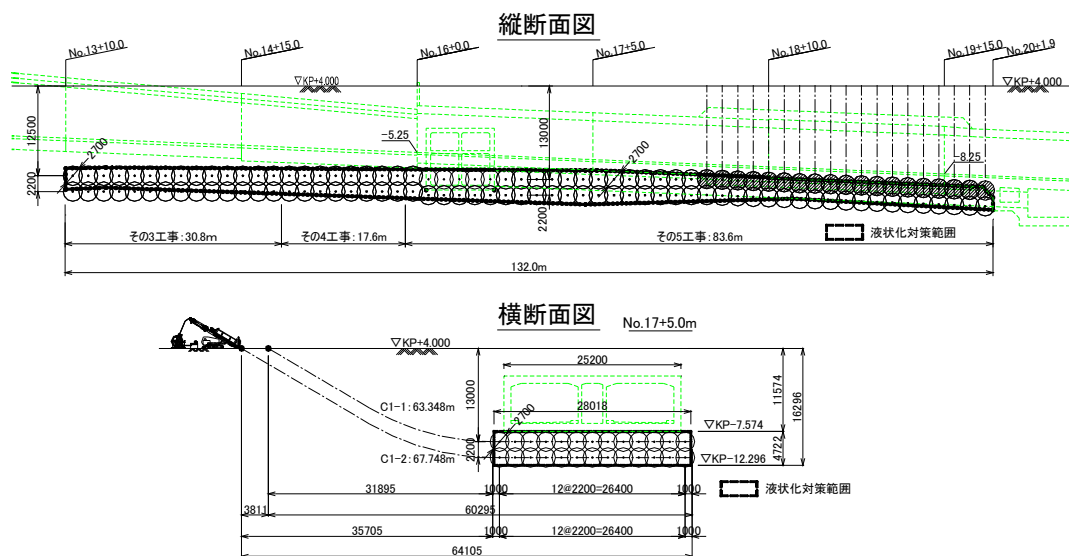


図-2 施工計画図

(4) 施工結果

施工完了後、各工事において事後調査を実施し、その効果を確認した。各工事の施工数量及び、効果確認結果は、表-1の施工結果一覧表に示す如く、改良強度については目標強度 $q_u = 80 \text{ kN/m}^2$ を満足する結果を得た。その5工事の

表-1 施工結果一覧表

工事	工法	本数 (本)	削孔延長 (m)	注入量 (m^3)	シリカ 濃度(%)	改良強度 (kN/m^2)
その3	CurveX	28	2,120	2,003	6%	208
その4	CurveX	16	1,197	1,144		225
その5	CurveX	57	4,188	2,825	8%	232
	PneumaX	40	569	178		
合計		141	8,074	6,150		—

強度については、CurveX工法とPneumaX工法の交点を採用したものであり両工法とも十分な浸透性を有した工法である事が証明できたと考えている。

4. まとめ

以上、工事の概要および結果について記述したが、当初の採用理由である供用トンネルの交通疎外を起こすことなく工事は無事完了し、曲線ボーリングを用いた既設構造物直下の液状化対策に有効な方法であると判断する。

参考文献

1) 斉藤潤、李済宇、山田岳峰、渡邊陽介、高橋正光 (2010)：厳しい養生条件下での薬液改良土の長期耐久性に関する検討，土木学会第65回年次学術講演会，投稿中