

道路トンネル基礎地盤液状化対策の施工実績

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） 山中 一男

1. はじめに

平成 20 年 9 月から神奈川県川崎市川崎区千鳥町と東扇島を結ぶ道路である川崎港海底トンネル(全長 1,200 m)において、曲線ボーリングを用いた液状化対策工事が行われた。
本稿では、トンネル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実績について報告する。

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東扇島に位置し、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0m～1.5m、延長約110m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、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事を実施した。写真-1にその施工状況を示す。



写真-1 施工状況

3. 施工

(1) 施工フロー

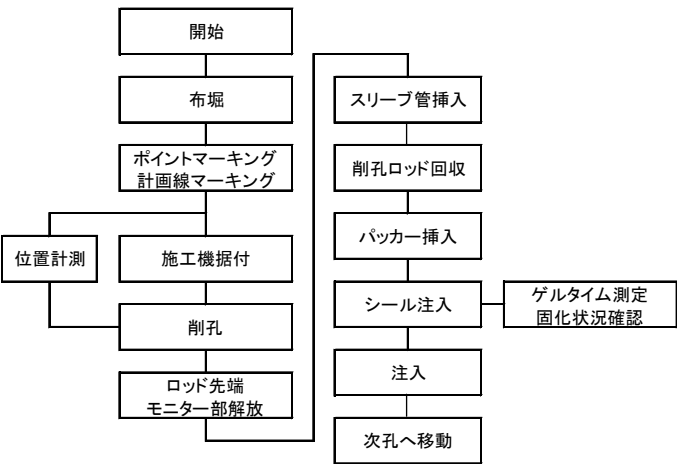


図-1 施工フロー

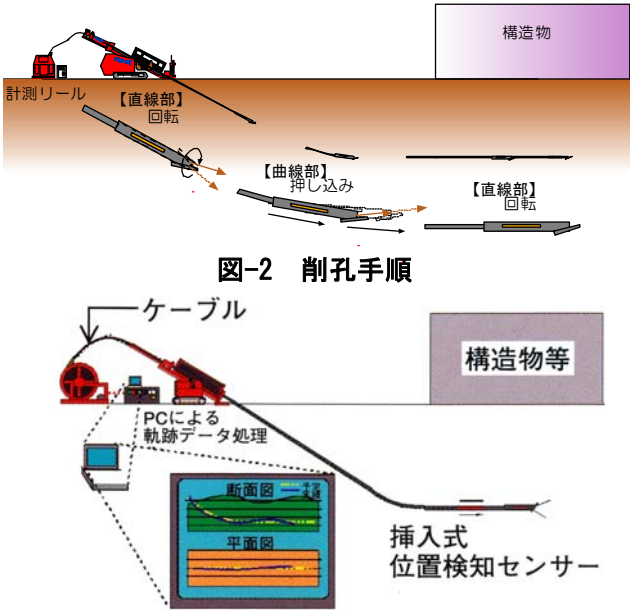


図-2 削孔手順

図-3 挿入式位置計測

(2) 既設杭間の削孔

地盤改良を行った東扇島側陸上トンネル部躯体は杭基礎構造になっており、既設杭の間(1.3m～2.2 m)を削孔する必要があった。今回使用したCurveX機は、挿入式の位置計測器を使用して±30cm以内の精度で、最大150mまでの曲線ボーリング削孔が可能である。そのため、最大L=75.1m(水平距離l=74.1m)を曲線ボーリングで削孔を行ったが、作業を中断することなく施工を完了することが出来た。削孔作業の実績を表-1、施工平面図、横断面図を図-4、図-5に示す。

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 TEL045-651-1751

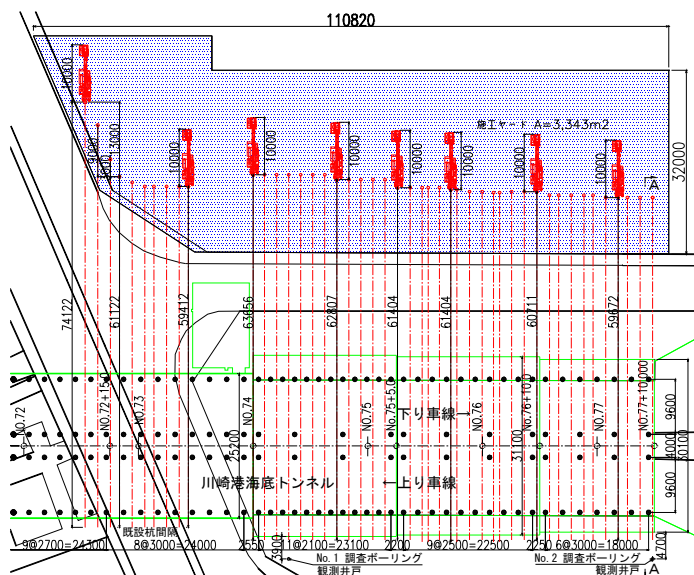


図-4 地盤改良平面図

(3) 注入工

注入する薬液は、長期耐久性に優れた特殊中性・酸性薬液の「エコリヨン」を採用し、目標一軸圧縮強度 90 kN/m^2 を満足するシリカ濃度約 8%の表-2 の配合とした。

注入方法は、削孔注入分離型スリーブ注入方式を採用し、躯体への影響を少なくするため、図-6 に示すように通常 1 球（ステップ）当たり 1 箇所のスリーブバルブを連続して 2 箇所設け、注入孔を 2 倍にした。また、この 2 段バルブにあわせたロング注入パッカーも採用した。この方法により、1 セット当たり 160 / 分の吐出量を 2 バルブ同時に注入することが可能となり、1 バルブ当たりの吐出量が 80 / 分に低減された。

工事では注入台数 6 セットで注入したにもかかわらず、高吐出、低圧力施工が実現出来た。

(4) 施工結果

施工完了後、事後調査を実施し、その効果を確認した。工事の施工数量及び効果確認結果は、表-3 の施工結果に示すように、改良強度については目標強度 $q_u = 90 \text{ kN/m}^2$ を満足する結果を得た。

表-1 削孔作業実績

削孔作業	施工実績	
機械移動据付時間	—	30分
削孔時間(砂質土)	10.5分/m	789分
位置計測時間(削孔長<18m)	4.5分/m	81分
位置計測時間(削孔長<78m)	6.0分/m	343分
ロッド先端モニター部開放	—	15分
スリーブ管挿入	2.0分/m	150分
削孔ロッド回収		
計		1,408分

※削孔長: $L=75.15\text{m}$ 実績

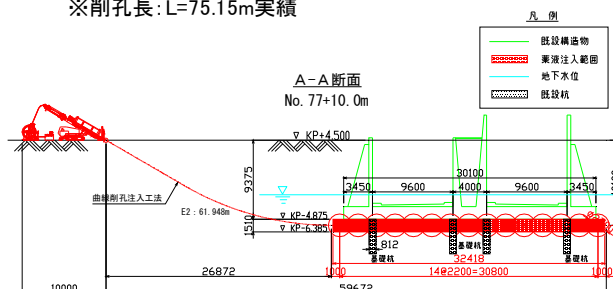


図-5 横断面図

表-2 注入薬液配合 400ℓ

A 液		B 液	
主剤	100 ℓ	硬化剤	11.6 ℓ
		L剤	6.4 ℓ
水	100 ℓ	水	182 ℓ
計	200 ℓ	計	200 ℓ

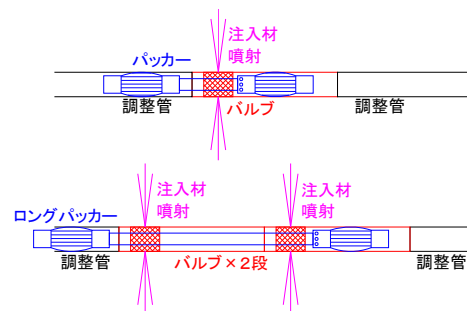


図-6 2段バルブ

表-3 施工結果

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)
CurveX	46	2,959	1,326	8%	218
PneumaX	5	85	21		
合計	141	3,044	1,347		—

4. まとめ

以上、施工実績について記述したが、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た。平成 23 年東北地方太平洋沖地震で施工場所ある川崎区千鳥町は震度 5 強を観測したが、川崎港海底トンネルは液状化による影響はなく、地震直後も通行することができた。

このことより、今回用いた薬液「エコリヨン」が液状化に対して有効に機能し、また曲線ボーリングを用いた既設構造物直下の薬液注入が有効な手法であったと考えている。