

流動化処理土の強度特性の経年変化調査

鉄道総合技術研究所 正会員 ○勅使川原 敦, 神田 政幸
 鉄道総合技術研究所 正会員 棚村 史郎, 村田 修
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 滝沢 聡

1. はじめに

流動化処理土は、建設事業に伴う建設発生土の有効利用を目的として、開削トンネルの埋戻しや鉄道シールドトンネルのインバート部などに使用されるようになってきた。しかしながら、自然条件下における流動化処理土の強度特性の経年変化調査が非常に少ないのが実状である。このため開削トンネルの埋戻しに流動化処理土を用いる際に、長期間経過後でも再掘削が可能となるような流動化処理土の目標初期強度を設定することが困難である。そこで本研究では、開削トンネルの埋戻しに用いる低強度流動化処理土の長期強度を考慮した配合設計方法を提案することを目的として、プラントで作製した流動化処理土を屋外に打設、長期期間放置し、強度特性の経年変化を調査した。

2. 調査概要

調査する強度特性は、N値、一軸圧縮強さ q_u 、オランダ式コーン貫入抵抗 q_c とした。調査時期は流動化処理土打設後 28 日、4 ヶ月、12 ヶ月、22 ヶ月の 4 回とした。流動化処理土の施工は、平成 11 年 10 月に横浜市西区のみなとみらい 21 線高島駅（仮称）施工ヤード内にて行った。流動化処理土は施工場所に隣接する流動化処理土製造プラントにて製造し、現場まで搬送・打設した。処理土の打設量は平面形状 2.0m×1.5m、深さ 3.0m程度とした。

3. 流動化処理土の配合

配合および品質管理試験結果を表 1 に示す。建設発生土は現地の工事掘削発生土（シルト質粘土： $\rho_s=2.66\text{g/cm}^3$, $I_p=64$ ）を、添加する山砂は千葉県成田市産のもの（ $\rho_s=2.71\text{g/cm}^3$ ）を利用した。固化材には一般軟弱地盤用セメント系固化材を使用し、目標品質は、28 日強度 260~560kN/m²、フロー値 250mm、泥水密度 1.18g/cm³、処理土密度 1.28g/cm³、ブリーディング率 1%以下に設定した。

表 1 配合および品質管理試験結果

項目		単位	数値
土質特性	発生土含水比	%	68.2
	山砂含水比	%	16.4
配合	泥水密度	g/cm ³	1.18
	泥水量	kg/m ³	1084
	山砂量	kg/m ³	135
	セメント量	kg/m ³	59
品質管理試験結果	処理土密度	g/cm ³	1.275
	フロー値	mm	262
	ブリーディング率	%	0
	一軸圧縮強さ q_{u7}	kN/m ²	248
	一軸圧縮強さ q_{u28}	kN/m ²	342

4. 調査結果

4. 1 標準貫入試験

N値の経年変化調査結果を図 2 に示す。基準となる流動化処理土打設 28 日後の N 値に対して 4 ヶ月後の N 値には深さ 1.80 m までは同値で、深さ 2.30m 以深では N 値が低下した。12 ヶ月後の N 値は深さ 2.30m までは 28 日後の N 値の 2~3 倍であるが、深さ 2.80m では 28 日後の N 値と同値であった。22 ヶ月後の N 値は 12 ヶ月後よりさらに増加し、深さ 2.30m までは 28 日後の N 値の約 3 倍となったが、深さ 2.80m では 28 日後の N 値とほぼ同値であった。深さ 2.80m での N 値に増加が見られなかったの

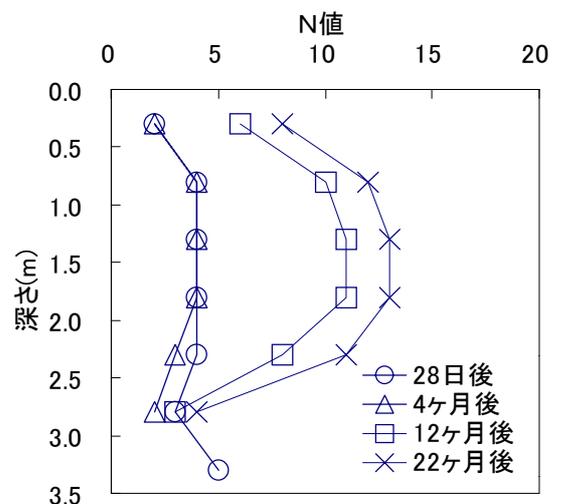


図 2 N 値の経年変化

キーワード 流動化処理土、経年変化、N 値、コーン貫入抵抗、一軸圧縮強さ

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 基礎・土構造

TEL042-573-7261

は、現地の掘削計画では深さ 3.0m まで掘削する予定であったが、実際の掘削深さは 3.0m に達しておらず当該位置の土質は流動化処理土と現地盤が混在した状態であったためと考えられる。

4. 2 オランダ式コーン貫入試験

コーン貫入抵抗 q_c の経年変化調査結果を図 3 に示す。基準となる流動化処理土打設 28 日後の q_c に対して 4 ヶ月後の q_c は、深さによってばらつきはあるものの 0~2000kN/m² 程度（約 1~1.5 倍）の強度増加が見られた。12 ヶ月後については、深さによるばらつきがさらに大きいものの、28 日後の q_c に対して 800~4000 kN/m² 程度（約 1.5~2.5 倍）の強度増加が見られた。ここまでは N 値と同様の強度増加の傾向が確認されたが、22 ヶ月後には N 値とは逆に強度低下が見られ、28 日後の q_c に対して約 1~1.5 倍の強度となった。これは 4 ヶ月後の強度に近い値である。

4. 3 一軸圧縮試験

一軸圧縮強さ q_u の経年変化調査結果を図 4 に示す。試験結果のばらつきが非常に大きく、強度変化の傾向の判断が困難な結果となった。これは流動化処理土を打設する際には、バイブレータ等による攪拌を行わないため、処理土が流れ込んだ状態で層を構成し、サンプリングの際、多くの供試体に層に沿ったクラックが発生したため、一軸圧縮試験結果に大きな影響を与えたことが要因であると考えられる。

5. 強度特性の経年変化の評価

上記の調査結果より流動化処理土の初期強度と長期強度の相関性を見出すことを試みた。通常、流動化処理土の強度指標には一軸圧縮強さが用いられるが、一軸圧縮強さの経年変化の調査結果は非常にばらつきが大きく信頼性も低いと考えられるため、一軸圧縮強さの調査結果のみで強度特性の経年変化を評価することは難しい。そこで、調査したその他の強度特性である N 値¹⁾およびコーン貫入抵抗 q_c ²⁾³⁾を一軸圧縮強さに換算して評価指標に加えることとした。

各強度特性を一軸圧縮強さ q_u に換算し、流動化処理土打設後 28 日の q_{u28} と 22 ヶ月（約 660 日）の q_{u660} の関係をまとめた結果を図 5 に示す。各強度特性ごとに分布位置が分かれる傾向となったが、22 ヶ月後の q_{u660} は 28 日後の q_{u28} と比べ平均して 1.5 倍程度、全体として概ね 2 倍程度に収まっている。

本調査より得られた流動化処理土の初期強度と長期強度との関係は、既往の室内で行われた研究⁴⁾⁵⁾と比較しても概ね妥当な値といえる。

参考文献

- 1)地盤調査法，地盤工学会，1995. 2)室町忠彦：静的コーンペネトロメータの軟弱地盤調査への適用に関する実験的研究，鉄道技術研究所報告 No.757，1971. 3)室町忠彦：粘性土におけるコーンの貫入抵抗と一軸圧縮強度との関係，土木学会誌，Vol.42，No.10，1957. 4)久野悟郎，三木博史，市原道三，神保加代子，安田知之：長期材令における流動化処理土の一軸圧縮強さ，土木学会第 55 回年次学術講演概要集 PP546-547，2000. 5)畑岡寛，田中邦博，高山俊一，高倉篤：流動化処理土の長期強度特性，第 36 回地盤工学研究発表会講演集 PP633-634，2001.

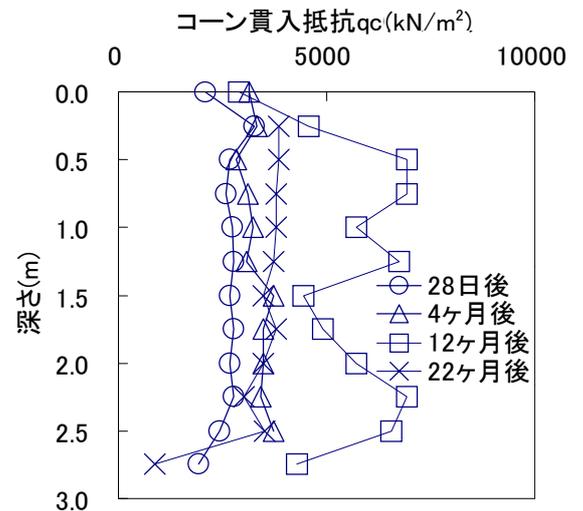


図 3 コーン貫入抵抗の経年変化

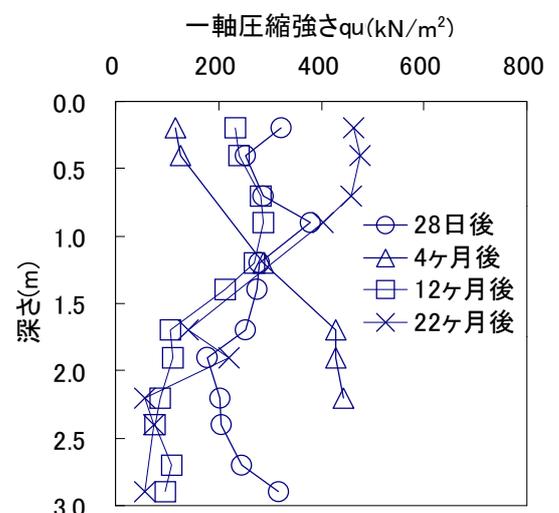


図 4 一軸圧縮強さの経年変化

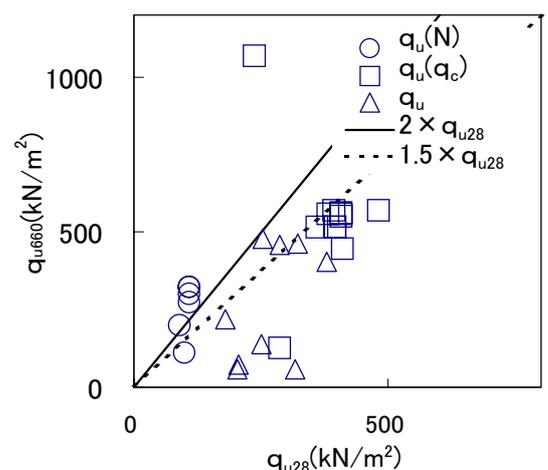


図 5 初期強度と長期強度の関係