

表面保護材を施した流動化処理土の暴露試験

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○中村ひとみ 正会員 安原真人
正会員 稲熊 弘 正会員 磯野純治

1. はじめに

線路下の埋戻しでは、桁下空頭の制限や狭隘な施工条件から締固めが困難な場合が多く、転圧不要な材料が求められている。埋戻し材として、コンクリート、気泡モルタルが一般的に用いられており、その他の材料として流動化処理土がある。コンクリートは在来土と比べ自重が重く線路下構造物に対して応力増となり、気泡モルタルは気泡がつぶれないように1回の打上高を1.0mと制限するためコスト増が考えられる。流動化処理土は、流動性があるため施工性もよく、地山の特性と同程度であることから土の設計法を適用でき、リサイクルや環境面からも今後更に期待される材料である。しかしながら、流動化処理土を線路下に適用する場合の既往の知見として、以下のことが報告¹⁾されており、実用化に至っていないのが現状である。

- (1) 列車荷重の繰返し载荷による沈下抑制のため、一軸圧縮強度は6,000kN/m²以上が必要
- (2) 乾燥すると一軸圧縮強度が低下する可能性があるため、適用箇所は地表面以深の湿潤環境下に限定

本研究では、線路下の埋戻し材に流動化処理土を実用化することを目的として、(2)の乾燥環境下で強度低下する課題に着目し、乾燥状態における強度特性を確認するための乾燥試験、大気中に接する面の流動化処理土の合理的な表面保護材を提案するための屋外暴露試験を実施した。

2. 流動化処理土の配合

本研究における流動化処理土に使用した泥土の物理性状を表1、流動化処理土の配合条件を表2に示す。流動化処理土に使用した土は、浜松地区の現場発生土である。流動化

表1 流動化処理土に使用した泥土の物理性状

土粒子の密度 (g/cm ³)	粒度構成 (%)			含水比 (%)	塑性指数 Ip
	粘土シルト	砂	礫		
2.703	20	35	45	12.3	7.7

表2 流動化処理土の配合条件

泥水密度 (g/cm ³)	固化材 (kg/m ³)	処理土密度 (g/cm ³)	フロー (mm)	ブリーディング (%)	一軸圧縮強度 材令28日 (kN/m ²)
1.45	500	1.6以上	160~300	1未満	6,000以上

処理土の固化材は、経済性、汎用性および建設副産物の再利用の観点から高炉セメントB種を採用した。配合条件は、既往の文献^{1),2)}を満足する配合を設定した。

3. 流動化処理土の乾燥試験

(1) 試験概要

乾燥試験は、φ5cm×10cmの流動化処理土の供試体を屋内で製作し、材令28日まで湿潤雰囲気養生（乾燥による供試体の含水比変化のない状態での養生）³⁾を行った。その後、40℃の一定温度の乾燥炉に入れて、最大70日間乾燥させ、定期的に土の一軸圧縮試験(JIS A 1216)および土の含水比試験(JIS A 1203)をそれぞれ計15回実施した。

なお、乾燥温度を40℃に設定したのは、自然環境下において、高い温度に設定することで強度特性の変化が明確に現れると判断したためである。

(2) 試験結果

乾燥期間の経過日数に対する一軸圧縮強度と含水比との関係を図1に示す。一軸圧縮強度は経過日数15日までは上昇傾向であるが、30日以降から低下している。一軸圧縮強度と含水比の関係から、含水比が12%までは一軸圧縮強度が低下していない。さらに乾燥が進み、含水比が5%程度となると明らかに一軸圧縮強度が低下している。

4. 流動化処理土の屋外暴露試験

(1) 表面保護材の選定

実施工における制約条件としては、工事桁撤去後の軌道を復旧する前の短時間での施工、工事桁直下の狭隘な場所での施工などがあり、これらの制約条件を満たす有効な表

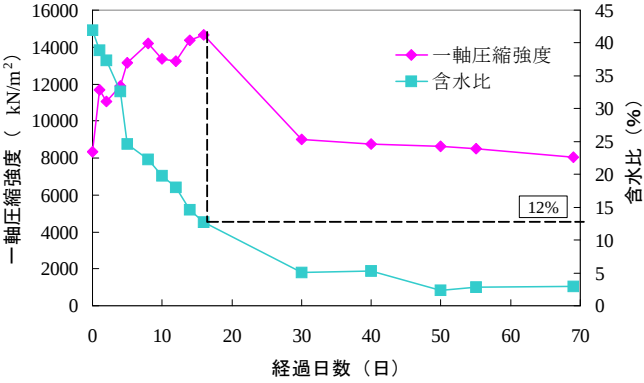


図1 経過日数に対する一軸圧縮強度と含水比との関係

キーワード：流動化処理土、線路下、埋戻し材、表面保護材、乾燥試験、暴露試験

連絡先：〒450-6101 名古屋市中村区名駅一丁目1番4号 JR セントラルタワーズ TEL052-564-1723 FAX052-564-1730



図2 供試体の暴露試験状況

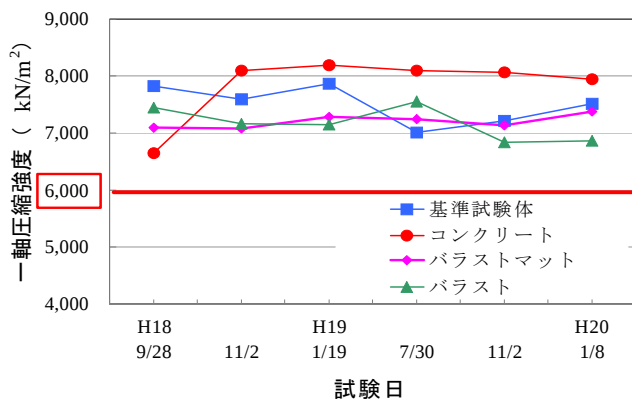


図3 一軸圧縮強度と試験日との関係

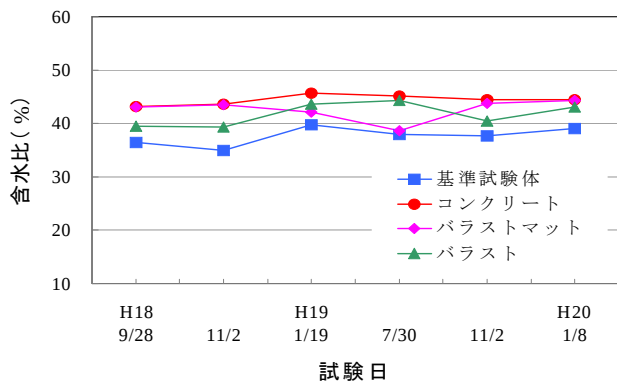


図4 含水比と試験日との関係

面保護材として、バラストマット、バラスト、コンクリートの3種類を選定した。

(2) 試験概要

屋外暴露試験は、100cm×100cm×50cmの流動化処理土の供試体を屋外で製作し、屋外ヤードで495日間(約1年半)気中暴露を行った。暴露期間中に各供試体からテストピース(φ5cm×10cm)を採取し、乾燥試験と同様に、土の一軸圧縮試験(JIS A 1216)および土の含水比試験(JIS A 1203)をそれぞれ計六回実施した。供試体の種類と数量は4種類、各1体であり、表面保護を施さない基準供試体と、表面保護として、バラストマット(t=25mm)、バラスト(t=200mm)、コンクリート(t=150mm)の3種類の比較供試体である。

各供試体に用いた流動化処理土は1台の流動化処理機で製作し、ブルーシートで24時間養生した後、表面保護材で被覆して、暴露試験を9月1日から開始した。供試体の暴

露試験状況を図2に示す。

(3) 試験結果

一軸圧縮強度と試験実施日との関係を図3、含水比と試験実施日との関係を図4に示す。一軸圧縮強度は、表面保護の有無や種類に係わらず、暴露期間を通じて全てのテストピースが目標強度6,000kN/m²以上であった。四季を通した屋外で495日間暴露させても目標強度を確保していた。一軸圧縮強度の優劣については、コンクリートで表面保護したものが、最も高い圧縮強度を安定的に発現していた。

含水比については、暴露期間を通じて全てのテストピースが35%以上を保持していた。乾燥試験結果より、12%以上の含水比を保持できていたため、一軸圧縮強度が低下しなかったものと考えられる。表面保護を施していない基準供試体は、含水比が低下すると想定していたが、ほとんど低下しなかった。これは、降雨の影響により含水比が保持されたためと考えられる。表面保護の有無の比較では、基準供試体に比べて、表面保護材で被覆した供試体の方が含水比は高く、中でもコンクリートで表面保護したものが、最も高い含水比を安定的に保持していた。

5. まとめ

(1) 流動化処理土の含水比が12%を保持していれば、一軸圧縮強度は低下しない。

(2) 四季を通して1年半程度暴露させても、表面保護の有無に係わらず、流動化処理土の含水比は35%以上保持しており、一軸圧縮強度も、6,000kN/m²以上であった。

(3) 流動化処理土をコンクリートで被覆することにより、含水比を安定的に保持し、高い一軸圧縮強度を確保できる。

6. 今後の展望と課題

本研究結果から、流動化処理土の表面をコンクリートで被覆すれば、湿潤状態で安定的に強度を保持できるため、線路下の埋戻し材に流動化処理土が適用可能と考える。実用化にあたっては、試験施工を行い、モニタリングによりデータを採取・蓄積し、実検証を行う必要がある。また、保護材にコンクリートを施工せずに流動化処理土を路盤材として利用できれば、経済性や施工性はさらに合理的となる。そのためには、列車荷重の繰返し载荷による流動化処理土の変形抵抗性能について確認する必要がある。

参考文献

- (財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物に用いる流動化処理土の設計施工法マニュアル，参考資料5，2005.6.
- 久野悟郎，市原道三，二見浩二：流動化処理土の強度における密度の影響，第35回地盤工学研究発表会，pp.1179-1180，2006.6.
- (社)日本建設業経営協会中央技術研究所：土の流動化処理工法—建設発生土・泥土の再生利用技術，p.39，1997.5.