

浚渫土と転炉系製鋼スラグの混合土による盛土施工試験(盛土の施工性及び強度・変形性)

五洋建設(株) 正会員 ○高将真 山田耕一 非会員 杉原広晃
J F E スチール(株) 正会員 本田秀樹 林正宏 谷敷多穂

1. はじめに

軟弱浚渫土に鉄鋼生産の副産物である鉄鋼スラグ(転炉系製鋼スラグ)を混合することで、土質性状を改質できることが報告されている。また、その性質を利用して海底の嵩上げや土地造成等へ利用され始めている¹⁾。浚渫土と転炉系製鋼スラグ(以下、改質材)混合土の新たな活用方法として、盛土材料に利用することを目的とした施工試験を実施した。別報²⁾では、混合土を一度解きほぐした後、再度締め固めることで再び強度発現が起きることが確認された。本報では、解きほぐし後の混合土を盛土する際の施工性や盛土地盤の強度や変形性及び支持力についての評価結果を報告する。

2. 試験の概要

浚渫土と改質材をバックホウにて混合後、ポンド内にて7日、28日及び91日間現場養生後に0.8m³バックホウにて解砕した。解砕後、10tダンプトラックにて運搬し、バックホウにて敷均したのちに2.5t振動ローラで転圧した。写真-1に盛土造成状況、写真-2に転圧状況を示す。盛土造成時に表面型RI密度水分計による密度及び空気間隙率の測定、造成後にスウェーデン式サウンディング試験、平板載荷試験、現場CBR試験、表面波探査を行った。

3. 試験結果

(1) 施工性の評価

1層の仕上り厚を30cmとし、混合後の養生7日、28日で解きほぐしたケースは盛土高0.9m、養生91日のケースは盛土高1.8mとした。転圧回数の決定は1層目で実施した。解きほぐし&締め固め時(以降、再締め固め)の施工性について表-1に、表面型RI密度水分計で乾燥密度、空気間隙率を測定した結果を図-1に示す。転圧回数2回で $\rho_d=1.17\text{g/cm}^3$ 、 $V_a=2\%$ 程度に収束したため、2層目以降は転圧回数を2回とした。ここでは、再締め固め時の含水比が高かったため、密度比管理ではなく空気間隙率による施工管理を行った。養生後7日、28日で解きほぐしたケースは、再締め固め時の含水比が高く、施工後のコーン指数が $q_c=540\sim 670\text{kN/m}^2$ と低いため、ローラマークが深く転圧面でウェーブ現象が見られた。一方、養生91日で解きほぐしたケースは、再締め固め時の含水比は高いが、解きほぐし後の強度が大きいため、転圧面でのウェーブ現象は見られなかった。解きほぐし後の強度は、10tダンプトラックが走行可能であったことから、コーン指数 1200kN/m^2 以上と推定される。



写真-1 盛土造成状況



写真-2 転圧状況

表-1 解きほぐし&締め固め時の施工性

使用機械	解砕	0.8m ³ バックホウ		
	運搬	10tダンプトラック		
	敷均し	0.8m ³ バックホウ		
	転圧	2.5t振動ローラ		
ケース	養生後7日解砕	養生後28日解砕	養生後91日解砕	
解砕時の状況	容易に解砕可能	容易に解砕可能	容易に解砕可能	
	ローラマークは深く、転圧面はウェーブしている	ローラマークは深く、転圧面はウェーブしている	ウェーブ現象は見られない	
転圧面の状況				
解砕・締め固め後の強度	コーン指数 $q_c=540\text{kN/m}^2$	コーン指数 $q_c=670\text{kN/m}^2$	コーン指数 $q_c=1,200\text{kN/m}^2$ 以上	

キーワード 転炉系製鋼スラグ、浚渫土、混合土、盛土、現場試験

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町1534-1 五洋建設(株)技術研究所 TEL0287-39-2116

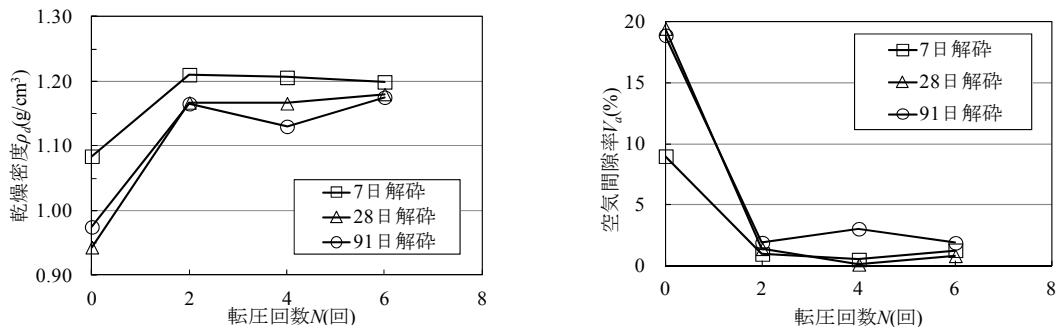


図-1 転圧試験結果

(2) 強度・剛性の評価

スウェーデン式サウンディング試験：図-2 に、混合後、養生 7 日目に解きほぐしたケースの試験結果を示す。横軸に荷重 W_{SW} と 1m 当たりの半回転数 N_{SW} 及び既往の関係式³⁾より換算した一軸圧縮強さ q_u を示した。盛土造成後、時間経過に伴い半回転数 N_{SW} 及び一軸圧縮強さ q_u が増加している傾向が確認できる。コア採取した試料で解きほぐし後の強度増加が確認されている²⁾が、原位置におけるスウェーデン式サウンディング試験でも確認することができた。

表面波探査：盛土各部の強度増加傾向を把握する目的で、表面波探査を実施した。混合後 28 日養生し、再締め固めを行った盛土地盤の測定結果（施工後 28 日に実施）を図-3 に示す。その結果、盛土内部の S 波速度は 200~270m/sec であった。既往の S 波速度と N 値の関係⁴⁾及び一軸圧縮強さと N 値の関係⁵⁾を用いると、盛土内部の一軸圧縮強さは 90~170kN/m² と推定される。別報²⁾よりコア採取試料の一軸圧縮強さは 116kN/m² であることから、表面波探査手法の有効性、盛土全体で強度発現していることを確認できた。

(3) 変形性・支持力の評価

盛土造成後、養生 28 日に実施した現場 CBR 試験及び平板載荷試験の結果を表-2 に示す。その結果、変形性や支持力についても通常の盛土材料と同等の値を得られていると判断できる。

4. まとめ

浚渫土と転炉系製鋼スラグの混合土を盛土材に利用するために施工試験を行った。再締め固め時の含水比が高く、空気間隙率による施工管理を行ったが、混合後、養生 7 日、28 日に解きほぐしたケースは、第 3 種建設発生土(コーン指数 $q_c \geq 400\text{kN/m}^2$)以上の強度であった。養生 91 日のケースは、第 2 種建設発生土(コーン指数 $q_c \geq 800\text{kN/m}^2$)以上の強度を有しており、充分なトラフィカビリティを確保できていた。また、コア採取試料の一軸圧縮試験と同様に、再締め固めによる強度増加が原位置のスウェーデン式サウンディング試験によっても確認された。さらに、表面波探査手法により盛土地盤内部の一軸圧縮強さの推定が可能であることや、変形性や支持力についても通常の盛土材料と同等であることがわかった。

参考文献 1) (社)日本鉄鋼連盟：転炉系製鋼スラグ 海域利用の手引 2) 本田，林，谷敷他：浚渫土と転炉系製鋼スラグの混合土による盛土施工試験(混合土の製造，土質特性)，第 68 回年次学術講演会講演概要集投稿中，2013 3) (公社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説，pp.285 4) Imai et al. : Correlation of N-Value with S-Wave Velocity and Shear Modulus, Proceedings of the 2nd ESPT, 1982 5) (公社)地盤工学会：地盤調査の方法と解説，pp.267

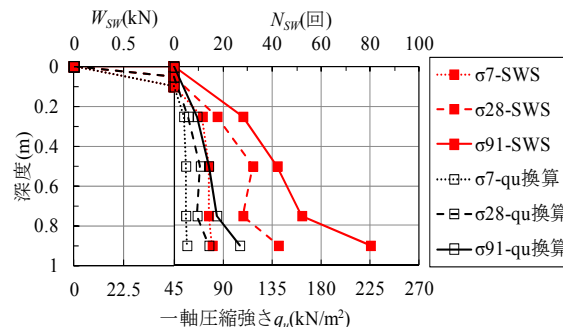


図-2 スウェーデン式サウンディング試験結果

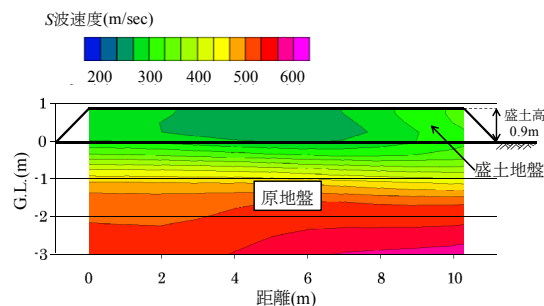


図-3 S 波速度分布

表-2 現場 CBR 試験・平板載荷試験結果

	地盤反力係数 K_{30} (MN/m ³)	現場 CBR (%)
7 日 解 碎	138.4	11.5
28 日 解 碎	97.6	10.9
91 日 解 碎	156.0	15.5