

羽田D滑走路工事における岩砕材路体試験盛土の地盤剛性評価

— スーパーFWD (SFWD) の礫質土地盤への適用 —

清水建設(株) 正会員 ○川崎 廣貴 正会員 長澤 正明 正会員 橋爪 芳徳
 東洋建設(株) 非会員 小倉 勝利
 みらい建設工業(株) 非会員 山本 隆信
 国土交通省関東地方整備局東京空港整備事務所 正会員 野口 孝俊

1. はじめに

筆者らは、多段載荷累積変位法による全自動地盤診断システム「スーパーFWD (SFWD)」を開発・研究しており、これまでの各種地盤を対象とした研究実績では、SFWD は平板載荷試験や現場 CBR との相関性が高いことが明らかになっている^{1),2)}。

今般、羽田D滑走路建設工事の一部では、揚土2工の路体・路床盛土の地盤剛性管理手法としてSFWDを適用した。

本工事では、約200万m³/月の大量急速施工を実現するため、路体盛土における締固め層厚90cm施工の品質を確認する目的で転圧試験を実施した^{3),4)}。ここでは、そのうちの岩砕材を対象にして試験項目であるSFWDと乾燥密度の関係を整理し、両者の相関関係を把握したので、この内容について報告する。

2. 路体試験盛土内容

(1) 盛土材料

当該工事では、岩砕材をおもに路体盛土築造時の土運搬用重ダンプの仮設道路に使用することから、その試験盛土を実施した。試験盛土の使用材料は、岩砕材約10土源の中で、室内締固め試験の最大乾燥密度が最小値付近の岩砕材①と最大値付近の岩砕材②を選定した。表-1には土質定数一覧、図-1には締固めエネルギーE=4.5E_cによる締固め特性を示す。最大乾燥密度は岩砕材①でρ_{dmax}=1.757g/cm³、岩砕材②でρ_{dmax}=2.083g/cm³となっており、当該盛土材料は細粒分含有率F_cが5%以下で、最大粒径300mmの粗石混り礫に分類されるものである。

(2) 試験条件

試験盛土ヤードは、2.0m×10レーンの横20m×縦24mとし、転圧回数NはN=0~16回とした。使用した振動ローラは起振力350kN級であり、ブルドーザによる撒出し層厚100cm、振動ローラによる締固め層厚は90cmである。SFWD支持力係数K_{sf}と1孔式RIや2孔式RIによる乾燥密度の計測位置は、多種にわたる計測項目の関係上からヤード内の離れた箇所になったため、これらの相関性比較は、転圧回数毎に平均化して行った。

3. 試験結果と考察

図-2には、岩砕材①と岩砕材②のSFWD支持力係数K_{sf}と転圧回数Nの関係を示す。岩砕材①、岩砕材

表-1 盛土材料の土質定数一覧

項目	単位	岩砕材①	岩砕材②
土質分類			
一般	粗石混り礫	粗石混り礫	粗石混り礫
土粒子の密度 ρ _s	g/cm ³	2.749	2.782
自然含水比 W _n	%	13.0	5.0
石分 (75mm以上)	%	31.1	27.3
礫分 (75~2mm)	%	51.8	63.6
砂分 (2mm~75μm)	%	12.3	6.3
シルト分 (75~5μm)	%	3.3	1.4
粘土分 (<5μm)	%	1.5	1.4
最大粒径 D _{max}	mm	125.0	125.0
均等係数 U ₁	—	181.31	21.32
試験方法	—	E-c	E-c
締固め			
最大乾燥密度 ρ _{dmax}	g/cm ³	1.757	2.083
最適含水比 W _{opt}	%	16.1	8.2
岩の性質			
破碎率	%	30.2	14.6
スレーキング率	%	13.4	4.3

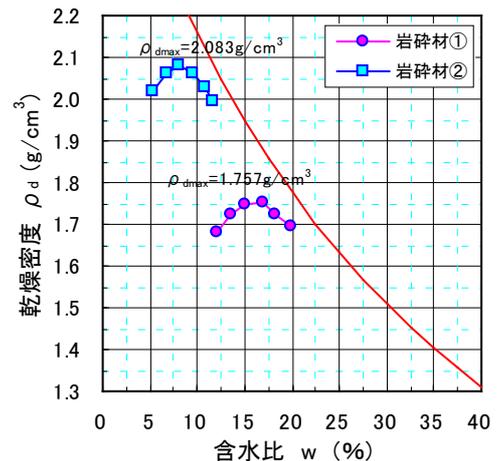


図-1 岩砕材の締固め特性

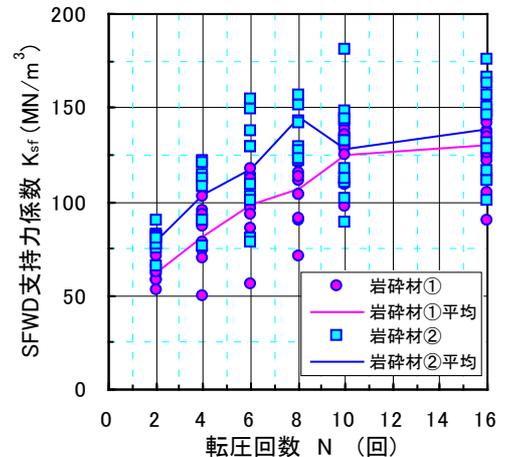


図-2 支持力係数 K_{sf} と転圧回数 N

キーワード : 締固め、地盤剛性、SFWD、路体、乾燥密度、締固め度

連絡先 : 〒105-8007 東京都港区芝浦1丁目2-3 清水建設(株)土木技術本部基盤技術部 TEL:03-5441-0554

②の K_{sf} の増加傾向はほぼ同様な状態で、 K_{sf} 平均は転圧回数の増加に応じて K_{sf} 増加勾配が徐々に小さくなる傾向を示す。なお、転圧回数 N 毎の K_{sf} の変動係数 C_v は平均で約 19% であり、山砂より大きい。

図-3には、岩砕材①・岩砕材②の1孔式RIと2孔式RIを用いて計測した乾燥密度 ρ_d ・締固め度 D_c と転圧回数 N の関係を示す。各RIの値は全測点の全深度点を平均化したものである。同図から、岩砕材②の転圧初期段階を除けば、両RI計器はほぼ同様な乾燥密度を表すものと考えられる。岩砕材②の転圧初期段階で1孔式RIの ρ_d が2孔式RIに比べて小さくなった原因は、礫地盤が硬いため、削孔作業による孔壁乱れ影響が生じたものと推測される。

図-4には、岩砕材①・岩砕材②のSFWD支持力係数 K_{sf} と1孔式RI・2孔式RIの乾燥密度 ρ_d との関係を示す。同図から、岩砕材のSFWD支持力係数 K_{sf} は、 $K_{sf}=60\sim 150\text{MN/m}^3$ 範囲にある。岩砕材①の類似密度となる山砂②の K_{sf} 範囲⁵⁾と比べると、約3倍程度大きな地盤剛性となっており、岩砕材は地盤剛性の高い材料として優位であることが分かる。なお、岩砕材②は岩砕材①に比べて、 ρ_d が大きく、 K_{sf} も約20%大きな値となっている。

図-5には、岩砕材①・岩砕材②のSFWD支持力係数 K_{sf} と1孔式RI・2孔式RIの締固め度 D_c との関係を示す。岩砕材①と岩砕材②の K_{sf} と D_c 関係はほぼ同様な増加傾向を示すが、締固め度 D_c は山砂に比べて約3%程度全体的に小さい傾向を示す。転圧初期段階の $N=2$ で $D_c=90\%$ 以下となっているが、 $N=4$ 以降では転圧効果で所要値の $D_c=90\%$ を超過した状態になる。なお、同図には K_{sf} と D_c の相関係数 r を示しているが、これらは $r=0.914\sim 0.990$ となっており、両者は相関性が極めて高いことが分かる。

4. おわりに
岩砕材の試験盛土を行った結果、岩砕材は深度方向に密度勾配が生じやすいため、締固め度 D_c が山砂に比べてやや小さくなる傾向を示すが、締固め層厚 90cm の施工条件で所要 D_c が確保できることと、その剛性も十分に大きいことが確認できた。さらに、SFWD支持力係数 K_{sf} と D_c は、山砂と同様に高い相関性が見られた。なお、SFWDの多段載荷累積変位法は、舗装構造診断用のFWDと異なり、地盤特有の性質である載荷に伴って累積する塑性変位を明確に捉えることができるのが特長であり、この点への留意が重要である。

【参考文献】

1)川崎ほか：I T 土工(iTeam)と地盤の性能評価—土構造物の性能設計を踏まえた ICT 技術活用の方性—、地盤工学会誌、2010年5月
2)川崎ほか：高盛土の沈下挙動と地盤の性能評価技術、基礎工、2009年7月、Vol.37, No.7
3)野口ほか：羽田D滑走路の盛土における現場での地盤剛性評価手法、第54回地盤工学シンポジウム、2009年11月
4)豊田ほか：上総地区産山砂の転圧締固め特性、第44回地盤工学研究発表会、2009年8月
5)長澤ほか：羽田D滑走路工事における山砂路体試験盛土の地盤剛性評価、第65回年次学術講演会、土木学会、2010年9月

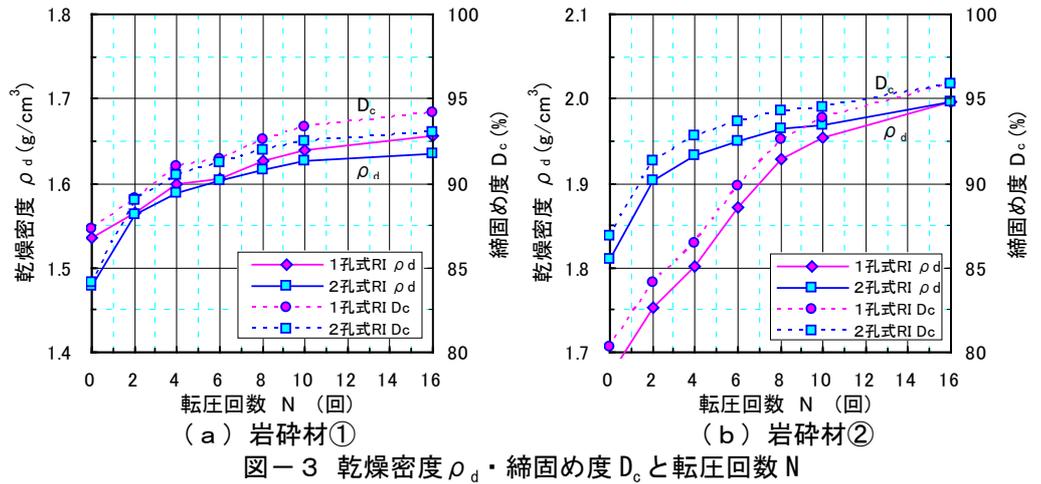


図-3 乾燥密度 ρ_d ・締固め度 D_c と転圧回数 N

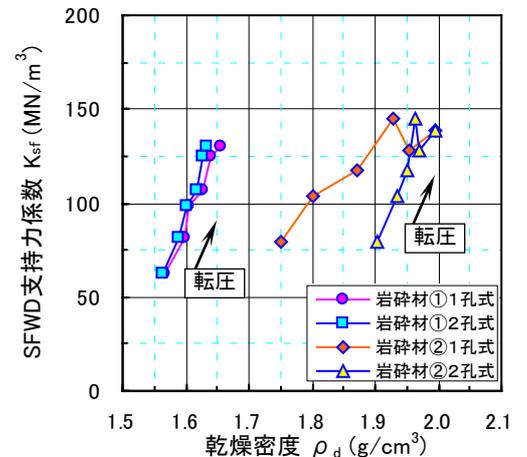


図-4 支持力係数 K_{sf} と乾燥密度 ρ_d

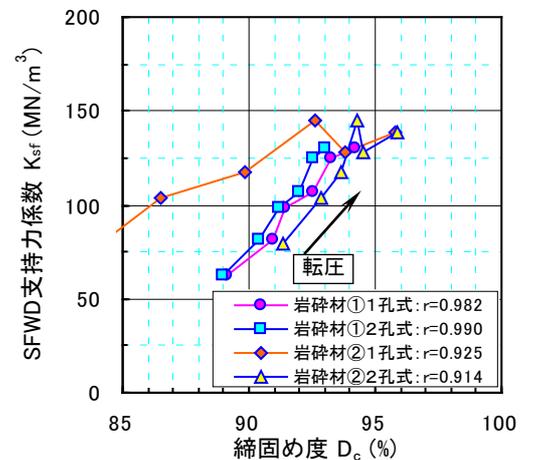


図-5 支持力係数 K_{sf} と締固め度 D_c