

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

— スーパーFWD (SFWD) の砂質土地盤への適用 —

清水建設(株) 正会員 ○長澤 正明 正会員 川崎 廣貴 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、造成地盤の性能評価の観点から、現場で直接的に多数かつ迅速・簡便・高精度に、地盤剛性が調査できる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)」(以下、SFWD)を開発し、これに関する研究を実施している。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との相関性が高いた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、そのうちの山砂材料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、山砂産出 sources が約30箇所及び、かつこれらが搬出港仮置き・土運船積み運搬・空港島揚土・重ダンプ積み運搬を経て盛土されるため、盛土材料混合という品質管理上の課題が生じ、この状態での適正な施工管理が求められた。このため、試験盛土の使用材料は、千葉県産山砂約30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山砂①と最大値付近の山砂②を選定した。表-1には試験ヤードでの採取材料データによる土質定数一覧、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。当該盛土材料は、細粒分含有率F_cが10%以下の粒径を満足する砂で、最大乾燥密度が異なる2種類の山砂である。

(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。

表-1 盛土材料の土質定数一覧

項目	単位	山砂①	山砂②
土質分類	—	シルト混り砂	シルト混り砂
土粒子の密度 ρ_s	g/cm ³	2.739	2.749
自然含水比 W_n	%	13.4	12.6
石分 (75mm以上)	%	0.0	0.0
礫分 (75~2mm)	%	2.9	1.5
砂分 (2mm~75 μ m)	%	90.5	90.1
シルト分 (75~5 μ m)	%	4.5	5.7
粘土分 (<5 μ m)	%	2.1	2.7
最大粒径 D_{max}	mm	9.50	4.75
均等係数 U_c	—	1.60	2.40
試験方法	—	E-c	E-c
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	g/cm ³	1.398	1.659
最適含水比 W_{opt}	%	26.8	19.5

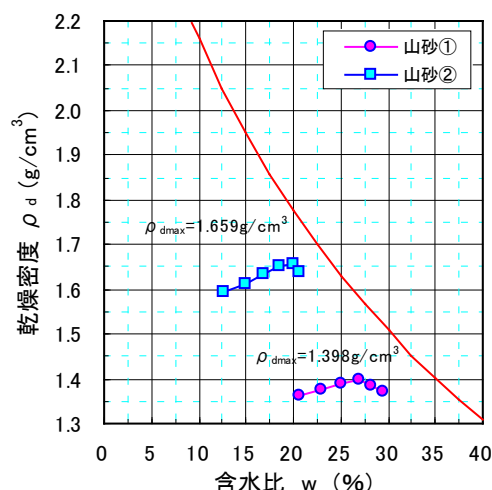
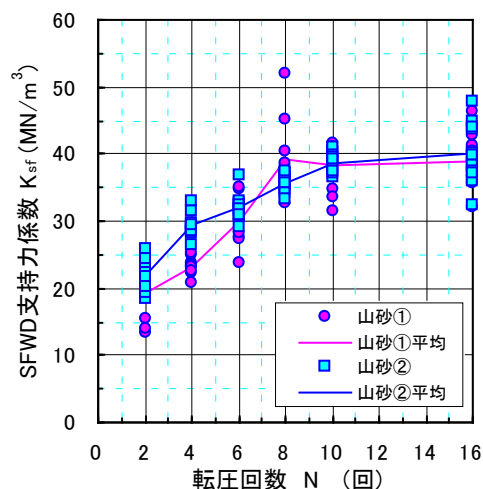


図-1 山砂の締固め特性

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

3. 試験結果と考察

図-2には、山砂①と山砂②のSFWD支持力係数 K_{sf} と転圧回数 N の関係を示す。山砂①、山砂②の K_{sf} の増加傾向と値はほとんど同様な状態であることが読み取れる。転圧回数 $N=8$ 以降では K_{sf} が急激に収束する傾向が見られる。なお、転圧回数 N 毎の K_{sf} の変動係数 C_v は平均で約 11% である。

図-3には、山砂①・山砂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、土質等のばらつきを考慮すると両RI計器はほぼ同様な乾燥密度を表すと考える。厳密に言えば、1孔式RIは初期の転圧回数段階で2孔式RIに比べて緩い増加勾配を示しており、 $N \geq 6$ で両者は同様な乾燥密度の増加勾配になる傾向を示す。

図-4には、山砂①・山砂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 との関係をもとめて示す。同図から、山砂材料毎に異なる固有の ρ_d 値はSFWDの支持力係数 K_{sf} という地盤剛性に变化をあまりもたらず、ほぼ同様なものであること、転圧回数増加による微小な ρ_d 増加に対して K_{sf} が増加して初期段階の2倍程度となっている。この点から、締固め効果は転圧中の密度増加率に比べて剛性増加率に大きく影響することが分かる。

図-5には、山砂①・山砂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 との関係をもとめて示す。同図から、山砂①と山砂②の K_{sf} と D_c 関係はほぼ同様な増加傾向を示す。このことから、 K_{sf} は乾燥密度が異なり、砂質土範囲の剛性を有する条件の下で、材料混合が生じた場合においても、 D_c に代わる締固め指標として適用性が高いことが分かる。なお、同図には相関係数 r を示しているが、これらは $r=0.813 \sim 0.989$ となっており、 K_{sf} と D_c 関係は相関性が極めて高いことが分かる。

4. おわりに

山砂の試験盛土を行って、SFWD支持力係数 K_{sf} と乾燥密度 ρ_d ・締固め度 D_c の相関性を把握した結果、SFWD支持力係数 K_{sf} と締固め度 D_c は極めて高い相関性が見られることが明らかとなった。したがって、 K_{sf} を用いて品質管理を行えば、盛土材料混合に有効に対処でき、盛土材料の ρ_{dmax} 調査が省略できることが分かった。

【参考文献】

- 1)川崎ほか：ICT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)川崎ほか：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、第65回年次学術講演会、土木学会、2010年9月

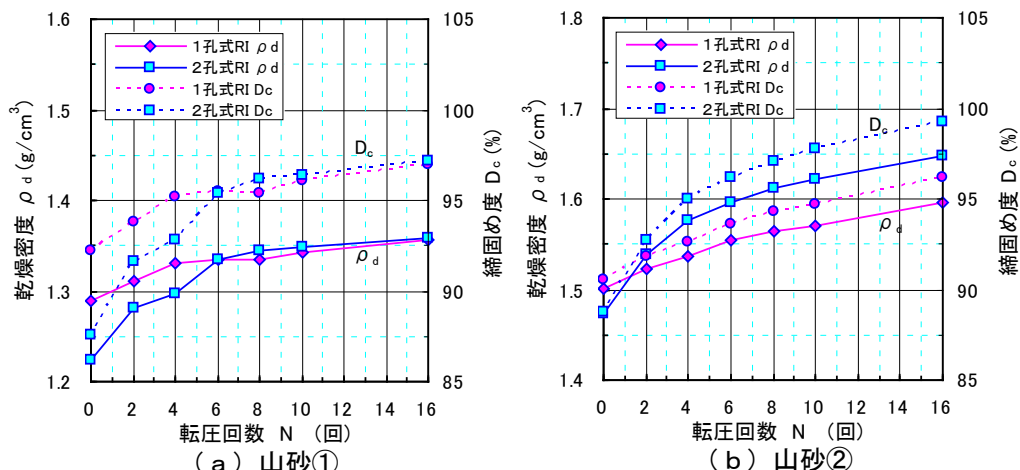


図-3 乾燥密度 ρ_d ・締固め度 D_c と転圧回数 N

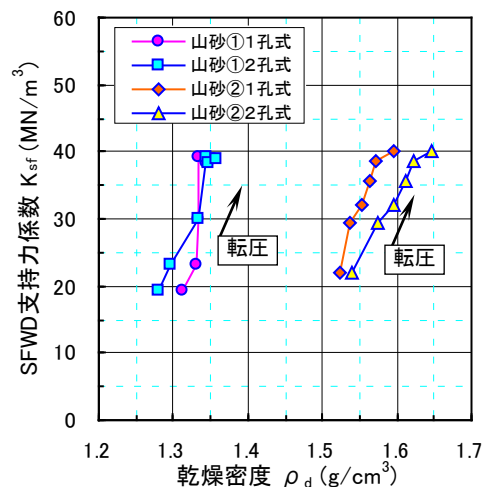


図-4 支持力係数 K_{sf} と乾燥密度 ρ_d

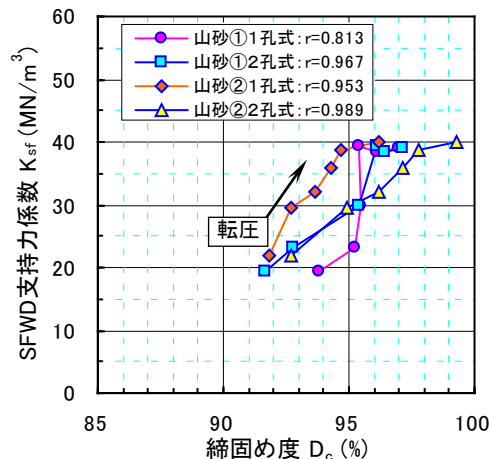


図-5 支持力係数 K_{sf} と締固め度 D_c