

羽田D滑走路工事における路体・路床の地盤剛性管理値の設定

— スーパーFWD (SFWD) による地盤剛性管理法 —

東洋建設(株) 正会員 ○平野 智

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

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

羽田D滑走路建設工事では、1ヵ月当りの施工土量が約200万 m^3 /月に及ぶ大量急速施工となり、これを実現するために締固め層厚の厚層化、GPSによる出来形管理・敷均し管理・転圧管理やFWDによる地盤剛性管理などの各種効率化施工手段を講じて合理的に地盤造成が実施された¹⁾。

当該工事では、全体工区の約1100万 m^3 の路体・路床盛土のうち約30%の地盤剛性管理手法としてSFWD^{2),3)}を適用した。

ここでは、最初に大土量急速施工を可能にした路体・路床の品質管理内容について報告し、次に、路体締固め層厚90cmと路床締固め層厚50cmの厚層化施工における山砂と岩砕材に対するSFWD地盤剛性管理値の設定法について報告する。

2. 路体・路床の品質管理内容

表-1には路体の品質管理一覧を示す。同表に示すように、管理種別の定期管理は各工区1回/月の頻度で現場簡易ヤードを造成して行い、日常管理①・②は毎日の現場施工を対象に実施するものである。定期管理では、管理項目を材料試験による最大乾燥密度などの材料物性・最大粒径・締固め度 D_c ・支持力係数 K_{sf} とし、 D_c は締固めエネルギー $E=4.5E_c$ の ρ_{dmax} に対する乾燥密度比で、山砂・岩砕材とも $D_c \geq 90\%$ である。日常管理①では、管理項目を転圧回数 $N \geq 8$ 回と仕上層厚 $t \leq 90\text{cm}$ とした。日常管理②では、管理項目をSFWD支持力係数 K_{sf} としており、この設定法は次章で説明する。

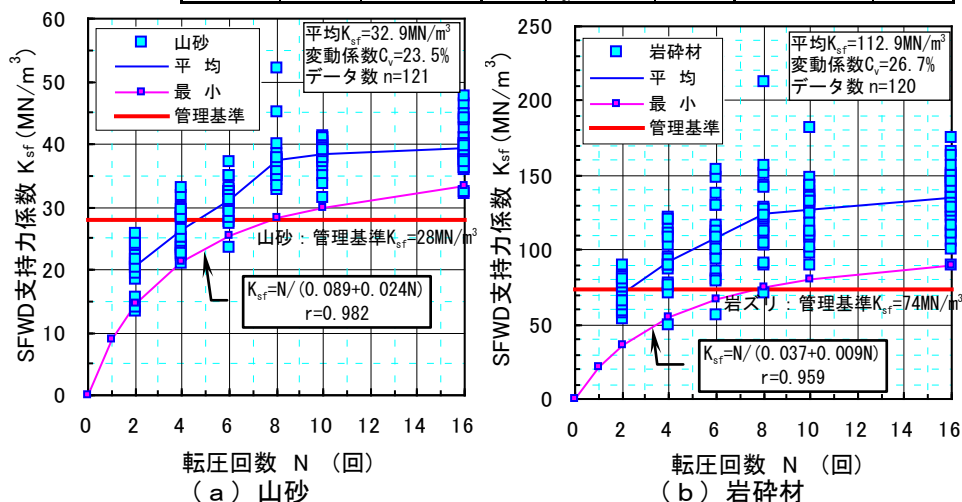
表-2には路床の品質管理一覧を示す。路体管理と異なる

表-1 路体の品質管理一覧

管理種別	対象層	管理項目	基準値	計測機器	計測点数	頻度
定期管理	全層	材料試験 ρ_{dmax}, ρ_s, W_p , 粒度, 修正 CBR	—	—	3点/回 (表層試料採取)	各工区 1回/月
		最大粒径	$D_{max} \leq 300\text{mm}$	—	—	
		細粒分含有率	$F_{0.075} \leq 20\%$	—	—	
		締固め度 D_c	山砂 $D_c \geq 90\%$ 岩砕材 $D_c \geq 90\%$	1孔式 RI	10点/回 3深度/点	
		支持力係数 K_{sf}	山砂 $K_{sf} \geq 28\text{MN/m}^3$ 岩砕材 $K_{sf} \geq 74\text{MN/m}^3$	SFWD	10点/回	
日常管理①	全層	転圧回数 N	$N \geq 8$ 回	RTK-GPS	転圧全エリア 2,000 m^2 毎平均	毎日
日常管理②	全層	仕上層厚	$t_{avg} \leq 90\text{cm}$	—	—	毎日
		支持力係数 K_{sf}	山砂 $K_{sf} \geq 28\text{MN/m}^3$ 岩砕材 $K_{sf} \geq 74\text{MN/m}^3$	SFWD	1点/2000 m^2	

表-2 路床の品質管理一覧

管理種別	対象層	管理項目	基準値	計測機器	計測点数	頻度
仕上管理	材料毎の 最上層	現場 CBR	山砂 $\text{CBR} \geq 4.0\%$ 岩砕材 $\text{CBR} \geq 20.0\%$	CBR	滑走路中心線 1点/40m 誘導路中心線 1点/40m	滑走路・誘導路全面
	最上層	ブルーローリング	たわみ異常なし	—	—	
定期管理	全層	材料試験 ρ_{dmax}, ρ_s, W_p , 粒度, 修正 CBR	—	—	3点/回 (表層試料採取)	各工区 1回/層 (滑走路)
		最大粒径	$D_{max} \leq 100\text{mm}$	—	—	
		細粒分含有率	$F_{0.075} \leq 20\%$	—	—	
		締固め度 D_c	山砂 $D_c \geq 95\%$ 岩砕材 $D_c \geq 90\%$	1孔式 RI	10点/回 2深度/点	
		支持力係数 K_{sf}	山砂 $K_{sf} \geq 49\text{MN/m}^3$ 岩砕材 $K_{sf} \geq 98\text{MN/m}^3$	SFWD	10点/回	
日常管理①	全層	転圧回数 N	$N \geq 8$ 回	RTK-GPS	RTK-GPS	毎日
日常管理②	全層	仕上層厚	$t_{avg} \leq 50\text{cm}$	—	—	毎日
		支持力係数 K_{sf}	山砂 $K_{sf} \geq 49\text{MN/m}^3$ 岩砕材 $K_{sf} \geq 98\text{MN/m}^3$	SFWD	1点/2000 m^2	

図-1 路体の支持力係数 K_{sf} と転圧回数 N

キーワード : 締固め、品質管理、地盤剛性、SFWD、締固め度、現場 CBR

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

点は、管理種別に仕上げ管理を追加したこと、地盤剛性を現場 CBR の基準値と同等以上にするために仕上層厚 t ・山砂の締固め度 D_c ・支持力係数 K_{sf} の基準値をより厳しくした点である。

3. 路体・路床の地盤剛性管理値の設定

図-1には、路体に対する山砂と岩砕材の SFWD 支持力係数 K_{sf} の管理値設定法を示す。管理値は、試験盛土^{4),5)}の転圧回数 N 毎の最小値を双曲線近似し、所要の締固め度 D_c と締固め沈下の収束が得られた転圧回数 $N=8$ を基準に求めている。管理基準値 K_{sf} は山砂で $K_{sf}=28\text{MN/m}^3$ 、岩砕材で $K_{sf}=74\text{MN/m}^3$ と設定した。なお、 K_{sf} は転圧回数 $N=8$ でほぼ収束する傾向が見られ、これは乾燥密度の収束傾向^{4),5)}と一致している。

図-2には、図-1で示した転圧回数 N 毎の K_{sf} の平均値と変動係数から K_{sf} の度数分布を求め、縦軸の分布高を $N=16$ の K_{sf} 率で表示したものを示す。同図から、 $N=8$ の K_{sf} が 90% を超えて収束状態にあることが分かる。 K_{sf} 分布形状からのばらつき傾向は、山砂の方が岩砕材に比べて小さいことが分かる。

図-3には、路床を対象とした山砂試験盛土の 1 孔式 RI・2 孔式 RI の平均 D_c 、SFWD の平均 K_{sf} と転圧回数 N の関係を示す。路床の締固め層厚を $t=50\text{cm}$ としたこと、 D_c と K_{sf} は路体に比べて大きな値になっている。同図中に D_c と K_{sf} の相関係数 r を示しているが、 $r=0.915$ 以上であり、両者の相関性は極めて高いものであり、 K_{sf} が D_c の代替指標となり得ることが分かる。

図-4には、路床を対象とした山砂試験盛土と岩砕材試験盛土での現場 CBR と SFWD 支持力係数 K_{sf} の関係を示す。路床の現場 CBR は、山砂で $\text{CBR}=4$ 、岩砕材で $\text{CBR}=20$ が基準値であり、これを基に路床の管理基準値を同図から、山砂で $K_{sf}=49\text{MN/m}^3$ 、岩砕材で $K_{sf}=98\text{MN/m}^3$ と設定した。

4. おわりに

SFWD 支持力係数 K_{sf} による剛性管理を現場で実施するに当たり、路体と路床の試験盛土を行って K_{sf} の管理値設定を行った。 K_{sf} は D_c や現場 CBR との相関性が高いため、特に問題がなく適正に管理値が設定できた。なお、路体・路床の転圧回数 N は $N=8$ 、締固め層厚 t が路体 $t=90\text{cm}$ 、路床 $t=50\text{cm}$ と規定する結果となっており、その場合に、地盤剛性の管理基準は路床基準が路体基準の約 2 倍程度の値となった。

【参考文献】

- 1)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
- 2)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—、地盤工学会誌、2010 年 5 月
- 3)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
- 4)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
- 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

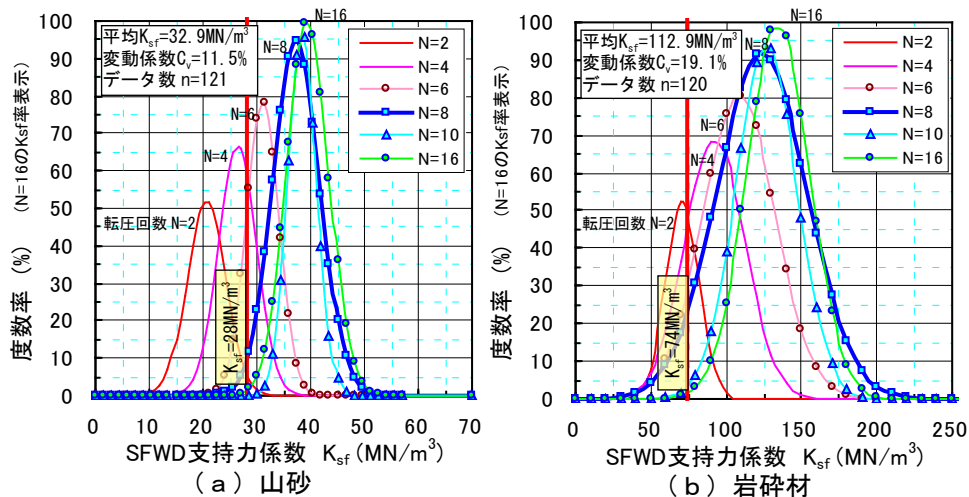


図-2 路体の支持力係数 K_{sf} の度数分布

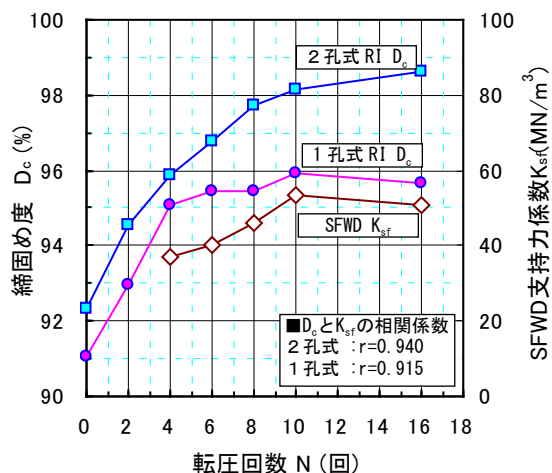


図-3 路床山砂の D_c 、 K_{sf} と転圧回数 N

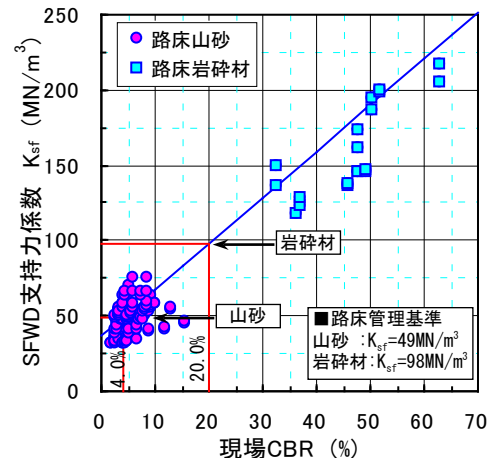


図-4 路床の支持力係数 K_{sf} と現場 CBR