

羽田D滑走路工事における路体・路床の現場剛性管理

— スーパーFWD (SFWD) による地盤剛性評価の適用事例 —

清水建設(株) 正会員 ○橋爪 芳徳 正会員 川崎 廣貴 正会員 長澤 正明
 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

羽田D滑走路建設工事では、海面上の地盤造成となる滑走路・誘導路の路体・路床盛土を含む盛土は最大層厚20m、埋立部全体で約1100万 m^3 の大規模土量を施工した。1ヵ月当りの施工土量は約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⁾。

一方、筆者らは、地盤剛性を迅速・簡便・高精度に調査できる多段载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・研究している。これまでの研究実績から、SFWDは平板载荷試験や現場CBRとの相関性が高いことが明らかになっている^{2),3)}。

当該工事では、全体工区の路体・路床盛土のうち約30%の地盤剛性管理手法としてSFWDを適用した。ここでは、その山砂と岩砕材を用いて路体締固め層厚90cm、路床締固め層厚50cmの厚層化施工を実施した工事におけるSFWDによる地盤剛性管理の現場実態について報告する。

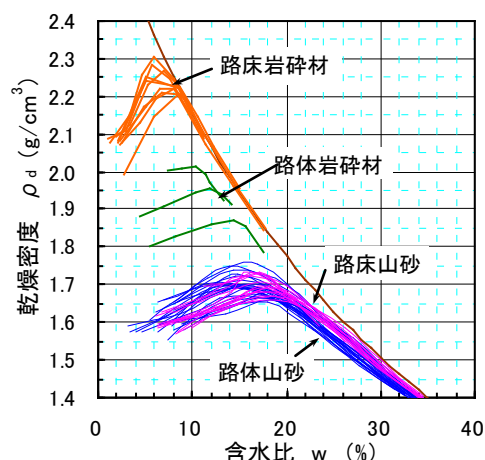


図-1 定期管理の締固め特性

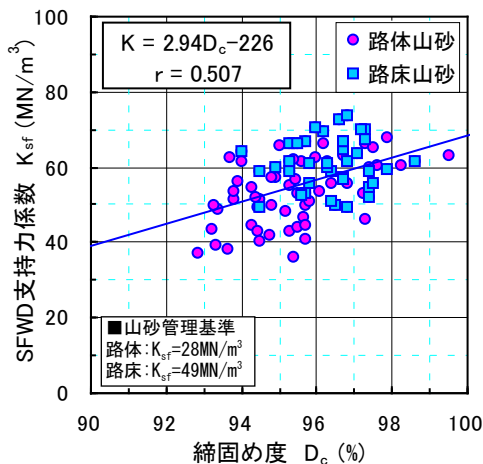
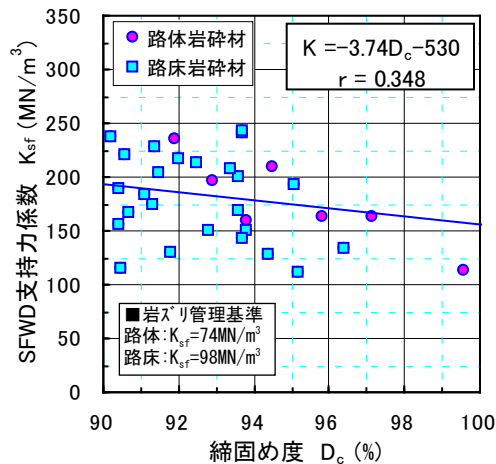
2. 定期管理の結果と考察

路体・路床の締固め施工は、起振力350kN級の振動ローラを使用し、転圧回数NはN=8で実施した。敷均し層厚 t_s と締固め層厚 t_r は、路体で $t_s=95\text{cm}$ 、 $t_r=90\text{cm}$ 、路床で $t_s=55\text{cm}$ 、 $t_r=50\text{cm}$ で施工した。なお、路床厚 t は $t \geq 2.0\text{m}$ と規定し、その上部を岩砕材で $t \geq 0.75\text{m}$ 、下部を山砂で築造する複合路床とした。

表-1 定期管理の締固め特性一覧

		データ数 n	平均 μ	変動係数 C_v
路体	山砂	最適含水比 w_{opt} (%)	23	15.7
		最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm^3)	23	1.694
	岩砕材	最適含水比 w_{opt} (%)	3	12.2
		最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm^3)	3	1.947
路床	山砂	最適含水比 w_{opt} (%)	15	18.0
		最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm^3)	15	1.699
	岩砕材	最適含水比 w_{opt} (%)	9	6.5
		最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm^3)	9	2.245

定期管理は、路体・路床で1回/月の頻度で現場簡易ヤードを造成して行った⁶⁾。材料試験の室内締固め試験結果の締固め特性曲線を図-1、締固め特性一覧を表-1に示す。この締固めエネルギーEは $4.5E_c$ の条件である。山砂は路体と路床で同一の千葉県産のものを利用するため、ほぼ同様の締固め特性になっている。岩砕

図-2 定期管理の山砂 K_{sf} と D_c 図-3 定期管理の岩砕材 K_{sf} と D_c

キーワード : 空港、締固め、品質管理、地盤剛性、SFWD、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

材は路体と路床で土源が異なるため、締固め特性が大きく異なっている。最大乾燥密度の平均は、路体で山砂 $\rho_{dmax}=1.694g/cm^3$ 、岩砕材 $\rho_{dmax}=1.947g/cm^3$ 、路床で山砂 $\rho_{dmax}=1.699g/cm^3$ 、岩砕材 $\rho_{dmax}=2.245g/cm^3$ である。

図-2には、路体・路床の定期管理における山砂の SFWD 支持力係数 K_{sf} と 1 孔式 RI の締固め度 D_c の関係を示す。路床は、路体に比べて K_{sf} と D_c が大きくなっているとともに、両者を合わせた傾向は D_c 増加に応じて K_{sf} も増加する傾向が見られる。

図-3には、路体・路床の定期管理における岩砕材の SFWD 支持力係数 K_{sf} と締固め度 D_c の関係を示す。この岩砕材の場合では、山砂の場合と傾向が異なり、 D_c の増加とともに K_{sf} が若干低下する傾向が見られる。この原因には、岩砕材の K_{sf} がもともとばらつきが大きいものであることと、岩砕材 D_c の 1 孔式 RI では事前削孔による孔壁乱れ影響が生じたことが考えられ、これらが複合して影響が出たのではないかと推測される。

3. 日常管理の結果と考察

図-4には、山砂の日常管理における路体と路床の SFWD 支持力係数 K_{sf} を示す。同図から、路床の変動係数（ばらつき）が路体に比べて小さくなり、かつ平均値も大きくなっている傾向が見られる。ただし、最大の K_{sf} は路体・路床とも $100MN/m^3$ 程度で限界値が存在する傾向が見られる。

図-5には、岩砕材の日常管理における路体と路床の SFWD 支持力係数 K_{sf} を示す。同図から、路体と路床で変動係数（ばらつき）の程度はあまり変わらず、岩砕材は材料特性として剛性がばらつくが、路体・路床の K_{sf} の管理基準値は全体的に十分に上回っている。なお、締固め層厚が薄い路床の方が K_{sf} の平均値と最大値が大きくなる傾向を示す。表-2には、路体・路床の現場 K_{sf} 一覧を示すが、これより地盤剛性の変動係数は 15～30%程度であることが分かる。

4. おわりに

羽田 D 滑走路建設工事のうち、約 300 万 m^3 の路体・路床盛土の地盤剛性を対象にして SFWD による品質管理を行い、良好な施工管理ができたと考える。なお、現場で管理基準値を下回る箇所が生じた場合には、追加調査を行い、不良と評価された箇所は追加転圧や良質土置換などを実施して品質確保を行った。当該工事で採用した GPS 締固め管理と地盤剛性管理は盛土の締固め管理法として極めて有効なものとする。

【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 技術活用の方針性—、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
- 6)平野ほか：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、第 65 回年次学術講演会、土木学会、2010 年 9 月

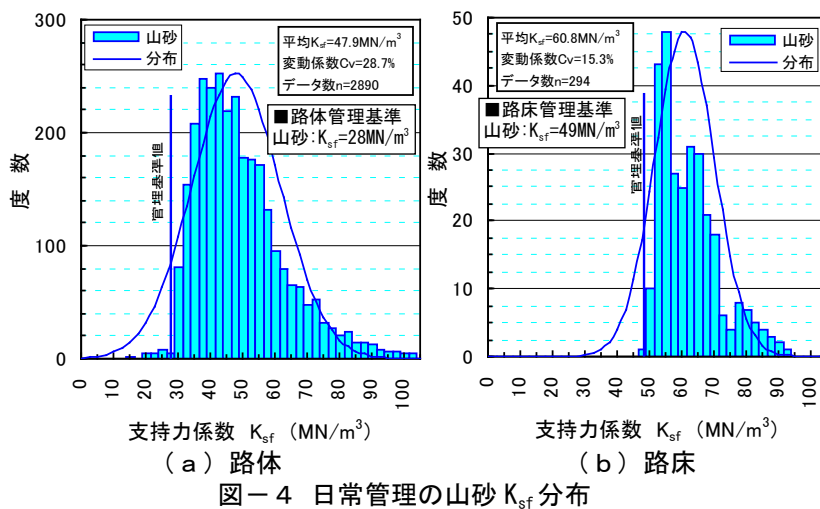


図-4 日常管理の山砂 K_{sf} 分布

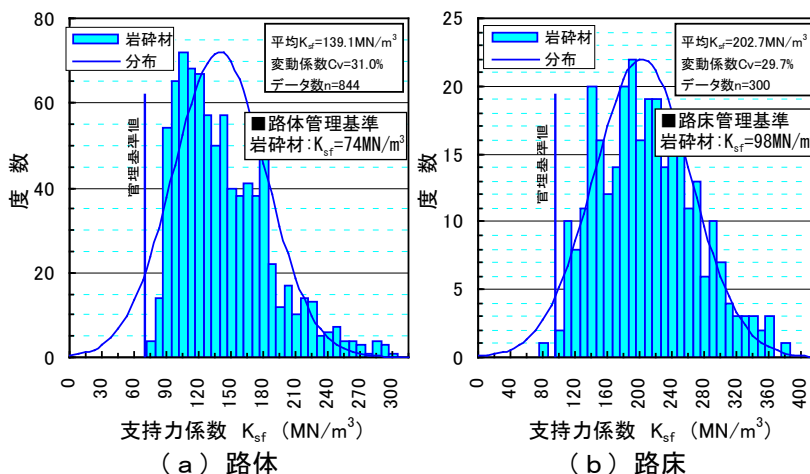


図-5 日常管理の岩砕材 K_{sf} 分布

表-2 路体・路床の現場 K_{sf} 一覧

		データ数 n	平均 K_{sf} (MN/m^3)	変動係数 C_v (%)	管理基準 (MN/m^3)
路体	山砂	2890	47.9	27.7	28
	岩砕材	844	139.1	31.0	74
路床	山砂	294	60.8	15.3	49
	岩砕材	300	202.7	29.7	98