

路床への各種品質管理方法の適用性について

路床 品質管理

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○山田 充
同 正会員 林 憲裕
同 国際会員 佐藤 厚子

1.はじめに

道路工事における路床の品質管理として、国土交通省北海道開発局では材料の品質管理を設計 CBR および修正 CBR で行い、施工の品質管理は砂置換法による密度管理法を採用している¹⁾。しかし、砂置換法は測定作業に1時間程度、測定結果の判明に約1日の時間を要するため、場合によっては工事の進捗に影響を及ぼす可能性がある。本報告では砂置換法と同程度の測定精度を担保しつつ、より迅速に品質管理を行うことのできる方法として、衝撃加速度測定装置¹⁾、小型 FWD²⁾、および土壌硬度計³⁾の3種類について、道路路床での品質管理への適用性について検討したので報告するものである。

2.測定機器について

本報告で用いた3種類の測定機器の概要を表-1に示す。いずれの計測機器も人力にて測定箇所への運搬が可能であり、かつ、測定結果は臨場で比較的短時間に確認することができ、1計測に要する測定時間も数分以内である。

2-1.衝撃加速度測定装置

現在、国土交通省北海道開発局において採用されている道路路体等の盛土の品質管理法に用いる専用の測定装置である。室内試験および現位置で衝撃加速度を測定することができる装置であり、重さ4.5kgのランマを高さ40cmから測定対象に自由落下させ、ランマに内蔵した加速度センサにより、生ずる衝撃加速度を測定する。ランマ底面は半球形状を成している。

2-2.小型 FWD

小型 FWD は重錐を地盤等に自由落下させて生じた地盤のたわみや衝撃時の加速度などを測定することで、地盤の締め固めの状態や支持力などの地盤剛性に対する評価を行う測定機器である。舗装構造評価のために実用化された FWD の測定原理により FWD を小型化したものであり、人力またはキャリアで現場への装置の持ち込みが可能であり、FWD のような反力装置を必要とせず、簡便に地盤評価を行うことができる装置である。

2-3.土壌硬度計

土壌硬度計は、農業分野で土壌の性状を調べるために考案された装置であるが、自然斜面や切土斜面の硬度を簡易に評価することができ、切土斜面におけるのり面保護工の選定、しらす斜面やトンネル切羽の分類等に用いられている。内部のコイルばねに接続された先端部コーンを計測対象物に貫入した際に、コーンが円筒内部に押し込まれた長さ(=接続しているコイルばねが縮められた長さ)を指標硬度として計測する。

3.測定方法

測定は平成27年2月2日に茨城県つくば市の土木研究所構内の舗装走行実験施設の舗装の打ち換え工事時に実施した。全長110m、幅6mにわたり既設の舗装および路盤材を撤去し、露出した路床に対して測定を行った。測線30m~70mは3t級タイヤローラーにより転圧を行い、測線70m~110mはバックホウでかき乱し人力で敷き均したのち小型バックホウで1回転圧を行い、転圧が完了した路床上で各測定機器の計測を行った。測点は、40m、60m、80m、95mの測線毎に1.5m幅で3点とし、計12点の測定を行った。測定項目は、衝撃加速度測定装置による衝撃加速度、小型 FWD による地盤反力係数 $K_{p,FWD}$ 、土壌硬度計による指標硬度、コアカッター(直径10cm、体積785cm³)による密度計測である。衝撃加速度は路体盛土での品質管理方法にならない、10点の測定を行い、測定値のうち上限と下限の各2値を除外し全6点の平均値を採用した。小型 FWD は1箇所1点の測定とし、測定条件は載荷板直径100mm、重錐質量5kgとした。指標硬度は10点の平均値を採用した。測定対象の路床材料の基本物性値を表-2に示す。

表-1 各測定機器の概要

名称	大きさ	重さ	備考
衝撃加速度測定装置	高さ800mm × φ200mm	7.0kg	路体盛土品質管理の場合は事前に試料を採取し室内試験を行う
小型FWD	高さ1,100mm × φ120mm	15.0kg※	計測前に落下高さ、重錐を決定する予備試験を行う
土壌硬度計	長さ200mm × φ30mm	0.65kg	

※載荷板φ100mm、重錐5kgの状態

Applicability of the various quality control method to subgrade

Mitsuru YAMADA, Toshihiro HAYASHI
and Atsuko SATO

Civil Engineering Research Institute for Cold Region

表-2 路床材料の基本物性値

自然含水比 w_n (%)	6.8	
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.719	
粒度特性	2mm以上(%)	24.3
	2mm~75 μ m(%)	66.9
	75 μ m以下(%)	9.0
コンシステンシー	液性限界 W_L (%)	N.P.
	塑性限界 W_P (%)	N.P.
地盤材料の分類記号	SG	
締固め特性	最適含水比 W_{opt} (%)	9.9
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.966
設計CBR(%)	39.0	

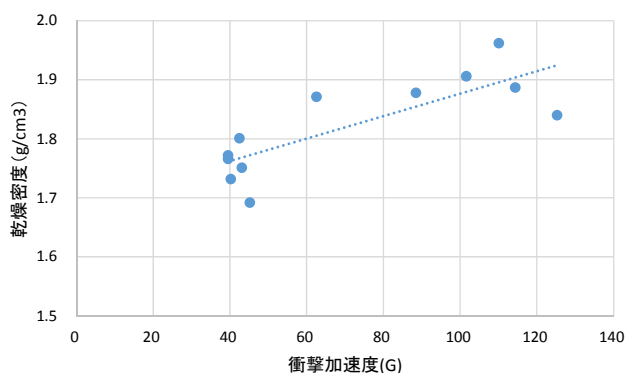


図-1 衝撃加速度と乾燥密度の関係

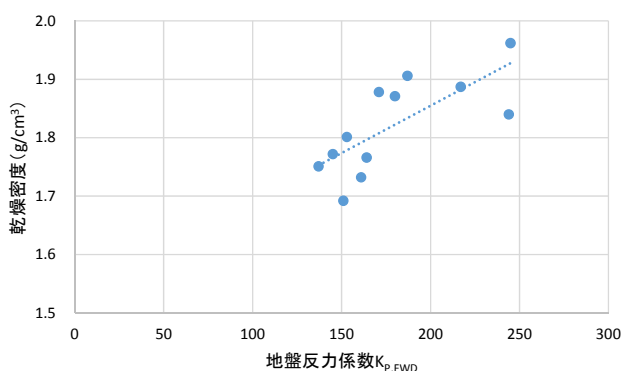


図-2 $K_{p,FWD}$ と乾燥密度の関係

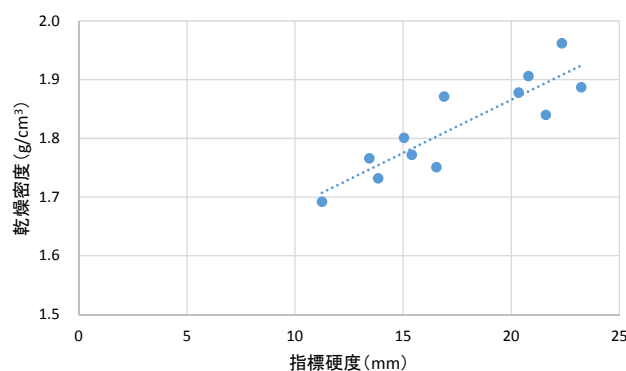


図-3 指標硬度と乾燥密度の関係

4.測定結果および考察

図-1 に衝撃加速度と乾燥密度の関係を示す。図-1 より、衝撃加速度が増加すると乾燥密度が増加していく傾向が見受けられ、衝撃加速度測定装置は当該路床材料の品質管理に用いることが可能と考えられる。これまで著者らはいくつかの路床、路盤材料について衝撃加速度の測定を行ってきたが本報告と同様の傾向が見受けられ⁴⁾、衝撃加速度測定装置は一般的な路床、路盤材料には適用することが可能と考えられる。今後、引き続き測定調査を続けデータ件数を増やし、衝撃加速度測定装置の路盤、路床の品質管理への適用の信頼性をあげることが重要と考えられる。

図-2 に地盤反力係数 $K_{p,FWD}$ と乾燥密度の関係を示す。図-2 より、地盤反力係数 $K_{p,FWD}$ が増加すると乾燥密度が増加する傾向が見受けられ、小型 FWD は当該路床材料の品質管理に用いることが可能と考えられる。小型 FWD は舗装や路盤を測定対象とした測定装置であり、比較的柔らかい路床では材料によっては適切な測定ができない可能性が懸念されるため、今後より多くの試料を測定し小型 FWD が適用できる土質条件等を明らかにする必要がある。

図-3 に指標硬度と乾燥密度の関係を示す。図-3 より、指標硬度が増加していくと乾燥密度が増加する傾向が見受けられ、土壌硬度計は当該路床材料の品質管理に用いることが可能と考えられる。土壌硬度計の品質管理方法としての適用事例はこれまではあまり見受けられないが、本測定対象の路床材料においては、指標硬度は土の強度を比較的正確に表していると考えられ、そのため乾燥密度と良好な相関を示したものと考えられる。本報告ではわずか 1 種類の材料のみの測定となっており、品質管理に実導入するためには様々な材料で適用性を調査し多くのデータを蓄積する必要があると考えられる。

5.まとめ

本報告では、砂置換法と同程度の測定精度を担保しつつ、より迅速に品質管理を行うことのできる方法として、衝撃加速度測定装置、小型 FWD、土壌硬度計の 3 種類について、道路路床での品質管理方法としての適用性について検討した。その結果、いずれの測定機器においても、本測定対象の路床材料に対する適用性を確認した。今後はより多くの試料を調査しデータ件数を増やす必要がある。

【参考文献】

- 1)国土交通省北海道開発局：平成 27 年度版道路・河川工事共通仕様書，2015
- 2)地盤工学会：地盤調査の方法と解説，PP.758-759，2012
- 3)同上，pp.420-425
- 4)山田充，山梨高裕，佐藤厚子：衝撃加速度を用いた品質管理方法の路盤・路床への適用性の検討について，第 50 回地盤工学研究発表会，2015.9