

岩砕土砂に対する振動ローラ加速度応答法の締固め管理への適用性

関西国際空港(株) 建設事務所 正会員 北澤壮介 石原弘一 正会員 中川 誠 正会員○片木聖樹
 関西国際空港用地造成(株) 正会員 田端竹千穂
 立命館大学理工学部 正会員 建山和由

1. まえがき

関西国際空港 2 期空港島の用地造成は 545ha を埋立て陸化する大規模工事であり、最終工程では空港施設の基盤として、不等沈下の少ない固く均一な地盤を造成する。本工事にあたっては、最大粒径 300mm の岩砕土砂を用いた振動ローラによる転圧締固め工法（仕上がり厚 60cm、転圧回数 8 回）で実施することとした。

一方、品質管理は、従来の密度計測に加えて広大な範囲を面的かつ効率的に管理する必要があることから、振動ローラ加速度応答法・比抵抗法・電磁波法・簡易 FWD 法等を転圧試験で確認した。今回は、なかでも地盤の面的均一性を施工中にリアルタイム評価できる手法として、振動ローラ加速度応答法の適用性について報告するものである。

2. 転圧試験の概要

(1) 振動ローラ加速度応答法

本システムは、図-1(a)に示す振動ローラのフレームに取り付けた加速度計をもとに、2 秒間の加速度応答波形を高速フーリエ変換し、乱れ率（地盤剛性の向上に伴う高周波成分スペクトルの出現率）により、地盤の締固めを評価するものである。加速度剛性は図-1(b)に示すモデルより導き出された式(1)から乱れ率をもとに、2 秒ピッチ（2m×2m）毎に算出する。¹⁾

(2) 転圧試験の概要

試験マウンドは層厚 100cm、80cm、60cm を造成し、密度増加が収束するまで転圧を行い、転圧回数毎に SRID（自動走査型 RI）及び 2 孔式 RI を用いて表面密度と層内密度分布を、また繰返し平板載荷試験（φ 75cm）より平板剛性を計測した。²⁾

なお、加速度剛性は、全転圧試験中計測した。

3. 転圧試験結果

(1) 転圧回数に伴う地盤の締固め状況

転圧回数の増加に伴う乾燥密度（ ρ_d ）増加の状況を図-2 に示す。 ρ_d は、転圧回数 N の増加に伴い増加しており $N=20$ 回で 2.27g/cm^3 となりほぼ収束状態となるが、なおも若干の増加傾向を示すことから、 ρ_d の平均値を双曲線近似し $N \rightarrow \infty$ とす

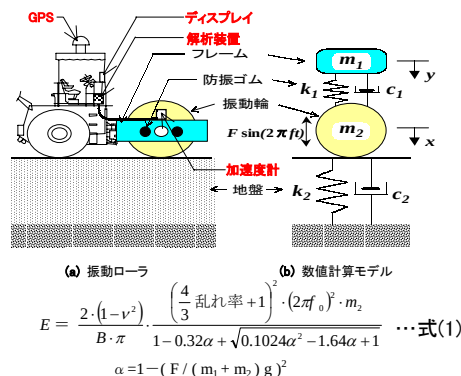


図-1 周波数特性～地盤系モデル

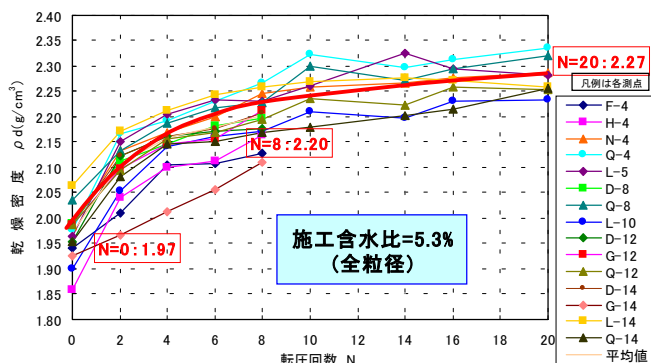


図-2 層厚 60cm の転圧回数－乾燥密度

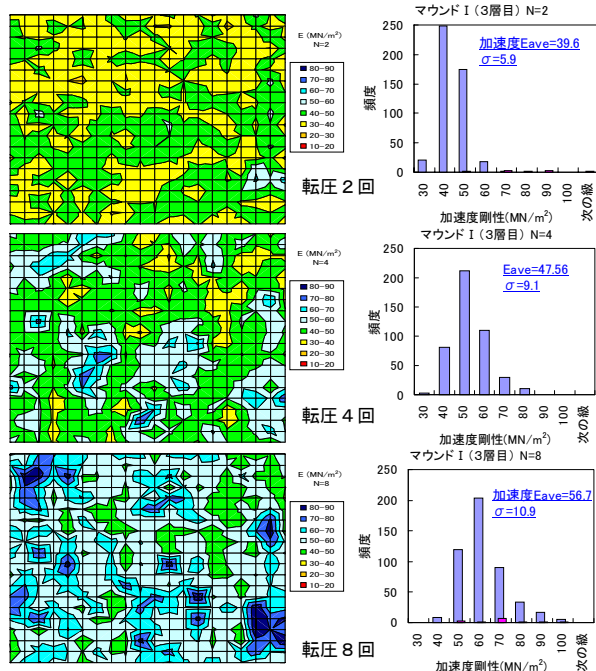


図-3 層厚 60cm・2, 4, 8 回転圧時の加速度剛性分布

キーワード 粗粒材、締固め、地盤剛性、面的・効率的な管理

連絡先 〒549-0001 大阪府泉佐野市泉州空港北 1 番地建設棟 関西国際空港(株) TEL 0724-55-4022

ること最大乾燥密度を 2.28g/cm^3 と設定した。なお、 $N=8$ 回で最大乾燥密度の 96% 程度が得られている。一方、加速度剛性も図-3 に示すように、面的にバラツキを有するものの転圧回数の増加に伴って増加する傾向を示している。

(2) 加速度剛性と乾燥密度

図-4 は前項(1)の計測値を加速度剛性と乾燥密度の関係で整理したものである。両者には正の相関を有するものの、高い相関は得られなかった。これは、加速度剛性の平面分布でわかるように場所による粒度特性の違いや計測方法の違い等がバラツキの要因と考えられる。一方、このデータを含水比 3~5%、5~7% のレンジで区分することで若干相関関係が向上することから、場所による粒度特性の違い等を含水比の分布により整理することで多少補完できると思われる。

(3) 加速度剛性と含水比

図-5 に転圧回数 8 回時の加速度剛性と SRID で測定した転圧面の含水比の関係を示す。含水比が 7~8% を越えると加速度剛性が急に低下する傾向がみられる。これは、粗粒材間の間隙中に存在する細粒土が僅かの水で飽和し、これが材料全体の剛性の低下を引き起こすものと考えられ、本システムで高含水比による低剛性部の検出が可能と思われる。

(4) 加速度剛性と平板剛性

図-6 に加速度剛性と平板剛性の関係を示す。図中には、今回の岩砕土砂と比較のために、他の粒径の小さい土砂の試験結果を加えた。³⁾ 両者の関係はバラツキが大きく明確な相関があるとはいえない。要因としては、計測法による地盤中の計測領域の違い等から異なる地盤剛性を計測していると考えられる。

4. あとがき

以上の転圧試験結果から本工事にあたり、本システムの適用性について以下にまとめた。

- ① 転圧試験の状況から広大なエリアの地盤剛性を面的、効率的かつリアルタイムに計測可能であることが確認でき、加速度剛性の結果をヒストグラム化することで造成した地盤の均一性を管理できることがわかった。
- ② 従来の密度や平板剛性の代替として用いる場合、加速度剛性との相関が明確でないため、相関関係の向上のため場所による粒度分布の相違や含水比の影響等の詳細な検討が必要であると思われる。
- ③ 高含水比による局所的な低剛性部の検出が可能と思われ、今後本工事においてプルフローリングの代替としての適用性について検討していく。

《参考文献》 1) 藤山・建山: 振動ローラの加速度応答を利用した転圧地盤の剛性評価手法, 土木学会論文集 No.652 / III-51, pp.115~123, 2000 2) 北澤 他: 大型振動ローラによる岩砕土砂の転圧締固め特性, 土木学会第 59 回年次学術講演会投稿中 3) 横田・益村・藤山・石黒: 道路路床の施工管理の合理化に関する考察ー (その 1) ローラ加速度応答を利用した剛性評価手法の適用性ー, 第 37 回地盤工学研究発表会講演集, 2002

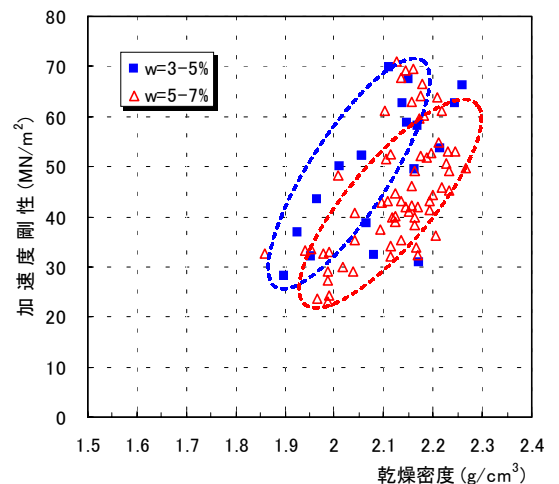


図-4 乾燥密度－加速度剛性

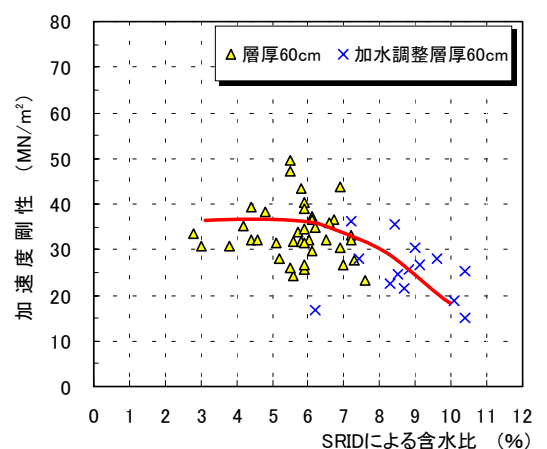


図-5 含水比－加速度剛性

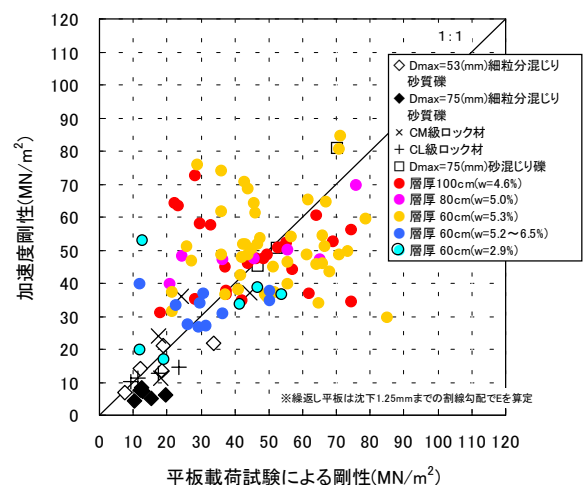


図-6 平板剛性－加速度剛性