

大型振動ローラによる岩砕土砂の転圧締固め特性

関西国際空港(株) 建設事務所 正会員 北澤壯介 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 期島の用地造成は 545ha を埋立て陸化する大規模工事であり、その最終工程では空港施設の基礎地盤を造成するため、振動ローラによる転圧締固めを行う。締固めに用いる土砂は、砂岩と頁岩で構成される和泉層群系の岩砕土砂で、粒度分布は図-1 に示す最大粒径 300mm を有する粗粒材である。

この図より明らかなようにレキ率が高く、頁岩は破碎率が大きいことから、室内試験では正確な現場の締固め特性を把握しがたいと考え、本工事での適切な締固め層厚、転圧回数の設定と併せて転圧試験で転圧地盤の特性を把握した。

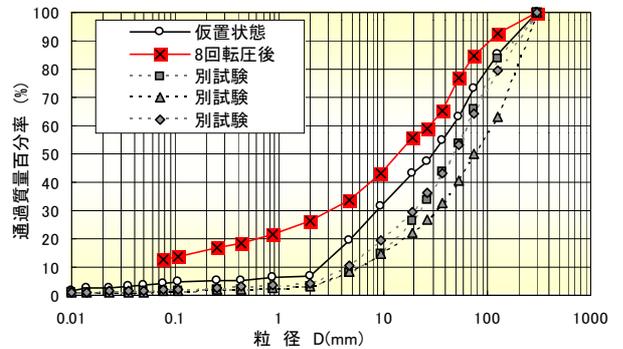


図-1 試験で用いた岬産土砂の粒度分布

2. 転圧試験の実施

転圧試験では、空港施設の基盤として、出来る限り品質の高い地盤が得られる様な締固めを確認する必要がある。そのため、層厚 100cm、80cm、60cm の 3 つの転圧地盤を造成し、大型振動ローラ（起振力 35t 級）により転圧を行った。施工含水比（4～6%程度）のもと、各層厚において転圧回数毎に SRID（自動走査型 RI）による表面密度と 2 孔式 RI による層内の密度分布、繰り返し平板載荷試験による剛性値等の測定を実施した。また層厚 60cm においては、材料土の含水比が締固め特性に与える影響を調べるため、別途造成したマウンドで含水比を 3～9%の範囲で変化させて締固めを行い、表面密度および地盤剛性の測定を実施した。

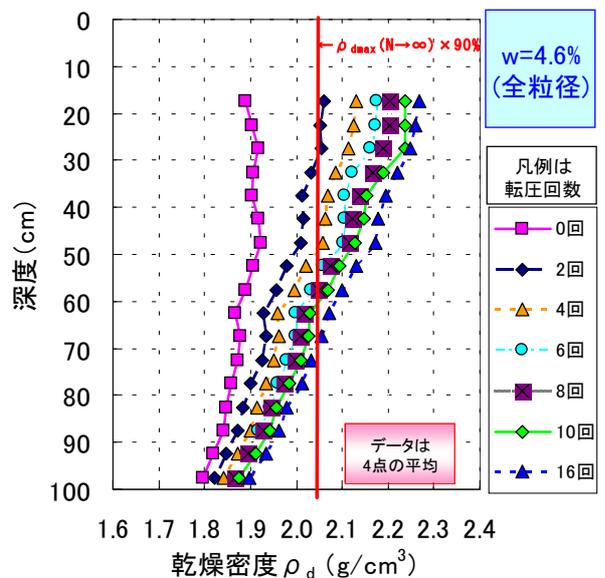


図-2 層厚 100cm における乾燥密度の深度分布

3. 転圧試験結果

1) 層厚および転圧回数の設定

図-2 は 2 孔式 RI による層厚 100cm の湿潤密度を乾燥密度に補正した層内密度分布である。これにより、8 回程度の転圧で概ね表層より 60cm 程度まで転圧試験で得られた最大乾燥密度 (ρ_{dmax}) の 90%以上を満足していることがわかる。層厚 100cm の結果を受け、順次層厚を 80、60cm と減少させ乾燥密度の層内分布を計測し適正な層厚を設定することとした。

図-3 に層厚 60cm 時の転圧回数と乾燥密度の関係を示す。乾燥密度は転圧回数 20 回で 2.27g/cm³ とほぼ収束しているが、まだ若干の増加傾向を示すことから、乾燥

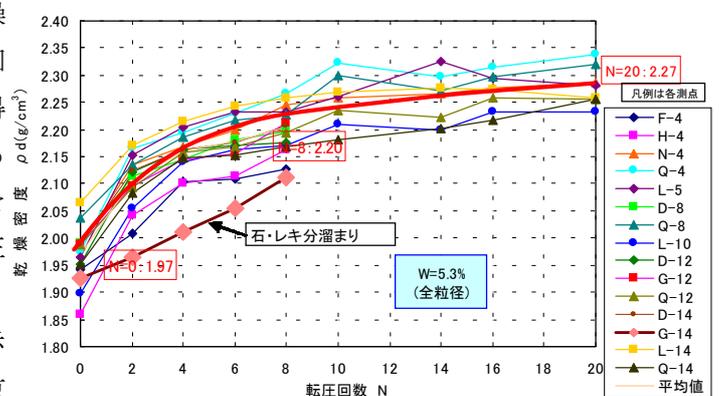


図-3 層厚 60cm の表面乾燥密度と転圧回数

キーワード 粗粒材、締固め仕様、地盤特性

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

密度の平均値を双曲線近似することで $\rho_{dmax} = \rho_d(N \rightarrow \infty) = 2.28\text{g/cm}^3$ と設定した。ちなみに最大粒径 37.5mm の突き固め試験による ρ_{dmax} は 2.15g/cm^3 、 $W_{opt}=7.7\%$ であった。

図-4 は、層厚 60cm の 2 孔式 R I で得られた表層部と下層部の密度比(0.94)をもとに図-3 にある個々の表面乾燥密度で下層部の密度を推定した。その結果層厚 60cm、8 回転圧で、表面の ρ_{dmax} に対する密度比は 96%以上、また下層部でも概ね 90%以上が満足されていることがわかった。

2) 締固めた地盤の特性(層厚 60cm、8 回転圧地盤)

① 乾燥密度と含水比の関係

図-5 は材料の含水比の変化に対して、転圧地盤の乾燥密度がどのように変化するかを把握するため全試験データをプロットしたものである。この結果、レキ率の高い粗粒材料であるにもかかわらず一般土砂の突き固め試験で見られるような最適含水比に似たピーク値が存在することがわかった。

② 地盤反力係数と含水比の関係

図-6 に層厚 60cm、8 回転圧時の含水比と地盤反力係数の関係を示す。施工含水比の 4~6%付近における地盤反力係数は 90MN/m^3 前後であるが 7~9%付近では、 20MN/m^3 前後に低下することがわかる。当初、岩砕土砂は粗粒材特有のロック効果が支配的で含水比の影響は小さいと思われたが、含水比が地盤支持力(剛性)に与える影響が無視できないことがわかった。

③ 石・レキ分溜まりの地盤特性

図-3 の測点 G-14 のように層厚 60cm で 8 回転圧を行っても、他の点と比べて乾燥密度の伸びが低いところがみられた。こういった箇所は表面の目視観察及び試験後に掘削調査の結果から、撒きだし時等の自然分級による石・レキ分溜まりと判明した。石・レキ分溜まりの地盤特性としては、乾燥密度は小さいものの、剛性は他の計測点と大きな違いがないことがわかった。

4. あとがき

転圧試験で得られた知見から本工事では以下の対応を図ることとした。

- ① 締固め特性が含水比の影響を受けることから、4.5~5.5%付近を目標含水比として設定し、本工事では土砂をリクレーマ船から揚土する際に粉塵飛散防止の加水が可能のため、1%程度の含水比を海水でコントロールすることとした。
- ② 仕上がり厚 60cm、転圧回数 8 回の工法規定に準じた施工管理を実施することとし、従来の密度管理と併せて面的に確認するため振動ローラ加速度応答法¹⁾を採用し、効率の良い施工管理を実施することとしている。
- ③ 石・レキ分溜まりの対応は、仮置き土砂の重ダンプへの積込み、敷均し時等に施工上の工夫によって対処することとしている。

参考文献: 1) 北澤 他: 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, 土木学会第 59 回年次学術講演会投稿中

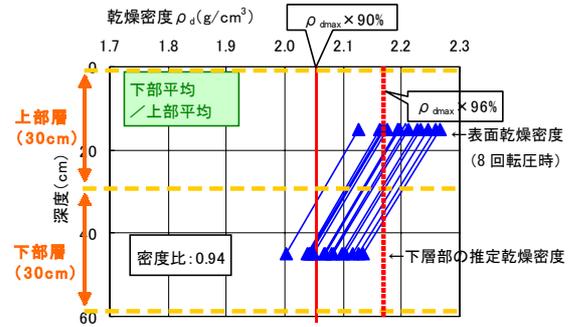


図-4 層内の密度比を用いた下層部の密度推定(特異点除く)

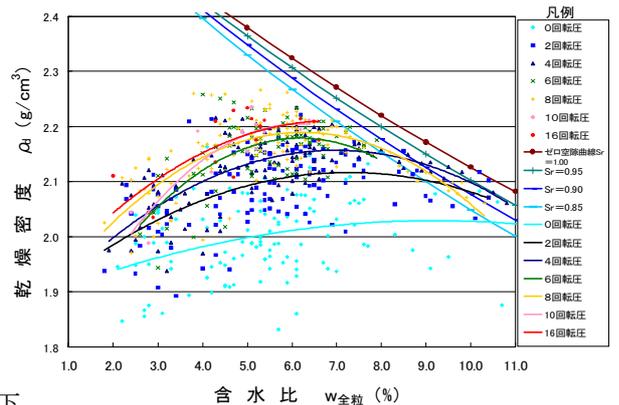


図-5 乾燥密度と含水比

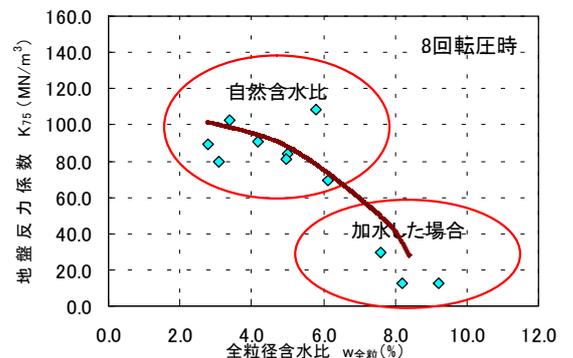


図-6 地盤反力係数と含水比



写真-1 石・レキ分溜まり