

現場密度測定に関する一考察

建設省土木研究所 ○正会員 豊田 光雄 正会員 山本 重樹

1. はじめに

フィルダムコア材料の現場密度の測定は、一般的に置換法によって行われている。置換法は置換孔の体積と掘削土の質量から密度を求めるため非常にわかりやすい方法であるが、測定地盤面を掘削することにより地盤をゆるめ、体積測定に誤差を生じる。また、コア材料と言えども粗粒材料であるために粒度のばらつきはさけられず、多点測定が望まれているが、置換法では迅速に対応できないなどの問題を有している。

本報文では、置換法による密度測定に代わるひとつの方法として、新しく開発した R I 密度計によってコア材料の密度測定を行い、置換法密度と比較した結果と、新しい R I 法により転圧回数と密度の関係を調べ、沈下率との対応について検討した結果を述べる。

2. 試験概要

新しい R I 法と置換法の比較は、2 種類の含水比(W_n , $W_n + 3\%$)と転圧回数 $N = 4$ 回、6 回、8 回を組合せた 6 つの試験ゾーンで行った。振動ローラ (最大起振力 21ton) を用いて 30cm 厚さで転圧を行い、R I 法による密度測定後に置換孔による密度測定を行った。新しい R I 密度計は次項で説明するが、置換法は砂置換法を用いて置換孔径 30cm、深さ 30cm の突砂法によった。

一方、転圧回数と密度および沈下率との関係は、コア材料の含水比を 4 種類(自然含水比 W_n , $W_n - 6\%$, $W_n - 3\%$, $W_n + 3\%$) 変えた試験ゾーンを設け、各試験ゾーンで所定の転圧回数ごとに R I 法による密度測定と沈下量の測定を行った。

これらの試験に用いたコア材料は、千枚岩が風化した細粒材と緑色片岩の混合材で、最大粒径は 150mm とし細粒分を約 25% 含有している。

今回のコア材料(19mm アンダーのせん頭粒度)の室内における突固めによる試験の結果によれば、最適含水比は約 16%、最大乾燥密度は 1.78 t/m^3 である。試験含水比 W_n は、室内における最適含水比とほぼ同一である。

3. 新方式の R I 密度計の概要¹⁾

新方式の R I 密度計は図-2 に示すように透過型で線源が深さ 30cm の測定地盤内にある。検出器が地表から約 50mm 浮いた状態で 1 回転することによって、密度および水分量を同時に測定するものである。この測定器を自動走査式 R I 密度計 S R I D と呼んでいる。表-1 にその主な仕様を示す。

図-3 には、測定容積のちがいを従来の表面型 R I 密度計と比較して示す。S R I D は従来型より約 12 倍の測定容積を有しており、これは置換法容積よりも数倍大きい。

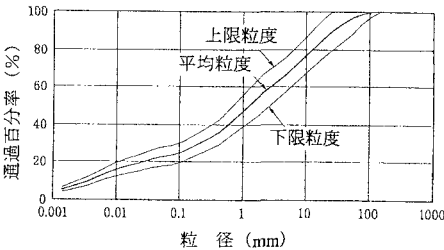


図-1 粒度分布

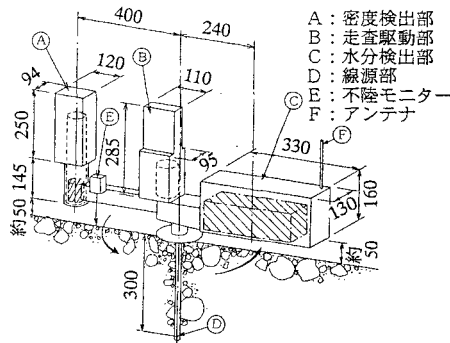


図-2 S R I D の概略図

表-1 新しい R I 密度計の仕様

測定方法	自動走査式・透過型
測定深さ	30cm まで
測定時間	2 分 (バックグラウンド測定含む)
線 源	⁶⁰ Co 2.6MBq 密封 (密度測定)
	²⁵² Cf 1.1MBq 密封 (水分量測定)
検 出 器	NaI シンチレーションカウンタ (密度測定)
	³ He 比例計数管 (水分測定)

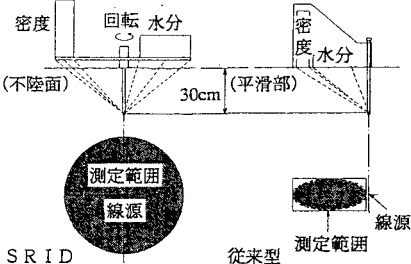


図-3 測定領域の比較概念図

4. 試験結果および考察

4.1 置換法との比較

図-4は、 W_n 、 $W_n+3\%$ におけるSRIDおよび置換法による測定結果を示す。SRIDのデータはいずれの含水比でも飽和度 S_r = 約 75~90% にあり、密度・含水比の分布範囲も狭い。一方、置換法においては、含水比の大きさにもよるが、 S_r の範囲が広く、 $W_n+3\%$ の方ではかなりのデータが $S_r=100\%$ をこえている。また、含水比および密度のばらつきも大きい。 $S_r=100\%$ をこえるデータは、置換孔体積が小さく測定されたものと考えられる。また、密度および含水比の分布範囲がSRIDに比べて大きいのは、直径 30cm の測定領域では十分でなく材料の粒度を局所的に評価した結果と考えられる。置換法の測定誤差は約 5 % あるとの指摘²⁾もあり、測定容積の大きいSRIDの測定の方が材料の平均的な粒度をとることができるため、測定データの信頼度は高いと考えられる。

4.2 現場密度と沈下率の関関

図-5は、同一試験ゾーンで得られた転圧回数と乾燥密度の関係を含水比ごとに示す。図では双曲線近似した曲線も入れている。所定の転圧回数における1プロットは、 6×8 m の試験ゾーンにおいてSRIDで 10ヶ所測定した結果の平均値である。自然含水比より湿潤側では転圧回数が増えても密度の増加はほとんどみられず、 W_n より乾燥側において転圧効果が認められる傾向を示している。

図-6は転圧回数と沈下率の関係である。沈下率も密度測定と同様に 10ヶ所のレベル測量によって測定した結果の平均値である。また、図-6には一次元圧縮状態を考え、密度の変化から算定した圧縮率の値もプロットしている。いずれの含水状態において沈下率の方が圧縮率に比べてやや大きい結果を示している。

5. まとめ

今回の現場密度試験などにおいて次のことがわかった。1) 置換法の測定容積がSRIDの測定領域よりも小さいため、乾燥密度のばらつきが大きい。2) 自然含水比 (=最適含水比) およびその乾燥側で転圧効果が大きい、湿潤側では転圧による密度の増加はわずかである。3) 密度から求めた圧縮率は沈下率よりもやや大きい。

参考文献 1) 豊田光雄, 吉田等, 延山政之: 自動走査式RI密度計(SRID)の開発とフィルダムへの適用, ダム工学会, pp.98~pp.112, 1997. 2) (社)土質工学会: 粗粒材料の現場締固め, pp. 122~pp. 123, 1990.

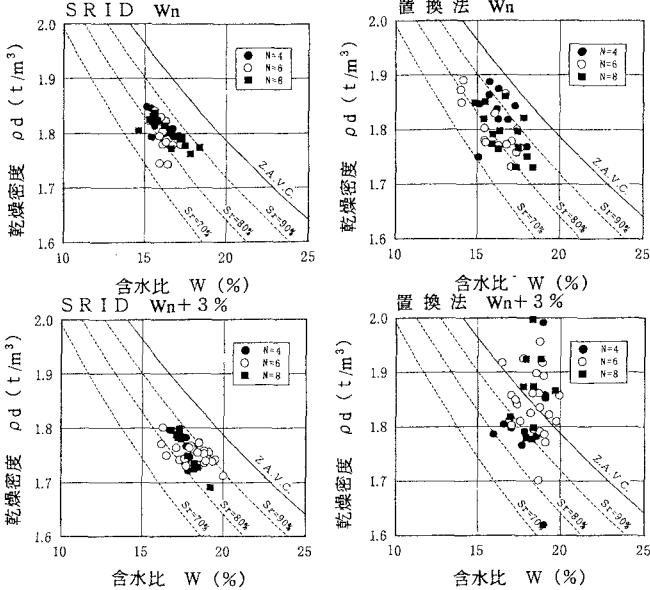


図-4 SRIDと置換法による密度測定の結果

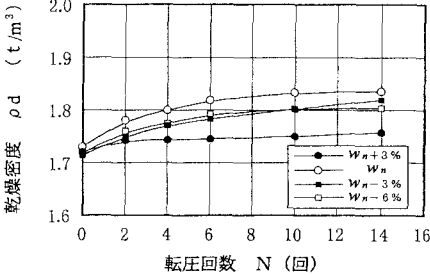


図-5 転圧回数と乾燥密度の関係

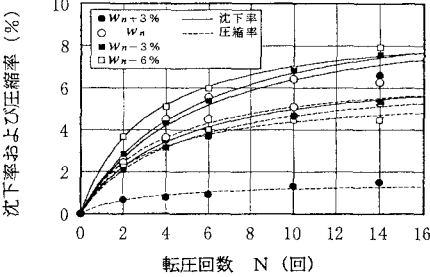


図-6 密度と沈下率による圧縮率の比較