

水平型・鉛直型 RI による RCD コンクリートの密度測定

岩川 真一*
Shinichi Iwakawa

1. はじめに

徳富ダムは、北海道樺戸郡新十津川町に建設中の堤体積 530,000 m³ の重力式コンクリートダム（発注者：北海道開発局）である。堤体コンクリート打設は、ダンプトラック直送の RCD 工法を主体とする。RCD コンクリートの品質及び施工方法の確認を目的とし、平成 16 年 8 月及び平成 17 年 7 月に試験施工を実施した。RCD 工法は、超固練りコンクリートをブルドーザで 1 層 25 cm 厚を 3~4 層撒出し後、振動ローラによる転圧を行う工法である。試験施工では、リフト厚 1 m のコンクリート密度が規格を満足するように、最適なコンクリート配合及び転圧回数を決定する。従って、転圧施工時に深度方向の密度が確認できるような測定方法が必要となった。

本報は、試験施工時の RCD コンクリートの現場密度測定方法として挿入型 RI 密度計を用いて実施した水平型・鉛直型 RI についてその測定方法と試験結果について報告するものである。

2. 挿入型 RI 密度計の概要

表面型 RI 密度測定計は、測定方式が γ 線透過型であり、コンクリート表面から線源棒先端（深さ 50 cm）までの密度を測定する。一方、挿入型 RI 密度計は測定方式が γ 線散乱型であり、計測孔（50~65 mm）を設けて線源棒を挿入し、線源棒周囲直径 40 cm の現場密度を測定する機器である（表-1、図-1）。

3. 水平型 RI の密度測定

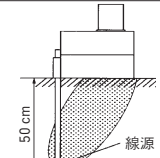
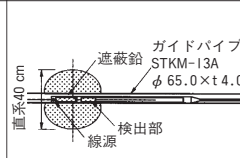
(1) 目的

表面型 RI 測定計では測定できない下層部分の密度測定方法として、挿入型 RI 密度計を水平方向で測定する方法（以下：水平型 RI）を提案し、各層別の密度測定を実施した。水平型 RI を導入した目的は、以下の通りである。

- ・各層別において転圧回数による現場密度の収束傾向の把握
- ・表面型 RI では測定できない下層部の密度測定
- ・下層部への振動ローラによる振動伝達度の確認

*札幌（支）徳富ダム（出）

表-1 RI 密度測定機仕様一覧表

測定器形式	表面型 RI 密度計	挿入型 RI 密度計
測定方式	γ 線透過型	γ 線散乱型
測定時間	バックグラウンド 1 分 密度計測 1 分	バックグラウンド 1.5 分 密度計測 2 分
測定精度 (2 σ)	$\pm 0.028 \text{ t/m}^3$	$\pm 0.018 \text{ t/m}^3$
使用温度	0~50°C	
測定範囲	1.0~2.8 t/m ³	1.3~2.5 t/m ³
測定領域		

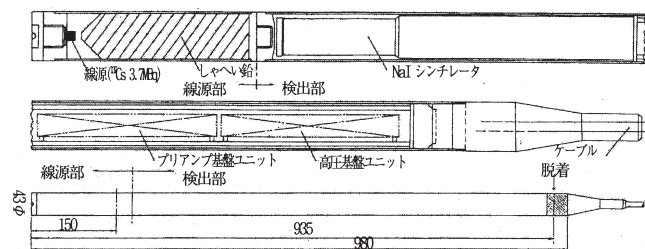


図-1 挿入型 RI 密度計構造図



写真-1 ガイドパイプ設置状況

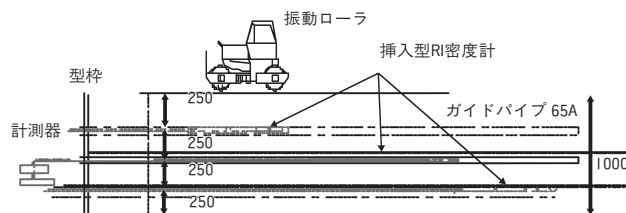


図-2 水平型 RI 計測位置図

(2) 測定方法

ブルドーザ 1 層 25 cm 敷均し毎にガイドパイプ（ $\phi 65$ mm STKM-13 A 鋼管）を設置する（写真-1）。水平型 RI は、ガイドパイプ内に挿入型 RI 密度計を水平に挿入して測定した。計測頻度は、振動ローラ転圧前、転圧回数 2 回、4 回、10 回、12 回、14 回（最終転圧回数により異なる）を計測した。なお、計測時は振動による計測誤差が生じるため、全て重機作業を停止した（図-2）。

(3) 測定結果

各転圧回数におけるコンクリート表面からの深度 25、

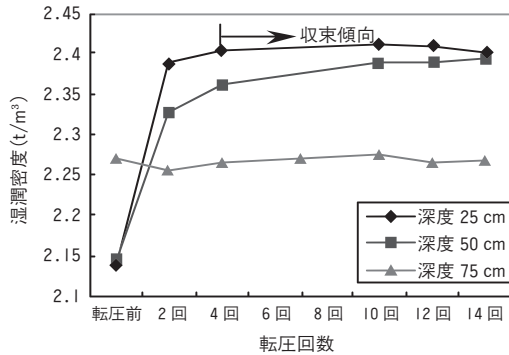


図-3 転圧回数における湿潤密度 水平型 RI 密度測定

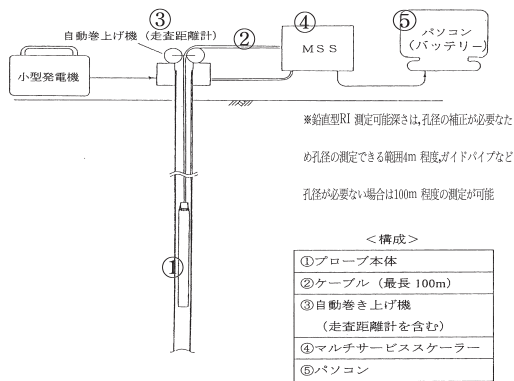


図-4 鉛直型 RI 計測構成図

50, 75 cm の密度推移を図-3 に示す。深度 25 cm 及び 50 cm では、転圧回数 4 回程度で密度の収束傾向を示す。また、上層部の方が密度上昇が大きく、下層部は密度上昇が小さいことがわかった。これは上層部は振動ローラの転圧効果により密度が上昇し、下層部はブルドーザ転圧による密度傾向が大きいことを示す。

4. 鉛直型 RI の密度測定

(1) 目的

従来の試験施工では φ 200 mm 程度のコアを採取して、外観評価、圧縮強度試験及びコア密度を計測し、評価する方法を実施していたが、従来方式では供試体作成可能なコアのみで試験を実施するため、コア欠損箇所の密度分布が把握できない。これらのデータを補完する方法として、鉛直型 RI による密度測定を実施した。

(2) 測定方法

鉛直型 RI の密度測定は、試験施工面に φ 50 mm で削孔した計測孔に、挿入型 RI 密度計を鉛直に挿入し、4 mm/秒の速度で引き上げる事により連続的に密度を測定した。計測頻度は、最終転圧回数レーン毎に 3 か所計測を実施した。図-4 に鉛直型 RI の計測構成図を、図-5 に計測位置をそれぞれ示す。

(3) 測定結果

鉛直型 RI における密度測定結果を図-6 に示す。T-1

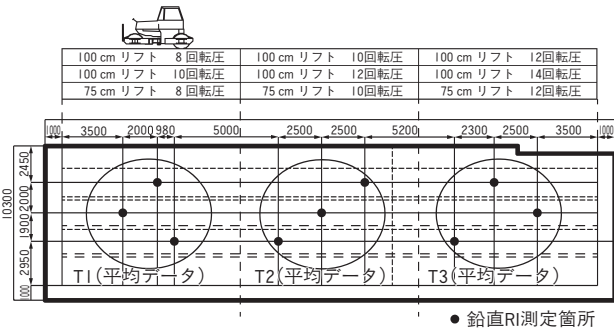


図-5 鉛直型 RI 計測位置平面図

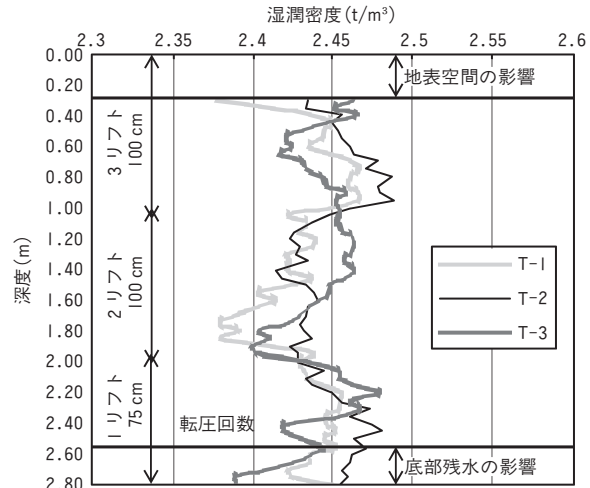


図-6 鉛直型 RI 密度計測結果図

において孔口表面からの深度 1.8 m 付近で密度が低い箇所は、孔壁から骨材が欠損している箇所 (ジャンカ) であると考えられる。ジャンカ部の密度も規格値の 2.3 t/m³ を満足していることが確認できた。採取したコア密度と比較してもほぼ同様の値を満足している。

また、鉛直型 RI は表面から深度 30 cm では地表空間の影響があり、また底部から 30 cm 程度上は線源棒や底部残水の影響が高いのでデータを除外した。また、水平型 RI は鉛直型 RI や表面型 RI の測定値に比べて、密度が 0.05~0.10 t/m³ 程度低い値を示す傾向がある。これは、ガイドパイプ周辺に若干の空隙が生じるためと思われる。

5. おわりに

水平型 RI は、転圧過程での深部の密度測定に有効であった。また、鉛直型 RI はコア採取をしなくとも全深度で密度が測定できる利点があり、今後は RCD 工法に限らず CSG 工法等にも採用できると考えられる。最後に、本報が今後の現場密度測定の参考になれば幸いである。

謝辞：試験施工のデータの取りまとめ並びにご協力・ご指導いただいたダム技術センター並びに日本工営、ソイルアンドロック社の関係各位に深く感謝いたします。