

配管用RI密度計を用いたボーリングコア密度の測定

鹿島建設(株) 正会員 ○藤田祐作 奈須野恭伸 神戸隆幸 大井 篤

1. はじめに

一般的に、ボーリングコアの密度を求める場合、採取されたコアを所定の大きさに切断および整形した後、コアの直径、高さおよび質量を測定し、測定結果を用いた計算により算出される¹⁾。しかし、ボーリングを行う対象によっては、強度が小さいものや空隙が多いものなどが存在し、コアの採取や運搬時において割れや欠けが生じ、コア形状が崩れてしまうことがある。そのような状況下では、コアを所定の大きさに切断することができず、コア密度を正確に測定することが困難である。本稿では、ボーリングコアを所定の寸法に切断することなく密度の測定を行う手法として、配管用RI密度計を用いたボーリングコア密度の測定を試行した。その測定概要と結果について報告する。

2. 配管用RI密度計の概要²⁾

ボーリングコア密度の測定に用いた配管用RI密度計は、放射線同位元素（radioisotope、RI）を利用して試料の密度を非破壊、非接触で連続測定することが可能であり、圧送配管内を流れる試料（汚泥、泥土、セメントミルク、PCグラウト材、ダムの堆砂等）の密度のリアルタイムでの測定、かつ連続的なモニタリングに用いられている。

配管用RI密度計を写真-1に、測定原理を図-1に示す。RI線源（Ba-133（1MBq））より放射された γ 線は波長が非常に短い電磁波であり、物質透過性が高い。配管用RI密度計は、下部に γ 線の線源部、上部に検出部があり、測定対象を上下から挟みこむような構造となっている。線源部より放出された γ 線が測定対象に吸収され、減少した放射線量を検出部にて測定し、 γ 線量の減少比から測定対象の密度を測定する。また、本機器の使用においては、特別な資格や原子力規制委員会への届出が不要であり、簡易に設置および計測が可能である。

3. 測定概要

密度の測定対象物としてCSGのボーリングコア（以下、CSGコア）を採用した（写真-2参照）。CSGとは、土石を原材料とし、分級や粒度調整・洗浄を行うことなく（必要に応じてオーバーサイズの除去や破碎を行う程度）セメントおよび水を添加・混合したものであり、ダムや防潮堤の材料として用いられている。CSGに求められる圧縮強度は1.0~5.0N/mm²程度であり、コンクリートや岩盤に比べ、コア形状を保持したままのボーリングによる採取が困難な場合が多い。ここで、本測定に用いたCSGコアはすべて同一の材料で構成されているが、配合については単位セメント量80、120kg/m³、単位水量は90、105、115kg/m³のいずれかの組合せとなっており、測定したCSGコア毎に異なっている。また、CSGコア

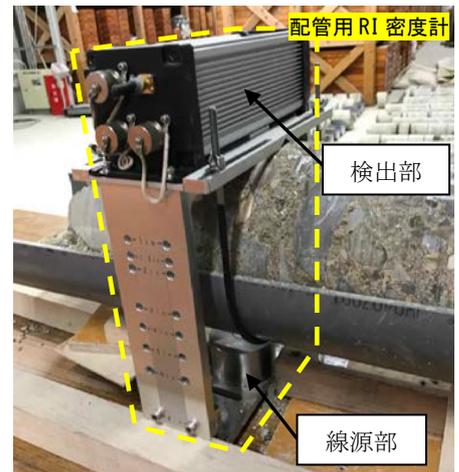


写真-1 配管用RI密度計

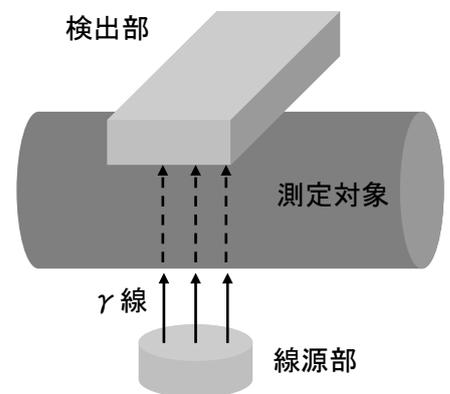


図-1 配管用RI密度計の測定原理



写真-2 CSGコア（例）

キーワード 配管用RI密度計, コア, 密度, RI, γ 線, CSG

連絡先 〒980-0802 宮城県仙台市青葉区二日町1-27 鹿島建設(株)東北支店土木部 TEL022-261-7111(代)

は直径 200mm のコアチューブを用いて、直径 190mm で採取した。CSG コアの密度測定において、配管用 RI 密度計にて測定される γ 線量減少比と、CSG コア密度との関係を把握する必要がある。そのため、密度が既知である同径の CSG コア（密度は従来手法のコア寸法および質量より算出）を用いて、コア密度と配管用 RI 密度計にて測定した γ 線量減少比の関係より相関式を作成した。配管用 RI 密度計による測定位置は、測定に用いた CSG コアの中央付近とした。次に、得られた相関式を用いて、配管用 RI 密度計による CSG コアの密度測定を行った（写真-3 参照）。ここで、測定に用いた CSG コアは、相関式を求めるために使用したものと別のコアを採用した。その後、測定に用いた CSG コアの寸法および質量を計測して、算出した CSG コア密度と比較した。

4. 測定結果と考察

コアの寸法および質量より算出した CSG コアの密度と、配管用 RI 密度計にて測定した γ 線量減少比の関係を図-2 に示す。両者は指数関数にて近似した場合の相関が高いことを確認した。この結果より、得られた指数関数を、配管用 RI 密度計によるコア密度測定時の相関式として採用することとした。また、密度の測定に用いた CSG コアは同一の材料で構成されているが、単位セメント量および単位水量が異なる配合であった。測定対象物が同一の材料で構成されている場合、配合の違いによらず相関式を得られることを確認した。

次に、相関式を用いて配管用 RI 密度計で測定した CSG コア密度と、寸法および質量より算出されたコア密度との関係を図-3 に示す。両者の値の差は $\pm 0.04\text{g}/\text{m}^3$ 程度にて収まっており、配管用 RI 密度計はコア密度を精度良く測定できることを確認した。

5. まとめ

配管用 RI 密度計を用いた CSG コアの密度測定を実施し、従来の方法であるコアの寸法および質量より算出された密度との比較を行った。その結果、両者の値の差はごく僅かであり、ボーリングで採取したコア密度の測定機器として、配管用 RI 密度計は十分適用できることを確認した。以上の結果より、切断が困難なボーリングコアの密度測定を、同機器を使用して簡易に精度よく測定できると考えられる。今後、様々な材料に対する適用性と測定精度の検証を行い、本手法の検討を継続していく。

参考文献

- 1) JIS A 1107 : 2012 コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法
- 2) ソイルアンドロックエンジニアリング株式会社 HP : http://www.soilandrock.co.jp/products2/pirica_sl (2021.03 時点)

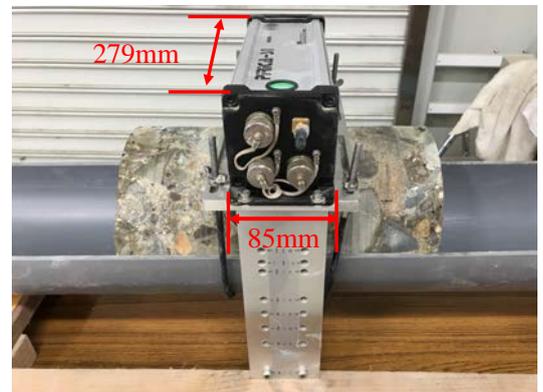


写真-3 CSG コアの密度測定状況

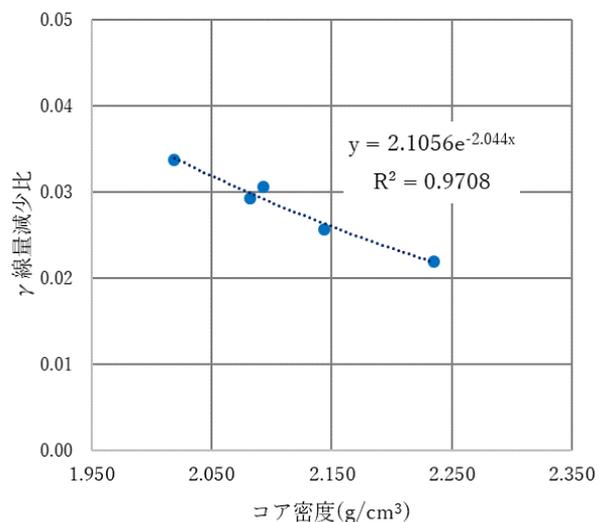


図-2 供試体密度と γ 線量減少比の関係

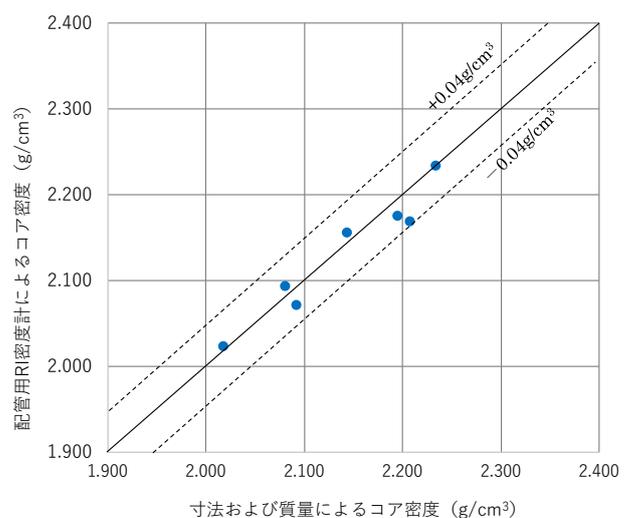


図-3 コア密度測定結果