

リングビームスキャナーによる現場密度試験掘削孔の計測事例

フジミコンサルタント株式会社 正会員 ○ 清水 英樹 佐藤 寛
 前田建設工業株式会社 正会員 平田 昌史 フェロー 石黒 健
 NPO 法人三次元工学会 中島 秀樹 武田 智治
 吉澤 徹 鎌倉 吉寿

1. はじめに

ダムや盛土等に代表される土構造物では、土の締固めを密度で管理することが一般的である。近年、Ri (Radioisotope) 計器を用いた現場密度試験が主流になっているが、Ri 計器を適用できない場合も多く、これらの現場では砂置換法や水置換法による現場密度試験が実施される。砂置換法や水置換法は、測定箇所の地盤に穴を掘り砂や水を充填することで体積を測定するため誤差が生じやすく、測定用の標準砂や水の準備、試験終了後の回収作業等、手間や時間も掛かる。そこで、この体積測定をリングビームスキャナーに置き換えることができれば、大幅な時間短縮や計測精度の向上が見込まれる。リングビームスキャナーは、地盤内空洞等の寸法・形状を安価かつ迅速に測定することを目的として製作したスキャナーである¹⁾²⁾。本スキャナーは、半導体レーザービームを円錐ミラーで円盤状に反射させることで測定対象内部に光セクション形状を生成し³⁾⁴⁾、この光セクション形状を CCD カメラで撮影した画像を、位置情報に基づいて繋ぎ合わせることで対象物内面の三次元形状を測定する。精度良く迅速に測定できることが特徴である。ここでは、ロックフィルダムの水置換法による現場密度試験の掘削孔に対して、リングビームスキャナーによる測定を計2回実施し、体積を比較した結果について報告する。



写真-1 掘削状況



写真-2 計測状況

表-1 リングビームスキャナーによる測定箇所一覧

	材料	測定用掘削孔	転圧回数	測定数	備考
第1回	ロック材	深さ: 0.8m	4	3	各条件で3カ所ある測定の内1カ所(計6カ所)については、掘削孔を上・中・下に3分割して計測
			6	3	
			8	3	
		深さ: 1.0m	4	3	
			6	3	
			8	3	
第2回	コア材	直径: 0.2, 0.4, 0.6m	6	3	シート破損防止のための孔壁処理を省略し、掘削をバックホウのみで行うことで作業を効率化
	フィルター材	直径: 0.6, 0.8m		2	
	ロック材	直径: 0.8, 1.0m		2	

2. 現場計測の概要

ロックフィルダムの施工現場において、現場密度試験(水置換法)で掘削した穴に対しリングビームスキャナーによる計測を実施し、水置換法との比較を行った。第1回の測定では、ロック材で掘削した穴に対してリングビームスキャナーによる計測を実施した。測定箇所は、深さD=0.8mの掘削孔9箇所(転圧回数3ケース×3箇所)、深さD=1.0mの掘削孔9箇所の計18箇所(直径はすべて1.0m)である。なお、この内の6箇所については、掘削孔を上・中・下に3分割して計測している。第2回の測定では、ロック材の他にフィルター材とコア材も含む計7カ所に対して実施した。なお、水置換法ではシートを張るため、通常は破損防止のため掘削した孔壁のトリミング作業を人力で行うが、第2回の測定では作業の効率化を図るためバックホウのみで掘削を行っている(写真-1参照)。表-1に、実施した計測の一覧を示す。

今回使用したリングビームスキャナーは、現場内の移動を考慮し、従来のプローブから若干の小型化・軽量化を施した新型プローブである。また、従来のプローブは光セクション画像を取得するため暗所での測定に限定されていたが、新型プローブでは取得した画像からレーザー光のみを抽出する画像処理フィルターを採用することで、明るい場所でも測定可能な改良を施している。現場での計測は、写真-2に示すようにプローブを測量用の三脚からワイヤーで吊るし、手動ウインチを用いて約11m/min(約0.18m/s)の速度で引き上げた。深さ1.0mの場合、測定時間は約6秒である。なお、CCDカメラのフレームレートが30fpsであるため、この引き上げ速度だと鉛直方向に約7mm間隔で光セクション画像が取得できる計算となる。掘削孔にはベースプレートを設置しており、この

キーワード: 現場密度試験, 体積測定, 三次元形状, リングビーム

〒162-0832 東京都新宿区岩戸町18番地 日交神楽坂ビル2F フジミコンサルタント(株) TEL 03-5227-8718 FAX 03-3235-7512

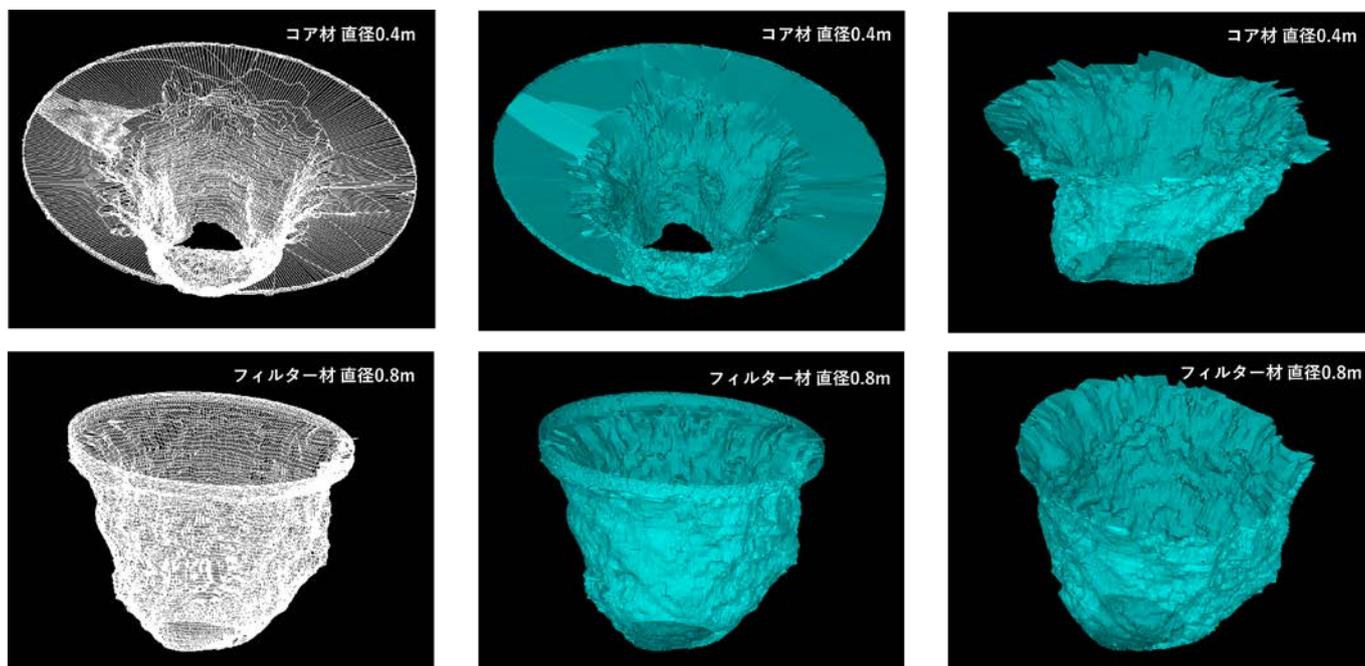


図-1 点群データの一例

図-2 ポリゴンデータ処理の一例

図-3 ベースプレート除去の一例

ベースプレートが含まれる位置まで計測している。

3. 計測結果

図-1は、リングビームスキャナーで取得した各光セクション画像に対して 1° 毎に点距離を計算し、点群データとして出力した図の一例である。この点群データを基に3Dポリゴン処理したものが図-2である。この図に示したように、水置換法では掘削孔の体積しか計測できないのに対して、リングビームスキャナーでは掘削孔の形状も確認することができる。なお、体積を求める際は上端のベースプレートを除く図-3を用いた。

図-4は、水置換法とリングビームスキャナーで測定した体積を比較したグラフである。横軸は水置換法で測定した体積、縦軸はリングビームスキャナーで測定した体積であり、両者の値はほぼ一致していることがわかる。

また、第2回で実施したバックホウのみの簡易掘削でも、

十分な精度で測定できている。なお、全体的に約1%程度リングビームスキャナーの方が体積を大きめに評価する傾向にある。水置換法では、孔壁に張ったシートの厚みや密着性の影響により実際の体積よりも小さ目に評価されることを考慮すると、リングビームスキャナーの方が測定精度は高いと考えられる。

4. おわりに

本報告では、ロックフィルダムの水置換法による現場密度試験の掘削孔に対して、リングビームスキャナーによる体積測定を実施し水置換法との比較を行った。この結果、リングビームスキャナーによる測定は水置換法と同等以上の精度を有することがわかった。また、移動・設置・計測を含めた1箇所あたりの測定時間は5分程度と非常に迅速に測定できており、水置換法による体積測定の代替として十分有用であることが確認できた。

【参考文献】

- 1) 平田昌史, 清水英樹, 安井利彰, 矢嶋貴宏, 若山俊隆, 吉澤徹: 地盤内空洞等を対象としたリングビームスキャナーの開発, 土木学会, 第土木建設技術発表会概要集, I-10, 2016.
- 2) 平田昌史, 清水英樹, 安井利彰, 矢嶋貴宏, 若山俊隆, 吉澤徹: リングビームデバイスを用いた地盤内空洞測定スキャナーの開発と測定事例, 土木学会, 土木建設技術発表会 2017 概要集, I-10, 2017.
- 3) T. Yoshizawa, M. Yamamoto and T. Wakayama: Inner profile measurement of pipes and holes using a ring beam device, *Proc. of SPIE* 6382, 2006.
- 4) T. Wakayama and T. Yashizawa: Development of an inner profile measurement instrument using a ring beam device, *Proc. of SPIE* 7855, Optical Metrology and Inspection for Industrial Applications, 78550B, 2010.

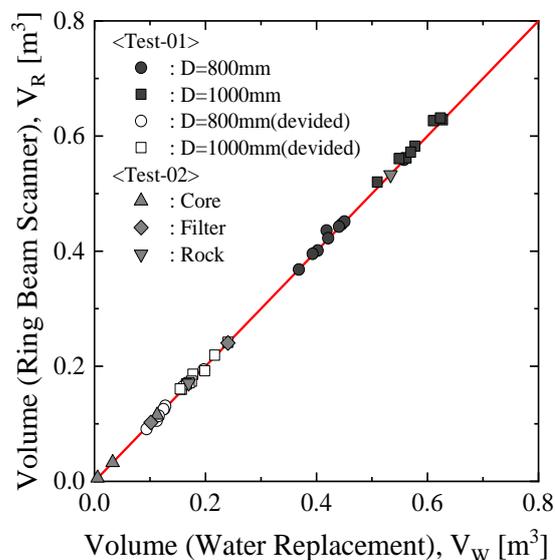


図-4 水置換法とリングビームスキャナーの比較