

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

前田建設工業株式会社

正会員 ○ 平田 昌史 矢嶋 貴大

安井 利彰 清水 英樹

埼玉医科大学

若山 俊隆

NPO 法人 三次元工学会

吉澤 徹

1. はじめに

日本全国には、放置された鉱山廃坑や地下施設、鍾乳洞等の空洞が至る所に残されている。このため、陥没事故を未然に防ぐための充填工事等の対策が実施されるが、地盤内空洞の寸法や形状を測定するには時間や費用がかかるため、十分な事前調査や出来形管理を実施することが出来ない現状にある。そこで本研究では、リングビームデバイス^{1),2)}を利用し、地盤内空洞等の寸法・形状を安価かつ迅速に測定可能なスキャナーの製作を試みた。本報告では、今回製作したスキャナーの仕様と簡単な測定事例について紹介する。

2. リングビームスキャナーの概要

リングビームデバイスとは、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する装置であり(図-1 参照)、この光セクション形状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が測定できる。リングビームデバイスを用いた内面形状測定は、これまで自動車等の各種部品やパイプ・配管、あるいは医療用内視鏡等に利用され、直径数ミリから数センチ程度を測定対象としていた。今回製作したプローブでは、高出力の半導体レーザー、広角レンズを使用することで、直径数メートルまでの測定に対応可能としている。写真-1に製作したプローブを示す。長さ750mm、直径は標準的なボーリング孔(86mm)での測定を想定しφ60mm、重量は約5kgfである。なお、光セクション形状を画像処理するには、レーザー輝度がガウス分布(図-2 参照)であるとしてサブピクセル精度で寸法を求めているが、広角レンズを用いているため対象物が大きくなると精度は低下することになる。本プローブでは、直径5mに対して誤差は約1%である。プローブの位置情報(移動量)については、プローブ内に搭載した三次元モーションセンサーを用いて測定している。また、三次元モーションセンサーを用いてプローブの回転(ヨーイング)や揺れも同時に測定し補正することで、ワイヤーで引き上げる等の手軽な方法で測定可能な仕様となっている。

3. リングビームスキャナーによる測定事例

図-3は、リングビームスキャナーを用いてポリバケツを測定した事例であり、リフト速度約11m/minの小型電動ウインチでプローブを引き上げながら計測している。これは、深度1mを5~6秒程度で測定する速度であり、レーザー距離計を用いたスキャナーと比較すると、測定時間を大幅に短縮できることがわかる。また、使用しているCCDカメラのフレームレートが30fpsであることから、深度方向に約7mm毎で断面形状を取得することができ、測定結果は、図-3(a)に示すような点群データとして出力される。図-3(b)は、点群データをポリゴン処理した結果であるが、ポリバケツの凹凸も忠実に測定できていることがわかる。また、図-4は鋼製型枠内の土砂堆積形状を測定した事例であるが、ポリバケツと同様に土砂堆積形状も忠実に測定できていることがわかる。図-5は、地盤を直径約70cm、深さ約70cmで掘削し測定した事例である。図-5(c)に示すように、リングビームスキャナーで計測した体積と水置換により測定した体積との差は1%未満であった。

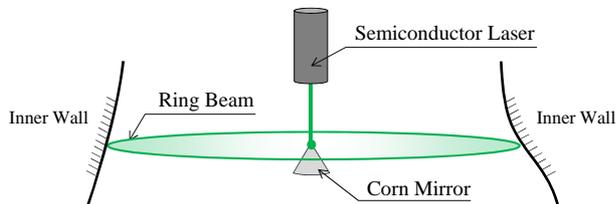


図-1 リングビームデバイスの原理

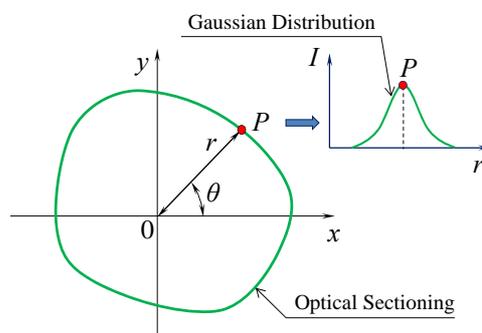


図-2 光セクション形状の模式図



写真-1 製作したプローブ

キーワード 空洞, 三次元形状, リングビーム

連絡先 〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業(株)技術研究所 Tel 03-3977-2242 Fax 03-3977-2251

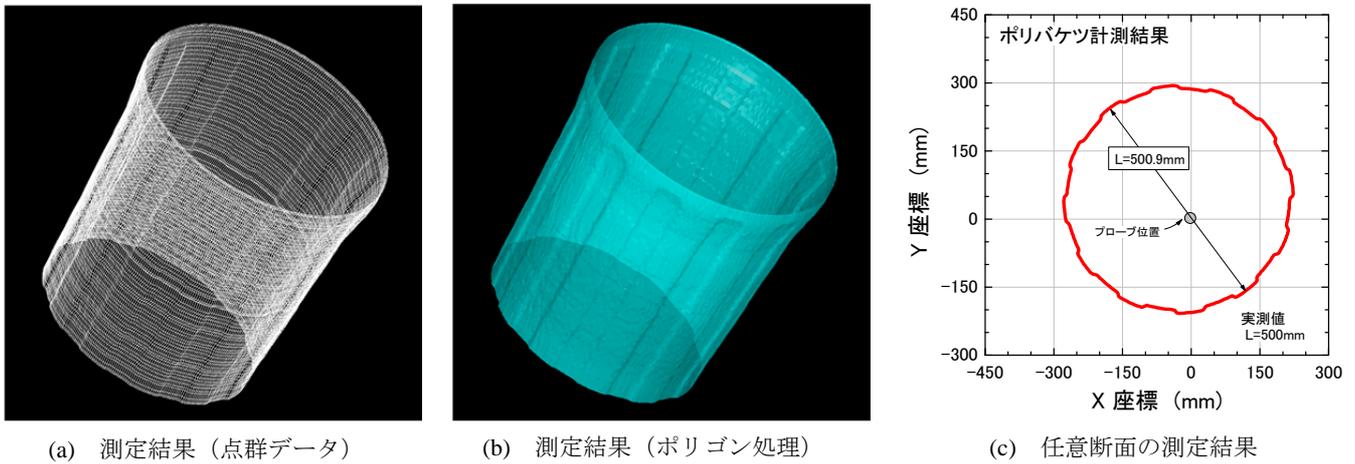


図-3 ポリバケツの測定事例

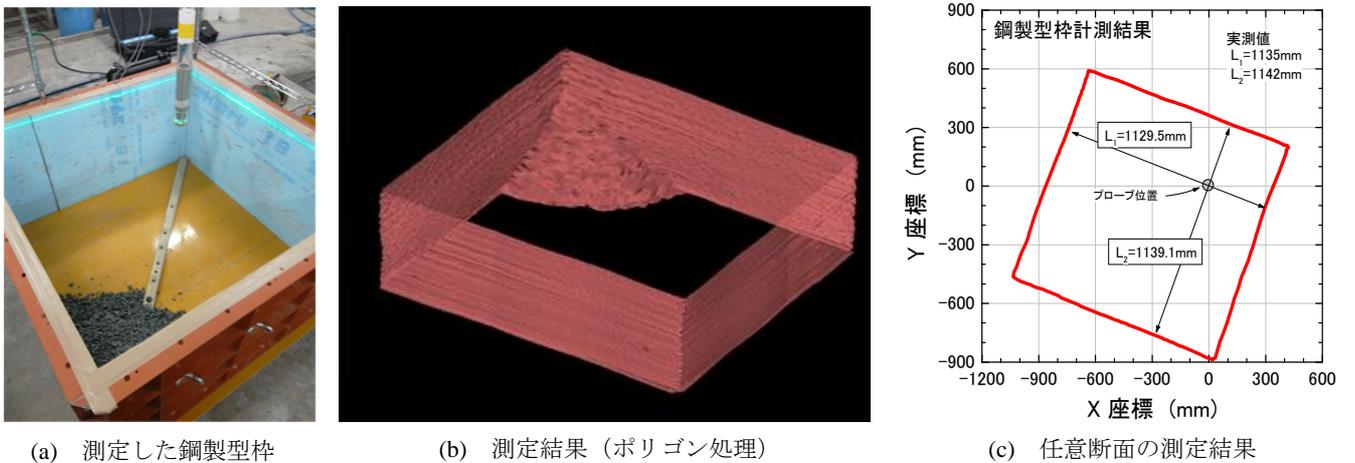


図-4 鋼製型枠の測定事例

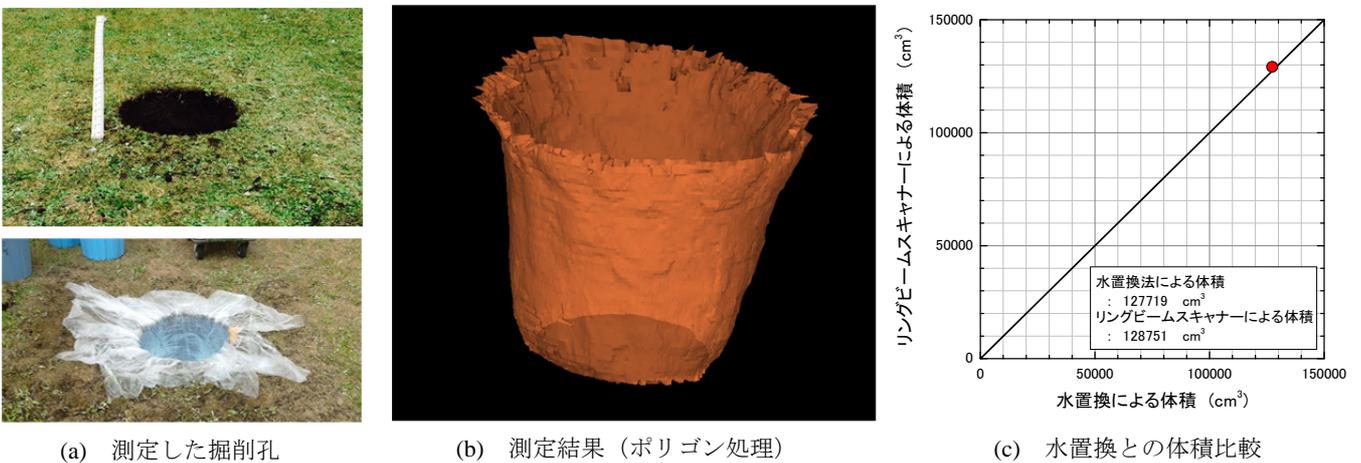


図-5 掘削孔形状の測定事例

4. おわりに

本報告では、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に製作したリングビームスキャナーの概要と、その測定事例について紹介した。なお、本スキャナーは地盤内空洞以外の測定にも幅広く適用することが可能であると考えられる。

【参考文献】

1) T. Yoshizawa, M. Yamamoto and T. Wakayama : Inner profile measurement of pipes and holes using a ring beam device, *Proc. of SPIE* 6382, 2006. 2) 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.