

新型フォトレーザーシステムの開発と 大谷地域における展示室の開設について

川崎地質株式会社 ○大村 猛, 遠矢 光, 槌谷 勝之, 藤原 盛光

1. はじめに

フォトレーザーシステムは、石材資源の採掘跡や特殊地下壕等の地下空洞の内部状況を把握するために開発・改良が行われた¹⁾²⁾。従前の機器製作から10年以上経過し、使用部品の供給対応やメンテナンス性の向上、さらに撮影技術の進歩を取り入れた新しいシステム（以下、本システムとよぶ）を製作し、空洞調査への適用を開始した。本稿では、本システムの概要、特徴について述べるとともに、地下空洞調査機器等開発の母体となった栃木県宇都宮市大谷地域への社会的貢献として開設した展示室について述べる。

2. 新型フォトレーザーシステムの概要

本システムの概略仕様を表-1に示す。既存システムからの主な改良点は、以下のとおりである。

- ① 俯仰可能範囲を152° から180° に拡大した。
- ② コンパクトデジタルカメラとストロボによる静止画撮影と、ハロゲンランプを光源とする動画撮影方式から、LED ライトを光源とするフル HD 相当の動画および静止画撮影方式に変更した。
- ③ 方位センサを地磁気・ジャイロの2種類とした。

表-1 新型フォトレーザーシステム 概略仕様

全体仕様	旋回機能	360° エンドレス回転 エンコーダ搭載
	俯仰機能	0~180°
	方位センサ	地磁気、ジャイロセンサ エンコーダ併用 表示単位 1°
プローブ	外形寸法	L=1498~1786mm, φ78mm
	解像度	側視 500 万画素(2448×2048) 直視 230 万画素(1920×1200)
	動作温度	-5~+45°C
	レンズ	側視 16mm/F1.6 直視 12mm/F2
	水平画角	側視 約 31° 直視 約 25°
	ピント	固定(手動調整可)
	照明	側視 45W 白色 LED(最大 4 灯) 直視 3W 白色 LED(2 灯)
	レーザー距離計	半導体レーザー (側視用, 1 箇所)
	レーザー波長	905nm(Class 1)
	測距精度	0.1~1m(メーカー値)
	測定レート	4Hz
	カメラケーブル	光・メタル複合構成
ケーブル長	200m(電動式ケーブルドラム)	
電源	AC100V 50/60Hz	

次に、本システムの機器構成を図-1に示す。本システ

ムは、カメラ・レーザーを内蔵して掘削孔から空洞内に挿入するプローブと撮影計測やプローブの旋回・俯仰操作を行うノート PC と動画レコーダを接続した制御装置、ケーブル（電動式か手巻き式を選択使用）、撮影計測深度管理用の距離カウンタを内蔵したシーブ、プローブとシーブを支持する三又等から構成されている。

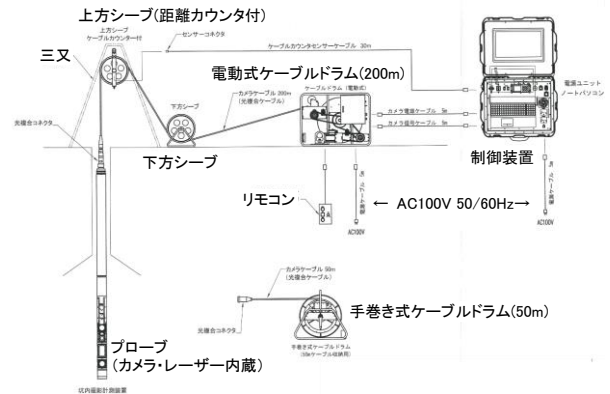


図-1 新型フォトレーザーシステム 構成図

プローブの先端部には、側視・直視カメラ、レーザー送受信部および LED ライトが内蔵されている。プローブ先端部の機器類接続にはアタッチメント方式を採用しており、空洞の広がり規模等に応じて LED ライトを最大4灯まで増設可能である（写真-1；参照）。

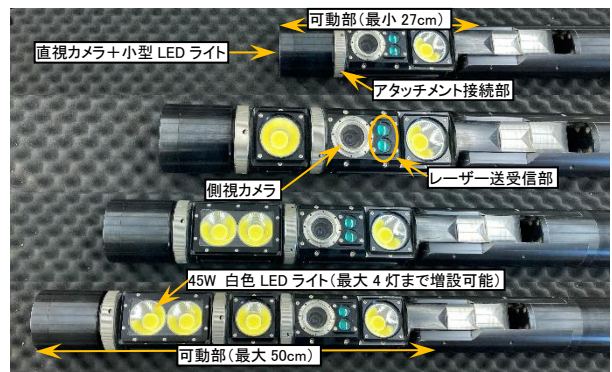


写真-1 アタッチメント方式のプローブ先端部

本システムにおけるプローブ先端の可動範囲を図-2に示す。プローブ先端の旋回によって全方位の撮影計測が可能であり、俯仰操作を行い鉛直上方から鉛直下方まで180°の範囲でフル HD 相当の高品質撮影計測が可能である。図-3に空洞内部の撮影計測概念を示す。本システムによって、従来記録が不可能だった斜め下方の陥没空洞や斜め上方の鍾乳洞などの鮮明な写真撮影と計測が可能になった（写真-2；参照）。水平・垂直の自動撮影計測モードでは、画角を考慮して対象物が重なるように一定の

角度間隔での自動撮影が可能であり、得られた写真をパノラマ合成して空洞内部の全体像を把握することができる。また、撮影時に複数の深度で対象物が重なるようにステレオ写真撮影を行い、実体視による荒廃状況の解析に使用している。

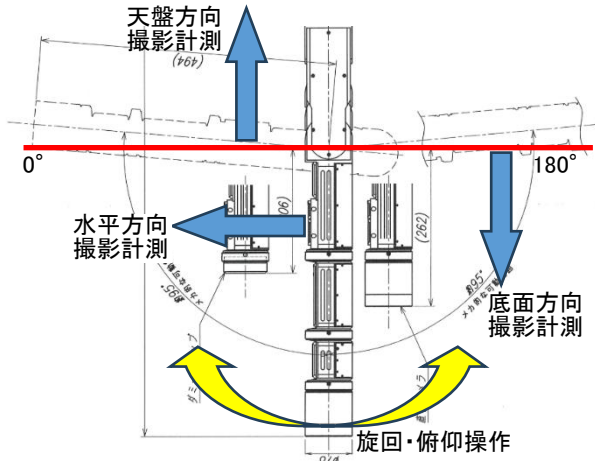


図-2 プローブ先端可動範囲

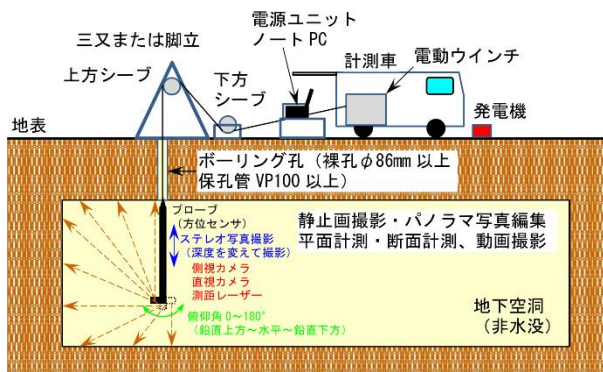


図-3 空洞内部の撮影計測概念



写真-2 空洞内部の写真撮影事例

3. 水没空洞における調査機器

本システムは、水没空洞では使用不可である。水没空洞では、水が濁っている場合が多く内部の写真撮影を記録することは困難であるが、形状計測には超音波の反射特性を利用した音響測深機探査で対応している。計測の要領はフォトレーザーシステムと同様であり、現在新型

機の開発と製作を行い、装置のテスト計測中である。

4. 大谷地域の展示室開設

1989年に発生した大谷地域における大規模の陥没事故を契機に、ボーリング調査と掘削孔を利用したステレオ写真撮影や空洞形状の計測のために必要な装置の開発と改良を行い、大谷地域における採取場跡地空洞の実態を把握することを目的とする調査を開始し、30年以上経過した現在も継続して遂行中である。

大谷地域におけるこれまでの調査資料を収集・整理して、開示可能な資料を展示する目的で2023年8月に展示室を開設した³⁾。本展示室には、空洞撮影計測装置や音響測深機探査装置のうち、調査開始初期に開発した機器類を中心に展示しているほか、地質調査によって得られた200m級長尺コアや大谷石採取場跡地観測システムの概要、落盤疑似振動体験等の展示を行っている(写真-3; 参照)。本展示室は予約制により一般公開を行っている。



写真-3 初期に開発した空洞撮影計測装置の展示

5. まとめ

本システムにより、従来鮮明な画像を撮影できなかった空洞天盤などの画像情報を得ることで、空洞内部の荒廃状況等を詳細に把握することが可能になった。レーザーによる形状計測と組み合わせることで、空洞容積算出等、空洞対策工の基礎資料として活用できるものと考えられる。

《引用・参考文献》

- 1) 樋谷勝之, 藤原盛光 (2009): フォトレーザーシステムの特徴と利用, 全地連技術フォーラム2009論文集, 論文 No. 111.
- 2) 大村猛, 赤澤貴, 山田茂治 (2010): 連続波レーダ探査とフォトレーザーシステムを用いた特殊地下壕調査, 全地連技術フォーラム 2010 論文集, 論文 No. 27.
- 3) 野口静雄, 大村猛 (2023): 会員施設紹介 大谷石採取場跡地観測所・大谷地下資源研究所展示室, 物理探査ニュース, No. 60, pp. 4-6.