

狭隘空間における画像撮影装置によるトンネル壁面変状の抽出技術の開発

東京電力ホールディングス（株） 正会員 ○重岡 匠， 齊藤 仁

（株）東設土木コンサルタント 非会員 藤原 孝明， 土井 孝一， 中川 光貴， 作中 隆之

1. はじめに

トンネル壁面の変状は一般的に人による目視により点検しているが，最近では，例えばレーザー計測機や画像撮影装置を搭載した車両を走行させ，トンネル壁面の変状を記録する装置などが開発されつつあり^{1), 2)}，今後は無人による変状把握が中心的な技術になると考えられる．しかしながら，電力用トンネルなどでは，壁面付近にケーブルが敷設されており(写真-1，図-1)，ケーブル裏に隠れた壁面の撮影は難しい．そこで本研究では，ケーブル裏のような狭隘空間でも撮影が可能な小型の画像撮影装置を開発した．開発した撮影装置の概要と適用効果を示す．



写真-1 電力用トンネルの様子

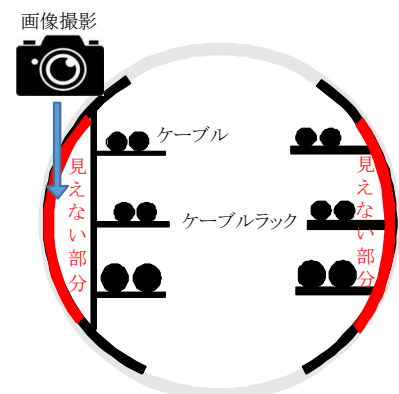


図-1 電力用トンネル断面図

2. 装置概要

開発した撮影装置を写真-2 に示す．撮影装置は台車に取り付けたカメラと両脇の照明で構成されている．この台車がレール上を走行しながら撮影をする．レールは脚によって固定され，コンクリート壁面との距離，角度を一定に保つことができる．脚の先端には，カメラと壁面の角度を垂直に保つための治具がついている．レールを手で持ち，脚の先端の治具を壁面に押しあてることにより，レールを固定することができる(図-2，図-3)．撮影範囲の移動は，レールを壁面から離し，レールごと撮影装置を次の範囲に移動させて盛り替えを行う．撮影装置は手持ちのため、盛り替えを容易に行うことができ，効率的な撮影が可能となる．

ここで，カメラと照明の仕様は表-1 のとおりである．



写真-2 撮影装置



図-2 撮影装置の使用方法

キーワード 画像撮影，点検，トンネル，狭隘，電力洞道

連絡先 〒100-8560 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東京電力 HD 都市土木技術 G TEL 03-6373-4296

3. 撮影結果

撮影結果を図-4に示す。図-4は1回の撮影範囲(レール1本分を走行させた際の撮影範囲)の带状動画を合成処理したものである。ケーブルが無いようなトンネルの展開図が作成できる。

4. 撮影精度

撮影精度としては0.1mm幅のひび割れを撮影できることを確認した(写真-3)。

撮影距離(壁面とカメラの距離)ごとのひび割れの見え方を確認するために、撮影距離20cm, 25cm, 30cm, 35cm, 40cmで撮影した結果、20cm～30cmで0.1mm幅のひび割れを確認することができた。35cmの撮影距離ではひび割れはみえづらくなり、40cmの撮影距離ではひび割れは確認できなかった。また、20cmより短い距離ではピントが合わないことが確認された。

5. 撮影効率

直径1.8mのトンネル全周を距離1.5m(2.5m²)撮影するのに約4分かかった。1時間あたりの距離に換算すると、22.5mの撮影が行える計算である。これは、従来の人による目視点検より2～3倍程度早い結果となった。なお、このトンネルは壁面にケーブルが敷設されており、ケーブルの間に撮影装置を入れて撮影範囲の盛替えを行うため、全周を撮影するのに10回盛替えを行ったものである。

6. まとめ

狭隘空間でも実用可能な撮影システムの構築に成功した。本研究はトンネルをターゲットにしたが、撮影装置は、壁面に押しあてて固定すればよいため、多様な構造物に広く適用が可能である。今後はAIによる画像からの変状の自動抽出や、撮影の自動化による無人点検の開発を進めていく所存である。

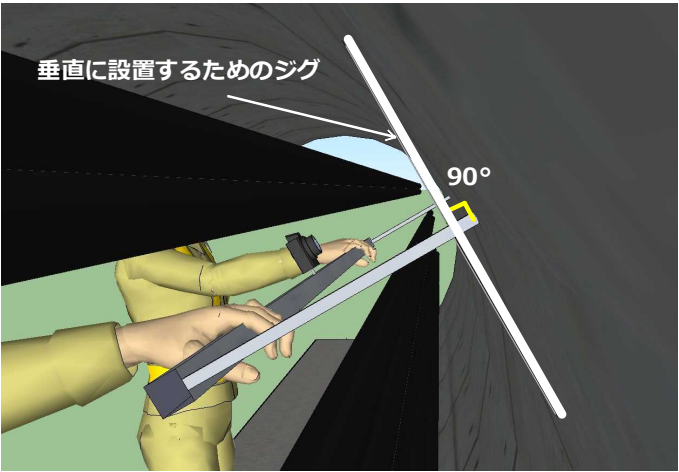


図-3 撮影装置

表-1 カメラと照明の仕様

	カメラ	照明
性能	フルHD・4K	10800ルクス (10cm離れ)
サイズ	6.2×4.6mm	85×54×10mm

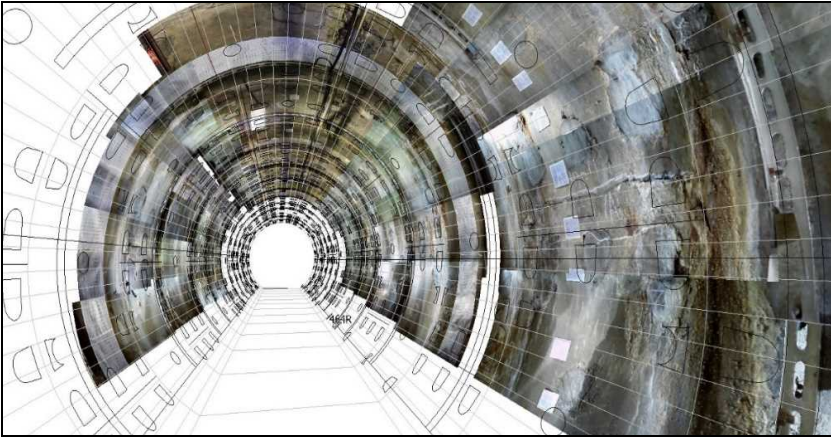


図-4 撮影結果

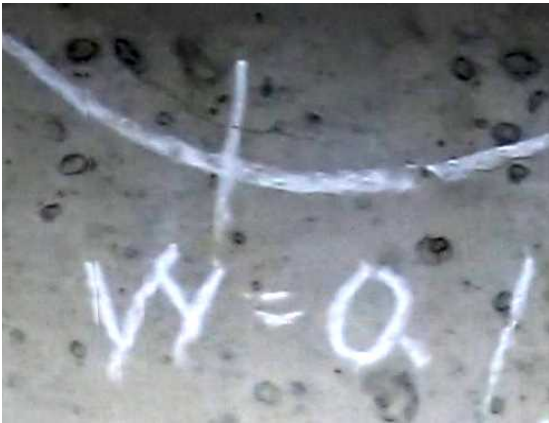


写真-3 0.1mm幅のひび割れ

参考文献

1) 谷口, 徳田, 仲田, 蔭: トンネル覆工のひび割れ自動抽出技術の構築と健全度評価への適用, 第23回地下空間シンポジウム論文・報告集, c2-4 pp.7-18, 2018.1
2) 中村, 畠, 高岩: トンネル覆工レーザ・赤外線計測システム, 日本ロボット学会誌, vol.34 No.9, pp.593-594, 20016