

地下空洞壁面点検へのデジタルビデオカメラの適用性検討

東電設計（株） 正会員 ○鈴木康正 橋本 淳 小山俊博
 東京電力（株） 非会員 斉藤 稔
 （株）エマキ 非会員 秋月直道

1. はじめに

従来、地下発電所空洞の維持・管理は目視による吹付けコンクリート壁面の点検、空洞の内空変位測定および建設時に設置され管理用に残存させた岩盤変位計・支保工応力計等を用いて行われて来たが、内空変位の測定精度、埋設計器の経年劣化および面的な点検の必要性を鑑みると、目視による点検が維持・管理の基本となっているのが現状である。一方、目視点検では、担当者により見落としやバラツキが生じ、特に幅1mm以下のクラックの発生時期や進展を特定する上で課題となっている。また地下発電所やそのアプローチトンネルのように点検箇所が広い範囲に及ぶ場合は、人手を要しかつ安全上の課題もある。

近年、覆工表面を連続的に撮影することにより連続写真を作成し、それを画像処理することによって変状展開図を作成する技術が確立されつつある^{1),2)}。しかし、この技術が適用された対象はコンクリート覆工が多く、吹付けコンクリートを永久覆工とした凹凸のある空洞内壁への適用事例は試験適用段階に留まっているのが現状である。そこで連続撮影処理技術の一つであるデジタルビデオ方式により吹付けコンクリート壁面を撮影し、詳細な目視点検結果との照査の下、吹付けコンクリートを永久覆工とした空洞の壁面点検への当方式の適用性を評価した。

2. 適用性確認試験方法

適用性確認試験は掘削後2年ほど経過した地下発電所の天井部で実施した。空洞規模は幅33m、高さ52m、長さ216mである。撮影は自走式の仮設天井クレーンから実施することとし、点検項目である吹付け面のクラック、遊離石灰の析出、湧水によるにじみが認められる範囲90m²(横断面方向6m×空洞軸方向15m)を撮影対象とした。撮影に先立ち、対象範囲を目印として水系によりマーキングし、目視によりクラック、遊離石灰の析出、湧水のにじみ状況のスケッチを行うと共に、クラックスケールによりクラック幅の測定を実施した。目視観察後、撮影幅、絞り、シャッタースピード、照度等を24通り変えた予備撮影を行い、当地点の撮影環境に適した撮影条件を検討した上で本撮影を実施した。図-1に撮影機器設置概要を、図-2に撮影概要を示す。予備撮影より設定した撮影条件は照度3000ルクス、撮影幅30cm、絞りオート、シャッタースピード1/500sec.である。

撮影した動画データは室内において静止画像に変換し、その後画像上の一一致する点をガイドに走行方向の画像を自動で繋ぎ合わせ(静止画像モザイク処理)、それを横断面方向に手動で繋ぎ合わせるにより撮影範囲全体の静止画像に変換した。この画像に対して

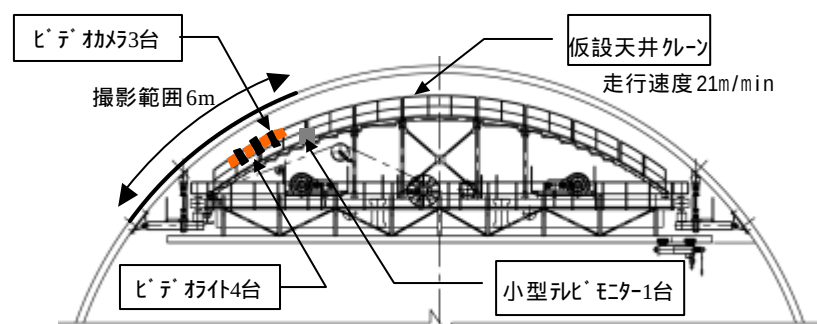


図-1 撮影機器の設置概要(発電所天井部横断面)

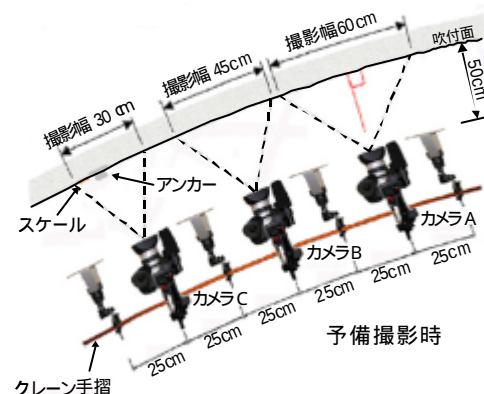


図-2 撮影概要

型式	カメラ一体型デジタルビデオ(CanonXL1S)
使用カセット	MiniDVカセット
撮影素子	1/3型 3CCD(総画素数27万、有効画素数25万)
被写体照度範囲	約2ルクス～約10万ルクス
電源	D.C.7.2V
消費電力	約8.7W
寸法	223(幅)×214(高さ)×415(奥行)mm
質量	本体+バッテリー+カセット 約2,860g

キーワード：デジタル画像、吹付けコンクリート、クラック調査、地下空洞

連絡先：〒110-0015 東京都台東区東上野3-3-3 Tel(03-4464-5178)、Fax(03-4464-5190)

色域による抽出解析を行いクラック、遊離石灰の析出、湧水にじみの判読を行った。各作業に要した時間は目視点検に70時間(6人×2日)、ビデオ撮影に4時間、画像処理に40時間程度であった。

3. 試験結果

画像処理後の画像を図-3に示す。目視点検の結果、横断面方向クラックが50本、空洞軸方向クラックが42本、遊離石灰の析出が27箇所、湧水のにじみが2箇所確認された。このうち画像処理によりその一部でも判別できたものは、同順で23本、21本、27箇所、2箇所であった。高品質なカラー画像が得られるため、遊離石灰や湧水など壁面の変色を伴う事象に対しては特に判別しやすい結果となった。

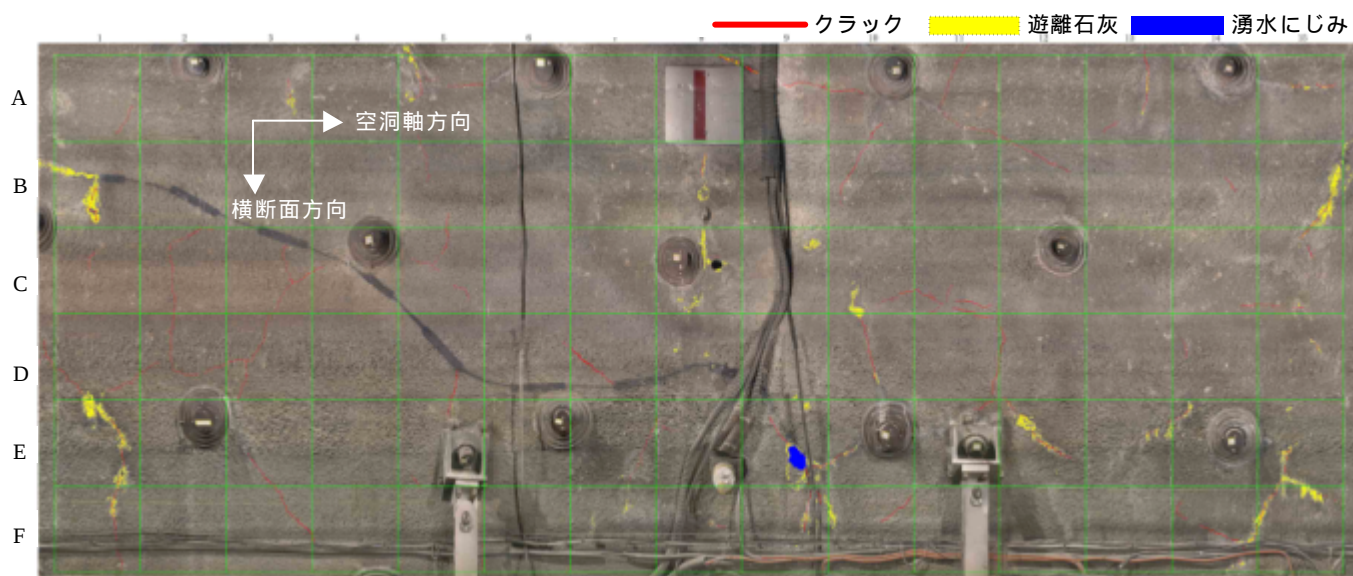


図-3 画像処理を加えたデジタルビデオカメラの画像

目視点検の50%程度の判別数となったクラックについて、幅別に判別率(=画像より判別したクラック長/目視点検のクラック長)を求め図-4に示す。今回の撮影では撮影幅300mmに対し画素数720pixelであり、1pixel当たり0.42mmであったため、クラック幅0.5mm以上で判別率が向上している。また撮影場所の制約よりA-D行(図-3)の撮影ではカメラを壁面に正対できたが、E-F行では斜め方向から撮影することになり、その影響でE-F行の判別率がやや低下している。クラックの方向別の判別率を見ると、横断面方向のものが仮設クレーンの走行方向(空洞軸方向)に比べ判別率がやや低くなっている。これは静止画像モザイク処理後、横断面方向に画像を手動で合成する際の繋ぎ合わせ部の画質の低下によるものと考えられる。

4. おわりに

今回の撮影条件で吹付けコンクリート面の幅0.5mm以上のクラックおよび遊離石灰、湧水によるにじみに対し、デジタルカメラは目視点検を補足する方法の一つになりうるものと評価している。当試験では画素の制約より画像からクラック幅を測定していないが、今後カメラの性能向上に伴い、画質がより向上し適用範囲が広がると共に、画像処理費の低コスト化が期待できるものと考えている。

参考文献 1)(財)鉄道総合技術研究所：トンネル保守マニュアル(案)，pp.55-57，2000.5

2)日比野悦久・野村智浩・太田資朗：レーザーを利用したトンネル内面クラック探査装置の開発，電力土木，No.248，pp.74-79，1993.11

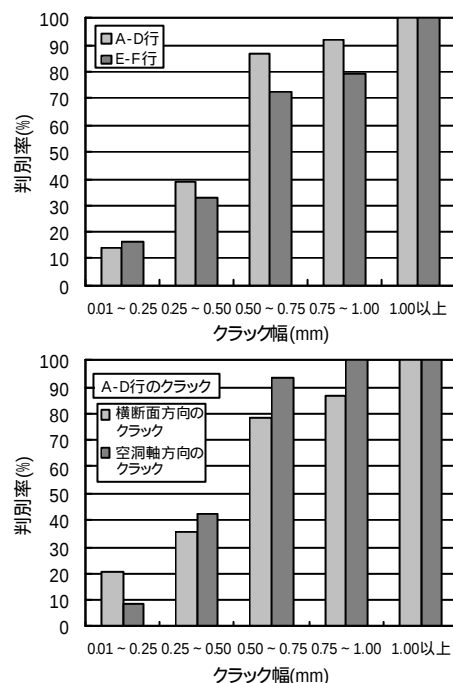


図-4 クラック判別率