

## 遠隔操作による集水井点検の取組み

中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 正会員○中村 尚武  
正会員 西田 直也  
堀 隆一

### 1. はじめに

現在、NEXCO 中日本が管理する高速道路の土木構造物では、構造物等の状態を把握、評価し、適切な措置を行うのに必要な情報を得るために、「保全点検要領(構造物編)」に基づき、近接目視による点検を実施している。しかし、点検検査設備及び点検用車両を活用しても、近接目視、触診や打音が物理的に困難な箇所があり、このような箇所は点検困難箇所と定義され、近接目視と同等の評価が得られる点検手法での対応が求められている。

本論文では、点検困難箇所に該当する鋼製集水井(写真-1、写真2)の点検に、カメラ及びドローンのセンシング技術を利用し、地表から安全かつ効率的に点検・調査を行った取り組みについて、その内容を報告する。



写真-1 鋼製集水井



写真-2 集水井坑内状況

### 2. 集水井点検の課題

集水井は、地すべり対策工の抑制工の一つであり、深層地下水の排除を目的として施工される。維持管理においては、人が内部に進入して近接目視と変状箇所の写真撮影を行っており、本体の破損変形、腐食、湛水の有無や、集水、排水ボーリング坑口の腐食、閉塞、などに着目して点検を実施している。実際、経年劣化に伴う変状が確認されており、点検検査設備でもある天蓋やタラップについても変形、破損、著しい腐食などが確認される。さらには集水井内部の有毒ガスや酸欠による転落事故も懸念されることから、安全かつ効率的で近接目視と同等の評価が行える点検手法が求められている。

以下、集水井の点検を安全かつ効率的に実施すべく機器の検討を行った内容を示す。

### 3. 点検機器の検討

本論文では、人が内部に進入できない集水井の点検手法の一つとして、地表から撮影機器を集水井坑内に吊り下げて画像を取得する方法を検討・試行した。

撮影機器を集水井坑内に吊り下げるには、機器を昇降させる装置を集水井の天蓋に固定する必要がある。一般的に、集水井の天蓋はエキスパンドメタル製やコルゲートシート製で、天蓋に出入り口が設けられた構造となっているが、施工された年代や集水井のサイズによっては形状に差異がある。また、吊り構造にロープなどを用いる場合の課題として、集水井の深度が深い場合、撮影機器の構造物に対する向きがコリオリの力を受けて変化するためフーコの振り子のように位置を保持できず回転を受けてしまい、位置を特定した画像を取得することが難しくなる。さらに、事前の調査において360°カメラと小型アクションカムによる撮影を実施したが、ボルトの腐食状態を判別できる画像の取得には至らなかった。また、集水井が深い場合は日光が差し込まず、鮮明な画像取得のためには照明が必須となる。

キーワード：点検・調査、維持管理、集水井、遠隔操作

連絡先：〒160-0023 東京都新宿区西新宿 1-23-7 中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) TEL:03-5339-1717

これらの課題を克服すべく、以下に示す撮影機器を製作して点検を実施した。

撮影機器は、小型のドローン上部に回転雲台を搭載してカメラを装着する構造とした（写真-3）。ドローンは姿勢制御用として用いており、4つのプロペラの回転バランスによりヨー方向を制御する。撮影機器の昇降はパラコードで行うため、ドローンを飛行させる必要がなく、撮影装置の重量に対して小型のドローンでも問題はない。また、今回試行した集水井は、天蓋がエキスパンドメタル製のため、集水井内部の支保工（集水井を補強する目的で集水井内部の水平方向に設置される H 型鋼）などの障害物を避けてパラコードを通して設置した。

撮影に用いたカメラは、APS-C イメージセンサー搭載の市販のミラーレスデジタルカメラで、AF（自動ピント合わせ機能）の作動を確実にするため、ドローン機体に LED 照明を実装して集水井内部の照度を確保した。なお、LED 照明はあくまでも AF 作動のために用いており、カメラ内蔵のストロボを発光させて撮影した。撮影は、地上のモニターで映像を確認しながら回転雲台を操作して 360° 周囲の撮影を行い、1m ごとに下降して同様の撮影を行った。

#### 4、点検結果

写真-4 は、集水井のライナープレートを接合するボルト・ナットであり、腐食や脱落を確認するには十分鮮明な画像を取得できた。写真-5 は点検用の設備であり、腐食状況を確認できる。また、撮影した画像を結合してパノラマ化することで、位置ごとの状況の把握が可能である。さらに、撮影した写真を基に SfM 解析（写真-6）を行い、集水井内の 3D モデルを作成することで、全体形状を確認することも可能である。

#### 5、今後の改善

本点検機器により集水井点検を行って得られた課題（機器の改善点）を下記に示す。

- ①カメラ内蔵のストロボは、集水井の深度が深くなると光量不足で画像が暗くなるため、外付けのストロボが必要である。
- ②集水・排水管の閉塞状況を確認するためには、ズームレンズの装着が必要であり、機器のバランス調整が課題となる。

#### 6、おわりに

今回、デジタルカメラとドローンを組合わせた機器を用いて、遠隔操作で集水井の点検を実施した。本手法は、比較的簡易かつ低コストで導入可能であり、入坑せずに内部状況を把握できるため、安全性や効率性の観点から非常に有効な手法と考えられる。また、集水井の状況を画像で保存するので、次回点検時に比較できる点も優れている。今後、積極的に利活用を進めていく予定である。

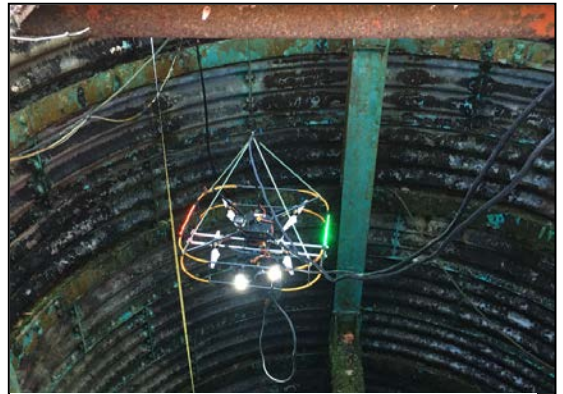


写真-3 点検装置



写真-4 変状状況 腐食



写真-5 点検検査設備腐食状況

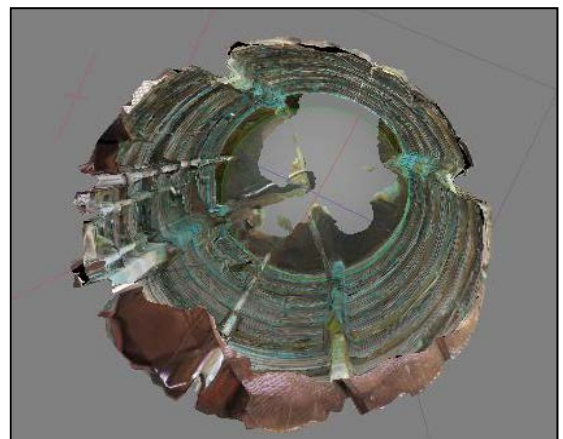


写真-6 SfM 解析状況