洗浄装置付CCDカメラシステムによる 水平ボーリング孔内観察事例

森 一司*・阿部栄一*・中村道彦**

要 旨

水垢の沈積や土砂の流入などが著しいため従来の孔内カメラでは深部までの観察が困難であった地すべり地内の水平水抜きボーリング孔を対象として, 新たに洗浄装置付のCCDカメラシステムを考案し適用してみた結果, 水平深度で最大50.5mまで良好な画像を得ることができた。

Key words : CCDカメラ CCD camera, 洗浄装置 washer device, 水平水抜きボーリング孔 horizontal drainage pipe, FRPロッド fiberglass reinforced plastic rod

1. はじめに

地すべり対策事業等で施工される水平水抜きボーリング孔は経年変化により目詰まりが進行し, 機能低下することが知られている。定期的な洗浄などの維持管理を効率的に行うためには目詰まり状況の実態を把握する必要があるが, そのためには孔内を目視観察するのが最も直接的かつ明解である。

小型CCDカメラを用いたボーリング孔内観察装置は, 早くから農林水産省農業工学研究所(2001年度より独立行政法人)によって実用化され, 現地において活用されてきた¹⁾。また最近では, 製品化された孔内カメラシステムによる観察事例もいくつか報告されている^{2), 3)}。これらは主として鉛直ボーリング孔を対象としているため, 水平ボーリング孔への適用には深度や孔径などの制約が伴う。

配管検査用の管内カメラにはさまざまな種類のものが市販されており, 水平方向への挿入も可能となっている。これらの中には内径40mmといった細いパイプに適用できるものもあるが, ケーブル長や価格の点で適当なものは少ない。また, 年数の経った水平ボーリング孔内を観察する場合, 目詰まり物質がカメラに付着し視界が遮られることが多い

ため, カメラを何らかの方法で洗浄してやる必要があるが, このような機能を持つ製品は筆者らの知る限り市販されていない。

そこで, 洗浄装置付の水平ボーリング孔内観察用CCDカメラシステムを組み立て, 現地で使用してみたところ深部まで良好な画像を得ることができたので報告する。

2. システムの構成

本システムの構成は, CCDカメラ, バッテリ, 家庭用ビデオカメラを基本とし, これにカメラ洗浄用の送水ポンプ, 音声同時記録用ボイスレコーダ, ビデオ分配器および外付けモニタが付帯する(図-1)。

使用したカメラは, 外径20mm, 長さ70mmの塚本無線製水中用25万画素カラーCCDであり, 先端には照明用の白色LEDが6個内蔵されている。電源には液晶モニタと充電池がセットになった専用品を使用した。直流12Vが得られれば乾電池やカーバッテリーでも作動する。ケーブル長は余裕を見て50mとした。

カメラ洗浄装置は, 園芸用に市販されているポリプロピレン製蓄圧式噴霧器を使用して, 外径9mm, 内径4mmの塩ビホースに送水し, カメラ先端に取り付けたノズルによりカメラハウジングのフロントガラス部に向けて側方から噴射させるようにした(写真-1)。

カメラケーブルと送水ホースは, 直径5mmのガラス繊維強化プラスチック(FRP)製ロッドに添わせ, 深度目盛を

* 農林水産省東北農政局 Tohoku Regional Agricultural Administration Office(会員)

** 農林水産省東北農政局 Tohoku Regional Agricultural Administration Office((現)農林水産省関東農政局)

図-1 孔内カメラシステム構成図

今回作成したシステムの全体図であるが、ビデオ分配器と液晶モニターはなくてもよい。

写真-1 カメラ先端部

カメラ先端部に取り付けたノズル側方からカメラに向けて水を噴射して洗浄するしくみである。

写真-2 水平ボーリング孔内観察風景

右側の人物は右手に家庭用ビデオカメラ、左手に洗浄水調節コック、胸ポケットにボイスレコーダを持っている。

兼ねて50cm間隔でビニールテープを巻きつけ固定した。なおFRPロッドは電気配線工事用の通線ワイヤーとして市販されている。

CCDカメラからの映像は、家庭用デジタルビデオカメラによって録画した。また、デジタルボイスレコーダをビデオカメラに接続し、深度や観察事項などと同じビデオテープに音声で同時記録するようにした。さらに、映像を複数の人間が同時に観察できるようにするため、CCDカメラ

からの映像信号を乾電池式ビデオ分配器により、ビデオカメラと5.6インチ液晶モニターに分配した。

製作費は全部で約30万円であったが、ビデオカメラやボイスレコーダ(音声を増幅してビデオカメラにライン入力できればよいので、録音機能のあるカセットテープレコーダやMDプレイヤーでもよい)が既に手元にあり、電源に乾電池を使用すれば、半額程度の費用で済む。現地での作業は写真-2に示すように2～3人で行ったが、1人でも可能である。

撮影した映像はパソコンにより静止画として取り込み整理することもできるが、動画の状態で見の方が鮮明であり、少量の湧水箇所なども識別できた。

3. 現地での使用例

CCDカメラによる水平ボーリングの孔内観察は、丸山ほか^{4),5)}によって既に実施されているが、目詰まり物質(スライム)が障害となり観察可能深度は最大で22mであったと報告されている。

今回の調査では13地区38孔の観察を試みたが、破断や植物根密生などにより数mしか進めなかった孔を除く25孔の平均観察深度は35.4m、最大でケーブル長限界の50.5mまで観察することができた。洗浄装置の効果は大きく、目詰まりにより観察不能になることはなかったが、深度が30mを越える位から急激に摩擦抵抗が大きくなり挿入が困難となった孔が多かった。

孔内に目詰まり物質が多少でも付着していると、カメラの前進によって掻き起こされ、写真-3-①のように視野が完全に遮られてしまう。この状態で洗浄水を噴射させると、徐々に視界が晴れて行き、やがて②のような状態まで改善される。水平ボーリングの場合、洗浄で生じた濁水はその都度排出されるため、視界が濁ることはない。噴射に伴う孔壁状態の乱れもほとんどないようである。

写真-4はA地区における水抜きボーリング孔の深度ごとの孔内画像の一部である。本孔は掘削長60mで内径40mmの塩ビ管仕上げであり、施工後15年が経過している。孔口から15m付近までは灰白色の水垢状物質が厚く付着していたが、深度とともに次第に減少し、30m以深ではほとんど見

写真-3 カメラ洗浄の効果

カメラが前進すると①のように目詰まり物質によって視界が遮られてしまう。ノズルから水を噴射すると徐々に視界が晴れてゆき、やがて②の状態となる。写真4と同じ地区の2m地点。

写真-4 A地区での水抜きボーリング孔内画像

孔口付近では灰色の水垢状物質が厚く付着しているが、深度とともに減少し、30m以深ではほとんど認められなくなっている。なおカメラが回転するため、各画像の天地は一定していないが、流水や流水痕跡により判別可能である。右下の数字は孔口からの深度である。

写真-5 その他の孔内画像例

①B地区30m付近の土砂状堆積物。褐色を呈し深部で増加する傾向が見られた、②C地区深度15m付近の植物根、③D地区8m付近のストレーナからの湧水

られなくなった。

目詰まり物質としては、孔壁全体に付着する灰白色水垢状を呈するもののほかに、管底に堆積した褐色土砂状のもの(写真5-①)や植物根(写真5-②)がしばしば見られた。また、写真5-③のようなストレーナ孔からの湧水箇所も明瞭に確認できた。

4. お わ り に

本システムは、すべて入手しやすい市販品で構成されているため、誰でも簡単かつ低コストで作成できる。直線性が高く振れにくいFRPロッドを使用しているため、あまり深くない鉛直ボーリング孔であれば、方位をある程度一定に保ちながらの観察も可能である。摩擦抵抗を減らし深部までスムーズに挿入できるように、コード・送水ホース・FRPロッドを1本のチューブ内に収めて一体化するなどの改良の余地はある。ただしその場合、収納やCCDカメラ故障時の交換などのメンテナンスは難しくなるであろう。

本システムは地すべり対策施設の維持管理に有効なツールとなるだけでなく、水生生物の生態調査や小口径のかがい用パイプラインの点検、さらには災害時の被災者捜索などさまざまな用途に活用できるのではないかとと思われる。

謝辞 カメラの挿入方法および洗浄方法については(独)農業工学研究所造構部土地質研究室奥山武彦室長および広域防災研究室中里裕臣主任研究官のアイデアに負うところが大きい。また、FRPロッドの使用等について東北農政局の戸澤浩幸技官から貴重な助言をいただいた。これらの方々に対し衷心より謝意を表する。

引 用 文 献

- 1) (独)農業工学研究所：造構部土地質研究室研究概要, http://www.nkk.affrc.go.jp/kikou/08/08_00/08_5/LEGHP.htm, 2001年4月1日.
- 2) 高橋周・山田孝雄・小田嶋良幸(1998)：地すべり調査・工事における孔内カメラの有効性について 第30回日本地すべり学会研究発表講演集, pp.113-114.
- 3) 中川渉・新居見健二・遠藤司・山本寛(2001)：Qスコープカメラによる孔内傾斜計ガイド管の変形観察, 第40回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.323-324.
- 4) 丸山清輝・安藤達弥・高橋正樹・飯田正巳(2000)：地すべり地における地下水排除施設集水管の目詰まりに関する調査, 土木技術資料, Vol.42, No.6, pp.56-61.
- 5) 丸山清輝・安藤達弥・飯田正巳(2003)：地下水排除施設集水管の目詰まりに関する検討, 地すべり学会誌, Vol.39, No.4, pp.23-29.

(2004年10月7日受付, 2004年12月10日受理)

Jour. Japan Soc. Eng. Geol., Vol.46, No.2, pp.99-102, 2005

Inspections of Horizontal Boreholes by CCD Camera System Equipped with Washer Device

Kazushi MORI, Eiichi ABE and Michihiko NAKAMURA

Abstract

We assembled CCD camera system equipped with washer device and made inspections into clogged horizontal drain pipes drilled in landslide areas and obtained clear images at the maximum depth of 50.5 meters.

Key words : CCD camera, washer device, FRP(fiberglass reinforced plastic)rod, horizontal drainage pipe