

# 赤外線カメラ搭載ラジコンカーによる 谷埋め盛土暗渠排水管内の点検

## Observation of inside a culvert drainage pipe under a valley fill using a radio-controlled car equipped with an infrared camera

美馬 健二、川浪 聖志、太田 英将（有限会社太田ジオリサーチ）

Kenji MIMA、Seishi KAWANAMI、Hidemasa OHTA (Ohta Geo Research Co., Ltd.)

### 1. はじめに

谷埋め盛土が滑動崩落する原因を盛土内の液状化（過剰間隙水圧の上昇）と推定している報告がいくつかある<sup>1)2)3)</sup>。谷埋め盛土内には、通常、暗渠排水管（以下、暗渠管）が敷設され、暗渠管が適切に機能していれば、過剰間隙水圧上昇のリスクは低減されているはずである。ところが、仙台市で160地区もの宅地盛土を調査した佐藤（2019）によると、「地下水位が盛土厚さの6割以上を占める地区は全体の約78%」<sup>4)</sup>であったとのことで、実際はほとんどの盛土で高い地下水位が存在していることが明らかにされ、暗渠管が機能していないということが推定された。盛土内に地下水が存在する理由を調査した釜井（2021）は、図-1<sup>5)</sup>に示すように、中央縦排水から流入する細粒分が暗渠排水管（以下、暗渠管）を詰まらせることで、地下水位上昇を招いているとして指摘している。筆者らは、暗渠管の排水不良が過剰間隙水圧上昇の原因であれば、暗渠管内の閉塞状況を把握し、暗渠管の洗浄を行えば、滑動崩落の発生を抑えられる可能性があると考えた。

そこで、まずは暗渠管内部の状況を把握するため、暗渠管内を走行できる小型ラジコンカー（以下、RCカー）を試作した。既往の試作RCカー<sup>6)</sup>は、暗渠管内の最大走行距離が50mまでであったため、今回、最大走行距離を延長することを目的に、RCカーを改良した。本論では、改良型RCカー及び暗渠管内の点検方法・結果を紹介する。

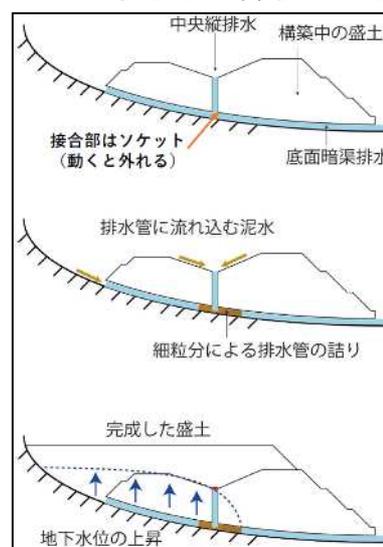


図-1 暗渠排水管の排水不良に伴う地下水位の上昇メカニズム<sup>5)</sup>

### 2. RCカーの構造及び改良点

#### 2. 1 RCカーの構造

RCカーは、図-2のような車体を試作した。車体の寸法は、幅24cm×長さ29cm×高さ23cmである。車体とコントローラーは、2.4GHzを用いて約100m無線通信でき、前進・後退、左右に曲がることのできる。車体にはLEDライトが付いており、暗渠管

内を照らすことができる。車体の上には、幅 4 cm×長さ 5 cm×高さ 4 cmの可視光線と赤外線に切り替え可能なカメラ（以下：赤外線カメラ）を搭載した。赤外線カメラは、マイクが内蔵されており、音声付きの動画が microSD カードに記録される。また、暗渠管内の障害物を避けたり、屈曲させなければ、車体を奥へ送り込めない場面も想定されたため、リアルタイムで前方の映像を見られるよう、赤外線カメラの映像を Wi-Fi を通じてスマートフォンで表示させながら運転操作することとした。

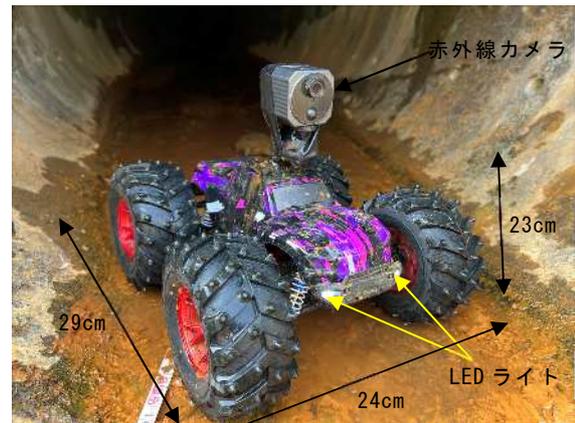


図-2 RC 車の外観

## 2. 2 改良点

暗渠管内の距離程が把握できるよう、既往の試作 RC 車は、車体の後部に延長 50m の検尺テープを括り付けていた。車体が暗渠管の奥へ進めば、同時に目盛付きの検尺テープも暗渠内に引き込まれる仕組みであり、暗渠管吐口の見盛を読むことで、車体がどこまで奥へ進んでいるのかを確認することができる。しかし、用いた検尺テープが幅 1cm と太かったため、RC 車の移動距離が増加するに従って、検尺テープと暗渠管内の堆積土砂との摩擦力や流水との抵抗が大きくなり、抵抗力が RC 車の推進力を上回ると車体を奥へ送り込めなくなる問題が生じていた。そこで、図-3 のように検尺テープをデブスカウンター付きの PE 製釣り糸（以下、釣り糸）に変更し改良した。なお、この釣り糸は、通信不良等のトラブルにより車体が暗渠管内で止まってしまった場合に引っ張り、回収することができる命綱でもある。



図-3 車体の後部に PE 製釣り糸を括り付けた改良型 RC 車

## 3. 実験概要

実験の概要図を図-4 に示す。実験場は、宅地の谷埋め盛土（幅約 40m×長さ約 150m×厚さ約 8m）に敷設された直径 90 cm のコンクリート製有孔管であり（図-5）、暗渠管吐口からは、常時 10L/min 以上の排水がある。当該暗渠管吐口から改良型 RC 車を走行させ、赤外線カメラの画像をスマートフォン端末で確認しつつ、デブスカウンターの距離程を読み上げながら、暗渠管内の状況を点検した。

#### 4. 調査結果

改良型 RC カーで暗渠管内を走行させた結果、既往の試作 RC カーの走行可能距離 50m を超える 65m に達した。当該箇所では、65m 地点で暗渠管が T 字に分岐していた (図-6)。T 字路で車体を屈曲させて進むと、釣り糸が断線して車体を回収できなくなる恐れがあったため、本実験の最大走行距離の確認は、65m 地点で打ち切った。暗渠管内の状況は、65m の地点でも土砂堆積状況等を観察できる程度の白黒画像で撮影することができた。なお、暗渠管内の状況を丁寧に観察するために低速で前進しようとする、車体がスタックし前進が困難となることが多かったため、往路は車体が停止することのない一定速度を保ち、最深部まで一気に前進させるようにした。一方、復路は、車体の括り付けておいた釣り糸をリールでゆっくり巻き上げて回収することで、暗渠管内を低速で移動させながら撮影し、管内を丁寧に観察した。暗渠管吐口から約 60m 進んだ地点の画像を図-6 に示す。また、赤外線カメラの映像は、スマートフォンで 65m までリアルタイムで確認することができた。

RC カーを用いた点検の結果、暗渠管の底には、泥や少量の礫が堆積していたが、閉塞している状況は見られなかった。また、暗渠の破断も認められず、今回調査した暗渠管は少なくとも吐口から 65m までの区間は健全に機能していると判断できた。

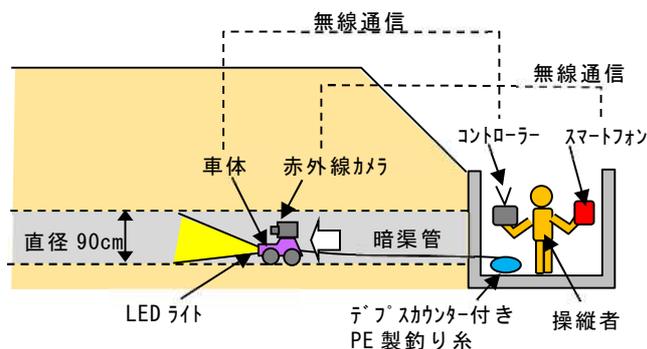


図-4 実験の概要図



図-5 実験の様子



図-6 暗渠吐口から約 60m 進んだ地点の映像

#### 5. まとめ

改良型 RC カーにより、暗渠管内の最大走行距離を 65m まで更新することができた。また、65m 奥の暗渠管内の状況も、赤外線カメラの白黒画像で観察可能であることを確認した。今後は、暗渠が大きく屈曲しても RC カーを押し進めることができるかどうかを検証する。また、暗渠管は、最小で直径 30cm のものもあるので、今後は車体の小型化にも取り組む。

## 参考文献

- 1) 釜井俊孝、守隨治雄：斜面防災都市、p.144、2002.
- 2) 渡部要一：平成 30 年胆振東部地震による火山灰谷埋め盛土の液状化被害、消防防災の科学、No.138、pp.17-21、2019.
- 3) 太田英将、榎田充哉：谷埋め盛土の地震時滑動崩落の安定計算手法、第 3 回地盤工学会関東支部研究発表会講演集、pp.27-35、2006.
- 4) 佐藤真吾：造成地盤のリスク～最近の地震被害による宅地造成地の主なリスク～、地盤工学会東北支部災害協定に基づく講習会『地盤リスクに関するシンポジウム』、[https://jgs-tohoku.org/academic/event/risk\\_akita2019\\_2.sato.pdf](https://jgs-tohoku.org/academic/event/risk_akita2019_2.sato.pdf)、p.12、2019.
- 5) 釜井俊孝：盛土問題の現状と課題－熱海伊豆山の災害が示すもの－、欠陥住宅被害全国連絡協議会第 50 回大阪大会資料集、p.81、2021.
- 6) 美馬健二、川浪聖志、太田英将：赤外線カメラ搭載ラジコンカーを用いた谷埋め盛土内暗渠排水管の点検方法、第 58 回地盤工学研究発表会、2023.（投稿中）

# 2023 年度技術研究集会＜実践的技術研究の部＞

主催：（公社）日本地すべり学会関西支部

後援：（公社）砂防学会関西支部・（公社）地盤工学会関西支部

日 時： 2023年6月1日（木）13:30～16:50（開場 13:00）

場 所： ドーンセンター（大阪府中央区大手前1丁目3番49号）

およびオンライン開催

## ○ プログラム（お名前は講演者のみを示しています）

13:30-13:35 趣旨説明

京都大学防災研究所 王 功輝

13:35-14:25 基調講演

「NHK ブラタモリから学ぶこと」

1

香川大学名誉教授 長谷川 修一

講師は香川大学名誉教授(元工学部長・創造工学部長)で、現在香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構副機構長の長谷川修一特任教授。NHK ブラタモリ、#59「さぬきうどん」、#60「こんぴらさん」、#198「高松」、#199「小豆島」と案内人として4回出演。ブラタモリの番組作成のノウハウを活用した、防災まち歩き「ブラハセ」、ジオの視点から知的好奇心を湧き立てる「ジオツアー」等を開発し、讃岐ジオパーク構想の推進に奔走中。日本応用地質学会元会長で、アウトリーチ活動にも力を入れている。

14:25-15:05 話題提供(1)

「長崎県第三紀層地すべりの発生メカニズムと対策」

39

復建調査設計(株) 渡邊 聡

15:10-15:50 話題提供(2)

「集水井工の三次元点群モデルを用いた形状変形の客観的評価」

51

国土防災技術(株) 加藤 貴大

15:50-16:15 技術報告

「赤外線カメラ搭載ラジコンカーによる谷埋め盛土暗渠排水管内の点検」

53

太田ジオリサーチ 美馬 健二

16:20-16:50 総合討論「新技術が革新する地すべり防災」

司会：太田英将(太田ジオリサーチ)、パネリスト：講演者