

## 土砂流出箇所自動埋め戻しと可視化に関する基礎的研究

神戸大学大学院工学研究科 正会員 芥川 真一

神戸大学大学院工学研究科 学生会員 ○福井 悠太

近年各地で下水管の破損等が原因の地盤内の空洞発生による地盤の陥没が多数発生しており、早急な対策が必要となってきた<sup>1)</sup>。本研究ではその空洞の発生検知と自動埋め戻し、併せてその度合いの可視化を目標とした基礎的実験を実施したのでその概要を報告する<sup>2)</sup>。

## 1. 埋め戻し・可視化実験装置について

地盤に埋め戻し材の入ったパイプを縦に設置し、模擬地盤底部の下水管上部に生じた破損部から漏水したと想定して繰り返し水を破損部から供給する。繰り返す毎に土砂流出による空洞が大きくなると予想され、空洞がパイプの出口にまで達した時、埋め戻し材が自動的に落下し、空洞を埋め戻すと同時に、埋め戻し材の減少具合から地下に空洞ができていいることを地上に可視化することを目的としている。

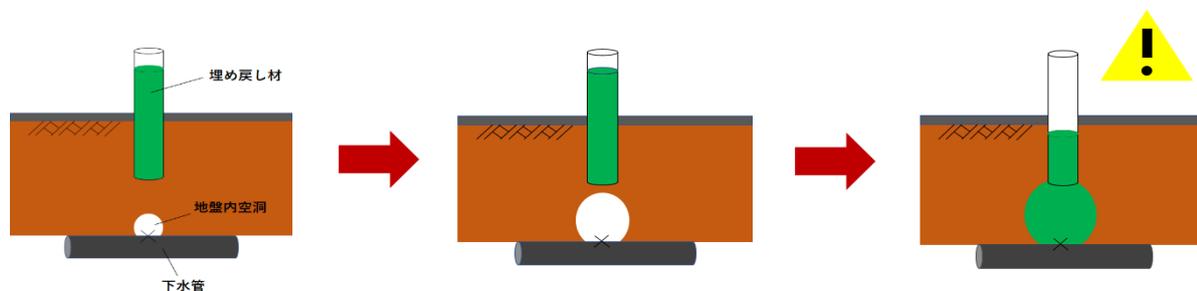
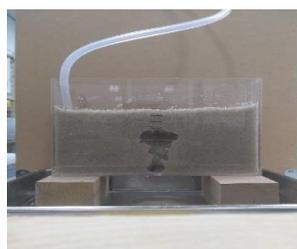


図1 空洞の自動埋め戻し実験 模式図

## 2. 簡易実験

まず、水によってどのように空洞化が生じるのかを確認するため、土層高さ 10cm、奥行 5cm、幅 20cm、底穴直径 1cm の土砂流出モデルを作成し空洞の形成過程を確認した。写真 1 はその様子を表したものである。



(a)空洞形成



(b)空洞拡大



(c)地盤陥没

写真1 空洞形成・地盤陥没の様子

## 3. 埋め戻し・可視化に関する実験

土槽は直方体型であり、同じく縦 5cm、横 20cm、高さ 15cm のアクリル容器を用いている。地盤材料として珪砂 5号を用いた。供試体の含水比は最適含水比である 15.5% に設定した。容器の底の中心 1か所に下水管の破損部を想定した外径 10mm の穴が空けられている。地盤の適当な間隔に色砂を設置している。また破損部上部約 7cm

キーワード 埋め戻し、可視化、空洞、陥没

連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科芥川研究室 TEL 078-803-6484

のところに、埋め戻し材（直径2mmのガラスビーズ）を入れたパイプを設置した。以下に水の流入・出のサイクルを繰り返した実験結果と、サイクル数に対する埋め戻し材の落下距離の結果を示す。

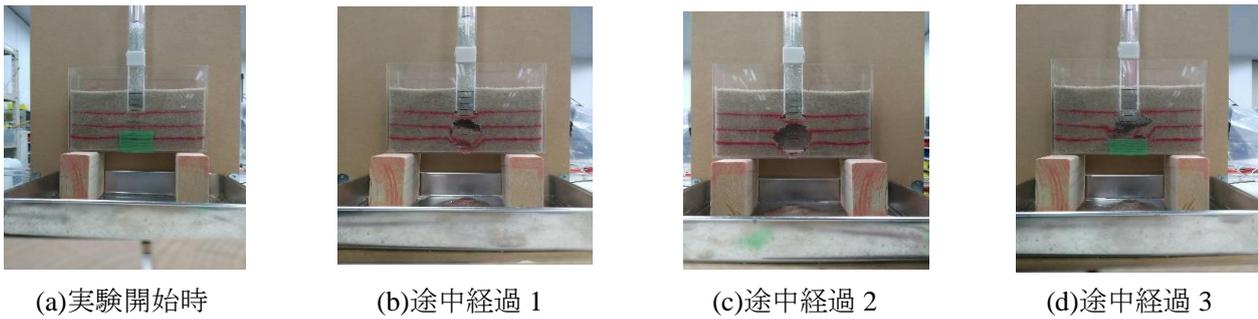


写真2 破損個所が1箇所の場合の実験結果

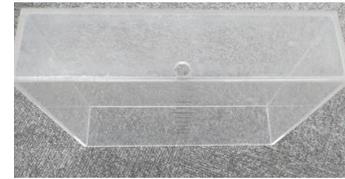
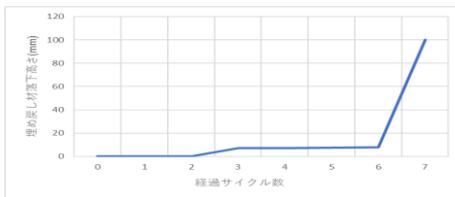


図2 経過サイクル数に対する埋め戻し材落下高さ（穴1個） 写真3 モデル容器底の直径10mm穴  
同様に破損個所を3箇所にした場合の実験も行った。以下が実験結果である。

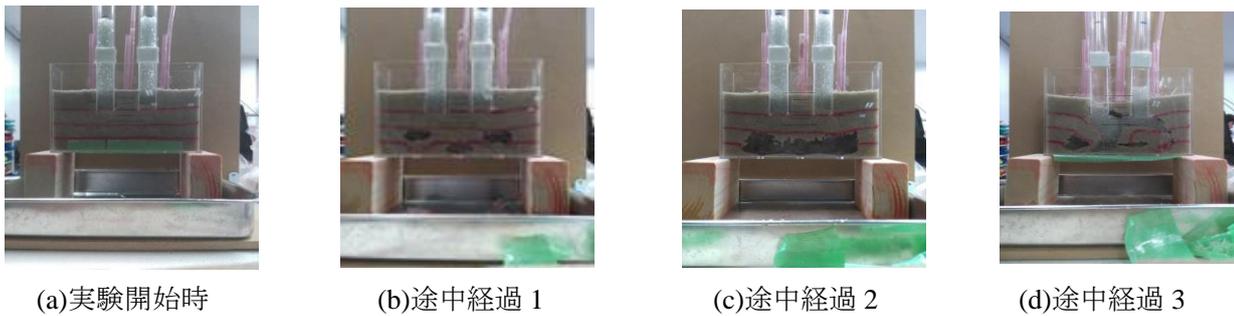


写真4 破損個所が3箇所の場合の実験結果

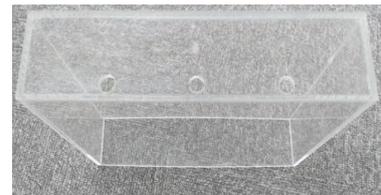
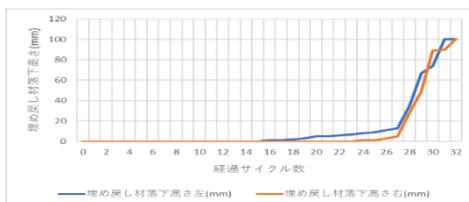


図3 経過サイクル数に対する埋め戻し材落下高さ（穴3個） 写真5 モデル容器底の直径10mm

#### 4. 結論

本研究を通して、下水管の損傷を想定した漏水によって地盤材料が流出し空洞が形成される際に、それを察知し、且つ、自動的に埋め戻しを実施できることが実験的に確かめられた。さらに、どの程度の土砂流出があったかに関する情報（自動的に消費された埋め戻し材の量）を可視化できることも確認した。これらの、検知、修復、可視化の3プロセスのすべてを無電源で実施できることは非常に重要であり、今後の実務に向けた開発が期待される。

#### 参考文献

- 1) 道路の陥没発生件数とその要因（29年度）<http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/ijikanri/pdf/h27.29kanbotu.pdf>
- 2) 福井悠太，土砂流出箇所の自動埋め戻しと可視化に関する基礎的研究，神戸大学工学部市民工学科卒業論文，2019.2.5