地下水位に起因する地盤内浸透流が空洞形成に与える影響

名古屋工業大学	学生会員	〇平子と	:もみ
名古屋工業大学	正会員	前田	健一
名古屋工業大学	学生会員	河田	真弥
名古屋工業大学	学生会員	杉浦	涼介

1.はじめに

都市部における道路陥没が近年増加している.陥 没災害の原因の一つに、地下埋設管の劣化に起因し た地下空洞の進展挙動は明らかになっているが、空洞 が進展していく過程において地盤内の浸透流がどの ように作用しているかは確認されていない.そこで、 本稿では、着色液体を用いて浸透流を可視化した状 態でモデル実験を行い、空洞形成・進展過程におけ る地盤内浸透流の挙動とこれによる空洞形成に対す る影響を検討した.

2.実験概要

実験は着色液体の注入方法を変え,2 ケース行った.図-1 に実験に用いた土槽の概略図および着色液体の注入箇所,図-2 に与えた水位条件,図-3 に用いた試料の粒度分布を示す.土槽の寸法は幅 1200×高さ 675×奥行 250(mm)であり,土槽下部に外径 150(mm)の模擬管渠(上半円)を設置した.なお便宜上,原点は土槽の左下隅とし,x軸とy軸を図-1のように設定した.着色液体について,ケース1では管上

100(mm)ごとに3箇所,管上500(mm)まで注入した. ケース2ではチューブを土槽前面の左右隅に固定し, 土槽底面から100(mm)ごとに孔を設けることで一定 間隔でのウラニン溶液を注入した. 模擬管渠の管頂 部には,土槽前面から11(mm)の位置に直径50(mm) の欠損を設け,劣化した下水管に生じる欠損を模擬 した. 図-2のように,ケース1では実験開始後31 分30秒後に水位を上昇させ,実験開始から36分で 終了し,ケース2では管上水位400mmで一定とし, 実験開始から60分で実験終了とした.また,模型地 盤について,試料を飽和させた状態で締固め度を 90%に調整して作製した. 試料には一般的に地下埋 設管の埋め戻し土として利用される山砂を用いた. 山砂の平均粒径は $D_{50}=1.03(mm)$,透水係数は $k=5.38\times10^3(cm/sec)$ である.

3.実験結果および考察

3.1.欠損発生から空洞形成に至るまで

図・4 にケース1 実験開始後1分における土槽の様子,図・5 にケース1 における空洞形成推移図,図・6 にケース1 における着色液体の軌跡図,図・7 にケー



キーワード 陥没,地下水位,浸透流

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 16 号館 227 号室 TEL052-735-5497

ス1における圧力水頭の推移を示す.図-5より空洞 はまず縦方向に形成されることが確認できる.図-6 において、中央列の着色液体は欠損に向かって下向 きに動いており、この下向きの浸透流と重力の作用 により空洞が形成されたと考えられる.図-7より土 槽中央部の水圧は早期に著しく低下しており、地盤 内の水位が低下したことが確認できる.また、図-6 より地下水位より上部に位置する着色液体は移動し ていないが、このような結果となった原因は地下水 位より上部は不飽和地盤となっており浸透流が発生 していないためであると考えられる.

3.2.空洞進展時について

図・8 にケース 2 実験開始後 60 分における土槽の 様子,図・9 にケース 2 実験開始後 60 分における着 色液体の軌跡図を示す.これより,土槽側面より注 入した着色液体は空洞に達した後,空洞側面に沿っ て移動し欠損部に至っていることがわかる.また, 異なる場所から注入した着色液体も同様の経路を辿 っていることから周囲の浸透流に関しても空洞側面 に集中していると考えられ,こうした浸透流により 縦に形成されていた空洞が横長に進展していくと予 想される.実地盤においては,こうした空洞下部か らの浸透流がより大きくなると考えられるため,よ り大規模な空洞が形成される可能性がある.

3.3.空洞形成後,水位上昇時について

図-10 にケース1実験開始後35分後における着色 液体の軌跡図を示す. 欠損発生時には不飽和地盤で あった地点において,水位が上昇すると着色液体が 移動したことが確認できる.しかし,空洞上部の地 点においては水位上昇後も移動していない.これよ り,上昇した水位による浸透流は空洞進展時と同様 に空洞側面に向かい,空洞上部は不飽和の状態が保 たれると予想される.本実験においては上昇した水 位による浸透流が空洞側面を流れることで空洞がさ らに横に進展したが,水位が極端に上昇した場合, 空洞上部にも浸透流が流れ込み空洞が拡大する可能 性がある.

4.まとめ

本稿では地盤内浸透流の空洞進展に対する影響の 検討を目的として,浸透流を可視化した状態でモデ ル実験を行った.その結果,以下の知見が得られた.



- 欠損発生直後,欠損直上部における下向きの浸透 流の発生により,空洞は縦方向に形成される.
- 2)空洞進展時,地盤内浸透流は空洞側面に沿って流れ,空洞を横方向に拡大させる働きをする.実地盤において管渠下方からも浸透流が発生した場合,空洞側面が不安定になることでさらに大きな空洞が形成される可能性がある.
- 3)地下水位上部の不飽和地盤においては浸透流が 発生せず空洞は形成されないが、水位上昇により 浸透流が発生すると空洞を拡大させる恐れがあ る.実地盤においても降雨等により地下水位が極 端に上昇した場合、空洞が上方向に拡大すること で陥没発生の危険が高まる.

参考文献

 河田真弥ら:三次元浸透流に着目した管渠周辺地 盤における空洞進展メカニズム,第73回土木学会年 次学術講演会,pp.171-172,2018.08.29-31