# 管渠欠損部における水の流れに着目した地盤の空洞進展挙動

名古屋工業大学	学生会員	○澤見	英樹
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	田坂	晃一

#### 1. はじめに

都市部をはじめとする全国各地で年間約3,500件の 陥没が発生しており、今後下水管の老朽化によってそ の発生件数は増加すると予測されている.空洞探査や 陥没発生箇所からは、空洞が埋設管周辺に存在してい ることが報告されており、既往の実験結果から、ある 高さ以上の地下水位が空洞進展に大きな影響を及ぼ すことがわかっている<sup>1)2)</sup>.

そこで、本研究では都市部における陥没現象の主な 原因である、埋設管周辺地盤中の空洞進展メカニズム の解明に向けてモデル実験を行なった.

### 2. 土槽実験概要

図-1 に管渠周辺の陥没モデル実験機の概略図を示 す. 土槽は幅 1200mm×高さ 800mm×奥行き 250mm と し, 土槽下部に外径 150mm の模擬管渠(上半円)を 設置した.本実験では,模擬管渠の先端 30mm の位置 にある欠損形状を $\phi$  30mm と $\phi$  50mm, 欠損位置を底 面からの角度 $\theta$ =90°(以下,管頂部と称す)と $\theta$ =30°(管 側部)で比較検討を行なった.また,試料は管路の埋 戻しとして一般的に使用される山砂を用いた.山砂の 粒度分布は図-2に示す.平均粒径 *D50* は 1.03mm であ る.山砂の透水係数 *k* は, *k*=5.38×10<sup>-5</sup>m/s である.供 試体は締固め度を 90%に調整し,飽和状態で作成した. 水位は管頂より上に 500mm で一定とした.

### 実験結果および考察

図-3に実験終了時の空洞の様子,図-4に土粒子と水の



図-1 管渠周辺の陥没モデル実験の概略図

累積流出量の経時変化,図-5に欠損部分での水の流出 速度,図-6に土粒子の流出濃度を示す.図-3,4から欠 損がφ50mmの場合では土粒子の流出が継続し、空洞 の流出が開始3分以降は見られないことがわかった. 水は一定量流出しているが, 空洞が進展することはな かった. 図-5より, 欠損部分での水の流出速度は, 最 大で透水係数のおよそ400倍であったが、欠損の大き さによる違いは見られなかった.水が一定量流出して いたにも関わらず、欠損が ø 30mm の場合では空洞進 展が見られなかった原因として、粒径に対して欠損が 小さく, 欠損周りで土のアーチ構造が形成されたため と考えられる. 山砂の平均粒径 (図-2) が約 1mm であ るので,一定の水位条件の下で,空洞が進展するには, 山砂の平均粒径の 30 倍より大きい欠損があることが 条件となる. さらに, 図-6より, 進展するケースでは,



図-2 実験に使用した山砂の粒度分布



図-3 実験終了時の空洞の様子

III-033



土粒子の流出濃度が質量比 60~80%, 体積比 40~50% で 継続して流出していることがわかった.

次に, 欠損の位置が管頂部と管側部での比較として, 図-7 に欠損 φ 50mm における空洞進展の経時変化,図 -8に水圧計による土槽内の水位の経時変化,図-9にφ 50mmにおける欠損部分と水の流れがなす入射角の違 いを示す. 図-7 より, (a)管頂部, (b)管側部どちらも開 始まもなく, 欠損直上の土が管渠に流れ, 空洞が鉛直 方向に発生した.図-8より実験開始と同時に水圧が欠 損部分まで低下しており,この水圧の変動が欠損直上 の土を流したと考えられる. その後は, 空洞の境界部 分の土が欠損部分に流れ,空洞は水平方向に広がった. 空洞が水平方向に広がると,空洞上部の土は崩落し, 空洞は鉛直方向に広がった.このように、空洞周りの 流水が空洞下部に集中することで,水平方向の進展と 鉛直方向の進展を繰り返して空洞は進展していくと わかった.一方,図-7より,(a)管頂部と(b)管側部で空 洞の進展速度に大きな違いが見られた.この原因とし て、図-8より、土槽内の水圧の差(動水勾配)が(a)管 頂部より(b)管側部の方が大きく,地盤内の土粒子を管 渠へ流す流速が大きいためと考えられる.また,図-9 より,(b)管側部では土の流れの入射角が小さく,流出 しやすい状態であるためと考えられる.

#### 4. まとめ

空洞の進展は、ある水位の下で、欠損の大きさにより、管渠直近の土のみ流出する場合と空洞が進展していく場合に分けられ、山砂は平均粒径の30倍より大きい欠損があると進展が続くことが明らかになった.また、進展が続く場合の流出する土粒子の濃度は質量比 60~80%、体積比で40~50%を推移することがわかっ



(a)管頂部 72°

(b)管側部 10°

図-9 欠損 φ50mm の欠損部分と水の流れがなす入射角の違い

た. さらに, 空洞の進展速度は, 空洞周りの動水勾配 や欠損位置に支配されていることがわかった. これら の傾向を調査することで, 空洞進展挙動を把握するこ とが可能である.

## 参考文献:

- 奥田みのり、中村治人、阿部匡彦;路面下空洞の発生 状況に関する考察(その7),第50回地盤工学研究発 表会、pp.2217-2218,2015.
- 新井拓弥,前田健一,田坂晃一,高程鵬,佐藤弘瑛; 水位変動が及ぼす管渠周辺地盤の陥没挙動への影響, 第51 回地盤工学研究発表会, pp.971-972,2016.