## 破損開口幅の違いによる破損下水管渠周辺地盤の崩壊機構の考察

熊本大学大学院	学生会員	熊野	直子
熊本大学大学院	正会員	椋木	俊文
熊本大学大学院	正会員	大谷	順

Case2

0.01

図-1

**排水**3

1000mm

0.1

**粒径(**mm)

粒径加積曲線

模型地盤

給水バルフ

破損開口部

幅×78.5mm

ժ50m

図-2

(a)給排水実験装置

(b)破損下水管渠模型

実験装置概略図

1

100mr

排水バルコ

80.0mm

10

100

80

60

40 週週

20

۵

0.001

外水梢

百分革

1.はじめに

下水道管渠の老朽化に伴う地盤の陥没事故は、下水道管渠周辺の地盤が管渠 破損部から管渠内に流入することによって発生する<sup>1),2)</sup>.著者らはこれまで破 損下水道管渠から給水する際、管渠破損部の上部地盤において細粒分が侵食さ れ,地盤と共に排水時に流入することで破壊に至ることを報告してきた<sup>3)</sup>.さ らに 土砂の流出は下水道管渠の破損部の大きさと周辺地盤の粒径に関係して いることを考慮する必要がある.本報では,破損開口幅と最大粒径に着目し, 模型地盤の崩壊機構をX線CTを用いて観察し,その考察を行なった.

## 2. 実験方法

実験に用いた試料は山砂である.最大粒径が異なる2ケース(Case1:最大粒径 2.00mm , Case2:最大粒径 4.75mm)の試料を準備した.図-1 の粒径加積曲線 に示すように,いずれの地盤においても細粒分(75um以下)の浸食による影響を等 しくするために,細粒分含有率を等しくしている.なお,両ケースにおいて初期含 水比は13%,湿潤密度は1.6g/cm<sup>3</sup>としている.

図-2 は実験装置概略図である.この実験装置の模型地盤底部に下水道の管模型 (半径 25.0mm × 長さ 80.0mm)を設置した.この管模型の中央に破損を模擬した破 損開口部を設けた.破損開口幅と最大粒径間の影響を等しくするために,破損開口 幅と最大粒径の比を 1:0.95 とした.Case1 では模型円周方向に破損開口幅が 5.0mm Case2 では破損開口幅が 2.1mm である 2 ケースとも破損長さが 78.5mm である.まず初期状態で CT 撮影をする.続いて水頭差 1000mm の給水圧で破損 開口部から 100cc 給水させ後 CT 撮影し, さらに排水させ CT 撮影を行った. 給水 から排水後の CT 撮影までを 1 サイクルとした.また埋設管であることを想定し, 土被り圧 10kPa を模型地盤上端に与えている.

模型地盤の上端が陥没することを崩壊とし , 崩壊するまで給排水を繰り返した . 30 3. 結果考察

Case1 の模型地盤は 19 サイクルで崩壊し, Case2 の場合は 13 サイク ルで崩壊した.図-3 に示すように, Case1 は Case2 と異なり排砂量が増 加することなく崩壊し,合計排砂量は Case1 で 18.9g, Case2 では 55.8g であった.

図-4 は模型地盤の崩壊直前と崩壊直後の管円周方向と管軸方向の鉛直 断面X線CT画像である.X線CT画像は,模型地盤内部の密度の空間分布 を画像化したものであり、白いほど密度が高く、黒いほど密度が低いこ とを示す.Case1 では小さい空洞が多数形成され,模型地盤上端におい



て最大深さが10mmの陥没が観察された.Case1は,Case2と比較して開口幅が狭くなっているため,給水時に伴

キーワード 下水道管渠,破損,地盤崩壊,給排水,X線CTスキャナ 連絡先 〒860-8555 熊本県熊本市黒髪 2 丁目 39 番 1 号 TEL/FAX 096-342-3535



う浸透力が集中し,排水過程において局所的な空洞が形成されることで陥没が小さくなったと考えられる.一方, Case2 では比較的大きな空洞が形成され,模型地盤上端において最大深さが 26mmの陥没が観察された.Case2 の 実験では,排水時における地盤の流出過程において土粒子間のインターロッキングに伴う閉塞状況が生じたと推測 される.これは既往の研究においても同様な結果が得られており,地盤に細礫が混入することで粒子間接点応力が 一様でなくなることから,発揮される空洞のアーチ効果が低減されたためだと考えられている<sup>2)</sup>.

図-5 は両ケースに関する地盤の下端から 30,40,50,60,70,および 80mm 上方の断面における排水後の CT 画像から算出した湿潤密度の変化である.両ケース共に初期から 1 サイクル間において湿潤密度が増加している. これは給水時に間隙が満たされ湿潤密度が増加したためである.Case1 においては,2 サイクルまで湿潤密度が増 加した後はほぼ一定の値を示しており,一方,Case2 においては増減を繰り返している.これは Case1 と比較して 多くの粗粒分を含むことから,土の保水能力が低く水の流入出が頻繁に発生することによって湿潤密度の増減が生 じたと考えられるが,これについては今後検討する必要がある.

<u>4.まとめ</u>

破損開口幅と模型地盤の最大粒径の比を一定にしたにも関わらず,異なる崩壊機構が観察された.破損部の開口 幅が狭くなることによって形成される空洞が小さくなり,地盤陥没が小さくなることが判明した.

5.参考文献

1)大田和正,大谷順,桑野玲子,堀井俊孝「X線CTを用いた下水道管渠周辺地盤のゆるみ発生メカニズムの解明」第40地盤 工学会発表会,pp1923-1924,2005.

2)独立行政法人土木研究所 材料地盤グループ土質チーム「土木研究所資料 管渠埋設地盤の空洞・ゆるみ形成メカニズムに関する研究」pp36-38,2006.

3)竹林泰佑 椋木俊文 大谷順「破損下水道管渠周辺地盤の空洞形成メカニズムの解明」第42地盤工学会発表会 ,pp1537 - 1538, 2007. 18 サイクル 19 サイクル(崩壊) 12 サイクル 13 サイクル(崩壊) 26mm

