

下水道管渠破損形状の違いによる周辺地盤のゆるみ発生メカニズムの解明

熊本大学 学生会員 ○野中 茂 正会員 大谷 順 正会員 椋木 俊文
 独立行政法人 土木研究所 正会員 桑野 玲子 正会員 堀井 俊孝

1. はじめに

近年、下水道管渠の老朽化による破損が原因とみられる道路陥没事故が頻発している。地盤から老朽化した管渠の破損部を通じて土砂が流出することにより、管渠周辺地盤においてゆるみ・空洞が形成されるため、やがて道路陥没事故に至る。下水道整備が拡充する一方で、耐用年数を超過した管渠も増え始めており、今後管渠の老朽化は一層深刻化するとともに陥没事故が増加すると予想される。陥没事故を未然に防ぐには、陥没事故が起こる発生条件の究明と、起こった際に陥没の規模を正確に把握して対策をとる必要がある。しかし、地盤のゆるみ・空洞の発生メカニズムが解明されていないため、空洞規模の正確な把握は難しい。そこで昨年度は模型実験により給排水を繰り返し地盤内のゆるみ・空洞の進展を再現したが、今年度は同様の土槽に下水管型模型を設置させ、より実現象に近づけて実験を実施した。本報は、X線CTスキャナを用いて、下水管模型の破損形状の違いによる地盤のゆるみ・空洞領域及びその発生メカニズムの比較、結果を報告するものである。

2. 実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。本研究では新たに土槽底部に下水管模型(半径 25.0mm×長さ 80.0mm)を設置させた。下水管模型の開口部形状を図-2に示す。管渠破損部を下水管模型の管軸方向と管周方向の2種類の開口部形状にモデル化した下水管型土槽を使用し、その上部で地盤を作成した。地盤材料には豊浦標準砂を使用し、初期含水比10%で、相対密度が80%になるように調整した。地盤作成時、初期状態では下水管模型が空洞であるため、開口部から砂が流出し初期地盤を乱すことから、開口部および下水管模型に砂糖を詰め、実験開始前における開口部からの砂流出を防止した。この砂糖は初回の水流入時に速やかに溶けるため、その後の給排水には障害とならない。外側に水槽を設け、水位差により給水圧を管理し、水位差1mの給水圧で給水した。また、地盤には1m相当の土被り圧10kPaの空気圧を上方より作用させた。

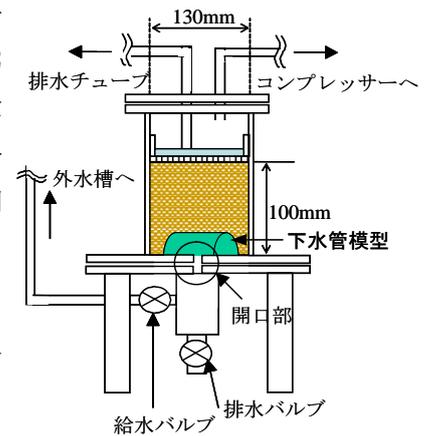


図-1 実験装置概略図

実験では作成した地盤に繰り返し給水、排水を行った。この実験では降雨時に、管渠破損部より管内の水圧で水が管渠周辺地盤に流入し、その後管内の水圧が下がった際に、管渠周辺の水や土が破損部より管内に流出する現象を再現している。実験ケースを表-1に示す。地盤作成後、初期地盤 (Initial) をX線CT撮影し、その後給水バルブを開き地盤内に100ccの給水を行う。給水後一定の停止時間(一分間)を設けた後、排水バルブを開き排水及び排土を行った(図-1)。排水終了後Initialの位置と同じ位置のCT撮影を実施した。地盤内に給水を行い排水後のCT撮影終了までを1サイクルとし、3サイクル終了した時点で実験を終了した。

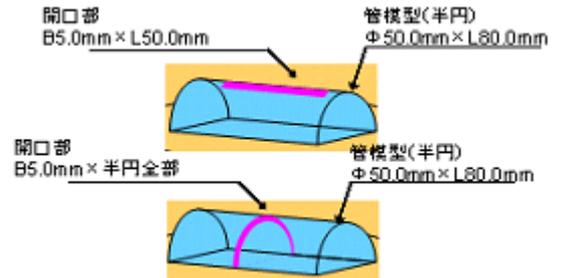


図-2 下水管模型の開口部形状

表-1 実験ケース

実験ケース	開口部形状
Case1	管軸方向破損 (幅 5.0mm×長さ 50.0mm)
Case2	管周方向破損 (幅 5.0mm×半円全部)

3. 結果および考察

図-3はCase1,Case2の土槽下端より上方5mmの位置でのCT画像を示し、図-4はCase1,Case2の土槽下端より上方30mmの位置でのCT画像を示す。CT画像

は黒いほど低密度の領域を表している。上方 5mm の位置では Case1 はいずれの給排水サイクルにおいても下水管模型周辺にゆるみ領域が形成されていないが、Case2 は両側の開口部を中心として同心円上にゆるみ領域及び空洞が確認できる。一方、上方 30mm の位置においては、Cycle3 のゆるみ領域の形状は、Case1 では 67.5mm かつ 30.0mm の楕円形、Case2 では両側に直径 52.5mm の円形となっている。以上より、開口部形状の違いにより、ゆるみ領域の形状の違いが確認できる。また、どちらのケースにおいても、給排水サイクルを増すにつれてゆるみ領域内の間隙が大きくなっていることが確認でき、徐々にゆるみ領域が拡大している。これは、ゆるんだ領域内で給排水を繰り返すため、給排水サイクルが増すごとにゆるみ領域内の密度が低下し、さらに外周にも密度低下が拡大して、ゆるみ領域が拡大していると推測される。

図-5、図-6 は Case1、Case2 の各サイクルにおけるゆるみ領域の三次元画像を示す。Case1 では開口部の両側から同心円状に形成され、Case2 は開口部の真上に楕円状にゆるみ領域が進展している。どちらのケースも給排水サイクルを増すごとにゆるみ領域が拡大していることが確認できる。また、Case1 ではゆるみ領域が水平方向へ大きく拡大しているのに対し、Case2 は鉛直方向へのゆるみの進展が顕著である。

4. おわりに

下水管渠の破損形状の違いにより、ゆるみ領域の進展過程およびゆるみの形状の相違が確認された。今後は、地盤材料を変えて実験を試みると共に、画像解析によりゆるみ領域の体積を測定し、実験で得られた排土量と比較することによって、緩み領域の定量的評価を試みる所存である。

参考文献

1)大田和正他「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回地盤工学研究発表会 pp1923-1924 2005.

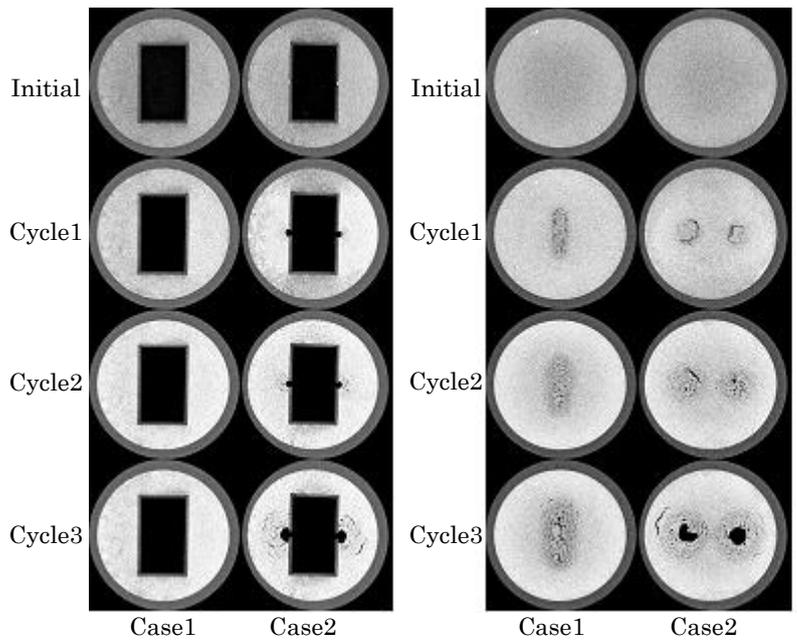


図-3 土槽下端より

図-4 土槽下端より

上方 5mm の CT 画像

上方 30mm の CT 画像

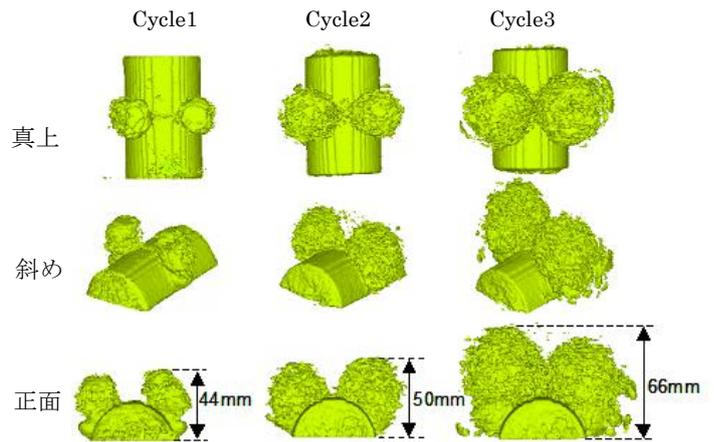


図-5 Case1 におけるゆるみ領域の三次元画像

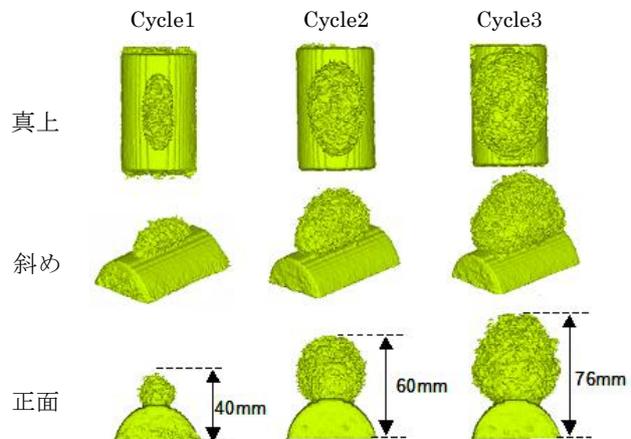


図-6 Case2 におけるゆるみ領域の三次元画像