低ランク下水道異状に起因する管周辺の空洞・ゆるみ等の発達特性の検証

木元小百合*・岡二三生**

1. 研究の目的

近年，下水管の損傷に起因する道路陥没事故が多発しており，メカニズムの解明が進められている。本検討では，下水管破損に起因する空洞化の発生を，地盤の内部浸食挙動（細粒分の流出および後退浸食）として捉え，その発生・進展メカニズムの解明を目的として浸食試験を行った。本年度は，地下水位上昇時の空洞化現象を再現するため，不飽和地盤の内部浸食試験を行い，開口幅や砂試料の粒度，密度，含水比による浸食特性の違いや浸食土量について検証した．

2. 研究の方法

図 1 に実験に使用した土槽を示す。底板の中央部に水管損傷部のクラックを模擬した平面スリットを設けている。開口幅はダイヤル式で 0～10 mm に試料セット後も調整可能である。また土槽の左右側面の水槽内の水位を調整することにより土槽内の試料に水を供給する。本実験では試料高さは 400 mm, 水位は 200 mm とした。**図 2** に用いた砂試料の粒径加積曲線, **表 1** に実験ケースを示す。粒度分布の異なる 2 種の砂試料についてスリット開口幅，密度，含水比を変えて試験を行った。

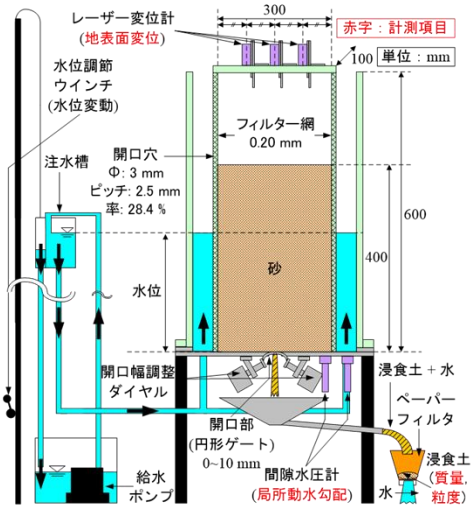


図 1　内部浸食・空洞化実験装置

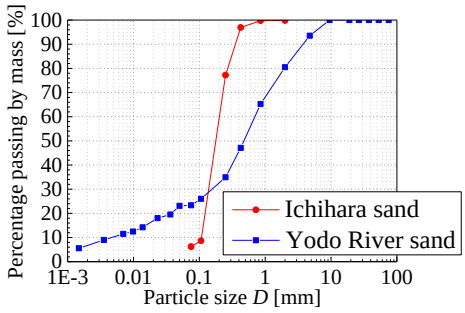


図 2　用いた砂試料の粒径加積曲線

表 1　実験ケース

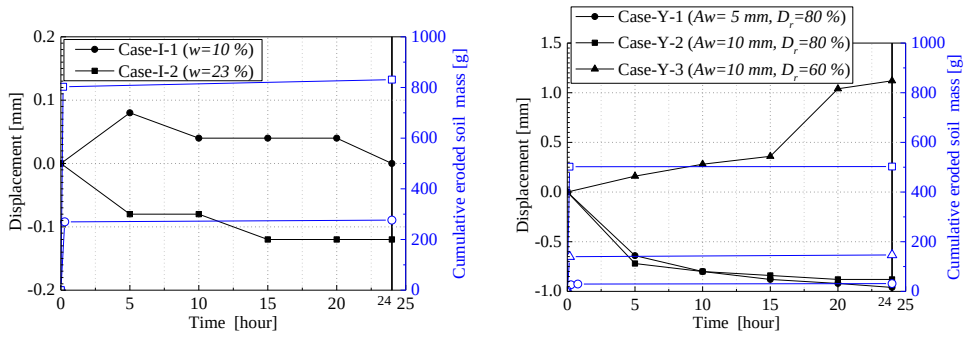
ケース名		開口幅 (mm)	相対密度 (%)	間隙比	含水比 (%)	飽和度 (%)
Case I-1	市原砂	5	80	1.2	10	24
Case I-2		5	80	1.2	23	50
Case I-3		7	80	1.2	10	24
Case Y-1	淀川砂	5	80	0.7	10	38
Case Y-2		10	80	0.7	10	38
Case Y-3		10	60	0.8	10	34

*京都大学・准教授，**京都大学・名誉教授

3. 得られた成果

図 3 に全ケースの累積浸食土量-時間（青プロット），沈下量-時間関係（黒プロット）を示す。ただし Case I-3 については水位上昇後に浸食土の流出が生じ，ゆるみおよび空洞が発達・進展して，一挙に大量の土砂が流出した（図 4）ため計測できていない。Case I-1，Case I-2 の場合，水位上昇後に浸食土の流出が生じ，ゆるみ領域が開口部周辺から上方向に広がった．ゆるみが進展すると開口部鉛直上方の水槽内水位よりもやや低い位置に空洞が発生した後，流動は沈静化した。累積浸食土量は初期含水比の大きい Case I-2 の方が多くなった。淀川砂では，Case I-1 と同じ相対密度で実施した Case Y-1 では浸食量が少なく空洞は形成されなかった。表面沈下量は沈下のみでなく膨張もあるため流出量と必ずしも対応していないことに注意したい。

また，浸食土の粒径加積曲線を調べたところ，市原砂および淀川砂のケースで試料の元の粒径加積曲線（破線）と比べ，浸食土の粒径加積曲線（実線）の方が小さい粒径の土粒子の含有率が高く，細粒分流出（サフュージョン）が確認された。今後は，細粒分流出や飽和化を伴う地盤変状のメカニズムについて数値解析により詳細に検討する予定である。



(a) 市原砂　　(b) 淀川堤防砂

図 3　累積浸食土量と沈下量（開口幅、砂試料、含水比、密度の影響）

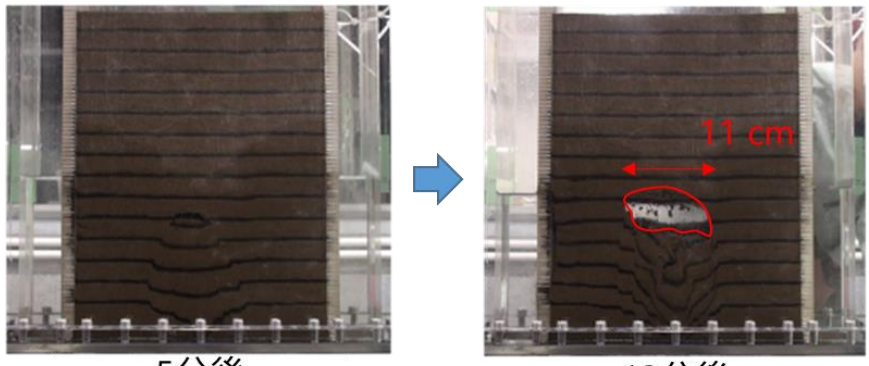


図 4　空洞化の進展（市原砂 Case I-3）

4. 謝　辞　本研究は，川崎地質株式会社の委託によるものであり，関係各位に謝意を表します。

発表論文

赤木俊文，青田 周平，木元小百合，岡二三生：多相連成解析手法に基づく地盤の内部浸食の数値解析，土木学会論文集 A2（応用力学），Vol. 72，No. 2（応用力学論文集 Vol. 19），I_75-I_86，2016.

宇都宮悠，木元小百合，赤木俊文，地下水位上昇時の下水管損傷部周辺地盤の内部浸食に関する模型試験，平成 29 年度全国大会第 72 回年次学術講演会，III-124, pp. 247-248，2017.