

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。本研究では、下水管の損傷部周辺地盤の内部浸食現象について、特に現象の初期に発生すると考えられる内部浸食の発生・進展メカニズムの解明を目的として浸食試験を行った。一般に、浸透流による土の浸食現象は、流水の作用により地盤材料が剥離し移動する現象であり、表面浸食（外部からの浸食）と内部浸食（地盤の内部で生じる浸食）に大別される。このうち内部浸食は、以下の4つのメカニズムにより堤体やダムの破壊につながるとされている（Fell and Fry, 2013）。

- 1) サフュージョン（Suffusion, 細粒分の流出）
- 2) 後退浸食（浸出面から上流側へ向かって進行する浸食）
- 3) 接触浸食（透水性などの異なる地盤の境界で生じる）
- 4) Concentrated leak erosion（既存のクラックや穴に沿って浸食が生じる）

本研究は、このうちサフュージョンと後退浸食に関係すると考えられる下水管損傷による空洞化現象, およびそれらが進行することにより地盤内にゆるみ領域や空洞が形成される過程を取り扱い、室内浸食試験による挙動の把握と、浸食条件および浸食速度式のモデル化および解析を行った。以下では浸食試験の結果について示す。

2. 研究の方法

本実験では、粒径分布の異なる種々の土試料に対して下向き浸透流による内部浸食試験を行い、粒度や相対密度などの土質特性と浸食速度や浸食土量との関係について検討する。特に、下水管の損傷が進展する過程を想定して損傷幅を浸透中に段階的に拡大し、損傷幅の進展と、浸食土量や地表面沈下量との関係について調べた。また、浸食土の粒度分布を調べることでサフュージョンの発生について調べた。表1に実験ケースを示す。

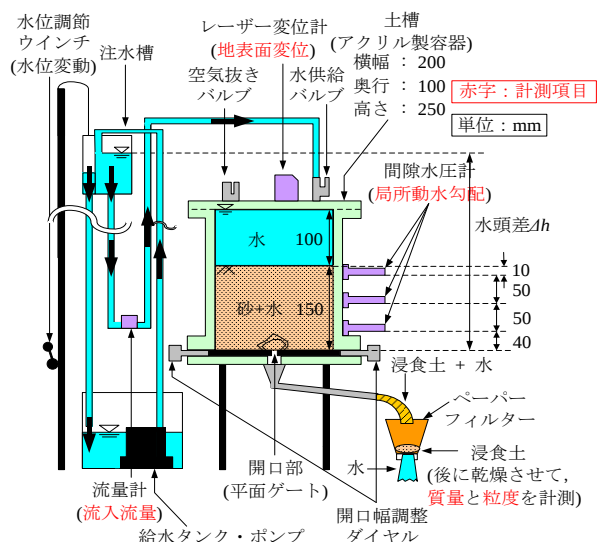


図1 内部浸食・空洞化実験装置

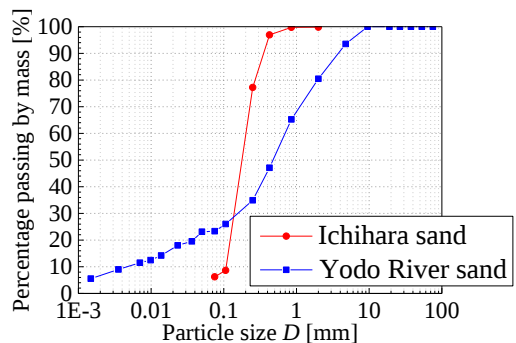


図2 用いた砂試料の粒径加積曲線

表 1 実験ケース

ケース	試料	相対密度 [%]	動水勾配 i	開口幅 [mm]
Case I-1	市原砂	80	1	0.5, 1.0, 2.0, ..., 8.0
Case I-2	市原砂	60	1	0.5, 1.0, 2.0, ..., 8.0
Case I-3	市原砂	80	3	0.1, 0.15, ..., 0.3, 0.4, 0.5, 1.0, 1.5, ..., 6.0, 7.0, 8.0, 9.0
Case Y-1	淀川堤防砂	80	1	0.5, 1.0, 2.0, ..., 15.0
Case Y-2	淀川堤防砂	60	1	0.5, 1.0, 2.0, ..., 15.0

図 1 に試験装置を示す。本装置は、上下方向に可動式の注水槽とアクリル製土槽を直結することにより、土槽内の試料に所定の動水勾配で下向きの浸透流を与える。また、底面に下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おり、その開口幅がダイヤルで調整可能である。この開口幅の拡大によって、下水管損傷部の拡大の進行過程を模擬している。試料は、粒度の悪い市原砂（均等係数 1.74）と、細粒分含有率が高く粒度の良い淀川堤防砂（均等係数 149）を用いた（図 2）。

3. 得られた成果

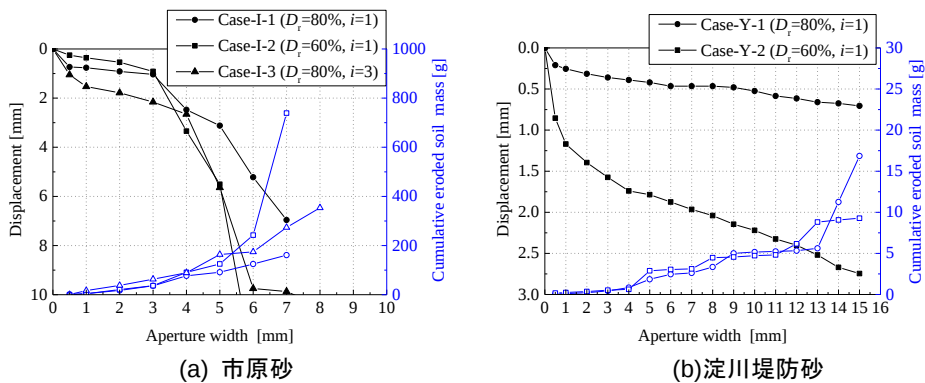


図 3 開口幅-累積浸食土量, 沈下量関係

図 3(a), (b)に市原砂, 淀川堤防砂の開口幅-累積浸食土量および開口幅-沈下量関係を示す。市原砂では、いずれのケースも開口部からの浸食土の流出に伴いゆるみ領域が開口部周辺から上方向に広がり、地盤全体で大規模な流出が起こった。一方、淀川堤防砂では開口幅 15 mm に達しても大きな流出には至らなかった。また、浸食土の粒径加積曲線を調べたところ、特に淀川堤防砂について浸食土の細粒分含有率が初期の試料よりも高く、サフュージョンが確認された。

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計算, 第 19 回応用力学シンポジウム, 2016.

木元小百合, Benjamin Loret, 岡二三生, 赤木俊文, 地盤の内部浸食の発展則 - 浸食条件と質量変化量 -, 材料学会第 65 期学術講演会, 2016.

赤木俊文, 青田周平, 木元小百合, Benjamin Loret, 岡二三生, 多相連成解析手法による地盤の内部浸食のモデル化とその適用性の検討, 第 51 回地盤工学研究発表会, 2016 (投稿中) .

宇都宮悠, 木元小百合, 赤木俊文, 粒度分布の異なる砂試料を用いた下水管損傷部周辺の内部浸食試験, 平成 28 年度全国大会第 71 回年次学術講演会実施要領, 2016(投稿中).

参 考 文 献

Fell and Fry, State of the art on the likelihood of internal erosion of dams and levees by means of testing, Erosion in Geomechanics Applied to Dams and Levees, Chap.1, edited by S. Bonelli, 2013.