

地下水位上昇を想定した管渠欠損部における地盤の空洞進展挙動

名古屋工業大学 学生会員 ○河田 真弥
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

都市を初めとする全国各地で、陥没災害は年間約3300件発生しており、下水管を代表とした地下インフラの老朽化により今後も陥没災害の件数は増加していくと考えられている。また、既往の研究から、地下水位の高さや下水管の欠損の位置などが空洞進展に影響を与えていることが判明している。¹⁾そこで、本研究では地下水位の上昇を考慮した管渠周辺地盤中の空洞進展のメカニズム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。土槽下部に半径 75mm の模擬管渠（上半円）を設置した。模擬管渠の先端 11mm の位置にある欠損形状をφ30mm とφ50mm、欠損位置を底面からの

角度 $\theta=90^\circ$ （以下、管頂部と称す）と $\theta=30^\circ$ （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。試料は締固め度を 90% に調整し、飽和状態で作成した。

本実験では、図-3 に示すように段階的に管頂からの水位 h を上昇させ、比較検討を行なった。

3. 実験結果及び考察

図-4 に実験終了時の土槽の様子、図-5 に各ケースでの単位時間当たりの土の流出量、図-6 に水の流出量を示す。

まず、φ50mm の2 ケースについて、図-4 より欠損管頂部のケースでは水位を 50cm に上昇させたと同時に空洞が大きく進展した。また、欠損管側部のケースでは水位を 30cm に上昇させると著しい空洞の進展が見られた。欠損管頂部のケースと比較しても、低い水位で進展が進んだといえる。管側部では管頂部より 40mm ほど低い位置に欠損があり、欠損周囲の水圧がより高くなっている。そのため、欠損に流出する水の流速が同じ水位でも管側部のほうが大きくなり、進展が早く進んだと考えられる。また、φ50mm の2 ケースの共通点として、図-5 より水位を上昇し

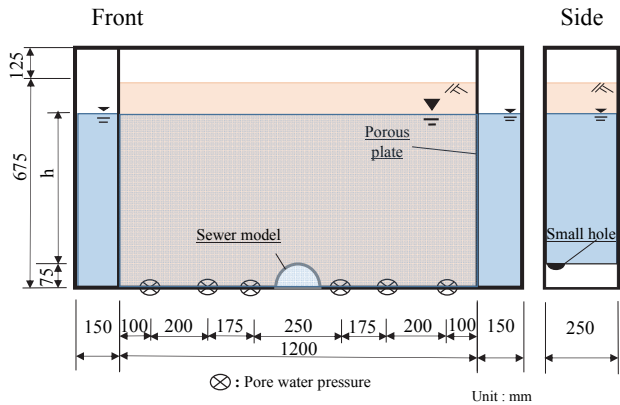


図-1 管渠周辺の陥没モデルの概略図

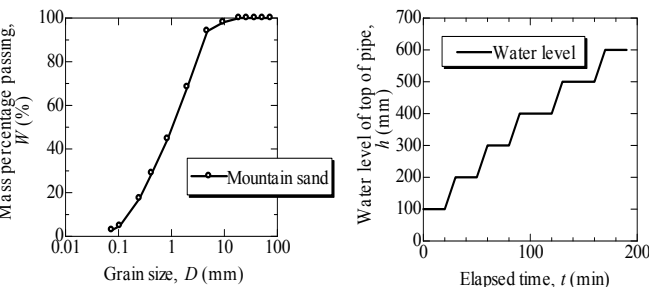


図-2 山砂の粒度分布

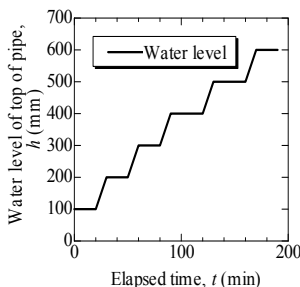


図-3 水位変化

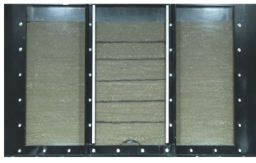
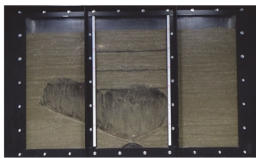
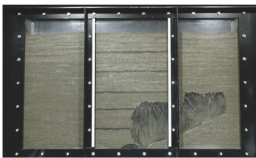
欠損	管頂部	管側部
Φ=30mm	 190min経過 (水位60cm)	
Φ=50mm	 127min経過 (水位50cm)	 71min経過 (水位30cm)

図-4 実験終了時の空洞進展の様子

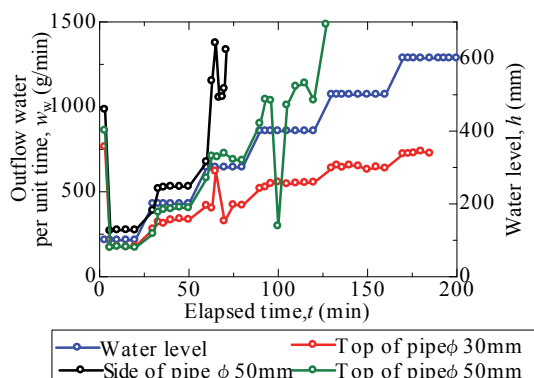


図-5 各ケースでの土の単位時間当たり流出量

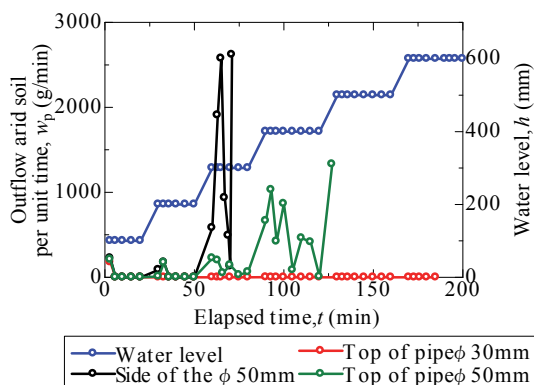
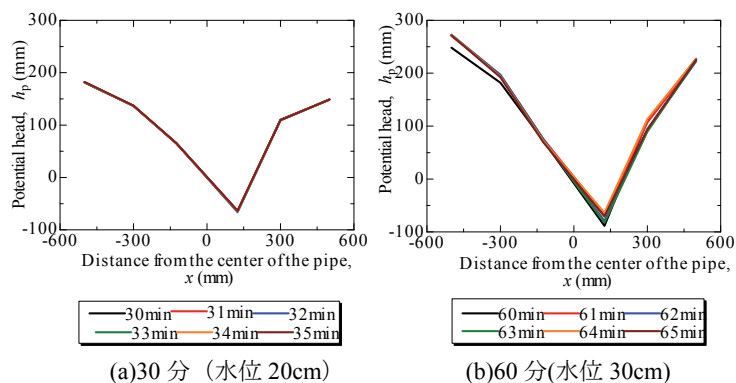


図-6 各ケースでの水の単位時間当たり流出量

終わると同時に著しい空洞の進展が始まっていることが挙げられる。これは、水位の上昇によって空洞部に流入する水の量が増加し、著しい空洞の進展が引き起こされたためと考えることができる。また、各ケースとも一時的な流出量の低下が見られるが、これは急激な土砂の流出が発生したことによる一時的な目詰まりの影響であると考えられる。

欠損管頂部 $\phi=30\text{mm}$ のケースでは、図-5、図-6 を見ても明らかな通り、水は断続的に流出したが土の流出は見られなかった。欠損部に目詰まりが発生しており、空洞の進展を妨げていたと考えられる。同ケースで水位 60cm 時に欠損部に軽い振動を加えると目詰まりは解消されゆるみが見られたが、またすぐに目詰りが発生し、進展がとまった。このことから、山砂に対して欠損が 30mm 以下では水位を上昇させても目詰まりが発生するため、空洞が進展する可能性は低くなることが考えられる。

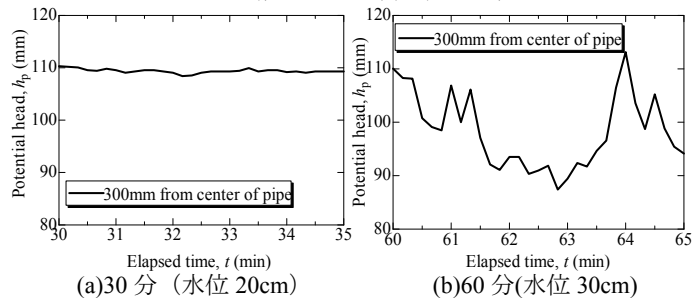
図-7 に欠損管側部での管上 0cm を基準とした水位 20cm(a)と水位 30cm(b)の圧力水頭の変化を示す。また、図-8 に図-7 の管中心から右に 30cm の水圧計のデータを抜き出したものを示す。図-8 より、空洞の進展があまり無かった水位 20cm(a)では比較的变化



(a)30分 (水位 20cm)

(b)60分(水位 30cm)

図-7 土槽の圧力水頭の経時変化



(a)30分 (水位 20cm)

(b)60分(水位 30cm)

図-8 中心から 300mm の点の圧力水頭の経時変化

が少ない。対照的に空洞の進展があった水位 30cm(b)の水圧計では水圧計の値が激しく振動している。これは、水圧計付近で空洞が進展し、崩れた土が堆積したり、流されたりすることによって付近の水圧が不安定な状態になっていることを示しているものと考えられる。

4. まとめ

水位を段階的に上昇させても、欠損の大きさによって空洞が進展する場合としない場合に分けられることが明らかになり、以下のことがわかった。

- 1) 空洞が進展する場合において、水位を上昇させた直後に急激に進展する。実現場において地下水位の変動が顕著な地点では注意が必要である。
- 2) 空洞付近の水圧は、空洞進展時には不安定になる傾向が見られる。これらの水圧を測定することで、付近の空洞の進展の有無を予測することが可能になる。

参考文献：

- 1) 澤見英樹, 前田健一, 田坂晃一：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, 平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, pp.297-298, 2017