

下水道管渠破損に起因する地盤内への給排水が引き起こす 道路陥没の対策工に関する研究

熊本大学大学院 学生会員 ○坂田 直樹
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 大谷 順
熊本大学大学院 正会員 椋木 俊文

1. はじめに

近年、日本の都市部において道路の陥没が頻発している。道路陥没には様々な原因があるが、中でも下水管の破損に起因するケースが増加している。この現状を受け、筆者らは X 線 CT を用いた実験から下水管の破損に起因する陥没発生のメカニズムの解明に取り組んできた。その成果として、下水管破損部から管周辺地盤への水の流入、流出が繰り返されることで地盤内に空洞が形成され、その空洞が進展することでやがて道路陥没に至ることが明らかとなった¹⁾。次のステップとしては、陥没の原因となる地盤中の空洞形成、進展を抑制するための対策工について検討する必要がある。本研究は、X 線 CT を用いた実験から礫およびジオテキスタイルを用いた 2 つの対策工の有効性について検討するものである。

2. 実験概要

図-1 は本研究で用いた実験装置の概略図である。土槽は内径 130mm の円筒形であり、地盤の高さは 100mm とした。

図-2 は管模型の概略図であり、土槽底部に設置されている。管模型頂部には下水管の亀裂破損を模擬した開口部が設けられている。この開口部を通じ、水頭差 1000mm の給水圧で 1 回当たり 100ml の給水を行った。また土被り圧を想定し、地盤には 10kPa の上載圧を加えている。地盤材料には、実際に埋戻し土として使われている真砂土（最大粒径 2mm）を用いた。地盤は相対密度が 40% になるように締固めによって作製し、含水比はこの土の最適含水比である 15% とした。

本研究では 3 ケースの実験を行った。CASE1 は無対策である。CASE2 では粒径 4.75mm 以上 9.5mm 以下の中礫を用い、管模型の真上に縦 50mm×横 80mm×高さ 10mm の礫層を設けた。CASE3 では縦 50mm×横 80mm×厚さ 1.5mm のジオテキスタイル（不織布）を管模型頂部から 10mm 上に布設した。写真-1 は対策工に用いた礫およびジオテキスタイルである。

実験では模型地盤に対し給水および排水を繰り返し行い、地盤が崩壊するまでの給排水繰り返し回数を測定した。ここでは、給水終了後 1 分間待機した後に 3 分間の排水を行った。給排水の繰り返しを 1 サイクルとし、各サイクルの給水後および排水後において X 線 CT 撮影を実施した。結果として得られる CT 画像から、地盤内における空洞の形成、進展について考察した。ここでは地盤中の空洞が地表面付近に達した場合、もしくは給排水繰り返し 20 サイクル終了した時点で、空洞の進展が地表面付近に達しなかった場合は実験終了とした。また、排水と共に排出される砂を乾燥皿に入れ炉乾燥させることで、各サイクルにおける排砂量の測定も行った。

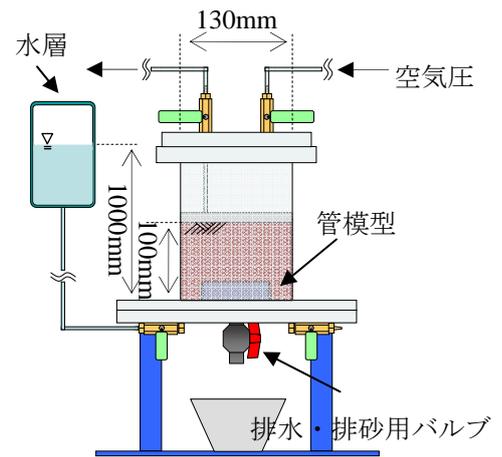


図-1 実験装置の概略図

開口部 : B5mm×L50mm

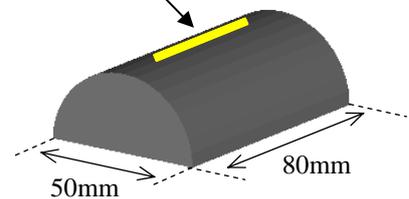
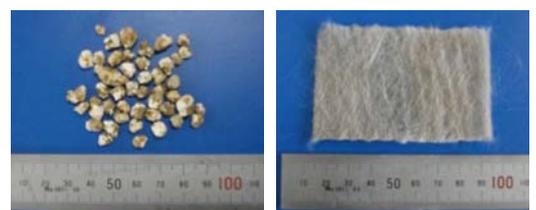


図-2 管模型の概略図



(a) 礫 (b) ジオテキスタイル

写真-1 対策工として用いた材料

3. 実験結果と考察

図-3 はケース別の排砂量の推移をグラフ化したものである。既存の研究から、排砂量と地盤中の空洞進展の度合いには相関性があることが分かっている²⁾。CASE1 では3 サイクル終了時に排砂量が急増し、最終的に 174.3g の排砂が計測された。この結果から、3 サイクル終了時に空洞が大きく進展したと推測される。CASE2 および CASE3 では CASE1 に比べ排砂量が少ないことから、地盤内に大きな空洞は存在していないと考えられる。そこで、地盤内の空洞の進展をより詳細に把握するために、CT 画像を用いて鉛直方向の空洞進展を可視化した。図-4 は模型地盤の鉛直断面画像である。空洞の進展に着目すると、CASE1 では3 サイクル終了後に空洞が土槽底部から 70mm の位置に到達していることが確認できるが、CASE2 では空洞は形成されていない。CASE3 では空洞の存在を確認することが出来るが、空洞の進展がジオテキスタイルの布設位置で止まっていることが分かる。これは、礫とジオテキスタイルがフィルタとしての役割を果たし、給排水に伴う土粒子の移動を抑制しているためであると考えられる。

4. まとめ

対策工の材料として礫およびジオテキスタイルを用いた模型実験を実施し、これらの材料の有効性について検討した。その結果、礫およびジオテキスタイルを用いた対策工は、地盤中の空洞形成、進展を抑制可能である事がわかった。今後は、対策工の布設条件などを変化させて実験を実施し、最適な施工条件について検討する所存である。

参考文献

- 1) Mukunoki T, et al. 2009. Visualization of three dimensional failure in sand due to water inflow and soil drainage from defective underground pipe using X-ray CT. *Soil and Foundations*, 49(6), 959-968.
- 2) 佐藤真理, 桑野玲子. 2009. 下水管破損部からの水の流出入による空洞形成を想定した小型模型実験, 生産研究, 61 巻, 4 号, 673-677.

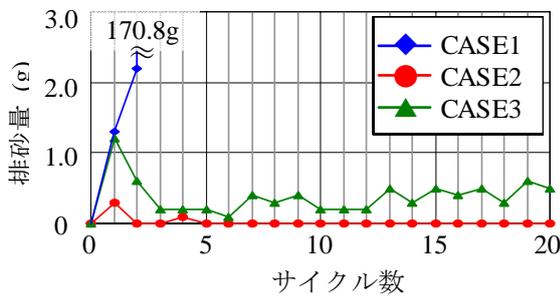
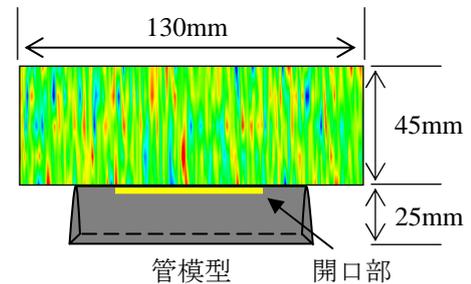


図-3 実験終了までの排砂量の推移



0.74 t/m³ [Color Scale] 2.20 t/m³

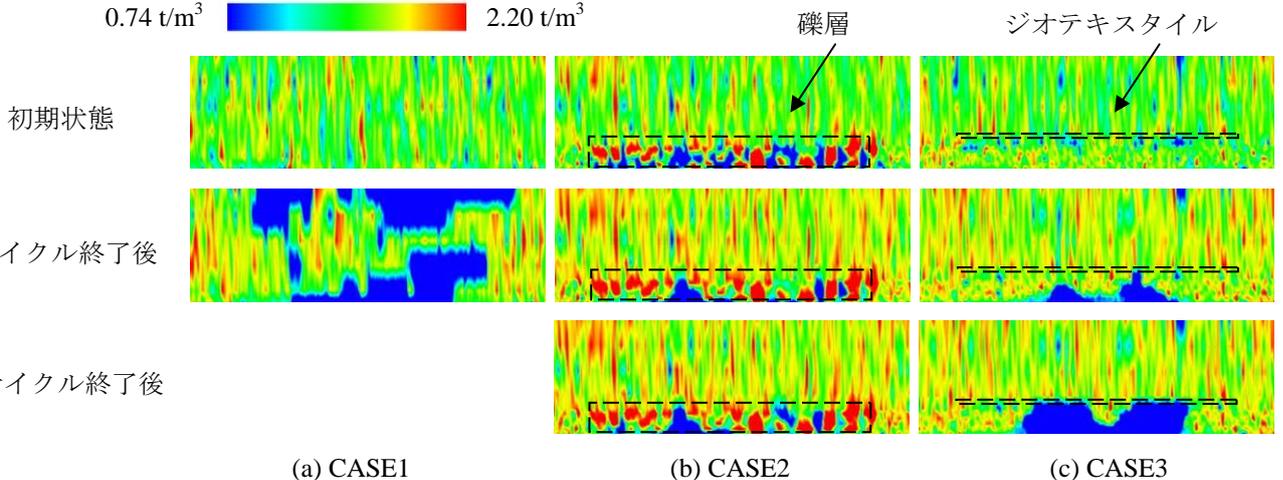


図-4 地盤の鉛直断面画像