内部浸食に起因する埋設管周りのゆるみ形成機構に及ぼす粒度形状の影響

- 名古屋工業大学大学院 学生会員 近藤 明彦
 - 名古屋工業大学 正会員 前田 健一
- 名古屋工業大学大学院 学生会員 新井 拓弥

1.はじめに

近年,世界各地で地盤の陥没災害が発生しており, 特に都市部ではインフラストラクチャーの劣化に伴 う大更新時代を迎え,その発生件数は増加傾向にあ る.陥没発生箇所の現地調査からは,周辺地盤内に おいてゆるみ領域の形成と粒度分布が狭まることが 確認されている.これは,細粒分が粗粒分の間隙中 を通って流出する内部浸食現象が原因とされる¹⁾.

内部浸食現象に関しては,特に既往の研究として 以下の Kenny らの安定条件 2 つが引用される²⁾.1:流 出可能粒径Dは Filter 粒径の 1/4 であること 2: Filter 粒径は流出粒径の倍以上含まれている.しかし,こ の条件は内部浸食量を定量的に示す指標ではないた め,著者らは粒子流出を伴う一次元透水力載荷実験 によって検討を行っている.その実験条件としては, 水勾配 i=0.3,0.5,0.7,1.0,2.0,3.0,5.0,7.5,10.0 で透水力を 作用させ流出量を観察する.図-1には実験時の粒度 分布と流出量の経時変化を示している. 粒度分布形 状は,単一粒度 un1-3,先述の kenny の条件を考慮し た二粒径混合粒度 bm1-6 とした.流出量の経時変化 としては,単一粒径で最小粒径である un3 の流出量 が最も多く,供試体重量の1%が流出した時点で大量 の流出と陥没孔が発生した.また, filter の役割を果 たす粗粒分の混合量が多い bm3, bm4 の流出量は un3 などと比べて流出量が 1/100 となっている.

以上のことから,内部浸食現象は粒度分布形状に よって,その浸食量と進行速度が大きく影響を受け るといえる.本稿は,上記の検討結果を踏まえ,特 に都市部での陥没災害の主要因である埋設管渠³⁾を 対象として,粒子流出が空洞・陥没発生に至る進行 メカニズム解明を目的としている.

キーワード 内部浸食,粒度形状,埋設管,粗粒化連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町





2. 模擬管渠周辺の粒子流出による模型実験概要

図-2 管渠周辺の陥没モデル実験概略図

図-2 に模擬管渠周辺の陥没モデル実験機の概略図 を示す.実験には.幅0.84m×高さ0.77m×奥行き0.25m の塩ビ土槽に, Ø0.14m×0.38mの模擬管渠を設置し た.土槽両端にはポーラスコーンで仕切られた幅 0.15mmの領域があり,給水槽と同一水頭に調節され る.また,模擬管渠先端5mmの位置にある,Ø5mm の切欠きにより粒子が流出可能である.加えて,土 槽中には模擬管渠の切欠上方0.1mと0.2mの位置に 計10個の間隙水圧計P306A(SSK 社製)を水平方向 0.1m 間隔で設置し,水面変化を計測している.

本実験では, 試料に単一粒度と二粒径混合粒度を 用いて比較検討を行った.単一粒度の試料には平均 粒径 *D*₅₀=0.17mmの豊浦砂を用い,二粒径混合分布の 試料は, 硅砂 2 号と 7 号を重量比 6:4 で混合したもの を用いた.両試料の相対密度は 80%に調整している.

〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 16 号館 232 号室 TEL 052-735-5497



図-3 単一粒度と二粒径混合粒度における模擬管渠周辺の空洞進展(上段:単一粒度,下段:二粒径混合粒度)



3. 粒度の違いによる陥没・空洞進展の様子

図-5 模擬管渠への粒子流出時における間隙水圧経時 変化(a)単一粒径,(b)二粒径混合分布

図-3 に模擬管渠周辺の空洞進展の様子を,図-4 に 本実験の粒度分布と流出量の経時変化を示す.図-5 には模擬管渠への粒子流出による間隙水圧の経時変 化を示す.図-3の単一粒径と二粒径混合分布を比較 すると,単一粒度では実験開始 20min で供試体表面 まで空洞が進展し陥没が発生した.二粒径混合粒度 では,実験開始 20min で実験終了時の 70%の粒子が 流出して空洞が形成されたが,その後進展しなかっ た.また,空洞下部には粗粒分のみで構成される領 域が形成されていた.ここで,陥没に関する問題を 空洞の進展と粗粒化領域に分けて検討する. 特に粗粒化領域の形成に着目して両図を比較する と、単一粒径で見られる空洞内部の水面は、二粒径 混合粒度では見られない.これは、粗粒化の発生に よる供試体内部の水面低下が考えられる.図-4 に実 験中の間隙水圧の経時変化を示す.両試料も実験開 始直後に間隙水圧が低下し、その後、単一粒径は中 央で増加、側方で若干の低下を示す.ここで、中央 部の間隙水圧の増加は、流出による水圧計の下方へ の移動が原因と考えられる.二粒径混合分布は、全 体的に間隙水圧の低下が発生し、中央付近で最大 3000Pa の低下がみられる.これは、図-3 の空洞進展 の様子から、細粒分の流出による粗粒化によって間 隙水圧計が空気中に露出したためと考えらえる.

まとめとして,地下水位のある管渠周辺の空洞規 模とその進展速度は,粗粒分の存在によって大きく 変化する.これは流出により粗粒化した領域が水面 を低下させたため,流出量が減少したと考えられる. **謝辞:**この研究で用いた装置の一部は日本学術振興 会科学研究費補助金基盤研究(B) 23360203 および特 別研究員奨励費(25・7199)の助成を受けたものであり, 深謝の意を表します.

参考文献: 1)Wood, D. M. and Maeda, K.: Changing grading of soil: effect on critical states, *Acta Geotechnica*, 3 (1), pp.3-14, 2008. 2)Kenny T.C. and Ofoegbu GI.: Permeability of compacted granular materials, *Canadian Geotech.Eng.*, 21, 726-729, 1984. 3)佐藤真理, 桑野玲子; 降雨浸透に伴う埋設管回りの地盤変形に関する 模型実験, *第 47 回地盤工学研究発表会論文集*, pp.1305-1306, 2012.