

動水勾配の増減による繰り返し载荷が内部侵食にあたえる影響

名古屋工業大学 学生会員 ○中尾 通孝

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 佐藤 弘瑛

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、特に都市部では社会基盤構造物の劣化に伴う更新期を迎え、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（細粒分の流出）が確認されている¹⁾。水位変動を受ける護岸で発生数が多く、また、豪雨後にも多発することが報告されている。そこで本稿では、基礎的な粒状体からの流出挙動において、動水勾配の増減による影響を内部侵食と目詰り挙動に着目し実験的に検討した。

2. 実験概要

図-1 には実験装置の概略図と既往の研究で流出しやすいと判明している粒度分布形状²⁾の内、sp2 粒度分布を示す。一次元鉛直下向き浸透下で、供試体下部の多孔質盤（フィルター径 0.300mm）を通過する粒子質量を侵食量として計測し、侵食可能量（粒子径 $D < 0.3\text{mm}$ の質量）に対する侵食割合を算出する。試料は球形ガラスビーズ（ $\rho_s = 2.50\text{g/cm}^3$ ）を用い、突き固めにより相対密度 80%の密な状態にしている。動水勾配一定载荷（ $i=5$ ）と繰り返し载荷（それぞれ 1.0, 5.0, 10.0 まで载荷後に 0.3 まで除荷し再载荷することを繰り返す：40 分周期）の試験を行った（表-1）。

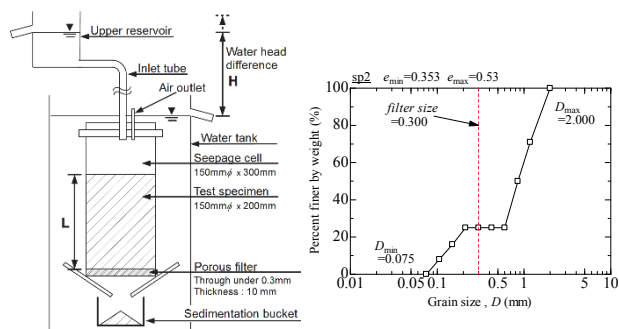


図-1 実験装置概略図と sp2 の粒度分布

表-1 実験ケース一覧

载荷方法	動水勾配 i	繰り返し回数(回)	周期 (min)
一定载荷	5.0	0	-
繰り返し载荷	1.0 - 0.3	72	40
	5.0 - 0.3	36	40
	10.0 - 0.3	36	40

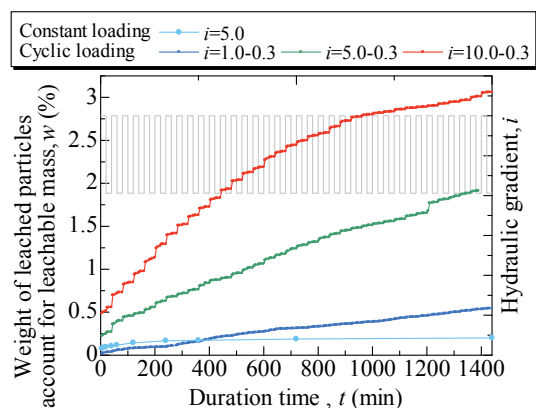


図-2 侵食可能量に対する累積侵食割合

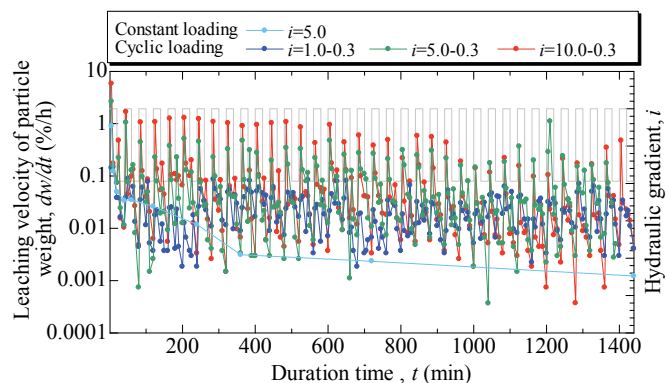


図-3 侵食速度の変化

3. 実験結果および考察

図-2 に侵食可能量に対する累積侵食割合 w 、図-3 には侵食速度 dw/dt の変化を示す。一定载荷（ $i=5$ ）では侵食速度が低下し続け、侵食割合の増加が次第に収束している。一方、繰り返し载荷の全ケース（ $i=1.0-0.3$, $5.0-0.3$, $10.0-0.3$ ）では、動水勾配を変えた直後に侵食速度が上昇し、特に動水勾配を高くした直後はその傾向が著しく、最後まで侵食速度は収束せず侵食割合は増加し続けている。その中で $i=1.0-0.3$ の繰り返し载荷に注目すると開始直後は $i=5$ 一定载荷と比べて侵食割合は低かったが 400 分経過直前に逆転し、1440 分後には $i=5$ 一定载荷の約 2 倍の侵食割合に達した。したがって、高い動水勾配での一定载荷よりも低い動水勾配での繰り返し载荷の方が早く侵食されるといえる。これは一定载荷では高い動水勾

配であっても目詰まりが解消されないのに対し、繰返し载荷では動水勾配の変化するときに目詰まりが解消されることが原因と考えられる。

図-4 に侵食割合 $w=0.5, 0.9, 1.5\%$ となる動水勾配と繰返し回数の関係を侵食の $S-N$ 曲線として示す。図から低い動水勾配の繰返し载荷であっても回数が多くなれば高い動水勾配での繰返し载荷以上に流出することが分かる。図-5 に濃度の時間変化を示す。一定载荷では濃度は減少し続けた。一方、繰返し载荷でも濃度は減少したが動水勾配を変化させた直後に濃度は上昇することが繰返され、その結果としてどのケースも初期の濃度が維持された。また、侵食速度の変化とは異なり、濃度は動水勾配を増減した直後の値はほぼ同じであった。図-6 に透水係数の時間変化を示す。一定载荷では顕著な変化は見られなかった。繰返し载荷では動水勾配を下げた直後に上昇し、その後、減少する傾向が見られた。これに対して動水勾配を上げたとき透水係数は減少した。またどのケースも初期の状態と大きく変化することはなかった。図-7 に流出した試料に含まれる各粒度の割合の時間変化を示す。粒径の小さな粒子ほど多く含まれる傾向があるため、粒径の小さい粒子が大きい粒子より流出しやすいといえる。

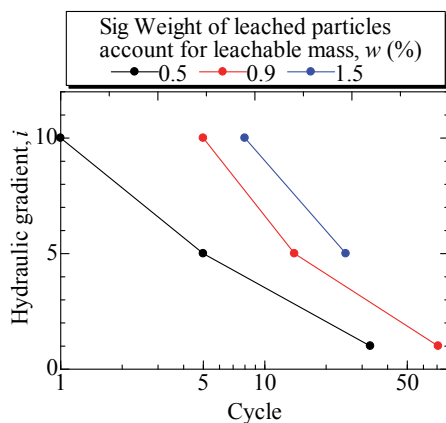


図-4 侵食量に関する $S-N$ 曲線

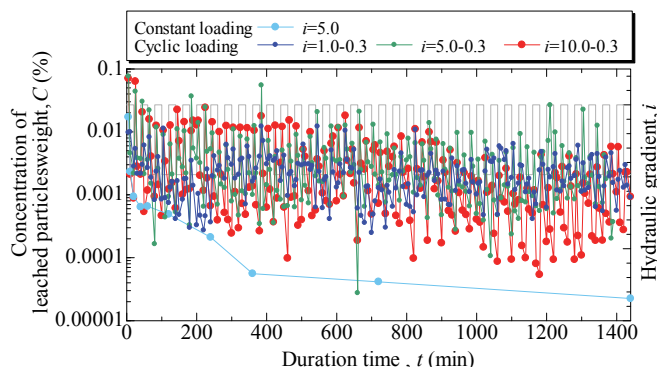


図-5 流出水量と粒子の侵食量による濃度の変化

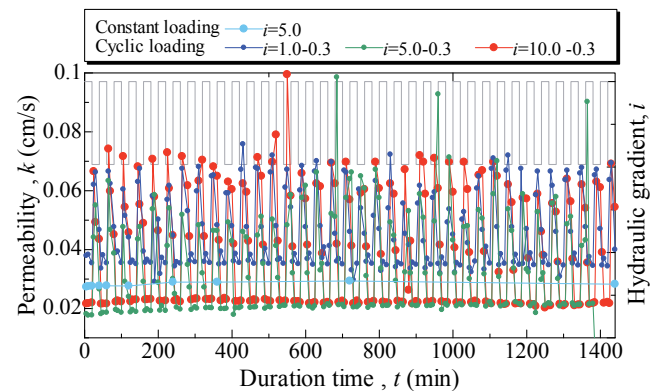


図-6 透水係数の変化

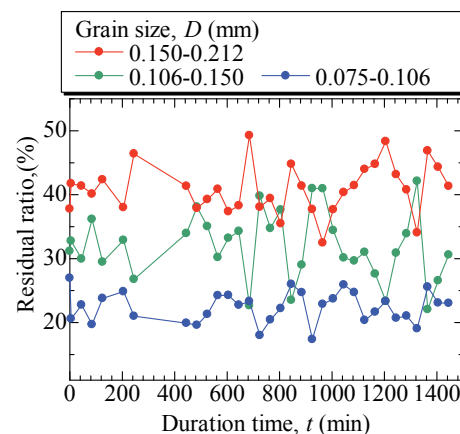


図-7 流出した試料の各粒度の割合の変化

4. まとめ

動水勾配の変化が地盤の内部侵食および目詰まり挙動に与える影響について実験的検討を行った。その結果、高い動水勾配を一定载荷するよりも、低い動水勾配の繰返し载荷の方が侵食され易くなることが明らかになった。また、繰返し载荷の回数が増えることで動水勾配の大きさに関わらず大きな侵食が生じる可能性があることが分かった。今後は繰返し载荷を受けた供試体の内部の粒子移動量について検討し、内部侵食および目詰まりの発生・解消のメカニズムの解明を目指す。

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) 近藤明彦, 前田健一, 新井拓弥, 佐藤弘瑛: 水位変動履歴を考慮した埋設管周りの緩み形成における内部侵食の影響, 第 26 回中部地盤工学シンポジウム講演集, pp.37-44, 2014.