

透水履歴の違いが盛土の内部変状に及ぼす影響

近畿大学 正会員 ○中島 晃司 河井 克之
五洋建設 非会員 栗原 大介
大豊建設 非会員 岩切 孝太

1. はじめに

近年，集中豪雨などの降雨時における，河川堤防の崩壊が頻発している．河川水や降雨の浸透にともなう内部侵食の発生によって，盛土の安定性の低下が懸念されている．したがって，現在機能している河川堤防の中には，浸透作用を受け続けた結果，内部劣化が進行しているものも少なくないと考えられる．内部侵食による土の変状が，盛土の安定性に与える影響については不明瞭なところが多い．また，非定常的な浸透条件とそれに伴う盛土の内部変状を体系づけた研究成果は数少ない．本研究では，河川堤防を模擬した盛土模型に対して，異なる透水履歴を与えて透水実験を行う．そして，透水履歴の違いが盛土の内部変状に及ぼす影響を調査する．

2. 透水試験方法および透水履歴条件

実験に用いた試料は，三河珪砂 4 号と三河珪砂 8 号の配合砂 ($e_{min}=0.86$, $e_{max}=0.45$, $\rho_s=2.67g/cm^2$) である．配合砂は，Kenny and Lau¹⁾の提案した内部安定指標をもとに，内部不安定が生じやすい材料を選定した．実験試料の粒度分布を図-1 に示す．含水比 $w=10\%$ に調整した湿潤試料を，模型土槽内に相対密度が $D_r=80\%$ となるように 5 層に分けて突固めた．突固め後，天端幅 60mm，基盤高 50mm を残し，法面勾配が 1:2 となるように法面を削り成形した．実験装置の概要を図-2 に示す．盛土の法尻部に 75 μm 径のメッシュシートを設置し，細粒分のみが流出する機構を設けている．透水実験は，盛土背面の水位上昇によって，盛土内の地下水位を変化させて行った．浸透水は，高さの調節が可能な上流側タンクから供給される．ポンプからタンクに常に水が供給されることで，水位を一定に保つことができる．

次に，透水履歴条件を表-1 に示す．本研究では，短時間の急激な地下水位上昇を想定した条件を Case1，比較的高い地下水位が長時間継続する条件を Case2，繰り返し地下水位が変動する条件を Case3 とした．いずれのケースにおいても，盛土内に地下水位が常に存在していると仮定し，盛土高 5 割の背面水位をはじめの 24 時間に与えている．また，水位上昇時を盛土高の 7 割と 9 割に設定した．

実験後，盛土各位置における土試料を同じ量となるように採取し，粒度試験を行った．

3. 実験結果

3. 1 盛土内水位と排水流量

図-4 から図-6 に，透水実験中の背面水位と各マノメーター

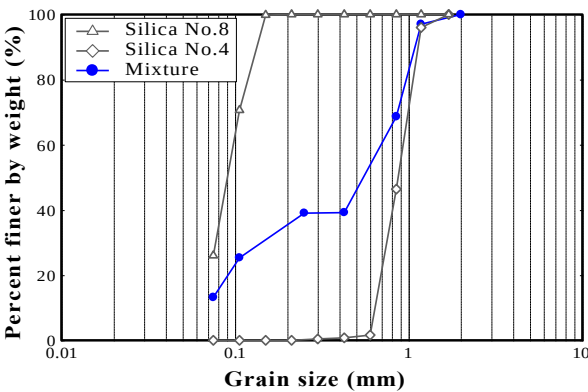


図-1 実験試料の粒度分布

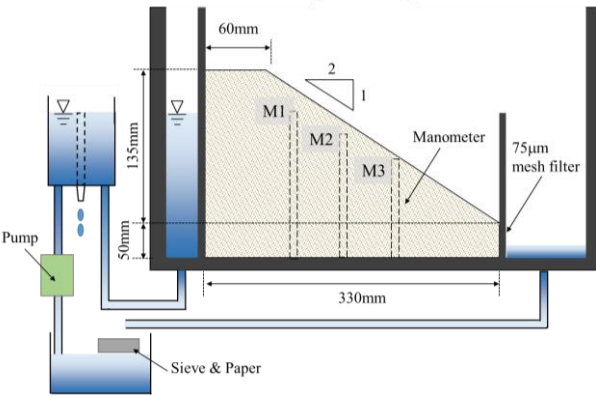


図-2 実験装置の概要

表-1 透水履歴条件

	Top water level: percentage of embankment height (Duration)			
Case 1	50% (24h)	→ 90% (6h)	→ 50% (24h)	
Case 2	50% (24h)	→ 70% (120h)		
Case 3	50% (24h)	→ 70% (24h)	→ 50% (48h)	→ 70% (48h)

キーワード 透水，内部侵食，粒度分布

連絡先 〒577-8502 大阪府東大阪市小若江 3-4-1 T E L 06-4307-3534

水位、排水流量の時間変化を示す。盛土高 5 割の定常水位を与えているはじめの 24 時間の結果をみると、いずれのケースにおいても排水流量が徐々に減少していることがわかる。同じ配合砂を使用して定水位透水試験を実施したところ、透水係数が時間経過とともに低下する結果を得た。1 度目の透水では土の変状が生じやすく、透水性が低下するようである。背面水位上昇後の Case2 や Case3 の結果をみると、マノメーター水位は背面水位の上昇に応じて高くなっているのに対し、排水流量は時間遅れで徐々に増加している様子が確認できる。一方で Case1 については、他の 2 ケースに比べて背面水位を上昇させている時間が短いため、排水流量の時間遅れの増加が見られなかったと考えられる。

3.2 透水試験前後の粒度分布の比較

図-7 に例として、Case3 の実験後の盛土各位置における採取試料の粒度分布を示す。図のように、細かな粒子が抜けている結果がいずれのケースでも確認された。ふるい径 0.075mm の通過質量百分率について、透水実験前と実験後を比較し、減少割合をまとめたものが表-2 である。減少割合が細粒分の流出量に対応していると仮定すると、Case2 に比べて、Case1, Case3 では細粒分流出が大きい結果が確認できる。

3.3 盛土の内部変状に関する考察

背面水位上昇後に排水流量が時間経過とともに増加する原因の 1 つとして、細粒分が流出することによって、水みちが形成されていることが考えられる。Case3 のように地下水位の変動が多い場合は、盛土内部の水圧変化から土の構造変化が生じやすく、それに応じて透水性の高い部分が変化していることが考えられる。その結果、細粒分の流出量が多くなったと推察される。また、Case1 のように地下水位が著しく高くなる場合においても、水圧の急激な変化に伴い細粒分流出が発生しやすくなると考えられる。以上より、盛土の内部変状には、「地下水位の変動回数」および「地下水位高さ」が大きく関係することが示唆される。

4. 結論

1 度目の透水では土の不均質化が生じやすく、透水性が低下する傾向が確認された。地下水位上昇後、排水流量は時間遅れで徐々に増加した。細粒分が徐々に流出して水みちが形成されたことで、排水流量が時間遅れで増加したと考えられる。盛土の内部変状には、「地下水位の変動回数」と「地下水位高さ」が大きく関係することが示唆された。

参考文献

(1) Kenny, T.C. and Lau, D., Canadian Geotechnical Journal, Vol.22, No.2, pp.215-225, 1985.

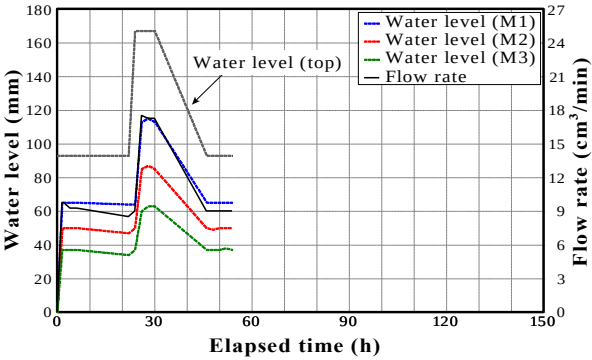


図-4 マノメーター水位と排水流量 (Case 1)

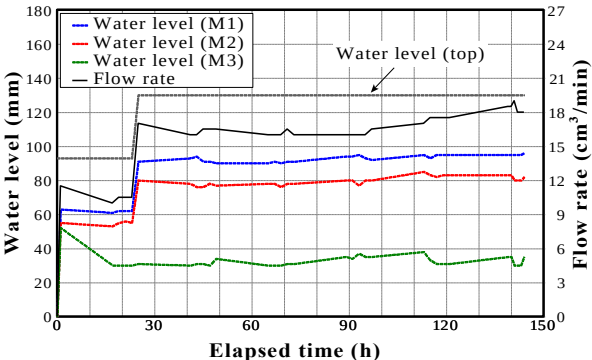


図-5 マノメーター水位と排水流量 (Case 2)

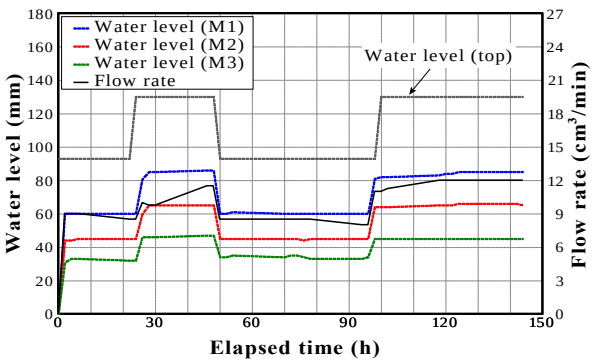


図-6 マノメーター水位と排水流量 (Case 3)

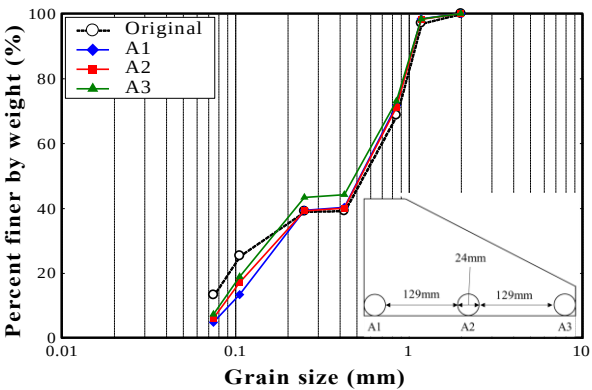


図-7 実験後の粒度分布 (Case 3)

表-2 通過質量百分率 (0.075mm) の減少割合

	A1	A2	A3
Case 1	57%	90%	67%
Case 2	39%	30%	23%
Case 3	79%	72%	81%