

ソイルセメント遮水壁を用いた河川堤防の浸透強化対策に関する大型模型実験

独立行政法人 土木研究所 正会員 ○伊勢野 暁彦 正会員 恒岡 伸幸
正会員 古本 一司 正会員 若狭 聡

1. はじめに

既設堤防の浸透対策工法に遮水壁工法がある。これは堤体内に人工材料で遮水壁を設け、堤体の浸透防止能力を向上させるものである。遮水壁には鋼矢板・地中壁などがあるが、中でも土砂にセメントミルクが混入されて形成されるソイルセメント地中壁は、セメント比・ベントナイト泥水濃度等を変えることにより、強度・透水性とも任意に選択でき、鋼矢板同等以上の遮水性能を有する場合があることが示されている¹⁾。本研究においては、大型模型実験による降雨浸透を考慮したソイルセメント遮水壁の性能についての評価結果を報告する。

2. 実験方法

実験は図-1に示す高さ3.0m、天端幅3.0m、のり面勾配1:2の半断面堤防内の天端に幅0.4mの遮水壁を構築して行った。堤体材料はケース1・2では川砂([S], $k=9.5 \times 10^{-3} \text{cm/s}$)を、ケース3では山砂([S-F], $k=6.3 \times 10^{-4} \text{cm/s}$)を、平均締固め度が90%以上になるように締固め築堤した。遮水壁の配合と物性値を表-1に示す。ベントナイトは国産のメッシュ200、セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、遮水壁の作製にあたっては、流動性の目安としてフロー値（日本道路公団規格）で160~200mm程度となるように配合した。のり面には降雨による表面浸食を防止する目的で短繊維混合土を用いて覆土した。水位を測定するための観測孔とマンメータを各9箇所、堤体内の含水比（飽和度）を測定するためのR I計測孔を9孔設置した。実験開始1.0時間後に堤外水位を計画高水位相当の2.3mに上昇させ、以降一定水位になるように設定して約24時間経過後に、降雨強度15mm/hrを72時間連続して与えた。

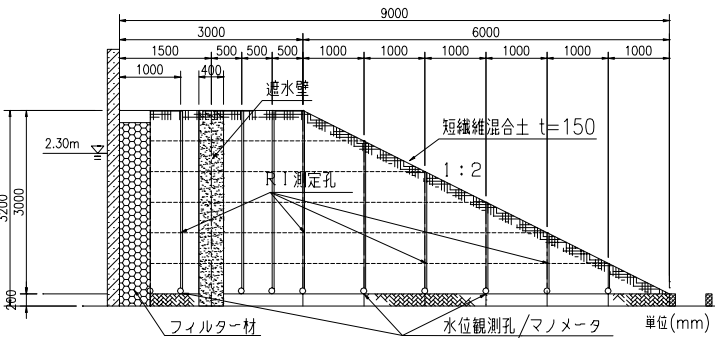


図-1 堤防実験模型

表-1 遮水壁配合表

ケース		1	2	3
材 料		川砂	川砂	山砂
セメント比 %		5	2	5
重量比	セメント	1	1	1
	ベントナイト	0.72	0.50	0.78
	砂	19	49	19
	水	7.17	10.00	7.75
泥水	濃度 %	10	5	10
	比重	1.05	1.02	1.05
混合土 比重		1.63	1.80	1.69
フロー値 cm		186	191	193
qu(7日) KN/m ²		90	75	81
k cm/s		1.6×10^{-6}	1.8×10^{-5}	6.8×10^{-6}

セメント比・・・セメント重量(g)/(セメント重量(g)+砂重量(g))×100
泥水濃度・・・ベントナイト重量(g)/1,000cc×100

3. 実験結果

各ケースの浸潤線（堤体内部の水位）の上昇過程と飽和度の経時変化を図-2に示す。
1) 定水位後24時間では、遮水壁が透水係数 $k=6.8 \times 10^{-6} \sim 1.6 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ のケース1と3については、ほぼ定常状態を確認し、裏のり側遮水壁最寄り部の浸潤線高さはケース1で0.1m、ケース3では認められなかった。1オーダー高い遮水壁 $k=1.8 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ のケース2については、実験開始後1.5時間で浸潤線の上昇が認められ、24時間後の裏のり側遮水壁最寄り部の浸潤線高さは0.4mであり、堤外水位の19%の高さを示した。
2) 降雨条件を追加すると、(1)川砂のケース1・2では山砂のケース3に比べ堤体の透水性が高く、降雨がスムーズに浸透することから、降雨開始後30時間で浸潤線は定常状態に達し、裏のり側の遮水壁最寄り部の浸潤線高さはケース1で1.2m（堤外水位の53%）、ケース2で1.4m（堤外水位の59%）と表のり側よりも約1m低い状態で定常となった。飽和度は、浸潤線の定常段階で50~60%に達した後40時間以上経過しても上昇は見られなかった。

キーワード：河川堤防，遮水壁，浸透，降雨，模型実験

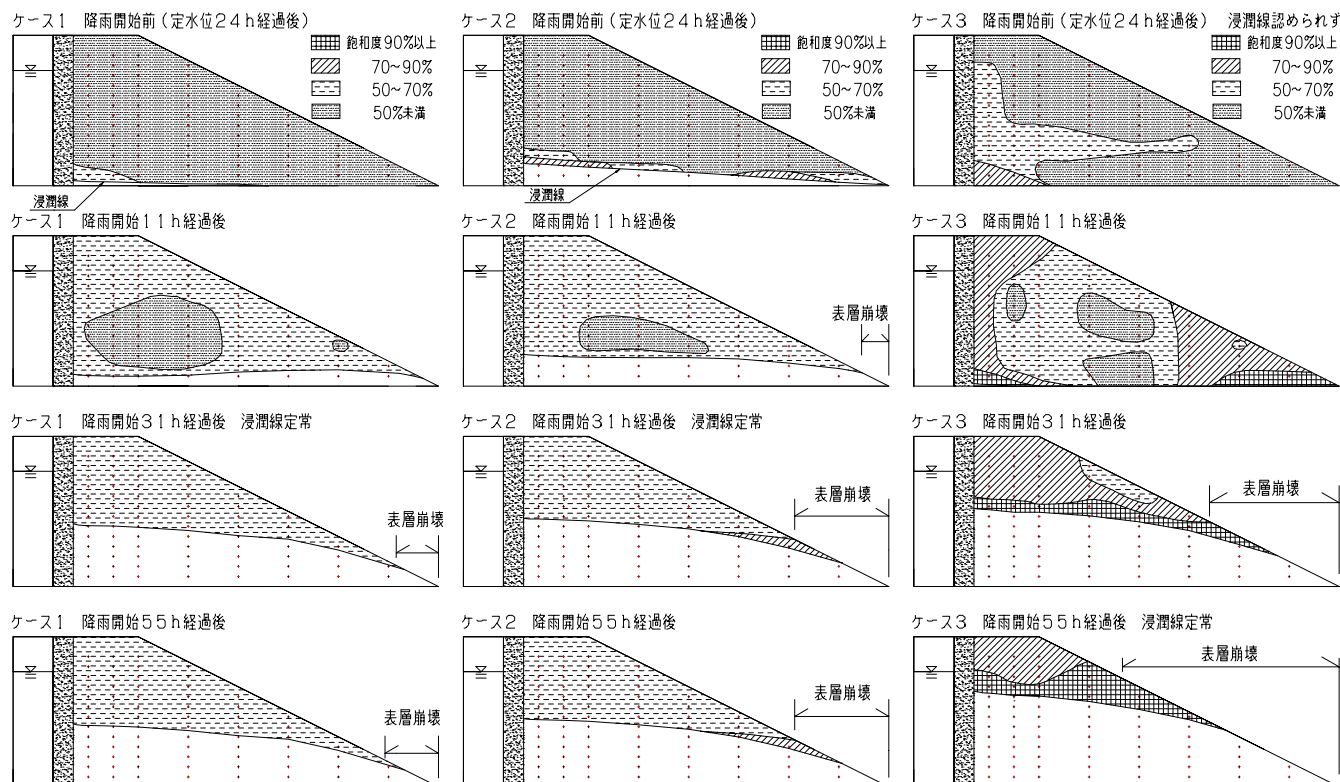
連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 TEL. 029-879-6767, FAX. 029-879-6798

(2) 山砂のケース3では定常状態に達するのに降雨開始後55時間要し、裏のり側の遮水壁最寄り部の浸潤線高さは1.9m（堤外水位の82%）と、川砂の場合よりも0.5m以上高い結果を示した。ケース3では、ケース1・2と異なり浸潤線上昇過程において飽和度が全体的に上昇していく過程が観測された。浸潤線の定常段階で、不飽和部分の飽和度は70~90%以上に達し、以降実験終了まで15時間以上経過しても変化は見られなかった。また降雨条件下では、いずれのケースも飽和度が90%以上となる箇所において、逐次のり尻部より表層崩壊が発生した。

ケース1：堤体 $k=9.5 \times 10^{-3}$ cm/s
遮水壁 $k=1.6 \times 10^{-6}$ cm/s

ケース2：堤体 $k=9.5 \times 10^{-3}$ cm/s
遮水壁 $k=1.8 \times 10^{-5}$ cm/s

ケース3：堤体 $k=6.3 \times 10^{-4}$ cm/s
遮水壁 $k=6.8 \times 10^{-6}$ cm/s



図－2 堤体内の浸潤線上昇・飽和度経時変化図

4. まとめ

1) $k=1 \times 10^{-2} \sim 6 \times 10^{-4}$ cm/s の山砂・川砂で築堤された堤体の天端に、透水係数 $k=7 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-6}$ cm/s のソイルセメント遮水壁を設置した場合、堤外水位の裏のり側への漏水はほとんど発生せず、堤外水位による浸潤線上昇を防ぐ効果がある。

2) 長時間の降雨条件下では、降雨条件のみによって堤防表面から浸透した雨水が堤体内に残留することにより、堤防全体の飽和度が上昇する。特に $k=7 \times 10^{-4}$ cm/s 程度の土質からなる堤防については、堤防全体がほぼ完全飽和状態に至り、不安定化する。これを防ぐために堤体内に降雨を入れない被覆工法等の実施が効果的といえる。

5. おわりに

近年の異常気象と土地利用の高度化によって、河川堤防の防災構造物としての重要性が一層高まってきており、より高い安全性が求められている。ソイルセメント遮水壁は堤防の遮水壁として用いられた実績は少ないが、多様な堤体に適用できる利点があると考えられる。今後は、ソイルセメント遮水壁の長期耐久性や実際の堤体漏水箇所への適用性などを検証していく必要がある。

参考文献

- ・1) 恒岡，古本，若狭，伊勢野：ソイルセメント遮水壁に関する検討，第38回地盤工学研究発表会投稿中