

III-A 282 大型模型堤防を用いたのり尻ドレンの効果に関する検討

建設省土木研究所 正会員 三木 博史
 ” 正会員 ○山田 哲也
 ” 正会員 藤井 厚企
 ” 正会員 野口 典孝

1. まえがき

河川堤防の安定性を高める方法として、のり尻ドレンの設置が有効と考えられる。そこで、本研究では、大型模型堤防を用いて、無処理もしくはドレンの規模を変えた場合の湛水実験を行い、ドレンの効果について明らかにする。また、大型模型実験を対象に浸透流解析及び安定解析を行い、堤防の浸透に対する安定性を評価するためのこれらの適用性を検討する。

2. 大型模型堤防を用いた湛水実験

(1) 実験方法

実験は、表-1に示す砂質土を用いて大型模型堤防を作成し、外水位を2.2mまで上昇させ、堤体が崩壊するまで湛水する。大型模型堤防は、図-1に示すように、ドレンの有無または規模を変え3ケース作成した。なお、実験中は、堤体内の水位や飽和度、ドレン部からの排水量を測定するとともに、のり面の変状についても調べた。

(2) 実験結果

図-2に、浸潤線の経時変化を示す。ドレンを設置していないケース1は、13時間後に浸潤線がのり尻に到達し、18時間後からのり尻の一部から土砂が流出し始めた。さらに、これが漸次進行して23時間後にのり尻が1m程度崩れ、水位計測が不能となった。

一方、のり尻に50cm程度のドレンを設置しているケース2は、ケース1と比べて、18時間までの浸潤線の上昇速度にはあまり差が見られないが、浸潤線がドレン部に到達すると、のり尻の水位が低下し、ケース1と異なり、のり面に変状が全く見られなかった。また、23時間後には浸潤線がのり面に接し、土砂の流出が見られたが、28時間まで崩壊に至らなかった。

さらに、ケース3は、のり尻に1m程度のドレンを設置している。ケース3では、ドレンの排水効果により、のり尻での浸潤線の上昇が抑えられたため、29時間後ものり面に全く変状が見られなかった。なお、この後ケース3は48時間まで湛水実験を行ったが、のり面は実験当初と全く同じ状況であった。

以上よりのり尻にドレンを設置すると、その排水効果により、のり尻での浸潤線の上昇が抑えられ、堤防の浸透による破壊に対してかなりの効果を期待できることがわかった。

3. 浸透流解析及び安定解析を用いた検討

(1) 解析概要

浸透流解析は、現場密度に合わせた定水位透水試験結果より、堤体の透水係数を $2.1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 、のり尻部の透水係数を $1.0 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ とし、水分特性曲線は吸引法によるpF試験より得られたデータをもとにVan Genuchtenモデルを用いて求めた。また、初期飽和度は実測より得られた値を用いた。

さらに、浸透流解析結果をもとに、全応力法による(1)式を用いた簡便分割法によって、最小安全率の算定を行

表-1 堤体材料の土質特性

土粒子の密度 g/cm ³	最大乾燥密度 g/cm ³	最適含水比 %	透水系 数 cm/s	粒度分布			
				礫分 %	粗砂分 %	細砂分 %	シルト・粘土分 %
2.688	1.604	16.6	2.7E-2	1.0	7.6	87.4	4.0

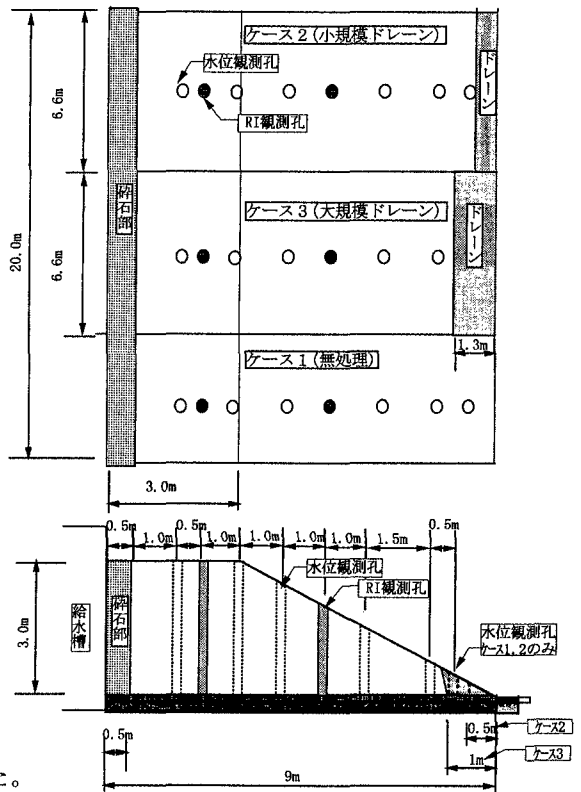


図-1 実験概要図

った。なお、安定解析に用いる堤体のせん断強さを決定するため、現場密度にあわせて、三軸圧縮試験(CU条件)で行ったところ、 $C_{cu}=0.0$ (tf/m^2) $\phi_{cu}=33.0^\circ$ であった。また、ドレーン部は粘着力は与えず内部摩擦角を 40° と仮定した。

$$F_s = \frac{\sum \{c \cdot l + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum W \cdot \sin \alpha} \quad (1)$$

F_s :安全率 c :粘着力(tf/m^2)
 l :分割片で切られたすべり面の延長(m)
 W :分割片の全重量(tf/m^3) u :間隙水圧(tf/m^2) b :分割片の幅(m) ϕ :せん断抵抗角(度) α :各分割片で切られたすべり面の中点とすべり円の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角(度)

(2)解析結果

図-2に、各ケースの浸透流解析による浸潤線の経時的な変化を示す。これを見ると、実験結果と比較して、初期の浸潤線の発達やドレーン部と堤体の境界部分に若干違いが見られるが、実験結果をほぼ再現していると考えられる。

さらに、浸透流解析結果をもとに上述したせん断強度を用いて安定解析を行ったところ、実際の崩壊が発生する前にケース1およびケース2で安全率が1を大きく下回り、実現象と大きく異なった。粘着力を与えない安定解析結果では、のり面の表層をわずかにかすめる円弧が最小安全率を示しており、このような円弧により求まる最小安全率は工学的に問題があると考えられる。

そこで、粘着力の設定を再検討し、堤体土、ドレーン部ともに $c=0.05$ (tf/m^2)として表-2に示すパラメータで行った解析結果を図-3に示す。これによると、18時間経過後からドレーンの効果が見られ、実現象とほぼ一致している。また、図-3によると安全率が1.05付近で、実際の斜面崩壊が発生しており、これらの値が斜面崩壊の目安になると考えられる。

4.あとかぎ

本研究により以下のことが明らかになった。

- (1)のり尻にドレーンを設置すると、その排水効果により、のり尻での浸潤線の上昇が抑えられ、堤防の浸透による破壊に対してかなりの安定性の増加が期待できる。
- (2)浸透流解析により堤体内の浸透状態をほぼ再現することが可能である。
- (3)全応力法による安定解析から得られる安全率は、適切な解析パラメータを設定することで、堤体浸透による斜面崩壊に対する安定性の目安となると考えられる。

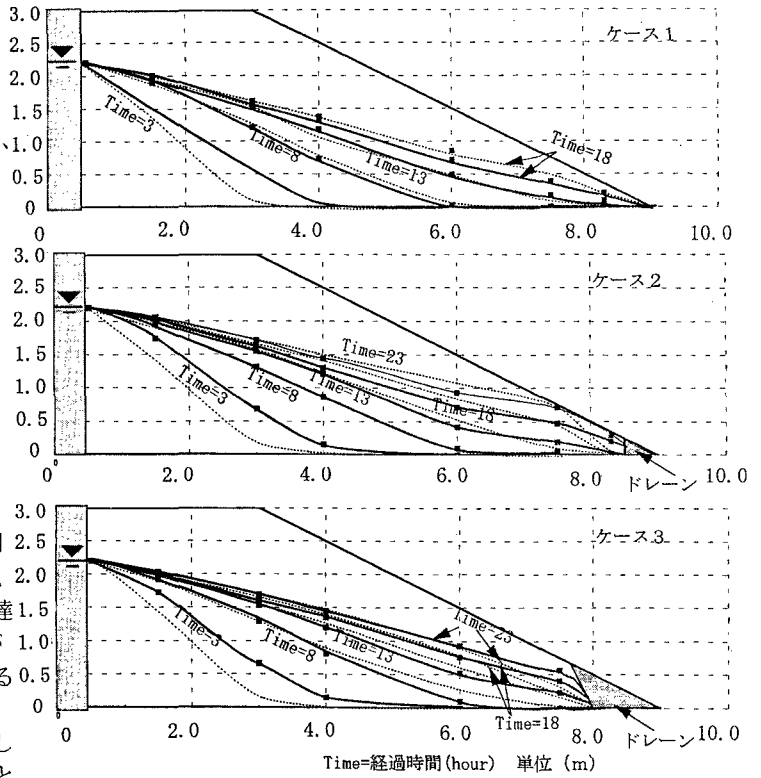


図-2 実験結果及び解析結果

表-2 解析に用いたパラメータ

堤体部				ドレーン部			
飽和重量	浸潤重量	粘着力	内部摩擦角	飽和重量	浸潤重量	粘着力	内部摩擦角
t/m^3	t/m^3	tf/m^2	°	t/m^3	t/m^3	tf/m^2	°
1.88	1.79	0.05	33	1.55	1.55	0.05	40

F(安全率)

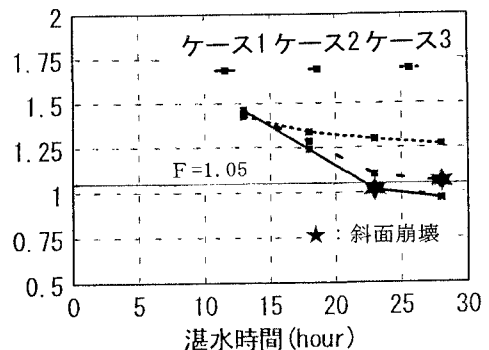


図-3 安定解析結果