

河川堤防の浸透による破壊進行過程について

京都大学防災研究所 正員 村本嘉雄 正員 藤田裕一郎
日商岩井(株) 正員○米田憲司

1. はじめに: 本研究では、河川堤防の浸透による局部破壊の進行過程について、既往の研究成果¹⁾の比較実験を行い検討を加える。浸透流解析を改良するとともに、その過程における土砂移動状況に検討を加える。

2. 実験の概要: 実験には、図-1に示すような実験装置に空洞を模擬したパイプを設置して行った。なお、水位の高い方を上流側とした。堤体形状は表-1のRun1-4の既往の実験¹⁾と同じ堤体高、天端幅とも50cm、法面勾配2:1とし、比較のため中砂(平均粒径0.64mm)を用いてRun5-8を行った。堤体形状の変化を、モータードライカメラとVTRを用いて記録した。浸透流量と流送土砂量を下流端で容器に受けて測定した。間隙水圧の変化はマノメータの直読とモータードライカメラ撮影で測定した。

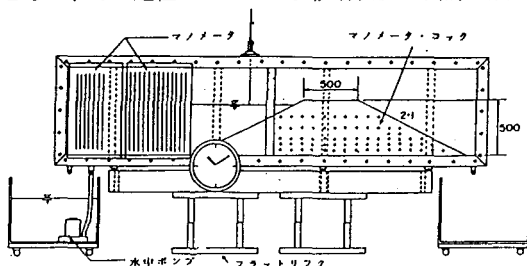


図-1 実験装置の概要図

表-1 実験条件

Run	堤体材料	パイプ先端位置 (cm)	上流側初期水位 (cm)	経過時間 (hr:min)	間隙率
1	砂8号	浸透のみ	46.11	18' 50"	0.45
2	砂8号	下流法面	45.26	経過せず	0.42
3	砂8号	下流法面中央	45.27	経過せず	0.43
4	砂8号	下流法面中央	45.44	21' 10"	0.43
5	中砂	浸透のみ	47.22	経過せず	0.45
6	中砂	浸透のみ	46.38	8' 02"	0.44
7	中砂	下流法面	46.40	26'	0.45
8	中砂	下流法面中央	46.47	1' 18"	0.45

既実験¹⁾と本実験の結果の概要を表-1に示す。本実験の経過は Run8で噴砂が発生したがその後上流からの土砂供給でその効果は続かなかった点を除き、中砂を用いた小規模実験²⁾の場合とはほぼ類似していて砂8号による既実験について指摘された見かけの粘着力と浸透経路の閉塞の進行過程へ及ぼした影響が大であったとの判断の妥当性が確認された。

3. 局部破壊の進行過程の浸透流解析: 浸透流解析では、分割要素としてアイソパラメトリックな四角形要素を使用した既往のプログラムは下流側境界形状が細分割の計算には不向きであり、要素分割方法も初期形状を対象にしていたので、堤体形状に応じたメッシュとなるように鉛直方向の分割数を1/2にした267節点、248要素とのメッシュを使用し、裏法面の浸出高さを10等分し、その高さに等しい法面上の点を外部節点とし、一方、内部節点はその点に対応する表法上の点の水平距離を等分して、水平座標を求め、鉛直座標を対応する堤体内自由表面の高さを等分して与えた。収束基準は自由表面節点仮定値と計算値との差が $\pm 2.5\text{mm}$ 以内に収まることとした。

パイプ状空洞の無いRun6の $T=90'$, $T=120'$, $T=340'$ の堤体形状に対する解析結果を図-2に示す。それぞれ上図は流速ベクトル図、下図は等ピエゾ水頭線図である。計算では、パイプ先端を内部に進行させるようにしていたが、少しでも進行してくると解が

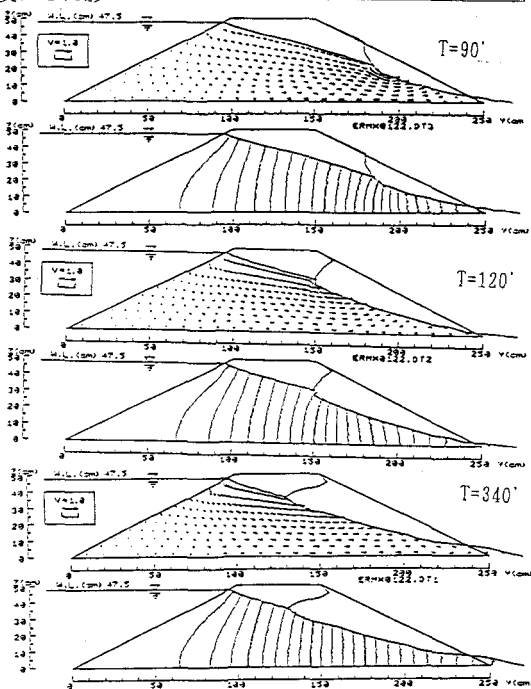


図-2 局部破壊の進行過程における浸透流解析の結果

Yoshio MURAMOTO, Yuichiro FUJITA, Kenji YONEDA

収束していかなかった。これは、堤体内部にパイプがある場合はRun6で観察されたような堤体形状は形成されない可能性を示している。また、解析結果としては、局所破壊の進行に伴って、浸潤線が若干上昇する傾向にある。しかし、各段階の無次元流出流速の積分値は表-2の通りであって時間的に漸増していった実験結果とは一致しなかった。第一の原因としては、流出上端の要素形状と裏法境界節点分割のしかたが考えられる。

表-2 無次元流出流量の積分値

時刻	流速積分値
T=90'	8.3918cm
T=120'	16.5937cm
T=340'	12.9821cm

4. 局所破壊の進行過程における土砂移動：

Run6の堤体形状をy軸に沿って5cmごとに34分割し、その時間的推移から各点の変形量を単位時間当たり換算した変形速度図及びそれを流下方向に積分した各点の通過土砂量を2段階に分けて図-3に示す。この図からピーク侵食速度が最大値がT=1hr30'-2hrの間に現れ、その時点まで増加してその後一定となったこと、また、ピークの下流側に堆積区間はほとんどないことが判る。このため、移動土砂量は侵食ピークに向かって急激に増加するが、浸出流の現れている裏法面上では各時点とも流下方向にはほぼ同一の流送能力があることが推察される。

つぎに図-4の実験装置下流端で測定した浸透流量と土砂輸送量の関係は、全体的には両者は正の相関にあり、Run6では初期を除いて流量・流砂量ともに変動幅が小さいが、パイプを設置したRun7,8では流砂量の変化に対して流量の変化が大きくともに両者は正の相関にない。これは、浸出流量のみが堤体変形に影響する流送土砂量を決定するのではなく、その時の裏法勾配等の堤体形状の影響もかなり大きいことを示唆している。

5. あとがき：局所破壊の進行過程について基礎的な検討を加えたが堤体変形の各段階に応じた浸透流の普遍的な解析法を見出し、堤体侵食の進んだ段階における浸出点近傍の斜面安定性について検討するとともに、浸透流による土砂流送の予測式を確立して進行過程を定量的に扱っていきたい。

参考文献

- 1) 藤田、八尋、村本：京都大学防災研究所年報，第33号B-2，1990
- 2) 藤田、村本、八尋：京都大学防災研究所年報，第31号B-2，1988

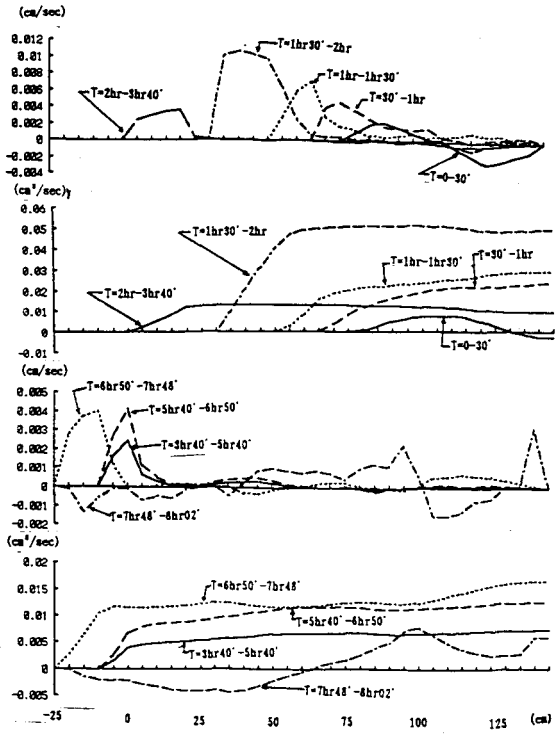


図-3 堤体の変形速度と通過土砂量

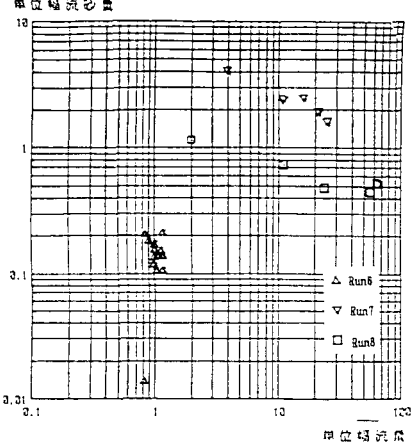


図-4 下流端から流出した土砂量と浸透流量