

模型堤防実験における降雨作用に対するドレーン工の有効性

名古屋工業大学 学生会員

○若狭 愛

名古屋工業大学 学生会員

齊藤 啓

名古屋工業大学 正会員

前田 健一

1. はじめに

ドレーン工は、降雨や河川水位により堤防内に浸潤した水を集水し、速やかに堤防外へ排水する浸透対策工として現在各地で施工が進められている¹⁾。これまで、ドレーン工は堤体内水位を低下させる効果については検討されているが²⁾、降雨に対するドレーン工の効果については明らかでない。

そこで本研究では、模型堤防実験を実施し、河川水位の上昇におけるドレーン工の設置効果について確認した。次に、降雨発生装置を用いて、降雨を作用させたときのドレーン工の設置効果について考察した結果を述べる。

2. 模型堤防実験概要

図-1 に、模型堤防の概略図および間隙水圧計の設置位置を示す。堤体下部の基盤層は飽和豊浦砂 ($D_{50}=0.20\text{mm}$, 相対密度 $Dr=80\%$)、堤体部は乾燥豊浦砂 (相対密度 $Dr=70\%$) を使用し作製した。また、ドレーン工を設置する場合には、基盤層を作製後、堤内側法尻にコの字型に吸出し防止材を敷設し、その中にドレーン材料として珪砂 2 号 ($D_{50}=1.90\text{mm}$) を詰めて作製した。まず、河川の水位上昇に対するドレーン工の効果を検討するため、無対策堤防とドレーン工を設置した対策堤防の比較を行った。これらの実験では、60 分で天端付近まで到達するよう水位を上昇させた。さらに、降雨浸潤に対するドレーン工の効果を検討するため、外力を降雨 (降雨強度 90mm/hr) のみ設定し実験を行った。なお、実験開始 60 分から排水流量を 5 分おきに 15 秒計測した。

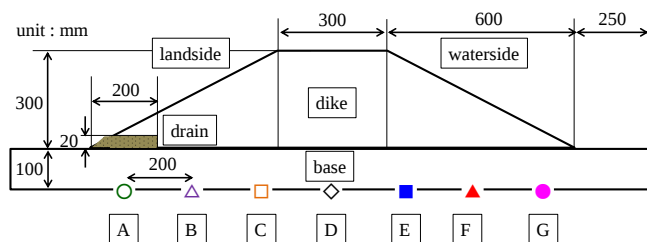


図-1 模型堤防概略図及び間隙水圧計設置位置

3. 模型堤防実験結果および考察

1) 河川水位上昇に対するドレーン工設置効果の検討

外力を堤外側の水位上昇のみ設定する場合は、無対策堤防と対策堤防 (ドレーン工) の堤体内の浸潤挙動を比較する (図-2)。堤体断面より観察される浸潤挙動に顕著な違いは見られないが、堤内側法面の挙動に着目すると、無対策堤防では水位上昇からおよそ 75 分後、溶けるように崩れる様子が見られた。これは、堤体内水位の上昇に伴い有効応力が低下し、粒子が流れ易くなることによるものと考えられる。一方、対策堤防では実験終了まで、無対策堤防のように法面が崩れることはなかった。これより、ドレーン工によって堤体内水位が抑えられたということがわかる。

次に、内部水位の挙動を比較するため、間隙水圧について検討する。図-3 に、堤内側における間隙水圧の経時変化について示す。A (法先下)、B (法面下)、C (法肩下) いずれの計測地点においても、ドレーン工を設置することで間隙水圧が 1000pa 程度低下することが確認された。

また、堤内側に排水される流量を計測した結果を図-4 に示す。対策堤防 (ドレーン工) の方が無対策堤防より排水流量がおよそ 200ml/min 多く、ドレーン工は集水能力が高いことがわかる。

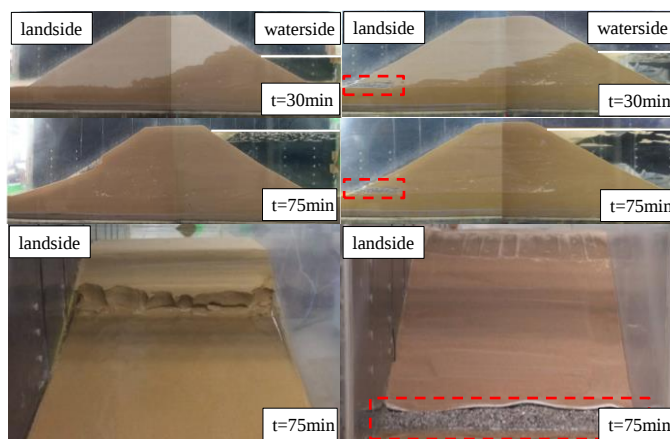


図-2 水位上昇時における堤体断面と法面の様子
左：無対策堤防，右：対策堤防 (ドレーン工)

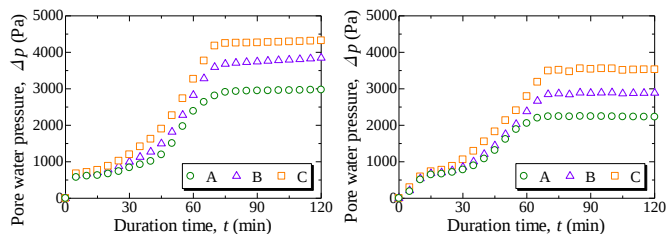


図-3 水位上昇時における間隙水圧の経時変化
左：無対策堤防，右：対策堤防（ドレーン工）

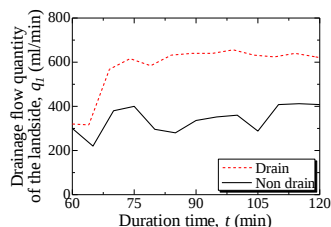


図-4 水位上昇時における堤内側排水流量

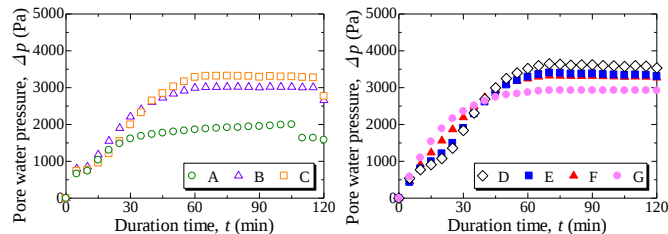


図-6 降雨時における間隙水圧の経時変化
左：堤内側（法先にドレーン工），右：堤外側

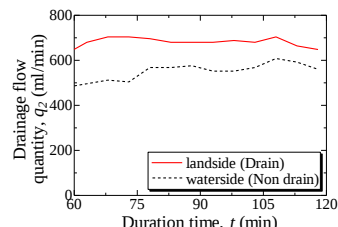


図-7 降雨時における堤内側および堤外側排水流量

2) 降雨に対するドレーン工設置効果の検討

外力を降雨のみ設定する場合は，ドレーン工を有する堤内側と無対策である堤外側のそれぞれの浸潤挙動を比較する（図-5）．堤体断面に対し左右対称に浸潤が進行するが，ドレーン工を有する堤内側の天端付近に着目すると，実験開始から約 75 分以降，乾燥領域が取り残されたままとなっている．これはドレーン側の内部水位がある高さに達して以降，法面からの降雨水が水平方向に進行せずドレーン工に吸いよせられるように流下したためと考えられる．また，堤外側法面はすべるように崩れたが，堤内側ではそのような現象はみられなかった．

図-6 より，ドレーン下の A と堤外側法先下の G を比較すると，ドレーン側の間隙水圧は堤外側に比べ 1000pa 程度低いことが確認された．

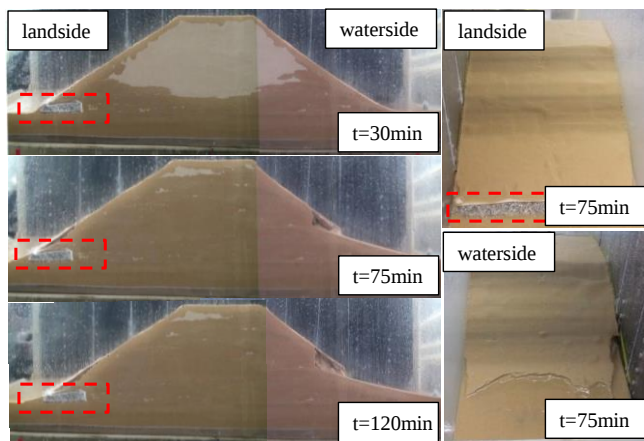


図-5 降雨時における堤体断面と法面の様子
右上：堤内側，右下：堤外側

ドレーン工を設置している堤内側の排水流量が堤外側より 150ml/min 程度多いことがわかる（図-7）．

4. 結論

本研究では，模型堤防において堤内側法先にドレーン工を設置し，水位上昇または降雨作用時におけるドレーン工の設置効果について検討を行った．その結果，ドレーン工を用いることで河川の増水に対して，堤体内水位の低下が期待できることを確認した．また，降雨作用に対して，降雨水の浸潤経路がドレーン工に吸いよせられるように変化する現象が見られた．そして，無対策の法面と比べドレーン側の法面はほとんど崩れることはなかった．これらより，ドレーン工の集水効果は，法面の崩壊を抑制する効果につながることがわかった．

謝辞

この研究は，日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B) 23360203 の助成を受けており，ここに深謝の意を表します．

参考文献

- 1) 一般財団法人 国土技術開発センター（2013.7）：ドレーン工設計・施工に関する参考資料（技術資料）
- 2) 太田英将・林義隆・宇野尚雄・柏熊誠治（2010）：堤防の浸透破壊防止用パイプドレーン工の設計手法，日本応用地質学会平成 22 年度研究発表会