浸透破壊	河川堤防	排水工		名城大学	国際会員	小高猛司			
				名城大学大学院	学生会員	〇森	智彦		
				建設技術研究所	国際会員	李	圭太		
				名城大学	特別会員	朝岡	囹 巧,	飯田潤哉,	澤村元希

1. はじめに

近年,矢部川堤防の破堤,子吉川堤防の法すべり等,高透水性の基礎地盤に起因すると思われる被災事例が目立って いる.これらの被災事例においては,堤体と基礎地盤の両者を含めた地盤構造に被災要因を求めることができるが,堤 体変状のメカニズムを含めてその解明は十分に進んでいるとは言いがたい.本研究グループは,透水性が大きく異なる 2層の基礎地盤を有する堤防の2次元模型実験を行い,基盤の漏水が堤体変状に対して与える影響およびメカニズムに 関しての検討を行ってきた¹⁾²⁾.その結果,非常に透水性の高い基礎地盤上に,それより透水性が低い基礎地盤が存在す る複層構造の基礎地盤上の堤防では,法尻付近に高い動水勾配が集中することによって,破堤に結び付くすべり破壊や パイピングの発生が確認された.加えて,透水性基礎地盤に行止り等の局所的な条件がなくとも,堤内地に連通する透 水性基礎地盤が堤防直下に存在すれば,堤体下部の有効応力の低下に伴うすべり破壊による決壊の危険性を示してきた.

本報では,最も動水勾配が集中する法尻部分に高透水性の基礎地盤から水圧を減じるための排水工を設置することに より,有効応力低下によるすべり破壊を抑制する効果を検証する模型実験を実施した.また,浸透過程においての法先 付近の間隙水圧を測定し,実験結果の考察を行った.

2. 模型実験概要

本研究では、斜面法尻に大きさ、設置位置を様々に変えて排水工を設置して実験を行った.本報では、その中でも図 1,2および3に示すように、無対策のCase1と排水工の設置位置と大きさを変えた2種の対策工Caseの結果を示す.

全ケースにおいて,領域Iには三河珪砂3号砂(間隙比 e=0.95,透水係数 k=2.67×10⁻³m/s),領域Ⅱには三河珪砂8 号砂(間隙比 e=1.06,透水係数 k=3.98×10⁻⁵m/s),領域Ⅲには三河珪砂6,7,8号を混合したもの(以下 678 混合砂)

(間隙比 e=1.06,透水係数 k=9.96×10⁻⁵m/s)を用いた. Case2 と3の排水工には,領域 I と同様の三河珪砂3号を用いた.いずれの地盤材料も含水比を4%に調整した後,所定の間隙比となるように厚さ50mm ずつ締め固めを行い,模型地盤を作製した.その後,給水槽の水位を水槽底面から130mm 一定水位を保つように給水を続け,約90分基礎地盤の地盤材料を飽和させた.その後,水位を急激に上昇させ330mmの位置(堤体高さ9割の部分)で overflow させ,排水槽の水位を150mm で維持しながら,浸透に伴う堤体の挙動を観察した.すべての実験過程において,模型実験の正面および側面からビデオ撮影を行い,堤体の変状がほぼ見られなくなるまで実験を続けた.さらに,その過程において法尻近傍の基礎地盤内の間隙水圧を測定した.間隙水圧計の設置個所を図4に示す.



Model experiment of drainage for levee on pervious foundation ground:

T. Kodaka, T. Mori (Meijo Univ.), K.-T. Lee (CTi Engg.), T. Asaoka, J. Iida and G. Sawamura (Meijo Univ)



3. 実験結果

写真 1~3 に各 Case の浸透破壊過程を示す. 写真 1 の Casel では,試験開始約 1 分で法尻から堤内平地に切り替わる 位置で,上部基礎地盤が盤ぶくれし,その盤ぶくれ部分からの噴水・噴砂が発生するとともに,それをトリガーとして 堤体法尻からすべり破壊が進行的に発生し,天端近くまで変状した. 写真 2 の Case2 では,法尻に接する堤内平地に設 置した排水工部分から噴き出すような顕著な排水が見られた. すぐに無対策と同様に法尻部分の泥濘化が発生し,排水 工上を泥濘化して流失してきた堤体材料が覆い被さるように堆積してしまうことにより,無対策に近い状態となり堤体 が徐々に変状した. ただし,その変状は堤体法面の 6 割程進行した後に停止し,無対策に比べて排水工の効果は確認で きた. さらに写真 3 の法尻堤体内に排水工を設置した Case3 では, Case2 と同様に排水工から顕著な排水が見られるが 堤体変状等は確認できなかった. Case2 の類似ケースとして,排水工の幅を大きくしたり,設置位置を法尻から離した りした実験も実施したが,いずれも法尻からの泥濘化に伴う変状は発生した.しかし,Case3 のように法尻斜面内に設 置して,堤防全体の変状を誘発する法尻の泥濘化を防ぐだけで,変状を抑制する効果が格段に向上することが示された.

図 5~7 に各 Case の 120 秒までの水頭変動を示す.図 5 の無対策 Case1 においては,総じて下部基礎地盤内の水頭変動は大きく,上部基礎地盤の水頭のいくつかは下部に連動して一旦大きく上昇するが,その過剰間隙水圧によって噴砂,噴水を発生させ,その後は急激に減少する.図 6 の Case2 においては,CH0,2 の水頭が他の場所に比べて低くなっており,ドレーンによる水圧消散によって過剰な水圧発生が抑制できている.排水工からの排水が確認できたタイミングでCH0,2の水頭が上昇し,堤体に初期崩壊が発生した70秒前後で堤防直下の上部基礎地盤内のCH4,6,8 の水頭が明確に低下している.図7の Case3 においては,Case2 と同様にCH0,2の水頭上昇が漏水と同タイミングで確認できるとともに,下部基礎地盤も含めて多くの部分の過剰間隙水圧の上昇を抑制できている.特に,堤防直下の上部基礎地盤内の過剰間隙水圧が抑制でききていることから,堤体内の飽和度上昇も抑制しているために Case3 では堤体に一切変状が見られなかったと考えられる.

4. まとめ

本実験では、高透水性基礎地盤を有する河川堤防の裏法すべりに対する対策工の検討を行った.また、間隙水圧計に よって基礎地盤内の水頭変動を確認し、排水工の効果について考察した.結果として、過剰間隙水圧の上昇による有効 応力の低下、それに伴うすべり破壊の発生に対して、法尻近傍に排水工を設置することで崩壊を抑えられることが判明 した.加えて堤体法尻の斜面を含めた排水工とすることでより効果が高くなることが示された.

参考文献:1) 森ら:全断面堤体模型を用いた高透水性基礎地盤を有する河川堤防の浸透破壊に関する検討,第71回土 木学会年次学術講演会,2016.2) 小高ら:基礎地盤の複層構造が河川堤防の浸透破壊に及ぼす影響,第52回地盤工 学研究発表会,2017.