

繰り返し水位増減に対する矢板の効果

名古屋工業大学
学生会員

○澤村 直毅
学生会員

正会員
伊神 友裕

前田 健一
学生会員

一瀬 守

1. はじめに

既往の研究において、河川堤防の基礎地盤が透水層の上に低透水層が被覆した複層構造の場合など、パイピングの危険性が高い基礎地盤特性については定性的に明らかにされてきた¹⁾。そのような箇所には順次矢板²⁾の設置が進められている。また、近年の豪雨の激甚化により、平成30年7月の長良川での出水をはじめ、一度の豪雨で何度も高水位を記録する事例が相次いでいる。そこで、本稿では繰り返しの水位増減に対する矢板の効果を明らかにするため、模型実験を実施した。

2. 実験概要

図-1に実験模型概略図を示す。基礎地盤は水中落下法で堆積させ、上層は珪砂7号、下層は珪砂2号を使用し、相対密度が70%程度になるように締め固めた。堤体には藤森粘土を使用し、含水比20%で作成した。実験に用いた材料の透水係数は珪砂7号 $k_u=1.40\times10^{-4}(\text{m/s})$ 、珪砂2号 $k_l=1.80\times10^{-2}(\text{m/s})$ 、藤森粘土 $k_c=3.00\times10^{-8}(\text{m/s})$ であり、各材料の粒度分布は図-2に示す。また、表-1に実験ケースを、図-3に両ケースでの水位の経時変化を示す。実験では、まず水位10mm（平均動水勾配 $i=0.033$ ： i は堤体敷幅と河川水位高さの比である平均動水勾配を表す）で30分間維持し基礎地盤を飽和させた。その後、水位を60mm（ $i=0.20$ ）まで上昇させ10分間維持、その後水位を10mmまで低下させ3分間維持する過程を繰り返した。また、パイピング孔が堤外側まで貫通した場合、実験終了とした。

3. 実験結果

3.1. 漏水流量とパイピング進展度の挙動

図-4に各ケースのパイピング進展度（図-5参照）の経時変化を示す。両ケースともに水位上昇1回目となる実験開始33分後に初期の噴砂が発生した。その後、case1（矢板なし）では実験開始から101分後（水位上昇5回目）、case2（矢板あり）では145分

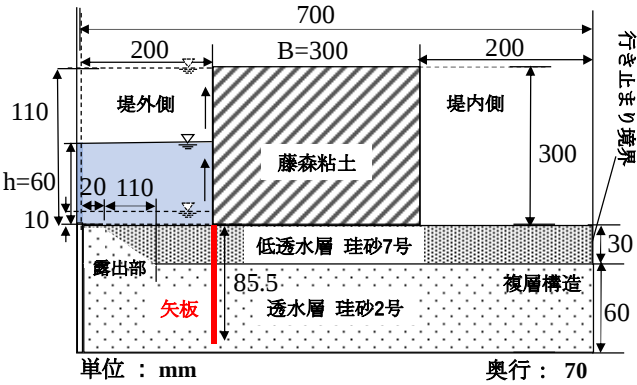


図-1 実験模型概略図

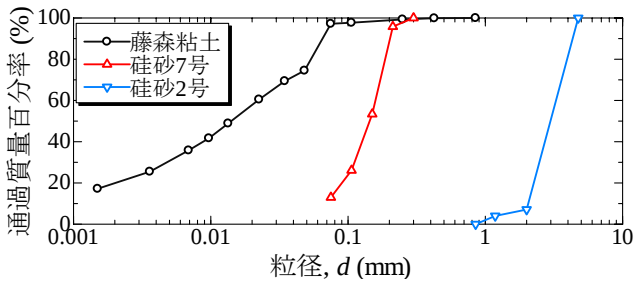


図-2 粒度分布

表-1 実験ケースと実験結果

case名	矢板の設置	噴砂発生時間	噴砂裏法尻到達時間	パイピング孔貫通時間
case1	なし	33分	38分	101分
case2	あり	33分	140分	145分

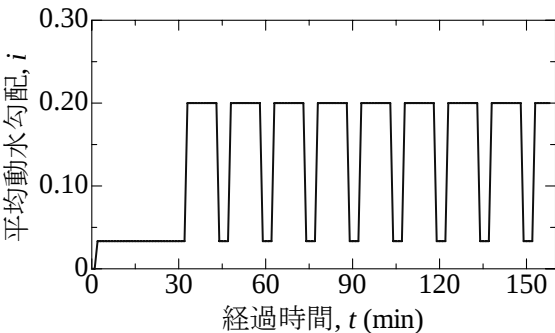


図-3 水位条件

後（水位上昇8回目）にパイピング孔が貫通した。このことから、矢板には噴砂発生を遅延させる効果は確認できなかったが、3回多く水位増減に耐え、粘り強く耐久する効果があることが分かった。

また、図-6 に各ケースの堤内側漏水流量の経時変化を示す。高水位時 ($i=0.20$) での漏水流量について、case1 (矢板なし) では水位増減を繰り返しても、一定であるのに対し、case2 (矢板あり) では水位増減を繰り返す度に減少していく傾向がみられた。これは、パイピングが進展あるいは停滞しているにもかかわらず、高水位時の漏水流量が一定もしくは減少している挙動を示していることになる。その理由として、噴砂発生時に細かい粒子が浮遊するが、浮き上がった土粒子は流出せず、水位が下降したタイミングで噴砂孔上部に堆積して土膜を形成し、地盤表面の間隙が小さくなったためと考えられる。

3.2. 累積漏水流量挙動からみた矢板の効果

前節ではパイピング孔が進展しているにも関わらず、漏水流量が減少する様子が確認された。その現象が矢板の効果にどの程度影響するかを明確にするため、本節では実験開始時からの累積漏水流量より検討した。図-7 に各ケースの累積漏水流量の結果を示す。図-7 より、case2 (矢板あり) はパイピング孔貫通までの累積漏水流量が 1.3 倍程度多く耐久することが分かった。これは、漏水流量が抑制されていることから粒子の流出が少なくなり、パイピングが進展しなかったことに起因すると考えられる。

4. まとめ

今回、繰り返し水位増減に対する矢板の効果を明らかにするため、模型実験を行った。その結果、矢板の設置により粒子の流出が減少し、パイピング孔の貫通時間を 44 分程度遅延させるとともに、パイピング孔貫通までの水位増減を 3 回分多く耐久することが分かった。また、矢板を設置しない場合に比べて、1.3 倍程度の累積漏水流量に耐久する効果を有することも確認できた。以上のことから、繰り返し水位増減に対しても矢板は効果を発揮することが分かった。今後は浸透流解析も行い、矢板の効果についてさらに検討を実施していく。

5. 参考文献

- 1) 西村征哉ら：実堤防の調査結果に基づいた河川堤防のパイピング危険度の力学的フローの提案, 河川技術論文集第 25 巻, pp.499-504, 2019.
- 2) 牧洋平ら：裏法尻の間隙水圧伝播と漏水挙動か

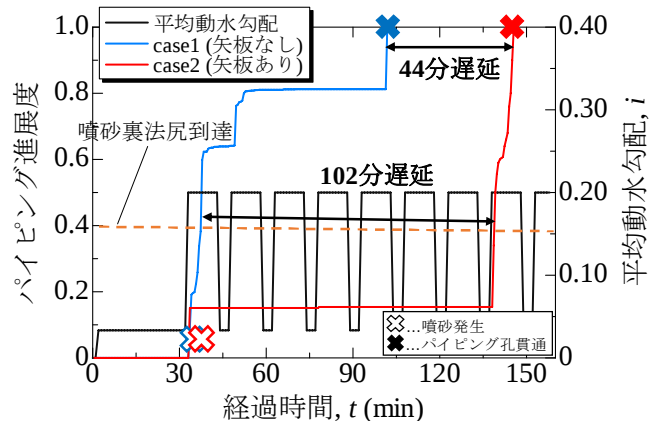


図-4 パイピング進展度の経時変化

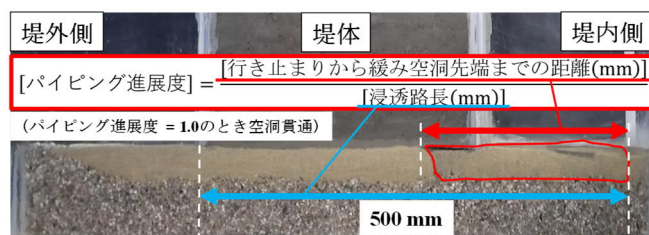


図-5 パイピング進展度の説明

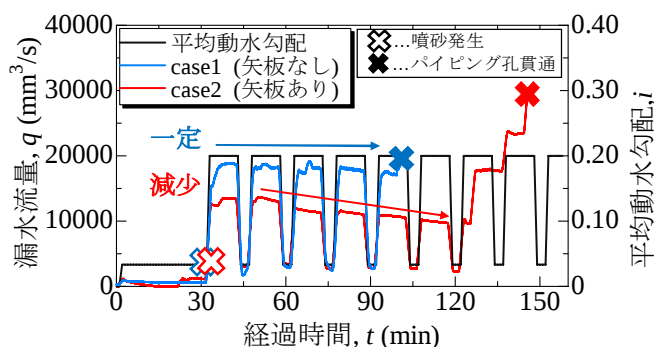


図-6 漏水流量の経時変化

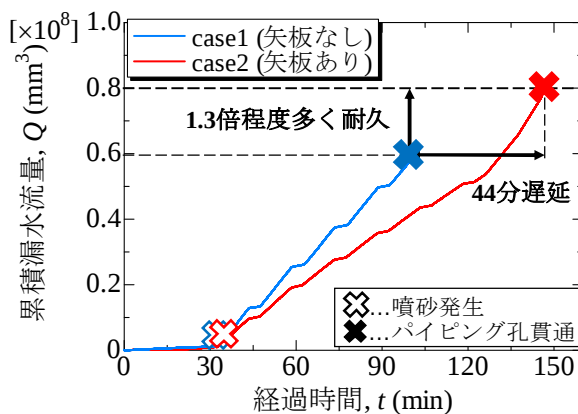


図-7 矢板の有無による累積漏水流量の経時変化

らみた河川堤防における川表遮水工法の効果, 河川技術論文集第 27 巻, pp.217-222, 2021.