

地下水流動阻害に起因する河川災害発生機構

第一復建株式会社 正会員 ○吉村辰朗

1. はじめに

近年、豪雨によって河川災害（パイピング、河川堤防崩壊等）¹⁾が発生し、これによる社会的損失は計り知れない。災害被災地の断裂分布を調べると、河川災害は不連続面（地層境界、断裂等）が交差する場所（交差場）付近で発生している²⁾。災害発生の素因としては、不連続面の交差場で発生する事象（パイピングとパイプ流）が考えられる³⁾。本稿では、堰堤に設置されている護床ブロックの局所的流出の事象を基に、地下水流動阻害によって発生する揚圧力に起因する護床ブロック崩壊メカニズムを考察した。

2. 不連続面の交差場で発生するパイピングとパイプ流

亀裂の交差部（断裂交差場）では透水性が高く、地下水および物質の重要な移行経路となることが報告されている⁴⁾。断裂交差場では、衝突地下水流に伴いパイピングが発生し湧水・噴砂が認められる。また、地層境界（不整合面）と断裂の交差場ではパイプ流が発生する（図-1）。

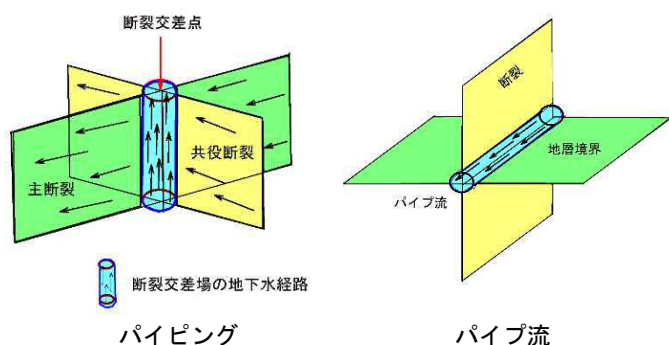


図-1 不連続面の交差場で発生するパイピングとパイプ流

3. 堰堤に設置された護床ブロックの局所的流出

堰堤下流側には、現場打ちの護床ブロックが設置されていたが、出水により 0.8 t の護床ブロックが度々流出し、2t 型の護床ブロックで復旧された。2014 年には局所的ブロックの流出が発見されている（図-2）。護床ブロック流出箇所付近には、東北東方向とそれにほぼ直交する北北西方向の断裂が分布している

（図-3）。断裂線上には護床ブロック流出箇所が位置し、断裂が交差している（断裂交差場と称す）。断裂交差場の上流側では河川洗堀（浸食）が認められるが、下流側では砂洲（堆積）が分布している（図-4）。この事象から、断裂交差場付近において断裂に沿う地下水流動が阻害されていると推定される。



図-2 護床ブロックの局所的流出

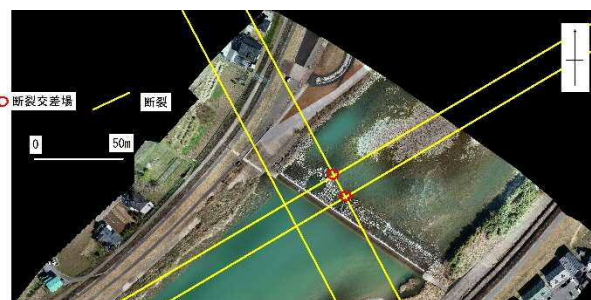


図-3 堰堤付近の断裂分布と断裂交差場

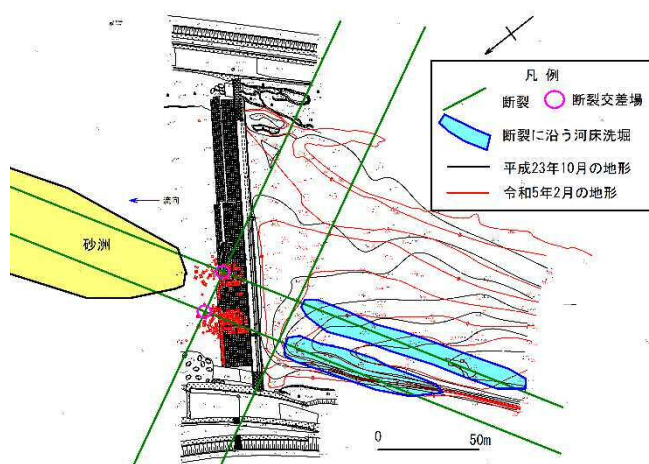


図-4 断裂に沿う河川洗堀と断裂線上の砂洲

キーワード 河川災害、地下水流動、断裂交差場、揚圧力
連絡先 〒812-0006 福岡市博多区上牟田 1 丁目 17 番 9 号
第一復建株式会社 TEL092-412-2232

4. 護床ブロックの流出メカニズム

護床ブロックが流出した箇所の地質横断面図を図-5 に示す。標高-5m 付近に砂礫と砂の地層境界があり、砂の上位には不透水性のシルトが分布する。この地盤構造と断裂分布より、護床ブロックが流出した箇所には2章で示した「パイプ流」の形成が想定される。

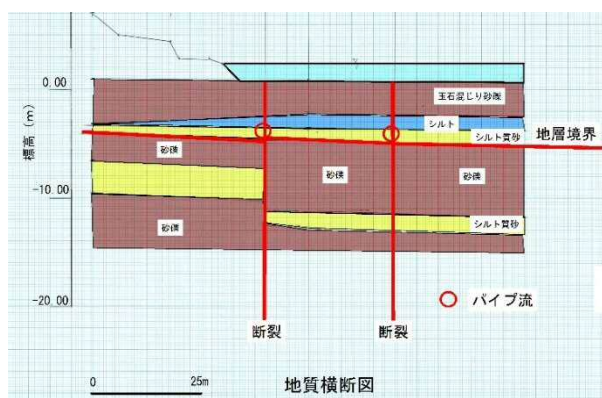
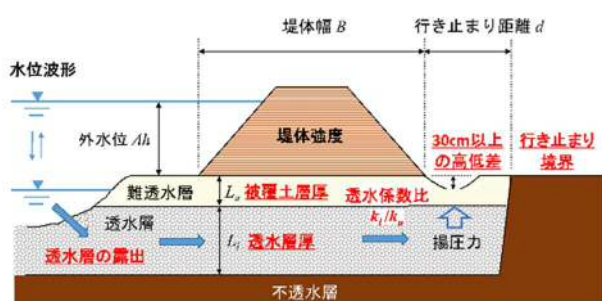


図-5 地層境界と断裂の交差場におけるパイプ流形成

図-6 (上) にパイピングが発生しやすい地盤構造を示す⁵⁾。図-6 (下) に護床ブロックが流出した箇所の地質縦断面図を示す。上図の行き止まり境界 (行き止まり構造) は、下図のパイピング (噴砂) に相当し「断裂交差場」に対応する。



パイピングが発生しやすい地盤構造⁵⁾

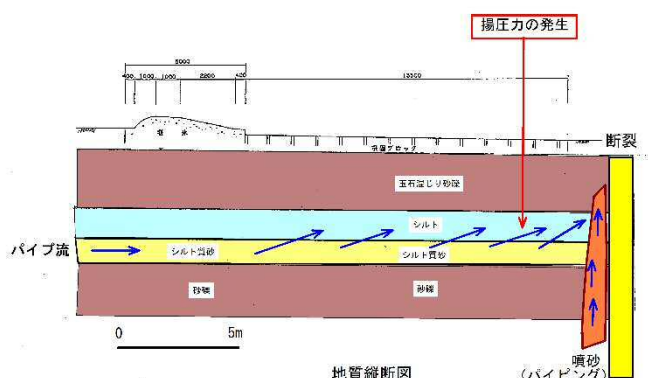


図-6 パイピングが発生しやすい地盤構造 (上) と断裂交差場でのパイプ流閉塞による揚圧力の発生 (下)

図-7 には、断裂線付近で揚圧力が発生するモデルを 3D で示した。豪雨時には地下水流動阻害 (パイピング) によってパイプ流は閉塞され、揚圧力が発生した結果、断裂線上の「局所的な護床ブロック」の流出が発生したと考えられる (図-8)。

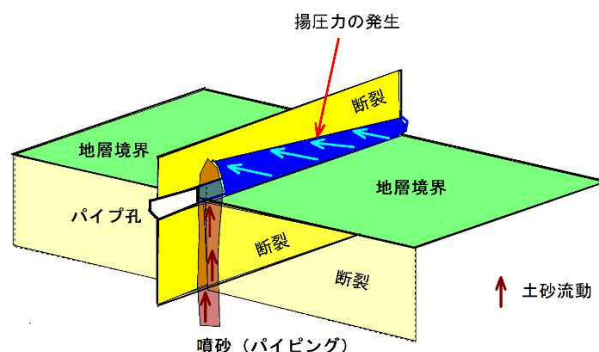


図-7 噴砂によるパイプ流閉塞に伴う揚圧力の発生 (3D)

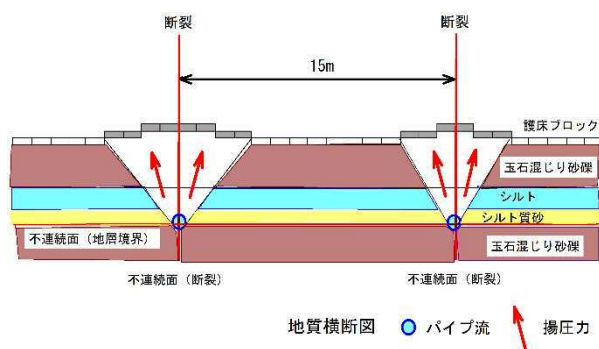


図-8 揚圧力により護床ブロックが持ち上がり崩壊する発災機構 (2D)

参考文献

- 1) 吉村辰朗・森山秀馬: 断裂交差点付近のパイピングと堤防決壊, 地盤工学会誌, 67(12), pp.13~18, 2021.
- 2) 吉村辰朗・照井 剛: 断裂交差点付近の災害発生について, 九州応用地質学会令和 2 年度 (第 36 回) 研究発表会, pp.13-18, 2020.
- 3) 吉村辰朗・森山秀馬: 不連続面の交差場で発生するパイピングとパイプ流, 地盤工学会誌, 71(1), pp.45~48, 2023.
- 4) 鐵 桂一・澤田 淳・内田雅大: 亀裂交差部に沿った方向の透水特性の評価, サイクル機構技報, N0.23, pp.63-70, 2004.
- 5) 国土交通省 河川技術研究開発制度 河川技術分野: 透水性基礎地盤を有する河川堤防の進行性破壊を考慮した総合的安全性点検のための評価手法と破壊抑制に関する技術研究開発, 2018.