

断裂交差点付近でのパイピングと河川堤防決壊

第一復建株式会社 ○ 正会員 吉村辰朗, 森山秀馬

1. はじめに

近年、豪雨災害が頻発・激甚化し、河川堤防の強化が喫緊の課題となっている。堤防は延長の長い線状構造物のため(国管理の河川延長は約1万1千km)、洪水に対して脆弱な箇所をピンポイントで把握することは困難な状況にある。令和2年7月豪雨による災害発生箇所周辺の断裂線を描いた場合、断裂交差点付近に災害(斜面崩壊、ため池堤体崩壊、パイピング等)が発生していることを見出した¹⁾。今回は、令和2年7月豪雨で発生した筑後川のパイピングおよび球磨川の河川堤防決壊が断裂交差点付近で発生している事例を基に、河川堤防の決壊メカニズムを考察した。



図-2 断裂分布図(筑後川 38k600 右岸)

2. 断裂を検出するγ線探査

地球上の岩盤には、自然由来の微弱な放射線(γ線・ガンマ線)が放出されている。地殻変動に伴う破断・変形・変質を受けた地質体(破碎帯・変形帯)では、その作用によって物質(地盤・岩盤)の磁性が変化し、γ線強度異常値が生じると考えられる。地盤におけるγ線の強度をシンチレーションサーベイメータによって、正常値と異常値の境界を計測することで断裂帯の幅を10cmオーダーで特定することができる。測定結果図では、γ線強度異常値を■で示した。

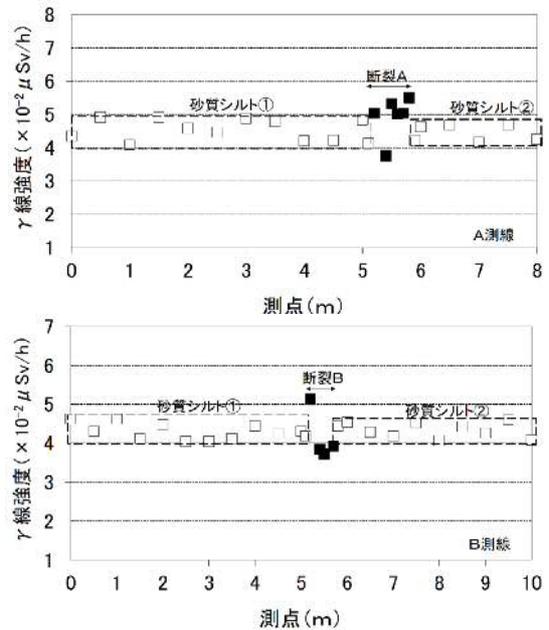


図-3 γ線測定結果(筑後川 38k600 右岸)

3. 筑後川のパイピング

令和2年7月7日に、筑後川 38k600 右岸付近で堤防裏法尻のパイピング被災が認められた(図-1)。パイピング箇所付近にEWおよびNS方向の断裂が推定されたため、断裂分布を定量的に把握する目的でγ線探査を実施した。断裂分布図を図-2に示す。EW方向に断裂A(断裂幅:0.6m, 走向:N85°E)、それにほぼ直交する方向に断裂B(断裂幅:0.4m, 走向:N4°W)を検出し(図-3)、両断裂の交差点付近でパイピングは発生している。亀裂(主断裂と共役断裂)の交差点(断裂交差点)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²⁾から、図-4に示す断裂交差点付近のパイピング発生メカニズムが想定される。



図-1 パイピング(筑後川 38k600 右岸)

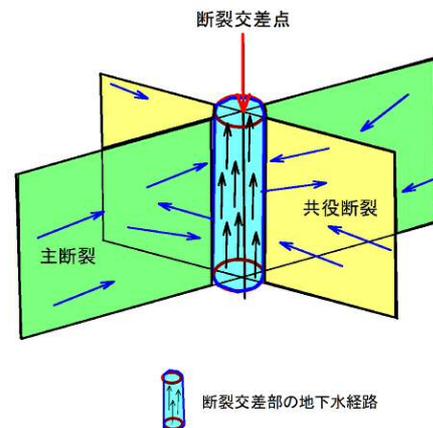


図-4 断裂交差点付近のパイピング発生メカニズム

4. 球磨川の河川堤防決壊

令和2年7月8日に、球磨川左岸 55.0kにおいて、幅約10mにわたって河川堤防が決壊した。決壊箇所付近にNEおよびNW方向の断裂が推定されたため、γ線探査を実施した。断裂分布図を図-5に示す。NE方向に断裂C(断裂幅:0.4m, 走向:N30° E), それにほぼ直交する方向に断裂D(断裂幅:0.4m, 走向:N50° W)を検出し(図-6), 両断裂の交差点付近で破堤している(図-7)。前記と同様に、断裂交差点部では透水性が高く、地下水および物質の重要な移行経路となることから、断裂交差点付近の基盤漏水発生メカニズムが想定される(図-8)。堤防決壊箇所では亀裂が“地下水経路”となり、豪雨時には地下水が堤体内に浸透と堤体内の水位上昇によって、崩壊するメカニズムが考えられる(図-9)。基盤漏水やパイピング破壊に関しては、地層状況として「行き止まり型地盤」「行き止まり状態」とたびたび報告されているが、この地層の不連続性は「断裂(断層)」の存在を示唆するものとする。



図-7 堤防決壊箇所と断裂交差点の対応(球磨川左岸 55.0k)

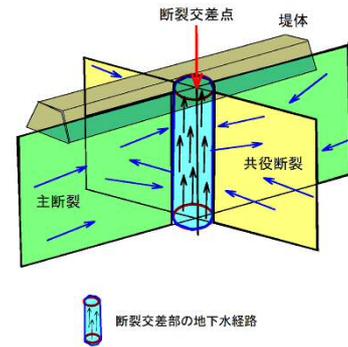


図-8 断裂交差点付近の基盤漏水発生メカニズム

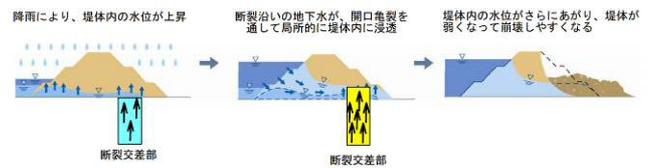


図-9 河川堤防の決壊メカニズム



図-5 γ線探査測線位置および断裂分布図(球磨川左岸 55.0k)

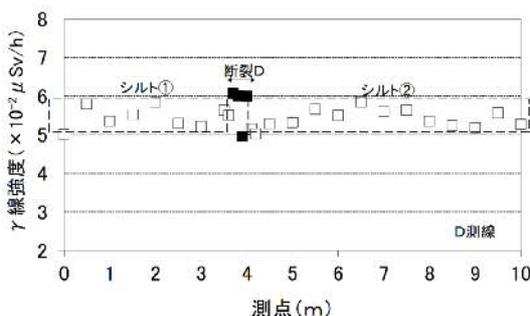
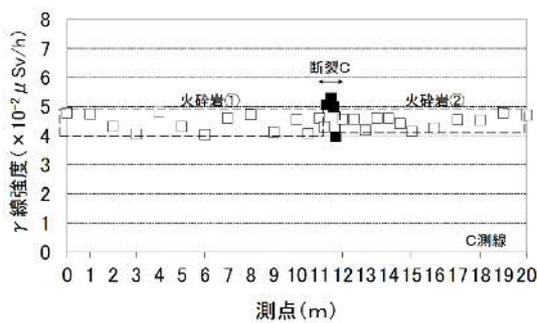


図-6 γ線測定結果(球磨川左岸 55.0k)

引用および一部加筆：常呂川堤防調査委員会(平成29年3月)の一部に加筆修正

5. おわりに

今回の事例で示したように、パイピング・堤防決壊は「断裂交差点付近」で発生している。断裂交差点を検出するγ線探査を行うことによって、洪水に対して脆弱な箇所をピンポイントで絞ることができれば、「堤防の強化」に向けた地質調査や対策工を効率的に実施することが可能になると考えられる。

[参考文献]

- 1) 吉村辰朗・照井 剛(2020):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.
- 2) 鐵 桂一・澤田 淳・内田雅大(2004):亀裂交差点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.