

堤防の浸潤監視に向けた比抵抗モニタリング

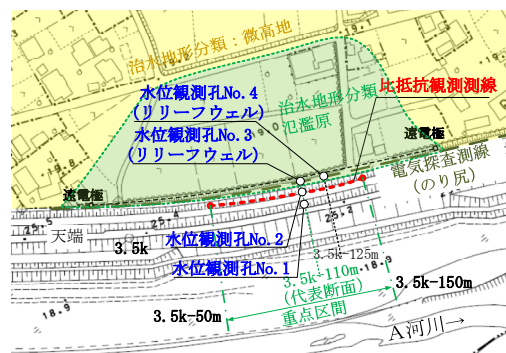
一般社団法人リバーテクノ研究会 正会員 ○倉田 大輔
 公益財団法人河川財団 正会員 尾松 智
 公益財団法人河川財団 塩谷 優太

1. はじめに

現在、堤防の点検は、目視点検による形状や表面状況の変状の把握が基本であり、内部状態の把握は行われていない¹⁾²⁾。降雨や河川水の浸透に伴うすべり破壊や、パイピング破壊といった現象は、堤防内部で浸潤状態や間隙水圧等が常に変化して進行することから、これらの状況を出水時に観測することで、堤防の安定状態の監視が可能と考えられる。本論文では、維持管理技術の高度化に向け、出水時の堤防の浸潤状態を監視するためのモニタリング技術の実用化を目指す研究の一環として、水位観測および比抵抗モニタリングの適用性をフィールド試験により検証した結果について述べる。

2. モニタリング概要

フィールド試験は、過去に漏水被害が確認されているA河川で実施した。モニタリングの重点区間は、堤内地の微地形、既往の堤防点検結果、本研究で実施した物理探査結果等をもとに選定した。重点区間には、水位観測システムと比抵抗モニタリングシステムを2016年に設置している。重点区間の基礎地盤は、透水層（砂礫層）に層厚1m程度の粘性土層が被覆しており、堤体は、川表側は粘性土、川裏側は砂質土で構成されている。なお、2017年出水時の観測結果より、代表断面位置選定の妥当性が確認されている³⁾。



出典：治水地形分類は、国土地理院治水地形分類図（更新版）に基づく

図-1 モニタリング機器配置平面図

重点区間のモニタリング機器の位置図を図-1に示す。水位観測システムとして、水位観測孔を代表断面の堤体内に2箇所、基礎地盤の透水層を対象に1箇所と代表断面下流に1箇所設置した。観測は、自記水位計の毎時連続観測とした。また、現地に雨量計を設置して毎時連続観測を行った。なお、河川水位は、重点区間より約500m上流の水位観測所の毎時河川水位データを用いた。比抵抗モニタリングシステムとしては、既往の研究⁴⁾において、河川堤防の不飽和領域の水分動態観測に電気探査手法が有用であることが確認されていることを踏まえ、水位観測孔No.2より上方1mの位置に、堤防縦断延長100mの探査測線を設け、1m間隔で電極を埋設した。比抵抗観測は、出水が予想される際、観測機器をあらかじめ起動させ、およそ4日間、15分間隔で連続して行った。

また、重点監視箇所の選定に用いた牽引式電気探査を2019年出水時にも同一測線上で実施し、2時期の比抵抗の変化状況を把握した。牽引式電気探査は、オームマップパー（Geometrics, Inc.）と呼ばれる電極付きのケーブル装置を人力で牽引する方式により、図-1に示す裏のり尻の堤防縦断方向1測線で、重点区間を包括する範囲で実施した。

3. モニタリング結果

2017年の平成29年台風第21号出水時と2019年の令和元年10月台風第19号出水時の観測結果を図-2に示す。累加雨量は2019年出水の方が16mm多く、河川水最高水位は2019年出水の方が約1.2m高い。水位観測孔における水位上昇は、2017年出水時は観測孔No.2～No.4で、2019年出水時は観測孔No.1～No.4すべてで確認され、2019年出水時の方が約0.2m高い。また、堤体においては、2017年と2019年出水時ともに、川裏側の観測孔No.2の水位のピークは、河川水位のピークより前に確認された。一方、基礎地盤においては、裏のり尻の観測水位（No.3およびNo.4）は、2019年出水時の方がおよそ0.12～0.25m高かった。

キーワード 堤防, 浸潤監視, 比抵抗モニタリング, 地下水位, 水位観測

連絡先 〒331-8688 埼玉県さいたま市北区土呂町2-61-5 応用地質株式会社 流域・砂防事業部 TEL 048-652-3330

比抵抗モニタリングおよび牽引式電気探査の観測結果を、2出水の観測位置を合わせて図-3に示した。観測結果は、出水前と水位低下時の比抵抗の差分をとった変化率で表示した。

基礎地盤に着目すると、両出水時とも、代表断面を含む距離 500～530m 付近の区間で、比抵抗変化率がマイナスになり、比抵抗が顕著に低下する傾向を示している。これは、低比抵抗の地下水が基礎地盤に浸透していると考えられることから、この区間の基礎地盤では、河川水位の上昇に伴い、河川水の顕著な浸透が生じる状況にあることが推測される。

一方、堤体に着目すると、2017年出水時の比抵抗はほとんど変化せず、2019年出水時では低下傾向を示している。これは、2019年出水時において、より多くの降雨浸透が生じたためと推測される。

比抵抗モニタリングで確認された比抵抗が顕著に低下する範囲は、牽引式電気探査による比抵抗の2時期の差分でも確認された(図-3の最下段)。この手法は比抵抗モニタリングに比べて分解能や即時性では劣るものの、機動性や効率性の面で優位であり、広範囲から浸透性が高い箇所を抽出する場合には十分適用できると考えられる。

4. まとめ

河川堤防内の水位観測や比抵抗測定によるモニタリング技術をフィールド試験により検証した結果、2017年出水時および2019年出水時において、出水の規模や対象地盤の浸透性に応じた、堤体および基礎地盤の比抵抗の変化、水位の変化を捉えることができた。今後は、適用事例を蓄積することにより、それらの技術の堤防維持管理への適用性について、引き続き検討を進めていきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省：河川砂防技術基準 維持管理編（河川編），2015。
- 2) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課：堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領，2019。
- 3) 倉田大輔，太田雅之，阿部知之，藤澤寛，安達孝実，河野隆治：堤防の浸潤監視の実用化に関するフィールド試験，河川技術論文集第24巻，p.589-594，2018。
- 4) 小林剛：地盤の水分変化モニタリング技術ー比抵抗モニタリングシステムの概要ー，応用地質技術年報 No.32，p.69-75，2013。

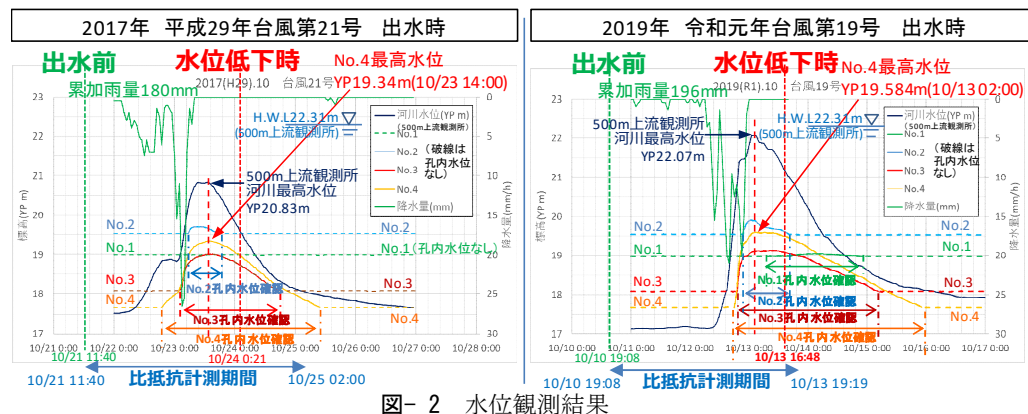


図-2 水位観測結果

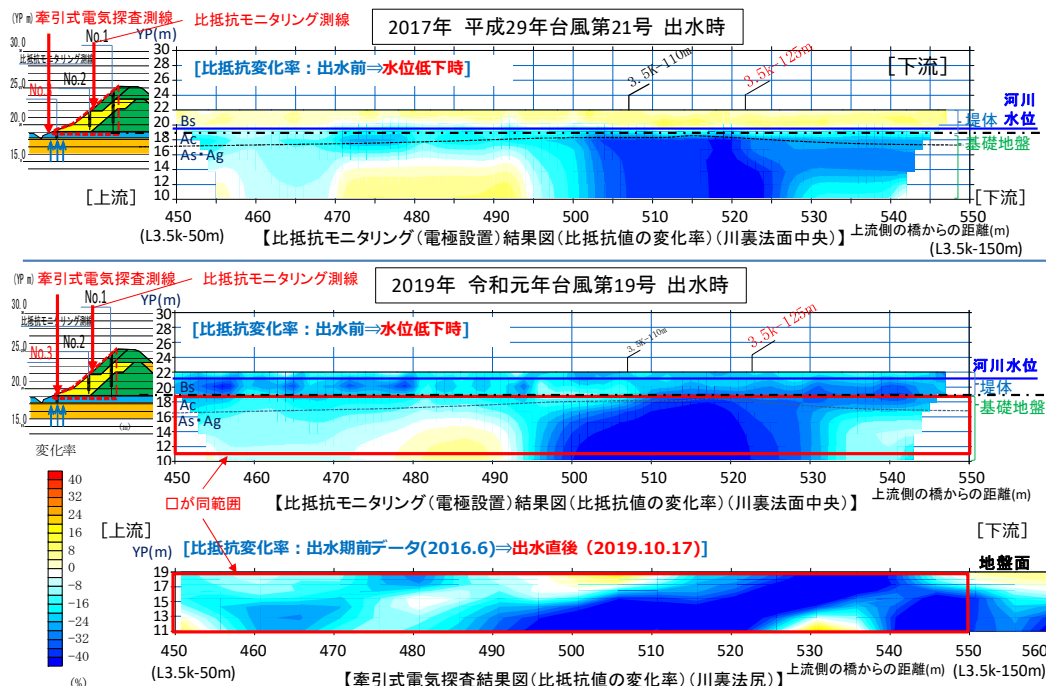


図-3 比抵抗モニタリングと牽引式電気探査結果図