

河川堤防の危険度予測を行うための浸透・侵食モニタリングシステム

パシフィックコンサルタンツ株式会社 河川部 部長 正会員 渡邊 眞道
 河川部 次長 構造・診断 G 正会員 佐々木博明
 河川部 構造・診断 G 正会員 ○増山 博之
 河川部 構造・診断 G 正会員 新村 卓也
 河川部 構造・診断 G 上村 雄介
 河川部 構造・診断 G 木村 茂

1. はじめに

河川堤防は、一旦破堤すると大規模なはん濫被害を引き起こす要因となるため、その安全性の監視は今後の河川管理に必要不可欠である。将来的に迅速かつ適切な水防活動と、よりきめの細かい住民への避難勧告を実現していくためには、洪水時に河川堤防に生じる浸透・侵食状況をリアルタイムに把握・予測するシステムを構築していくことが重要と考える。本報では、今後の河川堤防の危険度予測に向けて、①実河川・実洪水での観測結果と、②土研での共同研究で行った実河川を想定した堤防模型実験での検証結果等¹⁾により、今回新たに提案する河川堤防の浸透・侵食モニタリングシステムの高い実用性が認められたので報告する。

2. 浸透・侵食モニタリングシステムの概要

(1) 浸透モニタリングシステム

写真-1 および図-1 に土研での浸透モニタリングによる実験状況を示す。当システムは堤防のり面の利用・環境面に配慮して、観測孔の凸部が生じない構造とした。(3)に示す地中無線方式を採用することにより、ハンドホールの堤体内への埋設が可能になった。

また、観測データの送信方式については、従来の各水位計からそれぞれ単独で送信していた送信方式を、送信機の経済性の観点から新たに改良を加え、多チャンネル送信機で集約して一括送信する方式に改良を加えた。

(2) 侵食モニタリングシステム

写真-2 および図-2 に新たに開発した侵食センサーを示す。侵食センサーは観測地点の平均粒径程度の河床材料（自然石）を使用することで、実際の流水の変化による侵食実態を妨げることのない実現象の再現性が高い観測技術である。

さらに、侵食センサーは自然石を用いることで、縦向きおよび横向きの設置が可能であり、河岸侵食（側方侵食）および堤防侵食（直接侵食）のいずれの侵食形態もモニタリングできるシステムである。通年でセンサーの稼動状態が分かる信頼性の高いモニタリングシステムとして構築している。

(3) データ通信方式

図-3 に今回採用した地中無線（低周波電磁波）と従来の地上無線（高周波電磁波）の通信距離に対する減衰率を示す。ここで、一般的に減衰率は 10^{-6} が通信可能な範囲の目安である。地中無線の通信距離は空中では 100m 程度と地上無線に劣るものの、土中では 60m 程度、海中では 30m 程度と地上無線に比べて実用可能な範囲であるため、当浸透・侵食システムのデータ通信方式には、土中、水中において通信距離の長い「地中無線方式」を採用した。



写真-1 土研での浸透モニタリング状況

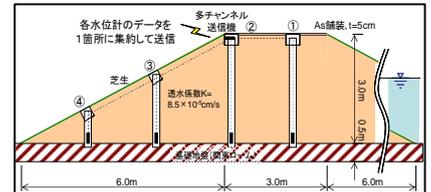


図-1 観測孔と水圧式水位計の設置例



写真-2 現地に設置した侵食センサー

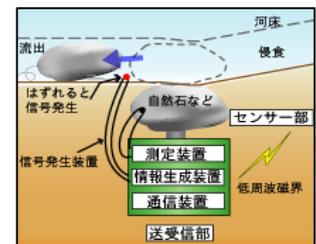


図-2 侵食センサーのイメージ

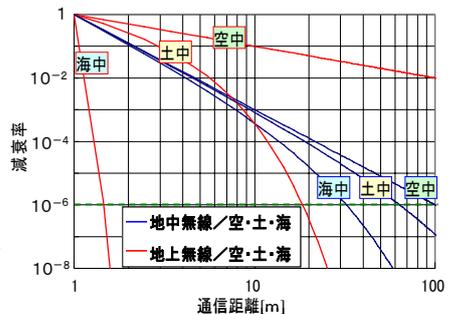


図-3 地中無線（低周波）と地上無線（高周波）の通信距離に対する減衰率

キーワード 河川堤防, モニタリング, 浸透, 侵食, 危険度予測

連絡先 〒163-0730 東京都新宿区西新宿 2-7-1 パシフィックコンサルタンツ株式会社 河川部 TEL03-3344-1305

(4) 浸透・侵食リアルタイムモニタリングシステム

図-4 に浸透・侵食リアルタイムモニタリングシステムの仕組みを示す。本システムは、観測地点の浸透・侵食の状況がリアルタイムに一目で分かり、河川管理者が手元のパソコンで河川堤防の安全性を一元管理できるモニタリングシステムである。

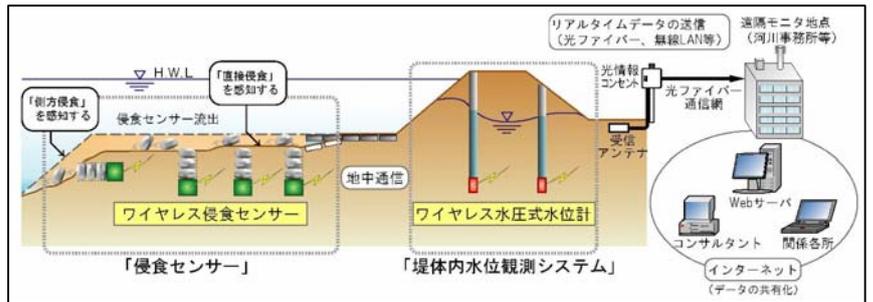


図-4 浸透・侵食リアルタイムモニタリングシステムの仕組み

3. 観測結果と検証結果

(1) 実河川での観測結果

「侵食モニタリングシステムの実用性」を確認することを目的に、実河川・実洪水を対象とした現地観測を行った。

図-5 に実河川での侵食状況の一例を示す。これまで計測することが困難であった最大洗掘深や侵食速度が把握でき、時系列の侵食状況が縦横断的に観測できることが認められた。

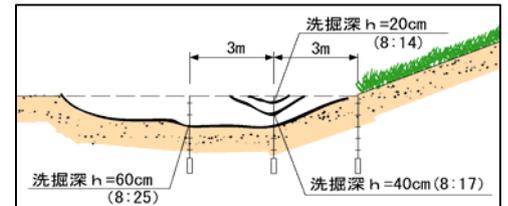


図-5 実河川での侵食状況の一例

(2) 実物大スケールの堤防模型実験での検証結果

土研での共同研究において「浸透モニタリングシステムの長期的な安定性」を確認することを目的に、実物大スケールの堤防模型を用いた検証実験を約2年間にわたり計15回実施した¹⁾。

外力条件は1山洪水の台形波形を基本とし、実際に発生する可能性のある2山洪水なども対象とした。

図-6 に検証実験での実験結果を示す。各水位計測値の経時変化は、実験中の降雨による変化はあるものの、浸潤線が定常になるに連れて各地点それぞれの計測値の差は小さくなり、ピーク付近では全体的に整合一致していることが認められる。このため、再現性、長期的な安定性がそれぞれ確認できた。

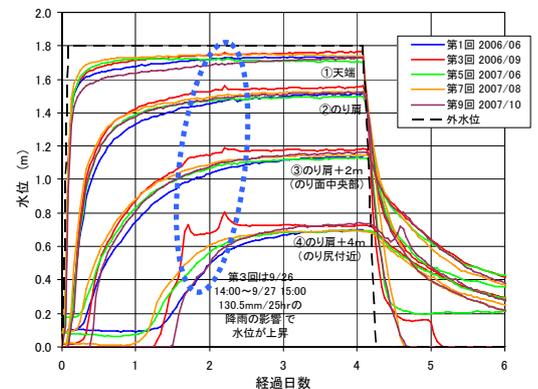


図-6 堤体内水位の観測結果

(3) 水位計の乾湿繰返し実験での検証結果

土研での共同研究において「水位計の長期的な安定性」を確認することを目的に、実験水槽内に設置した水位計に乾燥状態と湿潤状態を繰返し与える検証実験を約1年間行った¹⁾。

図-7 に実験結果を示す。計測結果の外水位に対する誤差は水深4mピーク水位で最大2cm (0.5%) 程度の誤差であり、再現性および長期的な安定性に全く問題のないことが認められた。

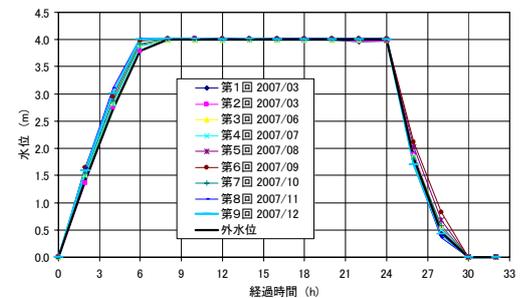


図-7 湿潤条件の水位計測結果 (水槽実験)

4. おわりに

当社が提案する浸透・侵食モニタリングシステムは、現地観測や検証実験を通じて、観測に対する実用性が高いことが明らかになった。

今後、浸透モニタリングシステムについては、将来的に降雨や水位に関する予測情報の量・質が向上していくことを見据え、数時間後の予測水位・雨量をもとに堤防の危険度を即座に診断できるようなシステムへと改良を加えていく必要がある。検知から予測できるシステムへと改善・改良が望まれる。

一方、侵食モニタリングシステムについては、洪水時の最大洗掘深を把握することで、観測により得られた最大洗掘深の標高が当該断面の最深河床高より低い場合については、護岸の基礎工天端高を検討する際の基本的なデータとして活用していくことができる有効な観測技術である。今後は護岸工天端高の設定技術向上に向け、護岸基礎の根入れが問題となる流れ場でのモニタリングの実施と観測データの蓄積が期待される。

参考文献 ●1) 「河川堤防の浸透モニタリングシステムの開発」2008. 7. 10 第43回地盤工学研究発表会、渡邊眞道、佐々木博明、増山博之、新村卓也、上村雄介、山城 睦、須賀原慶久、鈴木聡司 ●2) 「急流河川用侵食センサーの開発」2006. 10. 24、北陸地方建設事業推進協議会「技術建設報告会」、渡邊眞道、佐々木博明、新村卓也、増山博之 ●3) 「受注に効く新技術、特集①土木工法2006、プロポーザル①」2006. 4. 28、p58-59、日経コンストラクション