

河川構造物の地震時即時診断システムに関する実験的研究（その1）

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○渡邊 武志

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 三田 亮平

計測検査株式会社 非会員 森 啓考

計測検査株式会社 正会員 樺島 勝

1. 目的

河川管理者が管理する河川管理施設（水門・樋門等）は震度4以上の地震発生後、津波警報・注意報が解除され、安全性が確認された後、施設の状態把握を目的として点検を実施することになっている。しかし、地震後においては河川管理者自身が被災者となる可能性もあり、地震発生後における全施設の状態（ゲート開閉機能および施設周辺堤防の状態）を安全かつ迅速に把握することは現在、困難な状況である。こうした背景を踏まえ、本研究では①ゲート開閉機能診断、②固有振動数の変化を活用した施設点検の優先順位づけ（スクリーニング）が可能なシステム開発を目的として、基礎データの収集を(国)宮崎河川国道事務所が管理する谷川樋管で実施中であり、その概要について報告する。

2. 即時診断システムの概要

本システムは樋門に傾斜計と加速度計（常時微動観測も可能なもの）を設置し、樋門門柱の傾斜角と固有振動をリアルタイム計測することで①ゲート閉鎖機能、②施設本体・周辺堤防の健全度を診断するシステムである。図-1に現状および、システム導入後の地震発生後の対応を示す。現状は図中左側のフローに示すように地震発生後、全施設を対象に一次点検（目視点検）を実施したのち、健全度低下が著しいと判断される施設を対象に二次点検（詳細な外観点検+必要に応じて計測）を実施している。このため、地震後の施設状態は現地で目視確認するまで不明である。これに対して、システム運用時は①幾何学的に決まるゲート閉鎖が可能な門柱の変形角（許容残留変形角：図-2）¹⁾と門柱傾斜角のリアルタイム計測値を比較することで、ゲート閉鎖機能が確保されているかを判断できる。また、②施設本体や施設周辺堤防の変状（断面欠損、ゆるみ・空洞化）により施設の固有振動数が低下することが知られており²⁾³⁾、地震発生後、固有振動数（リアルタイム計測値）に変化が認められた場合、施設に何らかの損傷が発生していると判断できる。

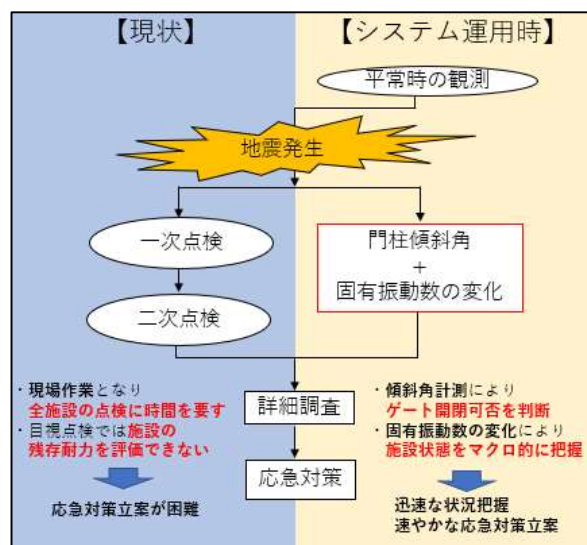


図-1 即時診断システムの概要

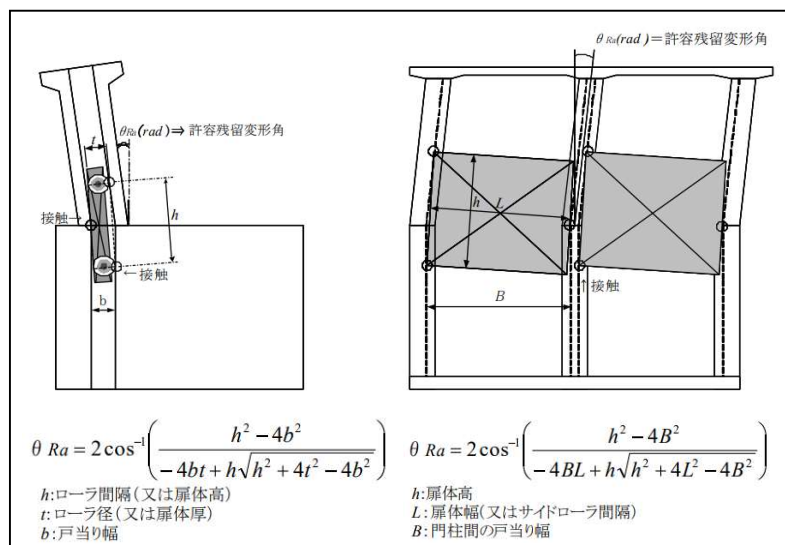


図-2 門柱の許容残留変形角の考え方

キーワード 固有振動数, 即時診断, 傾斜計, 加速度計, 河川構造物

連絡先 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町三丁目 22 番地 パシフィックコンサルタンツ（株）TEL 03-6777-1506

このように変形角計測にもとづくゲート閉鎖機能の確保と施設の固有振動数の低下を考慮することで施設点検の優先順位を設定することが可能になる。

表-1 に点検優先順位の考え方を示す。優先順位 1, 2 位は門柱の変形角が許容値を超えているためゲートが閉鎖しない状態であるため、早急に詳細点検及び応急対策を実施する必要がある施設である。優先順位 3 位は変形角が許容値内であるものの固有振動数に変化が生じているため、目視点検で施設に変状が確認されなかった場合、施設周辺の堤防に変状（ゆるみ・空洞化）が発生していると判断されるため、詳細点検が必要になる施設である。優先順位 4 位は地震後においても問題ない施設であり、優先順位 1 ～3 位の詳細点検後に点検すればよい。

3. 検証項目と計測機器の設置状況

表-2 に本実験により確認する検証項目とゲート閉鎖機能、構造物の損傷度別の検証内容を示す。
写真-1 に計測対象施設（谷川樋管）の外観、および機器の設置状況を示す。加速度計は門柱上部（2 カ所）と門柱基部（2 カ所）、傾斜計は門柱上部の操作室内（1 カ所）に設置した。

表-2 検証項目・検証内容

検証項目	ゲート閉鎖機能診断	構造物の損傷度診断
リアルタイム監視	門柱の傾きが計測できているかを検証	固有振動数が計測できているかを検証
計測項目	門柱の傾斜角 （水流方向、水流直角方向）	平常時の固有振動数把握（常時微動観測） 地震後の固有振動数把握
機器・躯体の状態把握	ゲート閉鎖可否	・アンカーボルトのせん断 ・躯体損傷、施設周辺堤防の緩み
システムの有効性	遠隔地からリアルタイムで状態把握できることを検証	同左
データ蓄積	通信障害時によりシステムによるリアルタイム監視ができな状況でも、機器に設置したロガーにより保存されたデータを取得できることを検証	同左



写真-1 対象施設/機器設置状況

4. まとめ

河川管理施設の地震時における状態把握を目的とした即時診断システムを考案した。また、計測値として門柱変形角・固有振動数に着目し、点検優先順位の考え方を示した。

河川管理者（例えば国）が管理する施設数（水門・樋門）は1事務所で数十施設に及ぶ。地震発生後においては道路網の分断、堤防の崩壊、河川管理者自身も被災者になりえる事等も想定されるため、このような状態診断システムの早期構築が望まれると考えている。河川管理施設に計測機器を設置し、リアルタイム計測する取り組みは全国的にも例が無いため、引き続き実証フィールドにおいてデータを収集し、システム構築・運用に向けての課題を整理し、知見を収集していく予定である。

5. 謝辞

本研究を実施するにあたり、宮崎大学工学教育研究部森田千尋教授、李春鶴准教授には学術的な視点からの助言や研究支援を頂きましたことに、感謝の意を表します。また、研究フィールドである谷川排水樋管の使用許可ならびに施設管理に関する助言や指導を頂いた宮崎河川国道事務所に感謝します。

参考文献

1) 国土交通省水管理・国土保全局治水課:河川構造物の耐震性能照査指針・解説」IV水門・樋門及び堰編, R2. 2
2) 小原大輔ら:固有振動数に着目した樋門の性能評価手法に関する実験的研究 河川技術論文集, 第 28 巻, pp. 73-78, 2022.
3) 渡邊武志ら:河川管理施設（樋門・水門）の新たな管理手法について 河川技術論文集, 第 28 巻, pp. 235-240, 2022.