河川堤防の変位検知試験における過剰検知の軽減に関する検討

（国研）土木研究所寒地土木研究所　正会員　○横山　洋
（国研）土木研究所寒地土木研究所　正会員　島田　友典
（国研）土木研究所寒地土木研究所　正会員　前田　俊一
（国研）土木研究所寒地土木研究所　正会員　矢部　浩規

１．はじめに

河川堤防や河岸の監視は基本的に目視で行われており，被災時の変状把握には一定の時間を要する．一方でこれらの変状情報を迅速に収集することは災害時の被害拡大防止につながる．著者らは河川管理施設に多数設置済みの CCTV に着目し，撮影画像を活用した堤防・河岸の監視技術の実用化を目指している．

著者らは，背景差分法を用いた河川堤防変状の検知手法を検討している．ところが堤防変位を模した土砂掘削実験を対象に検知精度を確認したところ，実際には変位が発生していないにも関わらず，画像解析では変位発生と認識される事例（以下「過剰検知」と記す）が多数確認されている [1)]．本検討では，これらの過剰検知の発生状況を整理するとともに，過剰検知の軽減に関する検討を行った．

２．検討手法・条件

CCTV 画像撮影の概要を示す．対象 CCTV は豊平川環状北大橋左岸下流（豊平川左岸 KP10.3）である．堤防天端ならびに遊歩道は，自転車，歩行者の通過が頻繁にある．撮影は 2018 年 7 月 19 日から同年 10 月 18 日までの約 3 か月間連続で行った．期間中，堤防形状が変化するような工事は行われていない．

解析用画像は IP デコーダーでアナログ変換した画像を HDD レコーダーに録画するとともに，解析用 PC に取り込んでいる．画像は PC 取り込み時に 8 チャンネルに分岐し，**表-1** に示す計 8 条件で変位検知や過剰検知について比較検証した．既往実験 [1)]での解析パラメータは CH1 であり，これを基準に 4 種類のパラメータを変化させた．

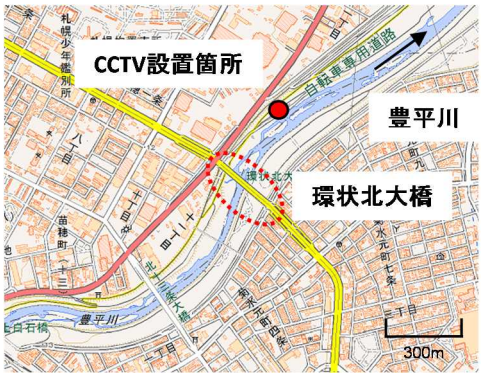

図-1　対象 CCTV 設置箇所
（地理院地図に加筆）

図-2　CCTV 撮影画像（平常時）
（国土交通省北海道開発局河川水位リアルタイム情報提供サイトの平常時画像に加筆）

３．検知結果及び考察

まず実際に発生した変化（変位）の検知精度を確認する．撮影範囲内での車両停止，立ち止まった人や自転車，除草作業が変位として検知された（**図-3**）．各パラメータの検知状況を**表-2** に示す．いずれの条件においても画像解析による変化検知が可能であった．なお CH5 は除草作業時の画像未取得のため，検証できていない．

続いて過剰検知事例の検知精度を確認する．過剰検知の主な事例は日射変化や降雨による路面の変化，樹木の揺れである

表-1　解析用パラメータの設定一覧

項目	CH0	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7
差分処理	2	2	1	3	2	1	2	2
マスク設定	無	有	有	有	有	有	有	有
検知感度	中	高	高	高	中	中	低	中
テクスチャ解析	無	無	無	無	無	無	無	有

※差分処理：1=最新の平均背景画像と過去の平均背景画像の差分
2=最新の背景画像と最新の平均背景画像の差分
3=差分処理 1 の差分と差分処理 2 の差分の積
（差分処理 1 かつ差分処理 2）

キーワード　河川管理施設，CCTV，画像解析，背景差分法，過剰検知
連絡先　〒062-8602　札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34　寒地土木研究所　Tel 011-841-1639

(a)停止自転車

(b)停止車両

(c)除草作業後

図-3　実際の変化の検知事例（黄色丸印が変位として認識）

(a)日射による路面明るさ変化

(b)路面の水溜り

(c)樹木の揺れ

図-4　過剰検知の事例（黄色丸印が変位として認識）

（図-4）．CH0～CH4 は日射変化，路面濡れ，樹木揺れいずれも過剰検知が多い．CH1～CH3 は検知感度が高であり，過剰検知と検知感度の関係が強いことが伺える． CH0, CH4 の検知感度は中程度だが，過剰検知が多い．なお CH4 と比べて差分処理法が異なる CH5 は誤検知が急減しており，背景差分画像の作成方法が過剰検知と大きく関係していることが伺える．

CH5～CH7 は過剰検知が少ない傾向にある．中でも CH5 は過剰検知が最も少ない．CH5 は差分処理方法が異なる CH6 と比べて樹木揺れの過剰検知が減少しており，背景差分作成方法が重要なことを示唆している．

表-2　実際に発生した変位検知の結果

項目	CH0	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7
車両停止	○	○	○	○	○	○	○	○
歩行者停止	○	○	○	○	○	○	○	○
除草作業	○	○	○	○	○	－	○	○

※○：検知可、×：検知不可、－：未検証

表-3　過剰検知の結果

項目	CH0	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7
日射（雲）	×	×	×	×	×	○	○	△
路面濡れ(水溜り)	×	×	×	×	×	△	△	×
樹木揺れ	×	×	×	×	×	○	△	△

※○：過剰検知が極少，△：過剰検知少，×：過剰検知多

CH7 は CH4 にテクスチャ解析を加えた条件である．画像解析の輝度分布を考慮することで，過剰検知の件数を減少させる可能性を示唆している．なお路面濡れはいずれの解析条件でも過剰検知数を十分に減らすことができず，パラメータ設定のみによる改善の限界が見られる．

４．まとめ

検知感度が高いケースは過剰検知が多い傾向にある．また差分処理方法は，過剰検知の精度に大きく影響することが示された．本検討では過剰検知が最も少ない条件は CH5 であったが，一方で変位の検知精度向上と過剰検知減少はトレードオフの関係にある．過剰検知減少には，現地条件に応じた解析領域のマスク設定のほか，外部条件（気象等）と組みあわせた検知対象の絞り込み等を今後検討していくことが必要と考えられる．

参考文献

1)岡部ほか：画像解析を用いた堤防監視に関する検討，土木学会第 72 回年次学術講演会講演要旨集 CS14-2，2017