

# 積雪寒冷地における河川管理施設の地震時点検技術の高度化に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 26～平 28

担当チーム：寒地河川チーム、寒地機械技術チーム

研究担当者：船木淳悟、矢部浩規、柿沼孝治、  
前田俊一、黒田保孝、岡部博一、  
佐藤好茂、田所登

## 【要旨】

「直轄河川管理に係る地震発生時の点検について（平成 21 年 2 月国土交通省河川局）」において、震度 5 以上の地震が発生した場合、地震発生後直ちに一次点検（目視による外観点検）及び二次点検（詳細な外観点検、必要に応じた計測点検）を実施することが定められている。しかし、河川堤防や河岸等の点検監視、被災時の変状把握は、基本的に目視で行われており一定の時間を要する。特に、積雪期に地震が発生した場合、徒歩・スノーモービルによる目視点検を行っているが、管理用通路や河川構造物が積雪に埋もれた状態にあり、点検に相当な時間がかかるとともに、目視確認が現実的に困難であるといった課題がある。

そのため、本検討は近年の技術動向などを踏まえた新たな河川堤防等の点検監視手法について積雪時の課題を考慮しながら検討、提案を行う。光ファイバーセンサー、CCTV 監視技術を対象に現地試験等を実施し、その適用性と課題を明らかにした。

キーワード：積雪、地震、点検、光ファイバーセンサー、画像解析

## 1. はじめに

堤防や河岸の監視は通常目視による巡視によって実施されている。一方で、積雪時にはアクセスが難しく、スノーモービルによる移動が必要である場合など、目視による監視が困難な状況が発生する。この他、夜間の他、浸水などアクセス不可能地域でも河岸侵食や堤防決壊が発生する可能性は十分あり、堤防や河岸の監視体制を補助するための対策の検討は有意義である<sup>1)2)3)</sup>。

1993 年 1 月の釧路沖地震など、北海道ではこれまでも積雪期に地震が発生し、堤防等の被害が発生している（写真-1.1）。この他、積雪寒冷地特有の課題としては、アイスジャムによる被害についても考慮する必要がある。

（写真-1.2、表-1.1）さらに、2016 年 8 月に北海道で発生した堤防決壊の一つの事例においては、夜間に加え浸水によってアクセス不可能な個所であったが、近年活用が進む無人航空機(UAV)を用いて、夜明け後早急に調査が行われ、迅速に被災状況の全容が確認されている。（写真-1.3）

本検討は、近年の技術動向を踏まえるなど、新たな視点により、適用の可能性のある技術を試行、検討し、河川の監視体制の安定性向上に貢献していくものである。

なお、国土交通省北海道開発局（以下、北海道開発局と称す）における河川の管理延長は約 2,000km あり、巡視作業の負担増加、新たなセンサー等監視機器への大規模な投資は困難である。このため、新たなセンサー設置にあたっては安価なシステムを検討すべきであり、既



写真-1.1 十勝地方南部地震（2013 年 2 月 2 日 利別川左岸 KP39.2km 付近をスノーモービルで目視点検）（北海道開発局提供）



写真-1.2 天塩川アイスジャム（1961 年 4 月 7 日 瀬尾橋（菅大橋）天塩川 KP59.5 付近）（北海道開発局提供）

表-1.1 過去に発生した道内各地域の主な地震被害(資料<sup>4)</sup>に一部加筆)

地域名	発生日月 地震災害名	震央 (旧測地系)	規模 (M)	最大震度 (気象官署)	被害状況
太平洋側	昭和27年3月4日 十勝沖地震	釧路沖 N 41° 48' E 144° 08'	8.2	5 浦河、帯広、釧路	太平洋一帯に大被害、大津波 死者28、不明者5、負傷者287 住家全壊815、流出91、半壊1,324
	昭和43年5月6日 十勝沖地震	三陸はるか沖 N 40° 44' E 143° 35'	7.9	5 浦河、苫小牧、広尾、函館	南西部地方を中心に被害、津波 死者2、負傷者133 住家全壊27、半壊81
	昭和48年6月17日 根室半島南東沖地震	根室半島南東沖 N 42° 58' E 145° 57'	7.4	5 釧路、根室	釧路、根室地方に被害、津波 負傷者28 住家全壊2、半壊1
	昭和57年3月21日 浦河沖地震	浦河沖 N 42° 04' E 142° 36'	7.1	6 浦河 4 帯広、苫小牧、札幌、小樽	日高地方沿岸を中心に被害、小津波 負傷者167 住家全壊13、半壊28
	平成5年1月15日 釧路沖地震	釧路沖 N 42° 51' E 144° 23'	7.8	6 釧路 5 帯広、広尾、浦河	釧路、十勝地方を中心に被害 死者2、負傷者966 住家全壊53、半壊254
	平成6年10月4日 北海道東方沖地震	北海道東方沖 N 43° 22' E 147° 40'	8.1	6 釧路、厚岸、中標津 5 根室、広尾、浦河	根室地方を中心に被害 負傷者436 住家全壊61、半壊348
	平成15年9月26日 十勝沖地震	釧路沖 N 41° 46' E 144° 04'	8.0	6弱 新冠、静内、浦河、鹿追、忠類、 幕別、豊頃、釧路、厚岸	日高、十勝、釧路地方を中心に被害 行方不明2、負傷者847 住家全壊116、半壊368
日本海側	天保5年2月9日 (石狩川河口付近)	石狩湾 N 43° 18' E 142° 36'	6.4	6 石狩川河口付近 (推定) 5 札幌市の一部 (推定)	石狩川河口付近を中心に被害 住家全壊23、半壊3
	大正7年5月26日 留萌沖地震	北海道西方沖 N 44° 12' E 141° 36'	6.0	5 鬼鹿、幌延	留萌郡鬼鹿村に小被害
	昭和15年8月2日 積丹半島沖地震	北海道西方沖 N 44° 15' E 139° 28'	7.5	4 羽幌、留萌、幌延、岩内、乙部	天塩、羽幌、苫前を中心に被害、津波 死者10、住家全壊26、半壊7
	昭和58年5月26日 日本海中部地震	秋田県沖 N 40° 21' E 139° 05'	7.7	4 森、江差	渡島、桧山、特に奥尻に大被害、大津波 死者4、負傷者24 住家全壊9、半壊12
	平成5年7月12日 北海道南西沖地震	北海道南西沖 N 42° 47' E 139° 12'	7.8	5 小樽、寿都、江差、深浦	渡島、桧山、特に奥尻に大被害、大津波 死者201、行方不明28、負傷者323 住家全壊601、半壊408
内陸	昭和34年1月31日 弟子屈地震	釧路支庁 N 43° 16' E 144° 35'	6.3	5 阿寒湖畔、上御卒別 4 釧路	弟子屈、阿寒を中心に被害 住家全壊2、一部損壊
	昭和62年1月14日 日高山脈北部地震	日高山脈北部 N 42° 32' E 142° 56'	7.0	5 釧路 4 帯広、苫小牧、根室、浦河、広尾	胆振、十勝、釧路を中心に被害 負傷者7 住家半壊
遠地 (チリ)	昭和35年5月23日 チリ地震津波	チリ南岸 S 38° 00' W 73° 30'	8.5	—	太平洋沿岸一帯に被害、大津波 死者8、不明者7、負傷者15 住家全壊871、床上浸水2,082、床下 985

□ 冬期間に発生



写真-1.3 2016年8月出水による破堤状況  
(北海道開発局撮影)

存の施設を最大限活用するなど、安価でかつ職員の負担を増やさない技術検討となるよう十分留意する必要がある。

前述のような視点を踏まえ、目的に応じた2つの監視手法として、危険箇所等特定箇所の監視技術として光ファイバーセンサー、不特定の比較的広範囲な監視技術として既存CCTV監視カメラを活用した技術について検討を

行った。

## 2. 河川管理者との意見交換

北海道内において過去に特に地震被害が大きかった北海道開発局帯広開発建設部ならびに釧路開発建設部において、河川管理に従事する職員を対象として、2014年に意見交換を行った。なお表-1.1には記載されていないが、2013年2月2日に発生した十勝地方南部地震 (M6.5) では両開発建設部の管内で震度5弱以上を観測したため、積雪時の河川管理施設の点検を実施している(写真-1.1参照)。

意見交換では寒地土木研究所から堤体内に埋設された光ファイバーが地震時に堤体が変位することにより検知を行える可能性や、樋門等の河川管理施設にGPSを設置して地震時の変位検知を行える可能性、また、これらの変位情報を河川事務所において集約する技術等、積雪等による現場点検活動が困難な場合の情報収集に関する研究イメージの提案を行った。

図-2.1に河川管理者側から意見交換で出された意見・要望をとりまとめた。大きく①測定方式、②装置構成、③点検手法に分類している。①測定方式については既設

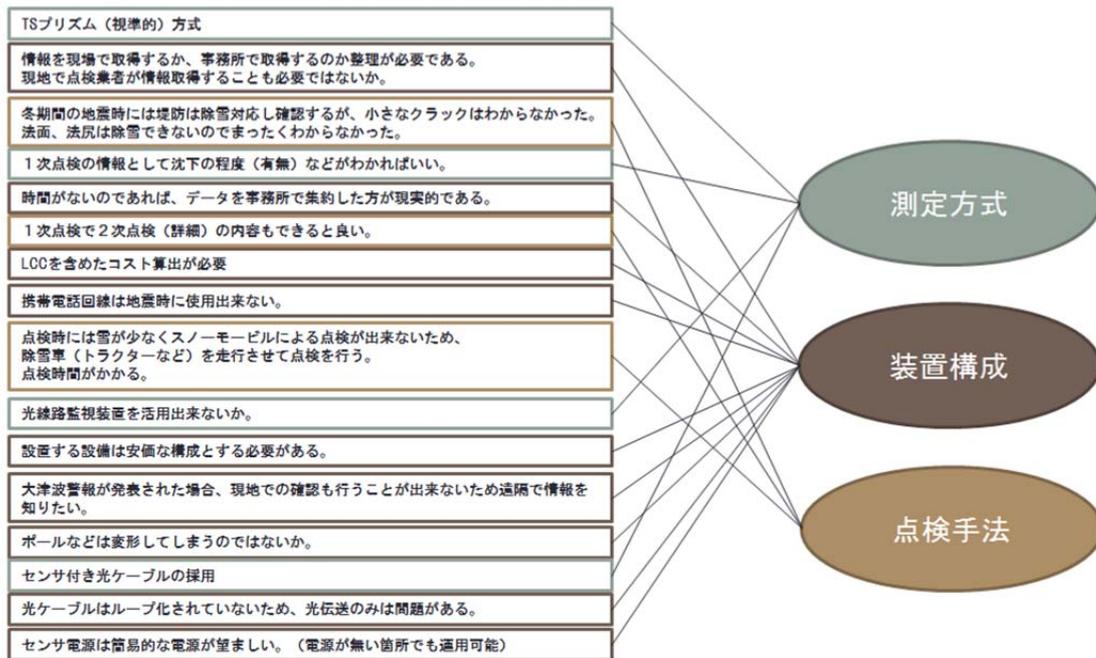


図-2.1 河川管理者から寄せられた意見・要望

の光ファイバー活用、1次点検相当の情報（変状の有無がわかればよい）といった意見が出された。また装置構成や点検手法では、冬期点検や大津波警報発令時など現場に近寄れない制約がある中での運用について（遠隔操作が望ましい等）、LCCを含めた安価なシステム構成の必要性について意見が出されている。

河川管理者からの意見を踏まえ、システムの検証試験は、以下の視点から光ファイバーならびにCCTV監視カメラを活用することとした。

- 1) 光ファイバー網ならびにCCTV監視カメラは河川管理区間広範をカバーしている既施設である。
- 2) 遠隔地からでも確実かつ迅速に情報収集が可能であり、悪天候や立ち入り制限の影響を回避できる。
- 3) CCTV監視カメラは河川事務所から遠隔操作が可能であり、一定期間の画像集積ができる。また河川管理に従事する職員も操作に慣れている。

### 3. 特定箇所の直接監視技術

泥炭等の軟弱地盤や旧川跡に築造された堤防などの特定の弱部であることが想定される箇所、低水路の堤防近接箇所のうち自然河岸部など、あらかじめ出水等による被害の危険が高いと想定される所を重点的に監視するための手法として、安価な機構による手法を検討する。今回は、落雷等厳しい使用条件に強く今後安価なシステムとして汎用化が期待される光ファイバーセンサーについて検討を行った。

#### 3.1 変位検知型の光ファイバーセンサーシステムの活用

本検討では、必要電力量が小さいなどシステム規模が

表-3.1 光ファイバーセンサー仕様

項目	仕様
外形サイズ	72mm×72mm×20mm(センサ) 100mm×100mm×35mm(計測器)
計測周波数	100Hz
供給電源	DC6V
消費電力	1W
使用温度	-10～60℃
製作者	古河電気工業株式会社



写真-3.1 豊平川河川防災ステーション備蓄盛土

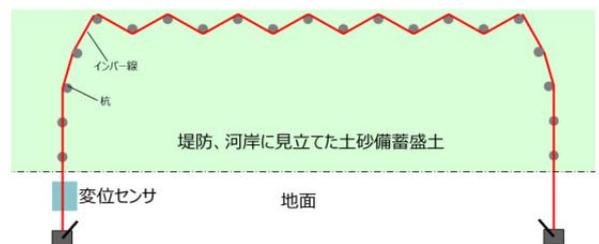


図-3.1 システム概要

小さくできる変位検知型の光ファイバーセンサーを活用したシステムを用いて、堤防、河岸の変状検知についての実験を行った。センサーの仕様は表-3.1のとおりであ

る。

### 3.2 実証システム、実証実験概要

実際の河川に適用した場合の技術課題を検証することとした。しかし、実物の堤防等を変状させることはできないため、札幌開発建設部札幌河川事務所の協力を得て豊平川河川防災ステーションの備蓄盛土(写真-3.1)において実験を行った。堤防、河岸に見立てた盛土に杭を設置し、インバー線(鉄等の合金)を敷設して、光ファイバーセンサーと連結したシステムを構築した(図-3.1、写真-3.2)。バックホウによって振動、変状を加え、杭、インバー線を通じて光ファイバーセンサーによりこれらを検知する実験を行った(写真-3.3)。実験は2016年11月25日に行った。



写真-3.2 設置状況

### 3.3 変位の検知

堤体の崩落等、堤防に大きな変状が発生した場合を模して、インバー線を切断した。断線するとセンサー変位データがバーンアウト(断線)することが確認された。(図-3.2)



写真-3.3 バックホウによる掘削の状況

### 3.4 振動の検知

盛土に与えた振動について、杭間のインバー線の振動は、杭を節、杭間のインバー線を弦とする振動として伝わるために、この振動についてフーリエ解析を行うと、周期的な固有振動数が検出される。これは弦の振動が単振動の倍数の振動の重なりであるためであると考えられる。

$$f_m = \frac{m}{2l} \sqrt{\frac{T}{\rho}} \cdot \dots (a)$$

$f_m$ :固有振動数[Hz]、 $m=1, 2, 3, \dots$ 、 $l$ :弦の長さ[m]、 $T$ :張力[N]、 $\rho$ :線密度[kg/m]<sup>5)</sup>

さらに、特定の杭に変位を与えることで、インバー線の張力が大きく増加し、固有振動数の間隔が拡大している。(図-3.3、3.4)

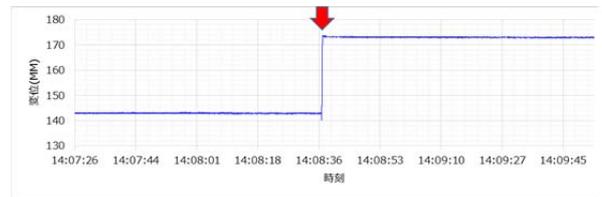


図-3.2 インバー線断線時のセンサーの変位

### 3.5 実験のまとめ

変位検知型の光ファイバーセンサーシステムにより、盛土の変状による杭の変位はある程度検知することができた。さらに、杭の変位による張力変化に伴い、システムを通じて取得される振動の固有振動数の変化が検出された。また大規模変状を模したインバー線の断線も明確に検出することができた。

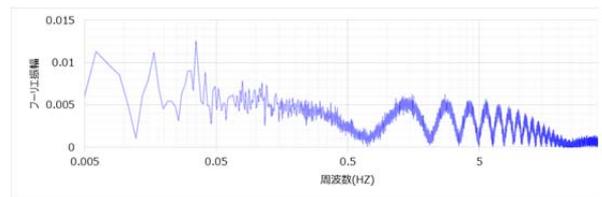


図-3.3 杭の付近を掘削した際の振動特性

### 3.6 今後の検討の一つのアイデア

今回の実験は特定の杭近傍の盛土に変状を与えた実験であり、直接的な杭の変位のみを検知したものである。

固有振動数の計測による土木分野での監視技術については落石の安定性や橋脚周辺の洗掘に注目した安全度評価への適用が検討されている事例がある。また、河川堤防についてもその性状の判定に固有振動数の分析が検討されている事例がある<sup>6), 7), 8)</sup>。

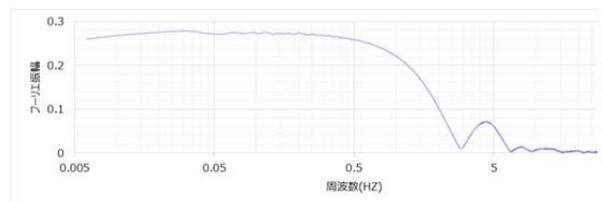


図-3.4 杭を変位させた際の振動特性

このような事例を参考に、地震や洪水に伴う浸透など

による盛土全体の状況の変化、安全度について、その固有振動数の特徴の変化を検出することで評価できる可能性があると考えられる。

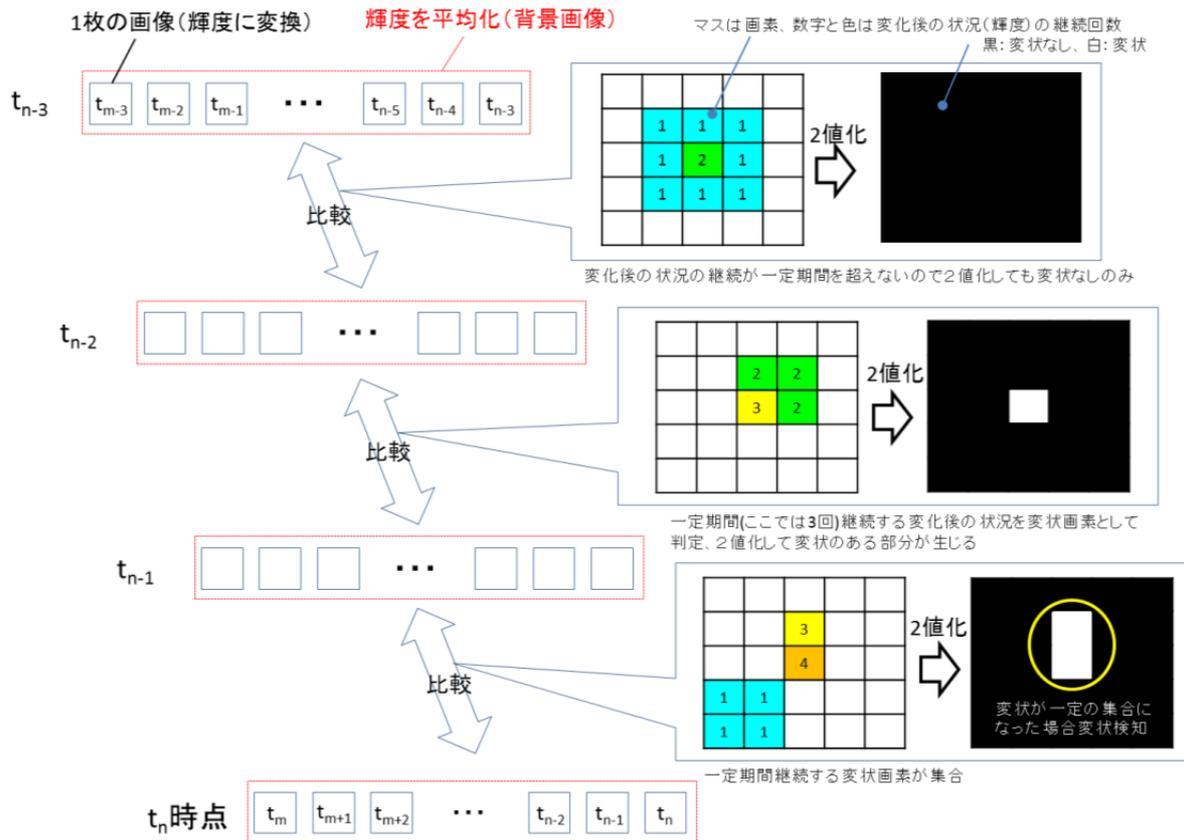


図-4.1 画像解析による変状検知方法のイメージ、概要

#### 4. 比較的広範囲を対象とした画像解析による監視技術

超過洪水による越流破堤などを比較的広範囲に監視する手法として、既存CCTV監視カメラを用いた画像解析による手法について検討を行った。

これらの技術について、実際の河川に適用した場合の技術課題を検証することとした。しかし、実物の堤防等を変状させることはできないため、札幌河川事務所の協力を得て、豊平川河川防災ステーションの備蓄盛土に変状を与えることで、取り巻く自然環境の影響を含め、実現象に近い状況を再現してその課題等を検討した。

##### 4.1 画像解析技術の活用

土木分野においてもコンクリート構造物のひび割れの検出など画像解析を活用した検知技術についての検討、実証が行われている。ただし、これらの技術は健全部分とひび割れなどの異常部分の画像解析における違いが顕著であることやトンネル内で光源が制御可能であり画像解析にあたって比較的安定した状況下を前提しているものが多い。(例えば9)、10)。

一方、堤防は植生を有するなど自然的な構造物であり、コンクリート構造物などに比べ、除草の状況によっては変状が把握しにくいという特徴を有する。加えて、堤防天端の道路利用などにより、人や車などの往来等堤防の変状に

関係のないものが頻繁に画像に映り込むほか、日射の強弱、積雪等様々な周辺環境の変化の影響を受ける。このため、画像解析を河川堤防等の監視技術に適用するには、既存技術を踏まえつつも一定の技術的な試行、検討が必要となる。

本取り組みは、画像解析について河川堤防を想定した盛土の変状検知に適用することで、その技術の適用性と今後の技術課題を検討するものである。

##### 4.2 画像解析による変状(異常)検知方法

図-4.1に、画像解析による変状検知方法のイメージ、概要を示す。盛土等対象物の変状前後の画像の差分を求めることによって変状を検知する。この解析には、一定の時間間隔で取得した一定期間の複数枚の画像について、明るさを表現する輝度に変換し、平均化したものを用いている。以下のStep1~3の順に従って画像作成、処理、判定を自動的に実施可能な画像解析システムを用いている。

###### Step1

時間的に連続する複数枚の画像を輝度に変換し、画素毎に平均化して1枚の画像(背景画像)を形成。一定の時間間隔で新たな画像を取得する度に輝度に変換、平均化する画像の採用期間を1画像分だけスライドさせ、時間経過に応じて、常に一定期間の最新の背景画像を作成。

###### Step2

当該時刻に作成した背景画像と過去に作成・蓄積した一定期間過去に作成された背景画像を用いて、画素単位に比

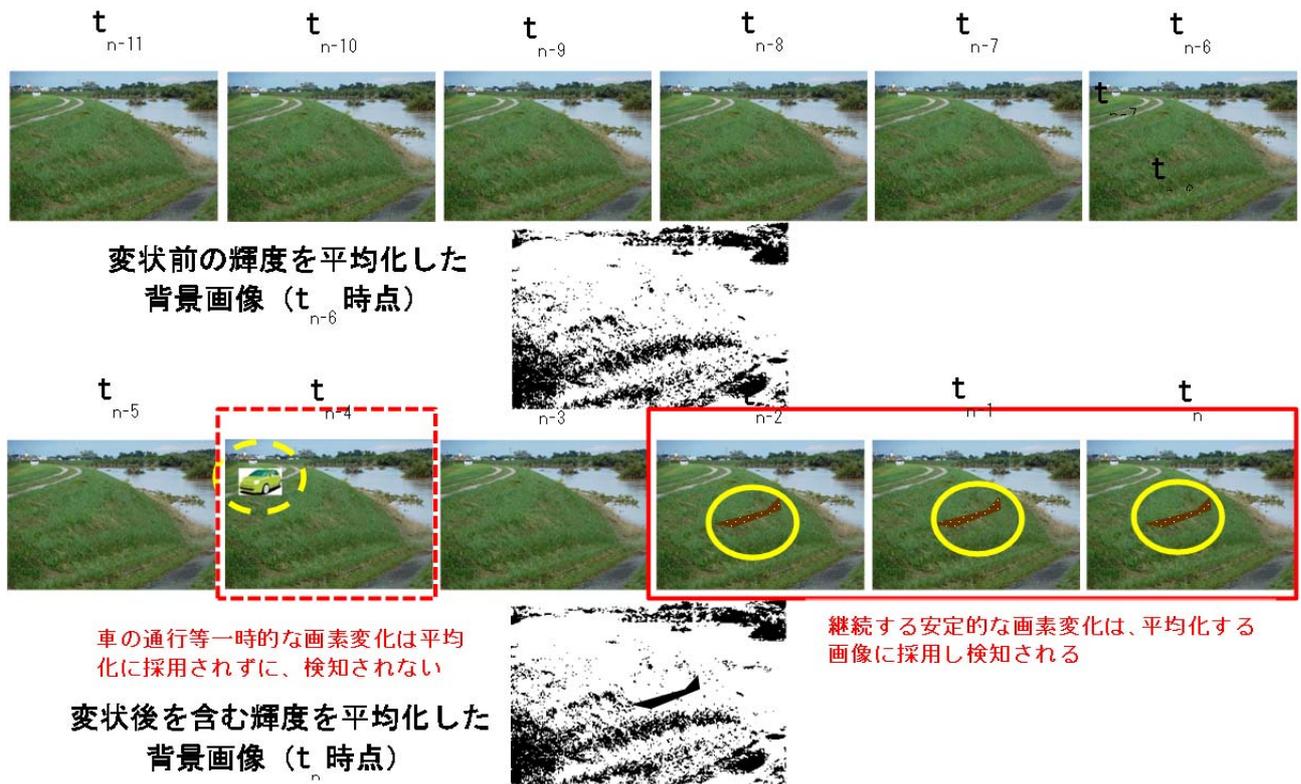


図-4.2 車等の一時的な画像の除去のイメージ図

較し、その差が連続して一定期間発生している画素を変化画素として確定。(2値化)

### Step3

その差の集合が、一定の閾値を超えた場合は、変状発生と判定。

#### 4.3 一時的な画像変化への対応

河川堤防は天端の通行など自由に利用されており、車や人の往来がある場合が多く、取得画像へのこれらの映り込みが頻繁に発生する。よって、このような堤防と関係のない一時的な画像変化を堤防の変状と区別する必要がある。このため、前述のStep1で背景画像を作成する際に、図-4.2に示す車等が映り込んだ前後の時間の画像と比較して不連続な画像を検知・除外して、安定的な背景画像を作成する手法を取り入れた。

#### 4.4 実証実験の概要

画像解析技術を実際の河川に適用することを想定した実証実験を実施することとした。3. の検討と同じく札幌河川事務所の協力を得て、豊平川河川防災ステーションの備蓄盛土に変状を与えることで、取り巻く自然環境の影響を含め、実現象に近い状況を再現した実験を行った。

##### 4.4.1 秋期実験

当該盛土には堤防と同様に植生が繁茂しており、除草することで植生の繁茂状況に変化を与え、画像解析技術適用への影響についても検討した。

実施に当たっては、実際に運用されている防災ステーシ

ョンに設置されている既存のCCTV監視カメラを用いることとし、機側操作盤に直接画像記録装置を接続することで画像取得を行った(図-4.3)。画像の取得期間は、盛土の変状を与えた11月25日を含む2016年11月10日～11月29日とした。

##### (1) 実験条件

植生の繁茂した備蓄盛土において、堤防除草の状況の違いによる画像解析への影響を想定して草丈10cm、50cmとなるよう除草した区域と除草無(草丈1m程度)の区域において、バックホウにより4地点を掘削し、変状を与えた(図-4.4)。

当初、降雪前に画像取得を実施することで、確実に植生の影響による画像解析技術の適用性への影響を検討する予定であったが、平年より早い一定規模の積雪により数cmの積雪下での実験となった。10cmまで除草した区域は植生の影響が明瞭ではないが、それ以上の草丈の箇所については、植生が積雪深よりも長く、画像解析に対する植生の影響の検討が可能な状況であった。

画像解析技術の適用にあたっては、解析に用いる画像の取得間隔を変えた解析を行い、背景画像の作成とそれらの比較に対する日射等の変化の影響を検討している。

人の往来については特に制限していない。これにより、通常想定される堤防上の人の往来などについて、4.3に示した一時的な画像変化への対応手法の適用性を検討している。



図-4.3 実験箇所（豊平川河川防災ステーション）



図-4.4 変状付与箇所（秋期実験）

## (2)画像解析による変状の検知

各地点において縦3m×横2m程度の範囲を掘削することで変状を与えるとともに、それらの作業の前後の時間を含む一連の動画を取得している。一連の動画について、画像解析のための1枚1枚の画像としての取得間隔を変化させた上で、連続的に自動で解析し、変状検知を試行した。図-4.5に、一連の作業と画像解析による変状検知の状況を時系列で視覚的に示した。

実験結果を表-4.1に示す。10cmの草丈に除草した地点1、2については、5分以下の取得間隔で変状の検知が可能であった。一方、草丈50cmの地点3、除草を行わなかった地点4については植生の影響により、比較した背景画像の差が小さく、すべての取得間隔で変状を検知できなかった。

また、画像取得の間隔を10分以上として画像の平均化を行った場合には、変状の検知ができなかった。これは、平均化する画像を構成する各画像の時間間隔が長すぎたため、日射等による画像の変化が大きく、盛土の変状による画像の変化を抽出、区別して検知することができなかったためである。一方で、画像に映り込んだ人の往来については、一時的な変化として背景画像からは除かれ、変状の判定に対しては影響がなく、適切に背景画像を構成する画像から除去することが可能であることが確認された。但し、堤防

表-4.1 変状の検知状況（秋期実験）

取得時間間隔	地点名/ (植生)			
	地点1 (10cm)	地点2 (10cm)	地点3 (50cm)	地点4 (除草無)
30 秒	○	○	×	×
1 分	○	○	×	×
5 分	○	○	×	×
10 分	×	×	×	×
15 分	×	×	×	×
30 分	×	×	×	×
60 分	×	×	×	×

表-4.2 変状検知までの時間（秋期実験）

画像取得間隔	30 秒	1 分	5 分
検知までの時間	30 分	60 分	8 時間



図-4.6 変状付与箇所（冬期実験）

表-4.3 変状の検知状況（冬期実験）

	カメラ	地面	撮影	検知
	距離	露出		
地点2	28m	なし	広角	不安定
	28m	あり	広角	○
地点3	48m	あり	広角	○
地点5	63m	あり	広角	○
	63m	なし	望遠	○
	63m	あり	望遠	○

の変状とは関係ないが、変化が遅い雪の解ける状況については誤検知される状況が散見された。

なお変状の検知は、一定の時間間隔で取得した一定期間の複数枚の画像について、輝度に変換し平均化したものを比較して判別している。したがって画像取得間隔が長いほど、実際の崩落後から変状を検知するまでの所用時間は長くなる。表-4.2に秋期実験において画像の取得時間間隔と、

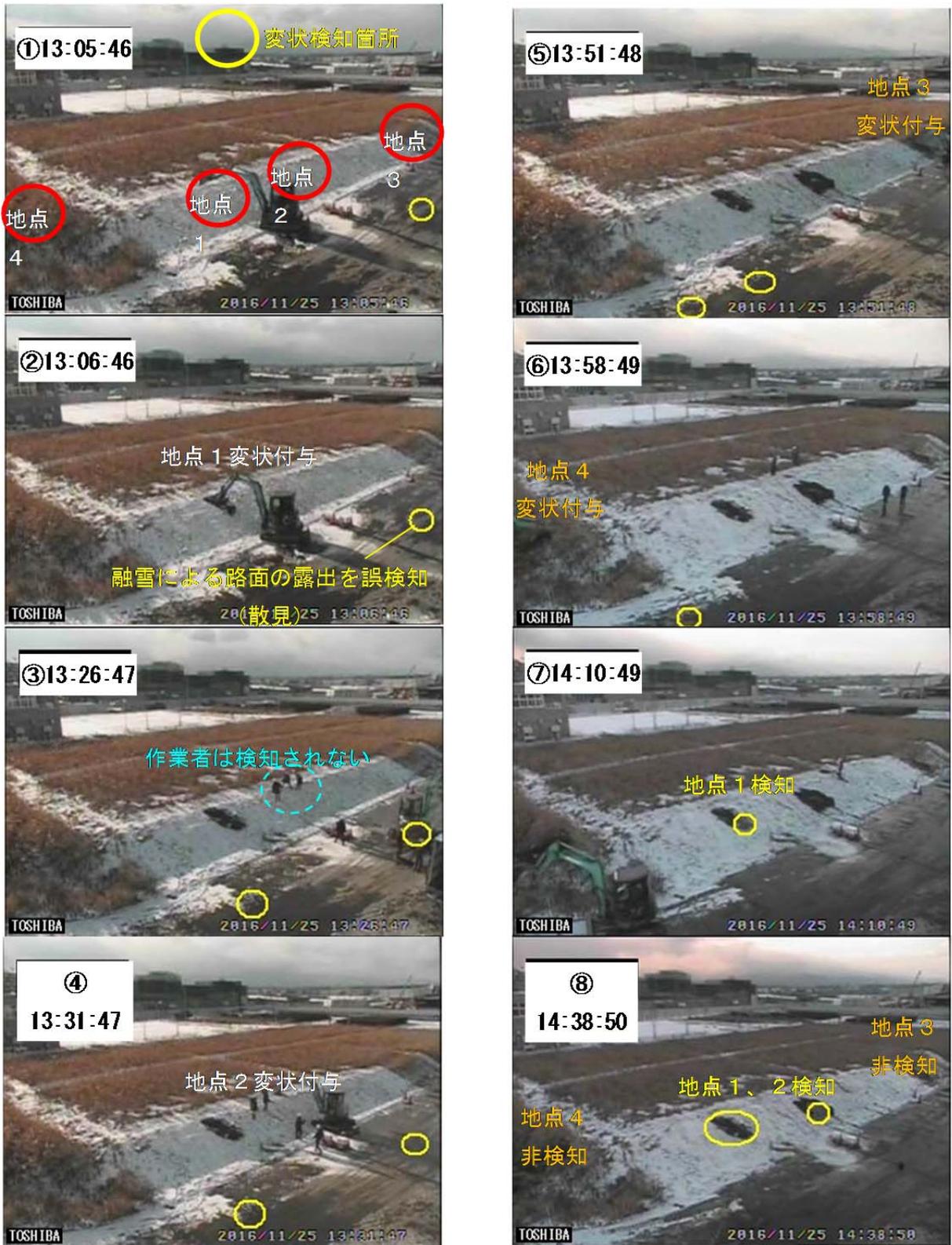


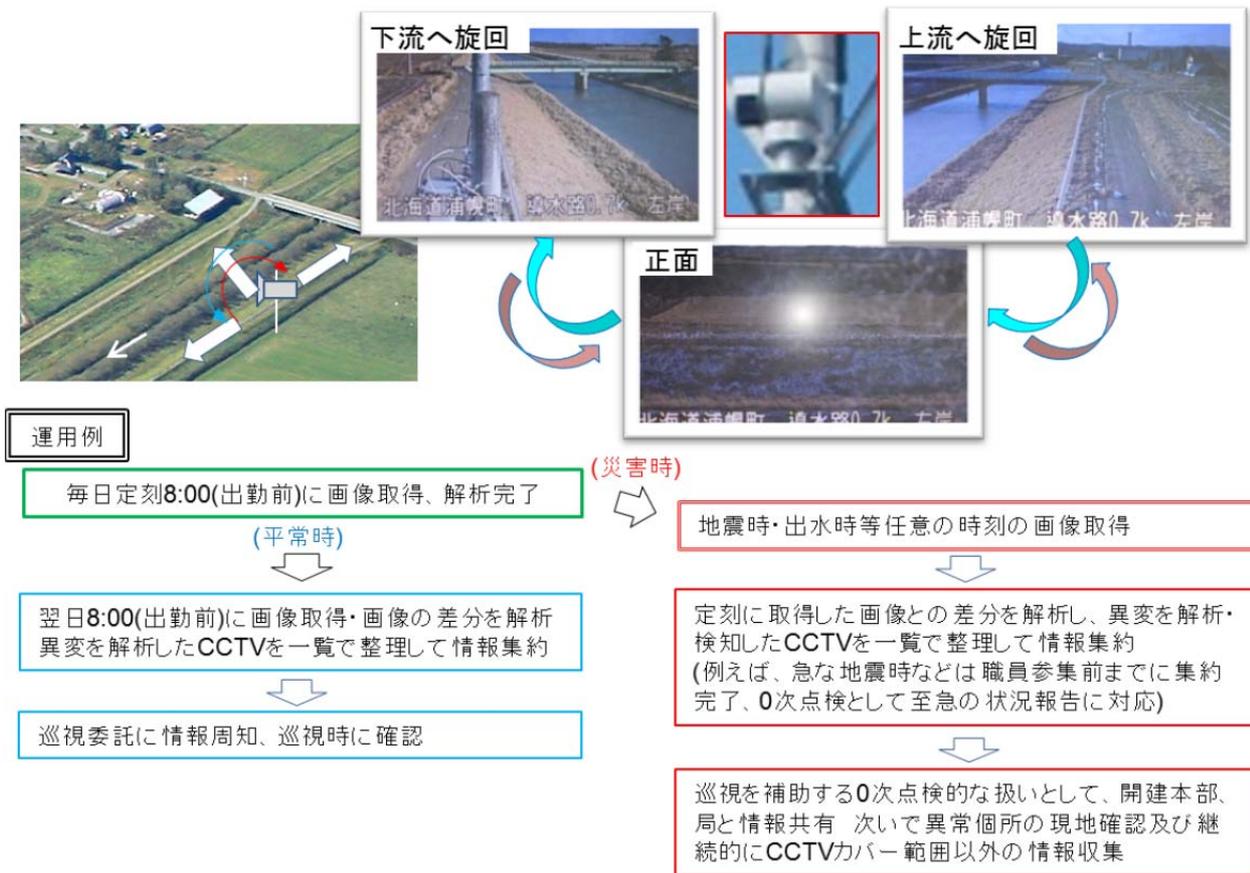
図-4.5 変状の検知状況（秋期実験）

崩落後に変状検知までにかかる時間を示す。画像取得間隔が最も短い30秒でも、崩落後に変状検知までに30分を要している。実運用を考えると、画像取得間隔はより短いこと

が望ましい。

#### 4.4.2 冬期実験

冬期に発生した地震後の河川管理施設点検では、変状発



【集約システム異常検知画面イメージ】



図-5.1 将来システムのイメージ

生箇所も積雪下である。変状発生部では法面が雪とともに崩落あるいは雪のみが部分的に崩落し、変状が雪の下で隠れている状況が想定される。そこで冬期実験では、積雪下の堤防法面変状を想定して実験条件を設定した。実験は2017年2月15日に実施した。

(1) 実験条件

法面の変状付与は秋期実験と同様、バックホウで備蓄土砂を崩して人為的に変状を与えた。雪を崩すときには、地面露出あり、地面露出なし(雪のみ掘削)を比較できるようにした。また撮影は広角のほか、一部観測地点では望遠でも実施した(図-4.6)。

なお画像解析間隔は、秋期実験での検討を踏まえ1秒間

隔とした。

## (2) 画像解析による変状の検知

表-4.3に変状検知結果を示す。地面露出あり（地表まで掘削）のケースでは変状検知可能であった。一方、地面露出なし（地点2、雪のみ掘削）では、変状検知が不安定であった。これは雪のみ掘削したケースでは、掘削前後で画像輝度に変化がなく、検知ができなかったことが考えられる。今回の試験では、広角撮影と望遠撮影での精度検知精度に差はみられなかった。望遠撮影はカメラのプリセット設定条件から変わることになる。広角撮影が可能なことで平常時のプリセット設定での運用可能性が確認できた。

なお、冬期撮影でも機械や作業員の過剰検知が問題となっており、秋期撮影と併せて原因を引き続き検証する必要がある。

## 4.5 結果と今後の課題

本検討の結果を以下にまとめる。

- 1) 堤防除草が適切に行われている状況下では、画像解析により、課題となる人の往来等による誤検知を避け、盛土の変状を的確に検知することが十分可能であることを実証した。
- 2) 一方で、植生の影響など盛土の変状があいまいになるような条件下や積雪・融雪による監視対象の被覆、露出が緩やかに生じる状況では的確な検知が困難な場合がある。
- 3) また、画像の輝度への変換等画像解析には日射等の外的要因が大きく作用し、変状判定を困難にすることとなる。

今後、実用的な技術として導入するためには、植生や日射など自然条件の作用が顕著な状況下での影響を考慮した安定的な背景画像の作成手法について検討を進める必要がある。

## 5. 将来的な技術普及のアイデア

今回の実験では光ファイバーによる変位計測の実用化には多くの課題があることがわかった。一方でCCTV監視カメラによる画像解析による河川堤防の変状監視は、過剰検知の課題はあるものの、今後の変状検知精度向上が期待できる。

図-5.1に既存CCTV監視カメラ網を活用した将来システムのイメージを示す。既存のCCTV監視カメラを用いた画像解析による堤防や河岸の監視手法の普及にあたっては、精度の向上と併せて、職員負担の軽減、迅速性の確保

から1つのCCTV監視カメラで複数のアングルの画像取得を可能とし、平常定時の画像取得と洪水時、地震時など臨機の画像取得を組み合わせた効果的な画像取得・解析システムの構築が必要である。特に大規模地震等の突発的な事象で、職員参集が困難かつ現地接近が危険な状況において、被災を自動的に収集かつ判別可能な手法開発は、限られた人員での河川の維持管理や防災対応に多大な支援となる。

今後は、検知精度の向上と実際の河川管理を補助する技術適用を視野に入れた課題を明らかにし、より実用的な技術検討、実証を進めてゆく必要がある。

**謝辞：**実証実験の実施に際し、国土交通省北海道開発局札幌開発建設部札幌河川事務所第一工務課、株式会社田中組はじめ関係の皆様にも多大なご協力を頂きました。ご厚情に感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 黒田保孝、永長哲也、佐藤 好茂：寒冷地河川における河川管理施設の地震時点検技術の高度化に関する研究、第58回北海道開発技術研究発表会、安39、2015
- 2) 岡部博一、田所登：新しい技術を用いた盛土監視手法の提案：第60回北海道開発技術研究発表会、技23、2017
- 3) 岡部博一、矢部浩規、田所登：画像解析の河川管理施設の広範囲自動監視への適用、寒地土木技術研究、No.770、2-7、2017.7
- 4) 北海道建設部建設指導課ホームページ (<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/kn/ksd/jissinhigai.htm>)
- 5) 詳説物理、三省堂、1988.
- 6) 緒方健治、松山裕幸、天野浄行：振動特性を利用した落石危険度の判定、土木学会論文集、No.749/V-61、123-135、2003.
- 7) 関雅樹、田中宏昌、堤要二、山下和敏、仲野聡、西村昭彦：鉄道橋の固有振動数に着目した洪水時の安全管理システム、土木学会論文集、No.686/VI-52、79-89、2001.
- 8) 神野邦彦、田窪裕一、森伸一郎、佐伯嘉隆：常時微動による河川堤防と基盤の卓越周期の相関、第44回地盤工学研究発表会発表講演集、2009.
- 9) 竹本将、谷口徹也、中田慶正、森直幸：ラインセンサカメラを使用したトンネル覆工点検システムの開発、土木学会第70回年次学術講演会論文集、2015.
- 10) 久保昌史、天野勲、中山聡子、ファン ユイ ウォック：赤外線画像と可視画像を併用した画像診断技術の開発、コンクリート工学年次論文集、Vol33、No1、1847-1852、2011.

## Study advancing inspection of river management facilities at the snow cold region

**Budget** : Grants for operating expenses  
General account

**Research Period** : 2014-2016

**Research Team** : River Engineering Research Team,  
Machinery Technology Research Team

**Author** : FUNAKI Jungo, YABE Hiroki,  
KAKINUMA Takaharu, MAEDA Shunichi,  
KURODA Yasutaka, OKABE Hirokazu,  
SATO Yoshishige, TADOKORO Noboru

**Abstract** : After an earthquake with a seismic intensity of a lower 5 or greater is occurred, primary inspection (visual appearance check) and secondary inspection (more detailed appearance check, and measurement check as needed) of river management facilities are required based on notification of Ministry of Land, Infrastructure and Transport.

In most case, river levee, river bank and river management facilities are inspected on visual check by car or on foot. River levee is usually used for approach for the inspection. However, in snowy cold region, in winter, river levee is covered with snow and the access methods to river are limited on foot with snow shoes or snow mobile. It is needed longer time and more difficult to inspect damage of river facilities covered with snow by visible inspect.

Therefore it is necessary to develop the methods to grasp the situation and damages in rivers more quickly considering snow covering for collecting disaster information and taking actions faster. We aim to examine the monitoring technique for river management facilities in snow cold region, using recent technical trends.

Filed experiments that represented the deformation of river levee were conducted on embankment of stoked soil in river disaster-prevention center. Optical fiber sensor and CCTV video contents analytics were conducted to detect the displacement of embankment.

**Key words** : snow covering, earthquake, inspection, optical fiber sensor, video contents analytics