

遠隔監視カメラによる亀裂計測で地すべり危機管理を実施した事例

ニタコンサルタント（株） ○虎尾 魁人, 橋本 昌夫, 山川 治, 秋山 隆司

1. はじめに

近年、地すべり危機管理として自動観測機器（伸縮計、埋設型孔内傾斜計、パイプ歪計等の地すべり変位計）の進歩がめざましくなっている。これらは、リアルタイムで地すべり活動がデータとしてその変動量を把握できるが、現地状況を可視化することができない。ここで、今回遠隔監視カメラを用いて亀裂の開口状況をリアルタイムで可視化し、定量的な変動量を観測した事例を報告する。

2. 調査地の地形・地質と地すべり概要

調査地の有瀬地区は活動中の地すべり地であり、斜面は地すべり地特有の複雑な形態を示している。斜面の上位には旧滑落崖と考えられる馬蹄形を呈した凹状地形および段差等がみられる他、斜面中位では地すべりで形成された緩斜面地帯が存在している。

地質は中央構造線直下の三波川帯の結晶片岩で、主として泥質片岩と塩基性片岩の互層となっている（図-1）。

本事例箇所は、有瀬地区のうち I-3 ブロックである（図-2）。当該ブロックは、頭部が標高約565m、末端部が標高約415m、斜長さ約270m、幅約140m、すべり面最大深さ約59mの規模を有している岩盤地すべりである。現時点では年間10cmの活動が確認され、ブロック内の変状が顕著であることから、一般車両の立ち入りが制限されている。



図-1 四国の地質区分¹⁾

3. 危機管理内容

I-3ブロックは、遠隔監視システムによる自動観測がおこなわれている。このため、豪雨時に地盤伸縮計や埋設型孔内傾斜計に地すべりの挙動が感知され、変動量の閾値を超えた場合に警報のメールが届くシステムとなっている。しかし、警報が発報しても当該ブロックは、幹線道路から離れた山間地であり、連続250mmの累積降雨で通行止めとなるため、変状確認（ブロック内の市道の擁壁や道路舗装面の変状）が遅延してしまう。



図-2 有瀬地区の対象ブロック

4. 危機管理体制における課題と解決策

豪雨時に遠隔監視カメラから警報の発報メールを受けても直ちに現場確認ができないため、計測値だけの認識となる。また、局地的な変状や崩壊が発生した場合の確認が遅延してしまう。このため、現地確認の可視化に遠隔監視カメラを用いた。また、近年の遠隔監視カメラの解像度が高くなっていることに注目し、地すべりブロック境界に発生している開口亀裂に標尺ロッド（スケール）を設置して、目盛りを計測することで定量的な監視を併せて行った。

5. 遠隔監視カメラによる危機管理観測方法

豪雨時にブロックの活動状況を室内においてリアルタイムで監視を行うために遠隔監視カメラを用いた（図-3）。設置箇所は、ブロック頭部に1箇所、側方部に3箇所である（図-4）。また、今回用いた遠隔監視システムとカメラの仕様は以下のとおりである（表-1）。カメラの性能と解像度の性能が向上したため、夜間においてもスケールの目盛りが読み取れるか試みた。

コンクリート擁壁に標尺ロッド（ミリ目盛）を設置してカメラを回転・拡大して値が読み取れるかを試行錯誤し、その結果今回使用した Web カメラの解像度で拡大した場合、ミリ単位の値を読み取ることが可能となる。また照明装置を設置したことで、雨天の日中（写真-1）や夜間（写真-2）でも変位を読み取れることができた。これにより、カメラ操作にて擁壁周辺の変状や亀裂の局所的な変状が可視化できるようになり、また ID とパスワードを入力することにより誰でも閲覧でき、カメラ操作ができるようにした。

表-1 Web カメラの仕様²⁾

最大288倍のズーム (EX光学36倍 デジタル8倍)
回転角350°
上下-30° ~ +90°
1/3型MOSセンサー
約130万画素
最低照度0.31 x × 0.019 x

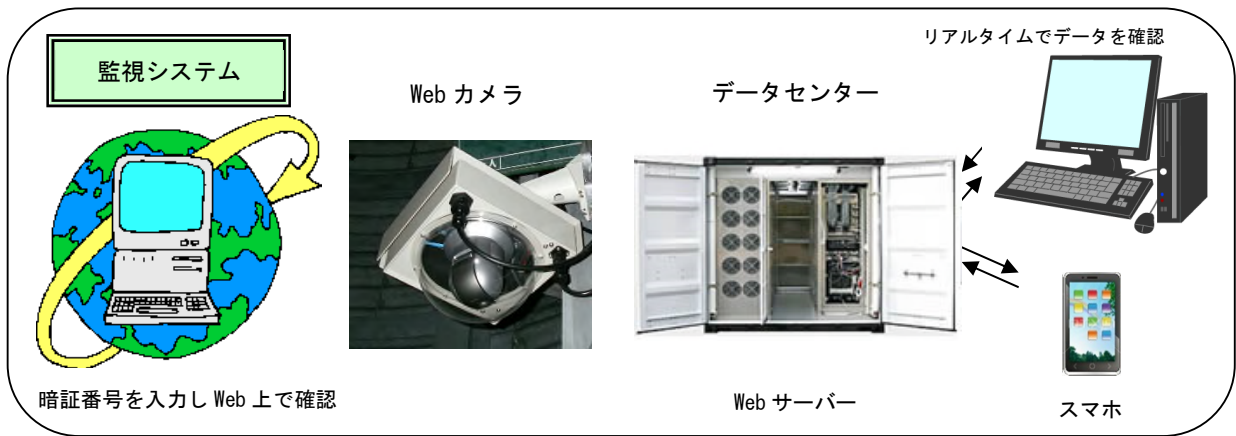


図-3 遠隔監視カメラシステム

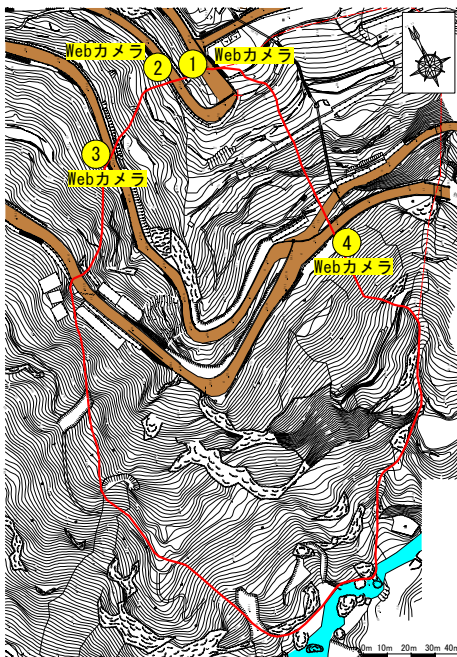


図-4 Web カメラ設置位置



写真-1 日中の映像



写真-2 夜間の映像

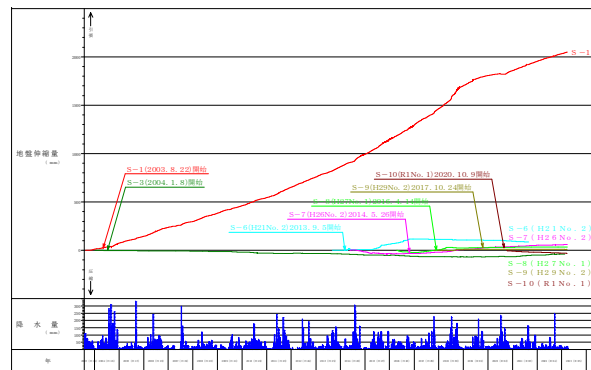


図-6 地盤伸縮計変動図

6. 遠隔監視カメラを用いた定量的な変動結果

令和3年10月1日から観測を開始した。ブロック頭部の間知ブロックに設置している Web カメラ1で7.9cm、下方のコンクリート擁壁に設置している Web カメラ2で6.0 cm、ブロック中央部アンカー擁壁に設置している Web カメラ4で14.8cmの累積変位を確認した。特に、令和4年9月6～10月27日(51日間)では、台風14号の影響を受けて変位量が急激に増加した。これにより、降雨との相関を確認することができた(図-5)。

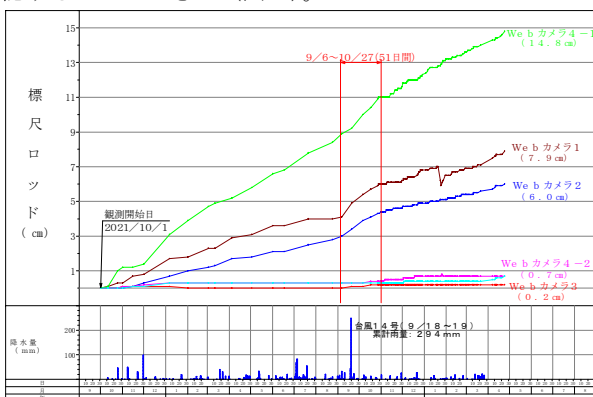


図-5 監視ポイントの累積変動図

また、遠隔監視カメラを用いた標尺ロッドの変動量と地盤伸縮計の変動量についても同様に変動量の変化が確認され Web カメラの有効性が確認された(図-6)。

7. 今後の展望

今回設置した遠隔監視カメラのシステムではデータ容量が大きいため、PCでは十分に機能したが、PC以外での端末機器の操作性に難があった。そのため、今後は移動中でもリアルタイムで監視ができるように、PC以外の端末機器でもスムーズに操作ができるように試行錯誤していきたい。さらに、この方法が普及することで、機器や通信コストがさらに安価になり一般的な手法となることが危機管理 DX ソリューションといえる。

【参考文献】

- 1) 四国地方土木地質解説書「四国地方土木地質図編纂委員会(1998.3)」(財団法人 国土開発技術センター 発行)
- 2) HipLaT-Mobi@CAM 機器仕様(株式会社 ハイエレコン)