

III-17

望遠写真画像の簡易的岩盤モニタリングへの適用

日本大学工学部 正員○田野久貴

同 上 正員 渡辺英彦

1. まえがき

本文は、簡易的岩盤モニタリング手法の一つとして、写真画像を用いた手法の構築¹⁾を行ってきたが現場に適用し得られた二三の結果を報告する。本年度は撮影システムの焦点距離をさらに増大させ精度を向上させた結果、対象岩盤の温度膨張の傾向をある程度把握することが可能であることが示された。

2. 対象岩盤と観測方法

2. 1 対象岩盤： 観測場所は国道13号線、西栗子トンネル米沢側坑口上方約250mの岩盤である（高さ約18m、幅約25m）。ここは、平成8年度の一斉点検の後、ロックボルト打設、表面モルタル被覆、根がため工等の対策工が実施された現場である。平均斜度35°と急崖で対岸から観測する必要があるため、観測距離が400mを超えることが特徴である。このような遠距離のモニタリング例は少ないと思われる。

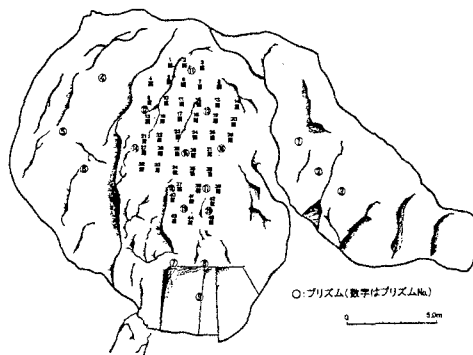


図1 対象岩盤と撮影用標識プレート配置図

2. 2 観測方法：対象岩盤には図1に模式的に示すように撮影のための標識プレートが45枚、およそ1m間隔で設置され、光波観測のためのプリズムも19個設置されている。

本格的な撮影は平成9年度後半から開始された。撮影光学系が観測の重要な部分を占めるが、本年度は、従来の3600mm¹⁾より、合成焦点距離を5000mmまで増大したシステムを構築した。一定の位置から、図1に示す各プレートにおいて、撮影中心となるプレートを定め、撮影時期の異なる画像を比較すれば原理的には変位を求めることが可能である。この方法は測点間相対変位のみが求まるが、保証された不動点、あるいは正確に挙動の把握された測点が写野内に確保できれば、絶対変位を得ることも可能である。撮影は最小限3枚のプレートが重複するように、中心プレートを変えて行った。これによる一回の撮影枚数は本年度は17枚である。

3. 解析結果と考察

3. 1 解析方法：合成焦点距離が大きいほど精度が良いので、ここでは短期間であるが、合成焦点距離が5000mmとなった本年度7月と11月の結果を比較することとした。解析方法は次のようである。1) 画像をフィルムスキャナーで取り込み、前処理を市販のソフトで行う。2) 標識プレートを中心に画像を2値化する。3) 画像処理ソフトを用いて標識プレートの画像計測を行いプレートの図心を求める。4) 比較する画像から基準画像の対応する各プレートの図心の座標値の差異にキャリブレーション係数を乗じて変位を算出する。このようにして得られた2値



図2 撮影写真（上段）と2値化画像（7月）



図3 同左（11月）

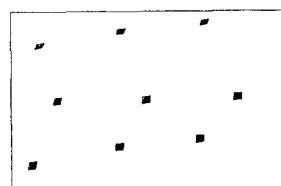


図2 撮影写真（下段）と2値化画像（7月）

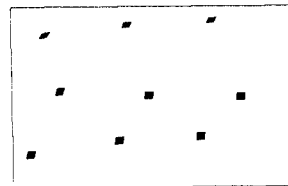


図3 同左（11月）

化後の事例を図2と図3に示す。標識プレート間の距離を約425mmとすると、合成焦点距離5000mmではフィルム上で約85分の1に縮小される。よって、一辺100mmの標識プレートはフィルム上で約1.17mmとなり、用いているスキャナーの解像度107画素/mmを考慮すると理論上約0.8mm/画素となる。

3. 2 解析結果と考察

図4に12枚の各プレートを中心として、周囲のプレート間の変位(相対的距離変化)を模試式的に画素数で示したものである。重複するプレート間では平均する都合上、小数点以下の画素数まで表示している。図の太線は収縮、破線は伸び、細線は変化なしを示している。図5はこれらを重ね合わせたものを変位に換算し、かつ精度を考慮して2mm未満を無視したものである。この図より明らかなことは、変位の認められる部分では収縮を示す太線が多いことである。それも岩盤中部から下部にかけてその傾向が認められる。このことは、7月に比較して11月には岩盤の相当な部分は収縮したことを意味している。図6は同時に観測されている光波測距儀の1年間の観測結果²⁾の上部3個の平均である。これを見ると、当該岩盤は5月～7月に谷側へ変位し11月には山側に戻ることが認められる。これらを総合すると、当該岩盤は春季～夏季に温度膨張して初冬には温度低下に伴って収縮する様子を、画像解析によって2次的に捉えたといえよう。

4. まとめ

1) 解像度を向上させ、7月を基準として11月の変位を求めた結果、相当の部分で収縮傾向が認められた。2) これは、夏季の膨張期を基準とした結果であり、初冬期に収縮する傾向は光波測距儀の結果と調和的である。4) これにより遠方監視において、光波観測の鉛直2次元面内の変位測定を補完できる可能性がある。今後、得られた変位の絶対評価、不動点による全体の変位図などが今後の問題である。なお、高画素 CCD カメラを用いる方法も検討している。撮影はすでに3箇所から行っているが、これは変位の3次元変位評価のためであるが、精度の向上をはかりつつ、別途報告したい。本報告をまとめるための観測にあたり、建設省東北地方建設局福島工事事務所の関係各位に種々の便宜をはかって頂いた。現場測定、解析作業には本学4年生の小黑勝之、百足旅人の両君の助力を得た。また、本研究には文部省科学研究費補助金基盤研究((C)(2) NO.10650491)の補助を受けていること等を記し、ここに謝意を表する。

参考文献 1) 田野久貴: 望遠画像による簡易的岩盤モニタリングの検討、平成10年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, pp.308-309, 1999年3月, 2) 日本大学工学部工学研究所: 平成11年度岩盤斜面変位計測業務委託報告書, 平成12年1月。

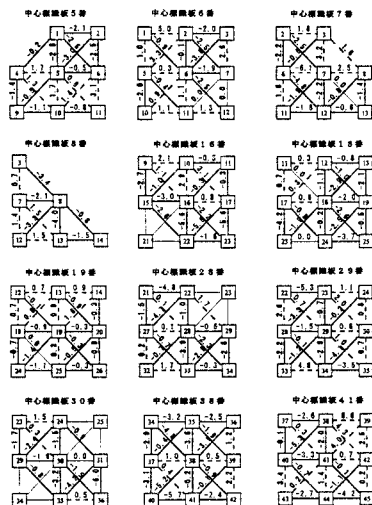


図4 各中心プレートにおける解析結果(画素表, 正: 伸び, 負: 収縮)

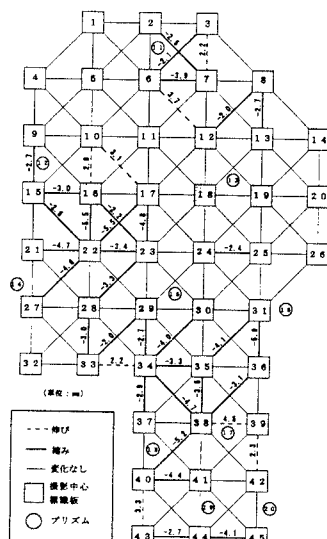


図5 岩盤全体の変位模式図(2mm以上)

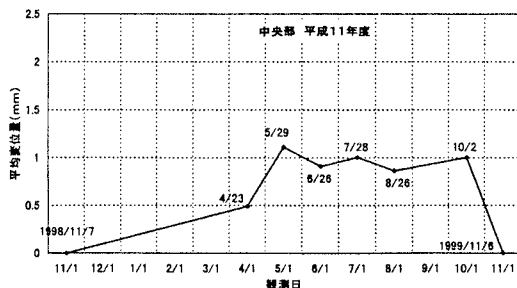


図6 光波観測による谷側方向変位の例²⁾