凍結膨張により発生する岩盤内ひずみの計測に関して

株式会社ドーコン　正会員　○川北　稔
独立行政法人　北海道開発土木研究所　正会員　石川　博之
独立行政法人　北海道開発土木研究所　正会員　伊東　佳彦
北海道開発局　旭川道路事務所　正会員　渡邊　一悟
北海道開発局　上川道路維持事業所　正会員　倉内　圭

１．はじめに

北海道上川町にある層雲峡では、長期岩盤モニタリングとして、平成 12 年度より岩盤挙動の計測を行っている。本報告では、当該地区で初冬期から融雪期かけて発生する岩盤変位についての報告を行うものである。

２．鉄筋ひずみ計のデータ

当該地区は比高約 80m の凝灰岩からなる急崖斜面である。斜面は上部が強溶結の凝灰岩で、柱状節理が非常に発達しており、下部は弱溶結の凝灰岩で構成されている。これらの斜面に数種類の計測器を設置し、岩盤の挙動や落石発生等に関する計測を行っている。斜面下部の弱溶結部に設置した鉄筋ひずみ計のデータに、初冬期にかけて引張方向に約 100μのひずみが発生し、融雪期に解消される現象が経年的に観測されている（図 1、2）。

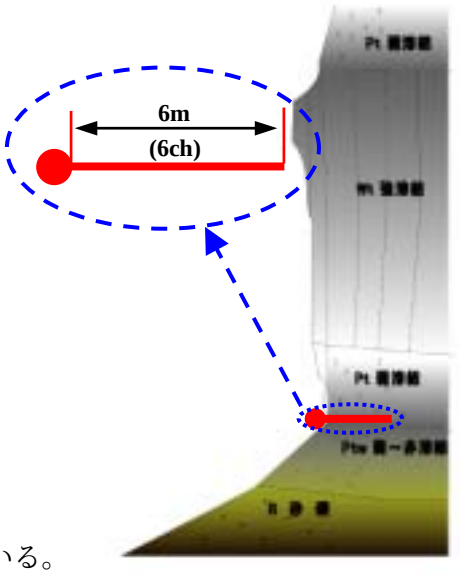

図 1　鉄筋ひずみ計設置概略図

平成 13 年 4 月には当該斜面の近傍で、約 150m³ の表面剥離破壊が発生しており、鉄筋ひずみ計で観測される現象と表面剥離破壊との関連性について検討を行うため、まずは初冬期に発生する引張ひずみの発生原因を特定するものである。

鉄筋ひずみ計に見られる現象は気温との関連性が見られ、真冬日（日最低気温 0℃以下）が数日続いた後に発生することが確認されている。

そのため、岩盤内の含水が凍結、膨張し、斜面下部の弱溶結部に変位が発生している可能性が高いと思われる。しかし、これらの傾向は鉄筋ひずみ計の全 ch（最大深度 5m）に見られ、また発生時期も同時である。これらは通常考えられる凍結深度よりも深い位置で凍結膨張が発生していることとなる。そのため、測定精度が高く、温度変動の影響が小さい光ファイバーひずみ計を設置し、含水の凍結による引張ひずみの発生の有無、およびひずみ量の特定を試みた。

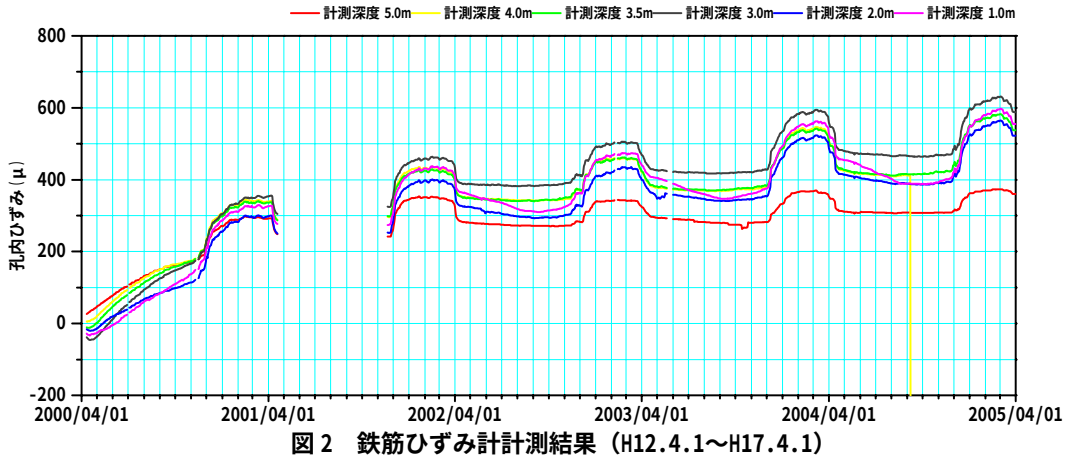

図 2　鉄筋ひずみ計計測結果（H12.4.1～H17.4.1）

キーワード　光ファイバー型ひずみ計、凍結膨張、凍結深度
連絡先　〒004-8585　北海道札幌市厚別区厚別中央１条５丁目 4-1　（株）ドーコン　ＴＥＬ011-801-1500

3． 光ファイバー型ひずみ計の設置

鉄筋ひずみ計と同様に、当該斜面と同一断面内の 5m のボーリング孔内に光ファイバー型ひずみ計を設置し、両データの変動を比較する。設置した光ファイバー型ひずみ計を図 3 に示す。設置に関しては鉄筋ひずみ計の課題を解消するため、中空の治具に光ファイバー型ひずみ計を取り付け、岩盤孔内に設置した（図 4)。これにより、設置の際にグラウト充填による岩盤との密着性が高まると同時に、光ファイバー型ひずみ計を多段式に設置でき、各深度別に計測を行うことが可能である。これらに加え、表面付近の岩盤内温度の変動、および凍結深度を把握するため、白金抵抗体温度センサも設置した。

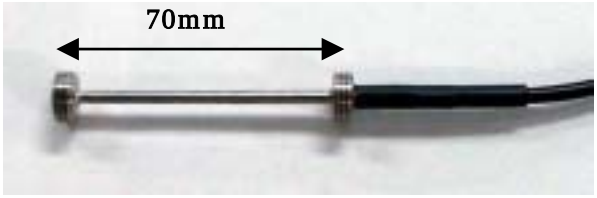

図 3　光ファイバー型ひずみ計

図 4　光ファイバー型ひずみ計設置状況

4．含水の凍結による引張ひずみの発生

図 5 に光ファイバー型ひずみ計の、図 6 に岩盤内温度の計測結果をそれぞれ示す。図 5 より、岩盤表面より 30cm の位置では、ほぼ鉄筋ひずみ計のデータと同様の挙動を示している。図 6 の岩盤内温度からも 12 月中旬から下旬にかけて深度 25～30cm の岩盤内温度が氷点下に達しており、光ファイバー型ひずみ計の引張方向のひずみ発生時期と一致している。以上のことから、当該地区では岩盤表面から 30cm 程度の深度に関しては、含水の凍結膨張が発生しており、そのため初冬期から厳冬期にかけて、弱溶結部に引張ひずみが発生している可能性が高いと考える。

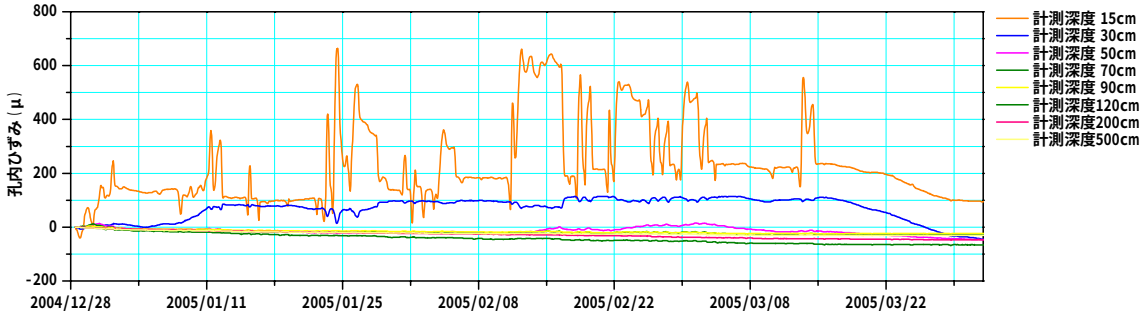

図 5　光ファイバー型ひずみ計計測結果（H16.12.28～H17.4.1）

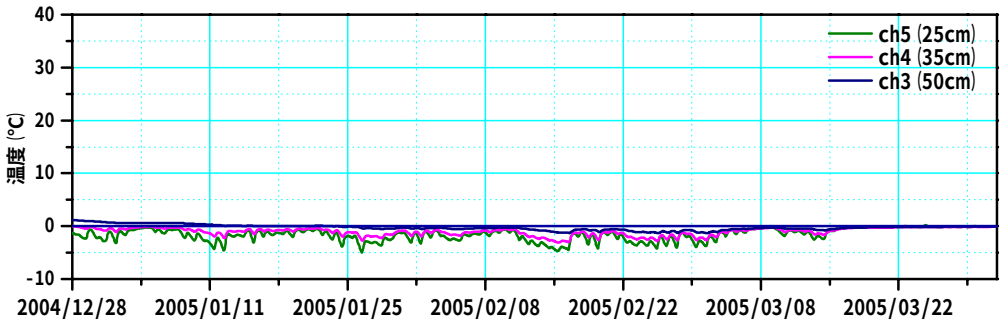

図 6　岩盤内温度計測結果（H16.12.28～H17.4.1）

5．今後の検討

今後は 1 年を通じ計測を行い、これらの現象の再現性を確認するとともに、凍結膨張による岩盤の劣化が、平成 13 年に発生したような中規模程度の剥離破壊へとつながるかの検討を行う。