

崖部不安定岩塊の静的挙動について

地域 地盤 環境 研究所

正会員 ○張 得煊, 今西 肇

日本道路公団 鹿児島工事事務所 国分工事区

大坪信義

鉄建建設株式会社 技術研究所

正会員 笹尾春夫

鉄建・徳倉建設工事共同企業体

柚木崎守, 藤澤聖夫

1. はじめに

岩盤斜面の崩落は、変位を開始してから崩落にいたるまでの時間と変位量が少なく、しかも、降雨時以外でも発生する場合があることから、崩落を事前に予知することは難しい。しかし、それだけに事前予測技術の向上は急務といえる。

東九州自動車道上野原トンネルの始点側坑口における、崩落の可能性のある岩盤を切取る工事を行うに当たり、岩盤ブロック崩落事故を未然に防ぐために、各種の計測器を設置し、安全管理を目的

として計測を行った。本報告は、このうちの変位計の計測結果を用いて急傾斜岩盤斜面における安定性評価および崩落時間予測について検討したものである。

2. 計測結果

(変位計の経時変化)

今回対象とした崖面は全体的に柱状節理が発達し、オーバーハング形状を呈している箇所が多数分布している。これらのうち、最も崩落の危険性がある4つのブロックに変位計を設置して計測を行った¹⁾。今回は最も大きなブロックに

設置した変位計 L1 に着目して検討する。図-1 は設置状況である。図-2 にその経時変化を示す。この結果を見ると、平成12年8月末から、岩塊が徐々に下方に移動する変位が観察されている。9月20日前後から変位が、一次管理目標値の1.0mm(一次管理目標値)に達した。そして、9月29日の17時前後に崖面先端部で油圧式くさび破碎機による割岩作業に伴い、累積変位量は3.8mmに達した。その後、10月4日15時14分に強制落石を行った。

3. 岩盤斜面の安全性評価

現在の計測・解析技術においては、同現場のような切取り作業に伴う岩盤斜面の崩落の予知・予測方法が確立されていない。そこで、著者らはトンネルの

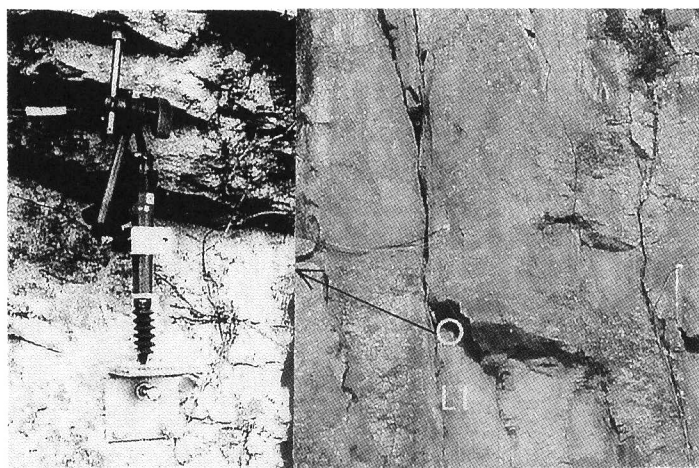


図-1 対象とした崖面と変位計設置位置

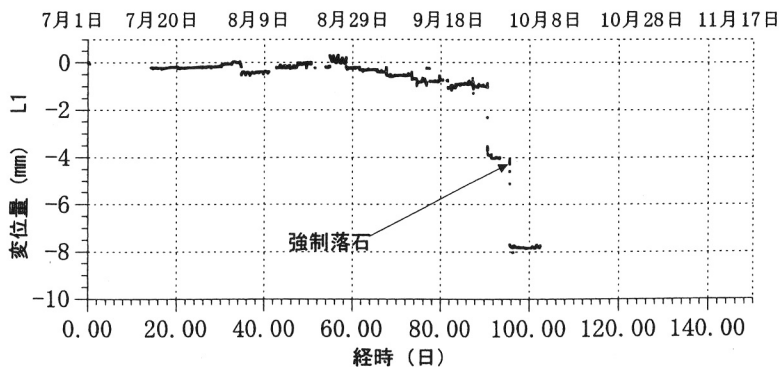


図-2 変位計 (L1) の経時変化

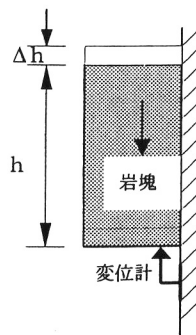


図-3 破壊モード模式図

安定性評価においてよく使われている限界ひずみ³⁾の概念を利用して岩盤崩落の安定性の評価を試みた。

図-3に限界ひずみを用いた予測法の考え方の模式図を示す。図中においては、 Δh ：岩塊（オーバーハング）の鉛直変位量、 h ：オーバーハングの高さである。この方法は、まず一軸圧縮強度と限界ひずみ（ ϵ_0 ）の関係³⁾から、限界ひずみを求める。次に、変位とひずみの関係（ $\Delta h = \epsilon_0 h$ ）から、対象とした岩塊がある高さに達した時の限界変位量を算出する。そして、限界変位量と実測変位量の関係から、岩塊が安定しているか否かは、評価することができる。

図-4に変位計（L1）における実測変位量、限界変位量の経時変化を示す。図中においては、限界変位量は、当現場から採取した試料の一軸圧縮試験の結果（一軸圧縮強度 $\sigma_c = 30 \sim 100 \text{MPa}$ ）考慮して得られた結果である。実測変位量は毎日零時の計測値をプロットしたものである。それらの双方の関係から岩塊の安全管理を行った。また、それ以降の変位を予測するために、変位を対数曲線と仮定してカーブフィットを行い、上下限の予測曲線を求めた。また、図-4を見ると、実測変位量は二次管理目標値に達した平成12年9月29日までは、限界変位量より小さいので、岩塊は安定状態にあると判断される。その後、変位量は急激に4mm程度まで増大し、この段階において、岩塊は危険状態にあると判断され、強制落石を行った。

4. 岩盤斜面の崩落の時間予測について

地すべり・斜面崩壊の崩壊時間予測においては、斎藤⁴⁾による提案された三次クリープ予測法がよく使用されている。この方法は、多くの実斜面の崩壊記録によってその有効性が検証されているが、岩盤崩落へ適用した前例が殆どなかった。そこで、今回は、この方法を岩盤斜面の崩落の予測に用いてみた。

図-5にひずみ速度による予測の結果を示している。ひずみ速度のプラス側に着目すると、時間の経過とともにひずみ速度が大きくなり、岩塊が不安定な状態になりつつあることが示されている。一方、ひずみ速度の経時変化は、比較的緩斜面の地すべり⁴⁾で見られたように、明瞭な三次クリープ曲線が得られなかった。

5. 強制落石

L1変位計の計測結果では、実測変位量が限界変位量を超えたことと、地震計にお

いても変化が観測されたこと²⁾から、落石が突然発生する可能性が高めたと判断された。したがって、平成12年10月4日に強制落石を決断し、人為的に落石を行い、切取面および落下地点での安全を確保した。

参考文献：

- 1) 西川 醇太郎 他：崖部不安定岩塊の計測について、平成12年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、投稿中。
- 2) 山内 淑人 他：崖部不安定岩塊の動的挙動について、平成12年度土木学会西部支部研究発表会講演概要、投稿中。
- 3) 桜井 春輔 他：トンネルの安定性評価するための限界せん断ひずみ、土木学会論文集、No.493/III-27, pp. 185~188, 1994。
- 4) 斎藤 迪孝：斜面崩壊時刻予測のためのクリープ曲線の適用について、地すべり、Vol.24, No.1, pp.30~38, 1987。

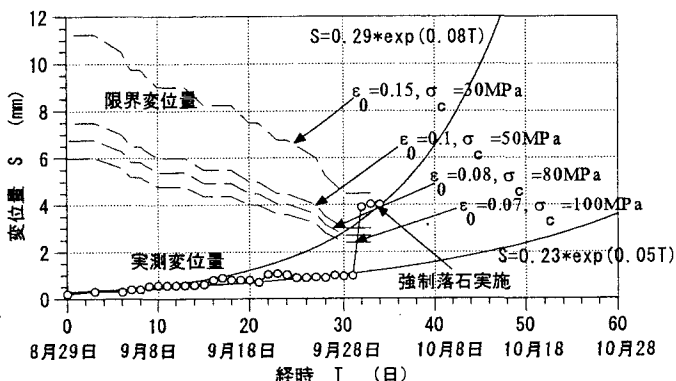


図-4 実測変位量、限界変位量の経時変化

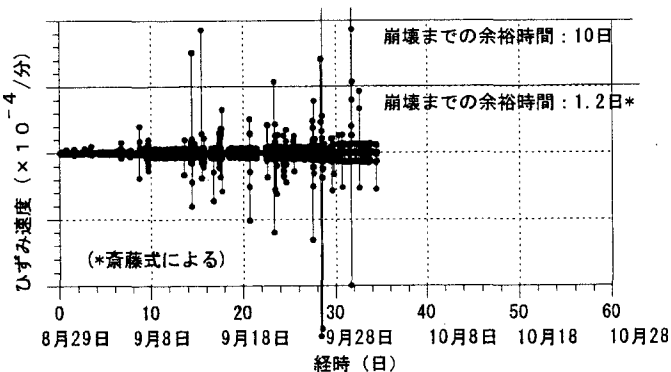


図-5 ひずみ速度の経時変化