

岩盤斜面の計測の現況と問題点

斜面安定小委員会斜面計測班 宮島圭司（中央開発）

1. はじめに

斜面安定小委員会斜面計測班で実施している調査研究については、1990年の本シンポジウムで中間報告¹⁾を行ったが、その後収集した岩盤斜面計測資料の分析結果も含めて、わが国における岩盤斜面計測の現況と問題点について述べる。

2. 岩盤斜面計測の現況

わが国の岩盤斜面計測の現況を把握するため文献調査を行った。調査対象として地すべりを除外し岩盤斜面に限定すると、収集した文献は19編であり多くないが、これらの資料をまとめると以下になる。

(1) 現在、岩盤斜面で実施されている計測は、いずれも地すべりを対象として実施されている計測と共通している。もっともよく使用されている計測は、孔内傾斜計、岩盤変位計、伸縮計により地中または地表変位を測定するものである。ついで多いのはパイプ歪計、光波測距儀などによるひずみや変位の測定と、抑止工として用いられるアンカー、ロックボルト、鉄筋などの応力測定である。そのほか、地下（孔内）水位を測定している場合がある。

(2) 収集した文献資料のうち、斜面計測結果の評価方法について記載している11例の概要をまとめると、表1のようになる。これらの岩盤斜面では種々の計測が行われているが、計測結果の評価に直接用いられている計測機器としては、孔内傾斜計が最も多く、ついで岩盤変位計、伸縮計となり、地中及び地表変位より斜面の安定性を評価している。そのほか抑止杭のひずみ、挿入鉄筋の軸力などのり面の補強部材に発生する応力より、斜面安定を評価している事例もある。

(3) 計測結果に対する管理基準としては、①地山試料試験より求めた限界ひずみ、②のり面補強部材の許容応力度などが採用されている。比較的変位の大きな岩盤斜面では地すべりにおける管理基準を準用し、伸縮計、孔内傾斜計の時間変位量、累積変位量より警戒体制のランクづけをしている事例がある。また伸縮計による地表変位測定結果より求める斜面のクリープ歪速度に基づき、斉藤の方法²⁾により斜面崩壊の予測に成功した事例が2件ある。

3. 今後の課題

前述のように、岩盤斜面計測は地すべりにおける計測手法をそのまま利用しているのが現状である。岩盤斜面でも破壊パターン（例えばトップリング）や崩壊規模によっては、変位が大きく崩壊するまでの時間に余裕があるため、地すべりにおける計測・評価手法を適用できる場合もあり、表1に若干の事例が示されている。しかし、大部分の岩盤斜面は破壊ひずみが小さく、微小変位で短時間に崩壊する場合が多いと考えられるので、従来用いられている計測手法のみでは斜面の安定性を適切に評価できないと思われる。従って、A Eによる微小振動測定や、GPS、熱赤外線などによる遠隔測定など、新しい計測技術の岩盤斜面への適用性について、積極的に検討する必要がある。また斜面を構成する岩質、地質構造などの特性より、破壊形態、崩壊発生位置などを予測し、それに応じた計測機器の選定、配置計画などができるような岩盤斜面の現場計測マニュアルを整備することが望まれる。

参考文献

- (1) 宮島圭司：斜面計測班の研究の現状と今後の計画，第22回岩盤力学シンポジウム講演論文集，1990。
- (2) 斉藤迪孝：斜面崩壊予測，土と基礎，29-5，1981。

表 1 岩盤変位面の計測と管理基準等の事例

文献番号	対象斜面 及び地質	計測項目	計測結果の評価方法	管理基準等	備考
1	切土斜面 右土英四緑岩	伸縮計、孔内傾斜計、 地中変位計	孔内傾斜計から求めた最大せん断ひずみを限界ひずみと比較	限界ひずみ：2.0%	解析：FEM逆解析
2	切土斜面 風化花崗岩	地表面変位、壁面変位、 地中変位、鉄筋軸力、 日鋼抗応力、壁面応力	鉄筋軸力の計測結果を基準値と比較	鉄筋軸力 $\leq 101 \text{tf}$	直切り土止め
3	切土斜面 凝灰質軟岩	岩盤変位計 (調査坑内)	岩盤変位の計測結果を解析結果と比較		数値解析結果の検証
4	切土斜面 風化花崗岩	岩盤変位計 地表面変位計	岩盤変位、地表面変位及びひずみの計測結果を解析結果と比較		解析：FEM 2次元平面ひずみ 材料の非線形を考慮した逐次繰 回解析
5	自然斜面 中・古生層	伸縮計 孔内傾斜計 降雨量	①降雨量及び伸縮計の計測結果から求めた最大せん断ひずみと管理基準値との比較 ②伸縮計の計測結果をより求めた最大せん断ひずみと管理基準値との比較	①に對して・警戒体制第1種：連続降雨量20mm/日又は2mm/時 ・警戒体制第2種：連続降雨量4mm/時 管理基準値：0.6%	伸縮計の計測結果から求めた2 次・3次クリニング曲線より、崩 壊時期を予測できた。
6	切土斜面 新第三紀層	孔内傾斜計 レベル測量	孔内傾斜計の計測結果をより求めた最大せん断ひずみと管理基準値との比較	管理基準値：0.6%	解析：FEM 安全率=管理基準値/最大せん 断ひずみ
7	切土斜面 新第三紀層	地中変位計 軸力計	地中変位計の計測結果を解析結果と比較		解析：FEM
8	凝灰角礫岩 凝灰質砂岩	伸縮計、地表面傾斜計、 埋設型孔内傾斜計、 アンカージョイント	伸縮計及び孔内傾斜計の計測結果を管理基準値と比較	①伸縮計 注意：日変動量3mm 累積変動量10mm 警戒：日変動量20mm 累積変動量30mm ②孔内傾斜計 注意：累積変動量3mm 累積変動量10mm	自動計測管理システム
9	切土斜面 (貫岩)	伸縮計、孔内傾斜計、 地中ひずみ計、光波測量	伸縮計の計測結果から求めた変位速度累積変位量により崩壊予測		伸縮計の計測結果から求めた2 次・3次クリニング曲線より、崩 壊時期を予測できた。
10	切土斜面 凝灰質砂岩	孔内傾斜計、パイプ ひずみ計、抑上杭ひずみ 地中変位計	①抑上杭ひずみの計測結果より求めた設計応力度と設計変位度とを比較 ②設計応力度の妥当性を比較	各部材に許容応力度を与え、設計応力度を設定	パイプひずみ計：地盤変位と抑 上杭変位の比較 傾斜計：土の方向性の把握
11	切土斜面 第三紀砂岩・泥岩	孔内傾斜計	孔内傾斜計の計測結果を用いて逆解析で求めた最大せん断ひずみを限界ひずみと比較		解析：FEM

文献 (1) 桜井他：第23回岩盤力学シンポジウム、1980 (4) 堀田他：第22回岩盤力学シンポジウム、1980 (3) 北原他：第13回岩盤力学シンポジウム、1980 (7) 村他：全地連技術フォーラム、1991 (8) 河合：第7回岩盤力学シンポジウム、1987 (9) 西川他：平成2年度岩盤力学委員会研究報告会、1991 (10) 藤原他：土木施工 30-9, 1989 (11) 横沢圭一郎、堀田他：地質学雑誌、28号、1986 (6) 花田他：第24回岩盤力学シンポジウム、1989 (5) 堀田他：地質学雑誌、34号、1991 (12) 堀田他：第24回岩盤力学シンポジウム、1989 (13) 堀田他：地質学雑誌、34号、1991 (14) 堀田他：地質学雑誌、34号、1991 (15) 堀田他：地質学雑誌、34号、1991 (16) 堀田他：地質学雑誌、34号、1991 (17) 堀田他：地質学雑誌、34号、1991 (18) 堀田他：地質学雑誌、34号、1991 (19) 堀田他：地質学雑誌、34号、1991 (20) 堀田他：地質学雑誌、34号、1991