

VI-14 人工岩盤斜面での変状計測について

北海道開発局開発土木研究所 正会員 池田憲二
 北海道開発局開発土木研究所 正会員 日下部祐基
 北海道開発局開発土木研究所 正会員 中井健司
 株式会社構研エンジニアリング ○正会員 山本浩

1. はじめに

平成8年に発生した豊浜トンネル崩落事故を契機に、北海道開発局では防災工事の安全監視の補助手段として計測機器を用いた斜面変状観測手法の検討を行っている。本論文では、自然斜面に設置した計測機器により得られたデータについての検討を行うための基礎資料を得るために、人工岩盤斜面において既に使用している計測機器を設置し、長期的な計測及び擬似的な各種斜面変状実験を行ったのでその結果を報告する。

2. 実験概要

2-1 計測機器の配置状況

模擬岩盤での計測機器配置を図-1に示す。模擬岩盤は、自然岩（水冷破碎岩）、礫（自然岩）、芯材（鉄筋コンクリート橋脚）にて製作し、エアモルタルを各部をつなぐ間詰め材として用いた。岩盤表面の計測機器として、表面クラック変位計を岩盤頭部及び下部の想定崩壊方向に設置し、岩盤内部については想定崩壊面を貫通するように孔内ひずみ計を設置した。また加振実験時の入力波動を測定するため加速度計を設置した。

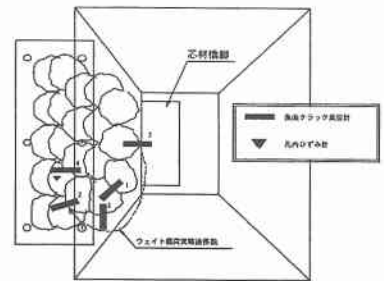


図-1. 計測機器配置平面図

2-2 実験概要

実験は大きく3つに分けられる。模擬岩盤を製作し平成10年1月から平成10年10月までの計測期間中に①ジャッキダウン実験、②加振実験、③ウェイト載荷実験を行い模擬岩盤の変状を測定した。実験概念図を図-2～4に示す。

3. 長期計測

実験期間中の長期計測時系列データを図-5～7に示す。実験期間中で最も影響が大きかったにはジャッキダウン実験であり、その他の実験の影響は小さかった。また、長期計測中の気象環境の変化による影響は認められなかった。

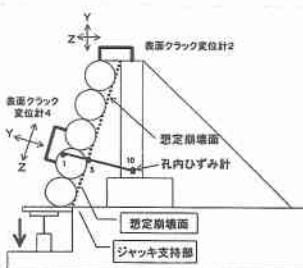


図-2. ジャッキダウン実験概念図

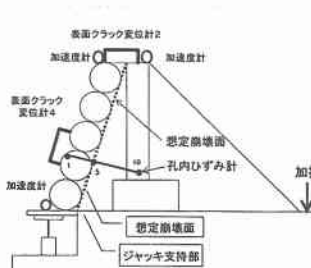


図-3. 加振実験概念図

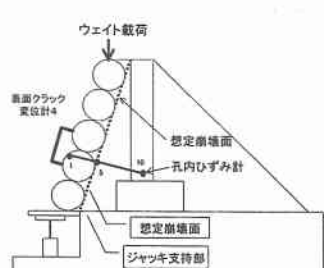


図-4. ウェイト載荷実験概念図

On Simulation modeling Rock Bed fluctuated

by Hiroshi yamamoto, Kenji Ikeda, Yuuki Kusakabe and Kenji Nakai

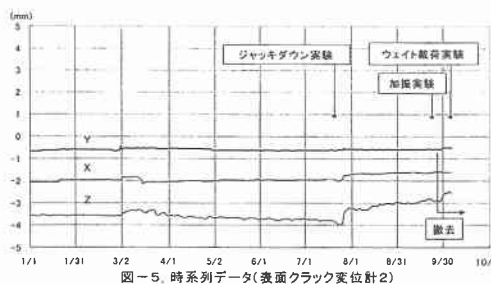


図-5. 時系列データ(表面クラック変位計2)

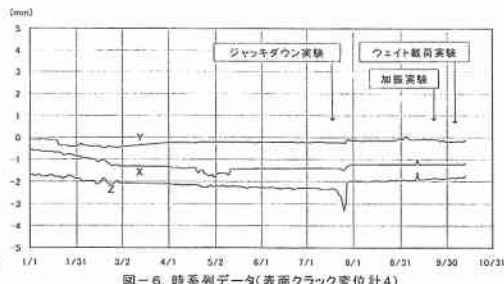


図-6. 時系列データ(表面クラック変位計4)

4. ジャッキダウン実験

ジャッキダウン実験は、図-2 に示したジャッキ支持部の床組を下降させ、岩盤法面に自重による強制変位を与えた実験である。図-8～11 にジャッキ変位計、表面クラック変位計 2,4、孔内ひずみ計の実験全体 1 秒平均時系列を示す。図-8 の A 部と B、C 部に対して他の計測器に変動が現れているが、B、C 部は、A ほど明瞭な変化となっていない。ジャッキダウンによる変状は、ジャッキの変動初動時に集中して起こったと考えられる。図-8 の A 部に関して、図-12～14 に 100Hz 実測値のジャッキ変位と各計測機器との相関を示す。

(1)図-9 及び図-10 から表面クラック変位計の変動の大きさは、岩盤の主移動方向(下方への滑り)に対応する 2 と 4 の Z 方向変位が大きく 2 の変位が 4 より大きい。これは崩壊ブロックが剛体的に滑り、また前面への移動も伴ったためと考えられる。

(2)図-11 から孔内ひずみ計では変動の大きさは、ほぼ深度の浅さに対応している。

(3)平均ジャッキ変位と計測値の相関では、表面クラック変位計については図-12 及び図-13 から主に Z 方向(岩盤の主移動方向)と平均ジャッキ変位との相関が良く、図-14 から孔内ひずみ計については深度が浅いほど相関が 1 に接近する傾向がある。

以上より、表面クラック変位計は岩盤の主たる変位方向を捉えていると考えられる。表面クラック変位計と良好な相関にある孔内ひずみ計の測定値も、岩盤の変状に呼応したのと考えられる。また両者の測定値および岩盤変状の整合性はよい。

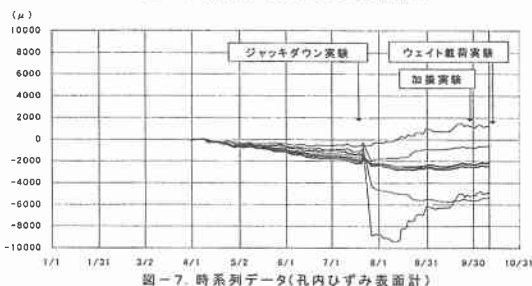


図-7. 時系列データ(孔内ひずみ表面計)

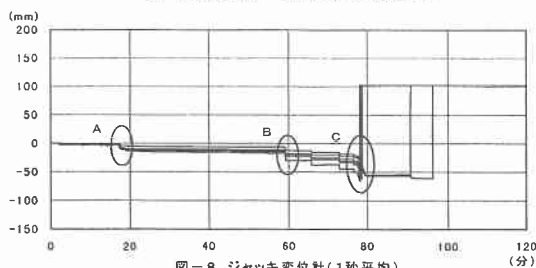


図-8. ジャッキ変位計(1秒平均)

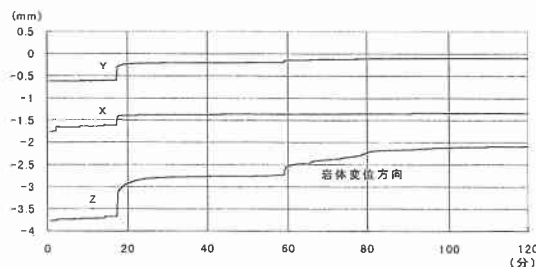


図-9. 表面クラック変位計2(1秒平均)

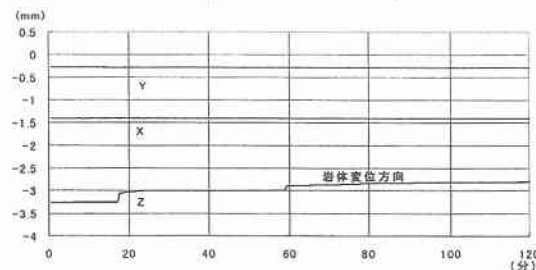


図-10. 表面クラック変位計4(1秒平均)

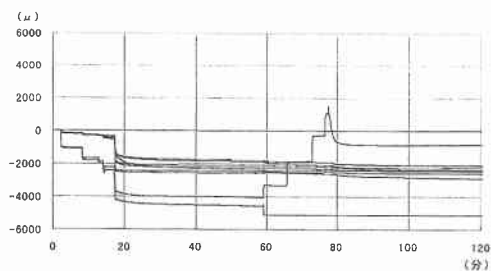


図-11. 孔内ひずみ計(1秒平均)

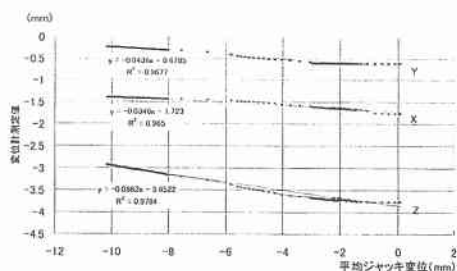


図-12. 平均ジャッキ変位との相関(表面クラック変位計2)

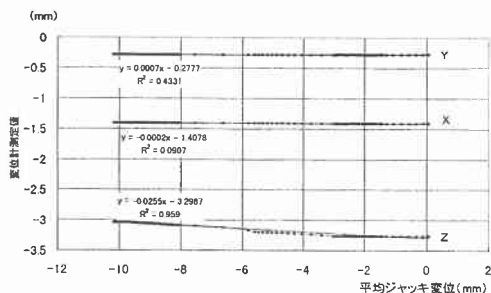


図-13. 平均ジャッキ変位との相関(表面クラック変位計4)

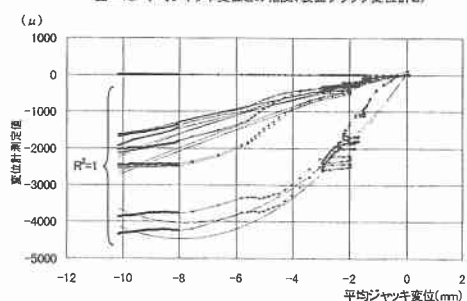


図-14. 平均ジャッキ変位との相関(孔内ひずみ計)

5. 加振実験

加振実験は、ジャッキダウン実験に最下段の岩塊のみが下がり、オーバーハング状態となった人工岩盤において、パイプロハンマーを用い模擬岩盤の背面に埋設した鋼管杭に対して行なった。パイプロハンマー振動の伝達を把握するためにジャッキ支持部、岩体ブロック頭部、地山頭部に加速度計を設置した。入力波動及び計測機器のフーリエスペクトルを図-15～19に示す。図-15と19、また、図-16,17,18から計測機器は入力波動の特徴を15Hz付近までよく反映している実験結果が得られた。

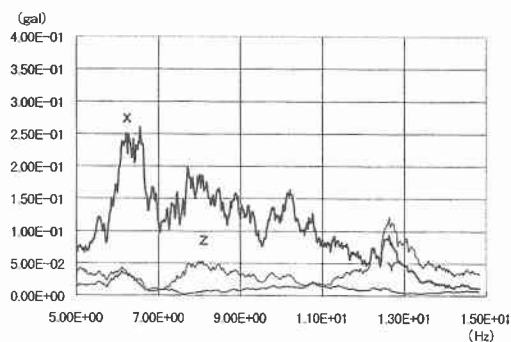


図-15. 岩盤底部加速度フーリエ振幅(3方向)

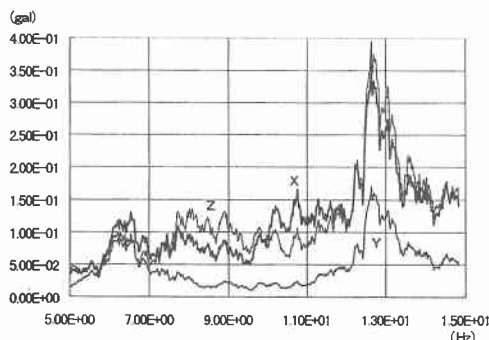


図-16. 岩盤ブロック頭部加速度フーリエ振幅(3方向)

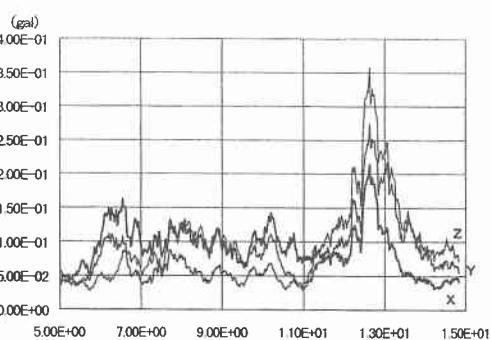


図-17. 地山頭部加速度フーリエ振幅(3方向)

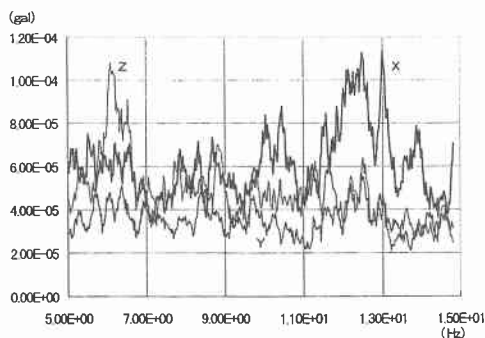


図-18. 表面クラック変位計2 フーリエ振幅

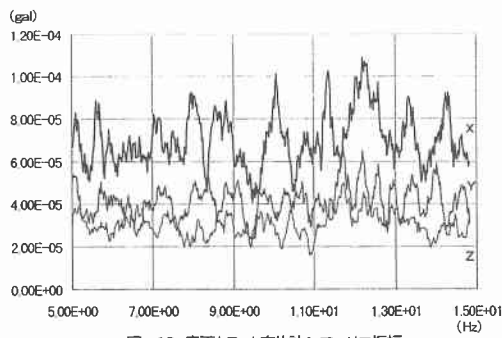


図-19. 表面クラック変位計4 フーリエ振幅

6. ウェイト載荷実験

最下段の岩塊を除去してオーパハンク状態を明瞭にし、岩盤上部に静的破碎剤による亀裂を入れた後、20tfまで段階的に载荷、除荷を行った。図-21,22にウェイト載荷実験中の時系列のデータを示す。

実験全体の時系列では、段階的な载荷に対して段階的に反応しており、また除荷した場合も元位置に復元していることがわかる。

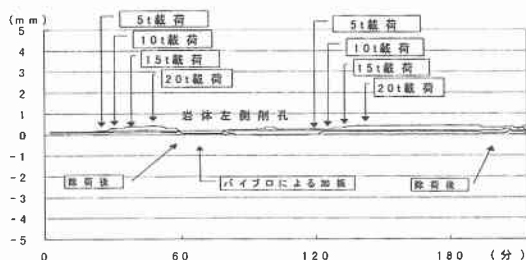


図-21. ウェイト載荷時系列(表面クラック変位計2)

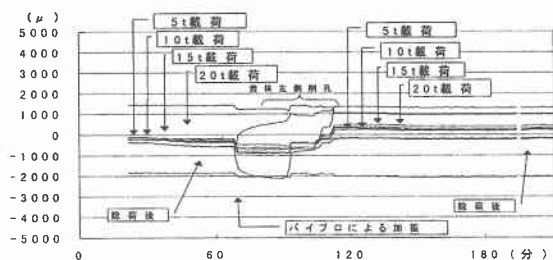


図-22. ウェイト載荷時系列(孔内ひずみ計)

7. まとめ

自然斜面に設置した計測機器により得られたデータについての検討を行うための基礎資料として、人工岩盤斜面において既に使用されている計測機器を設置し、長期的な計測及び擬似的な各種斜面変状実験を行った。その結果を以下にまとめる。

- (1) 各計測機器の測定値は、強制変位、静的载荷、動的加振のいずれの場合もそれらによって引き起こされた岩盤の変位に整合するものであり、計測機器間のデータの整合性も良好であったと思われる。
- (2) 応答性の面では、微小変位を捉える表面クラック変位計と孔内ひずみ計は、強制変位、静的载荷、動的加振のいずれに対しても計測機器は、入力波動のフーリエスペクトルの特徴をよく反映しており、良好な追随性を示している。、両計測機器については、15Hz付近までの応答追随性が確認された。