

III-307

現場計測結果からみた膨潤性地山におけるロックボルト及び吹付コンクリートの挙動

日本道路公団

植本 直之 中出 尚夫

応用地質株式会社

入佐 純治 ○大塚康範 満 弘之

1. まえがき

東北自動車道越河地区において、道路供用後5年経過時に石積擁壁と切土路面に変状が確認された。図-1は、この時の路面の盛り上がりの状況である。その後の調査観測により変状の原因は、切土による応力解放に伴うモンモリロナイトを含む変質安山岩の膨潤によることが明らかになった。

昭和59年には上記調査結果を受け、変状のり面に対しロックボルトと吹付コンクリートによる対策工を施工した。

本報文では、地山の膨潤状況を現場計測結果より述べ、続いてのり面補強工事後の動態観測結果をもとに、膨潤性地山におけるロックボルト及び吹付コンクリートの挙動について述べる。

2. 変形挙動

昭和55年の変状調査以来設置してきた計測機器の配置を図-2に示す。

鉛直方向の変位検出のため、中央分離帯とのり尻に地中変位計を設置し、観測を行なった。図-3はこの

結果を示したものである。明瞭な鉛直方向変位が認められ、直線的な地盤隆起が生じている。ひずみ量及び隆起量ともに地表に近い程大きな値を示し、特に、地下水位面より浅い深度1.2mまでは乾湿の繰り返しの影響により、それ以深に比べてひずみの伸びが極端に大きくなっている。

尚、地すべり的な挙動の監視のために設置した二基の伸縮計及び高精度孔内傾斜計の計測結果では、水平および斜面方向の動きは認められていない。

3. 対策工の考え方

対策工は、ロックボルトと吹付コンクリートを採用した。その基本的な考え方は、膨潤に伴う強度劣化によって生ずるすべりに対して、ボルトのせん断力と引抜抵抗力で所定の安全率(

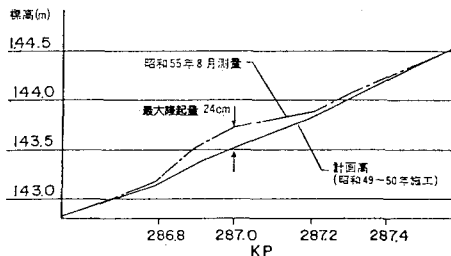


図-1 上り線センターの縦断測量結果

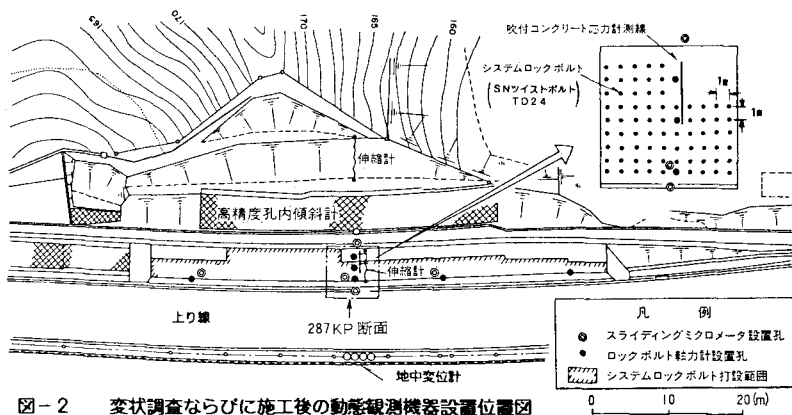


図-2 変状調査ならびに施工後の動態観測機器設置位置図

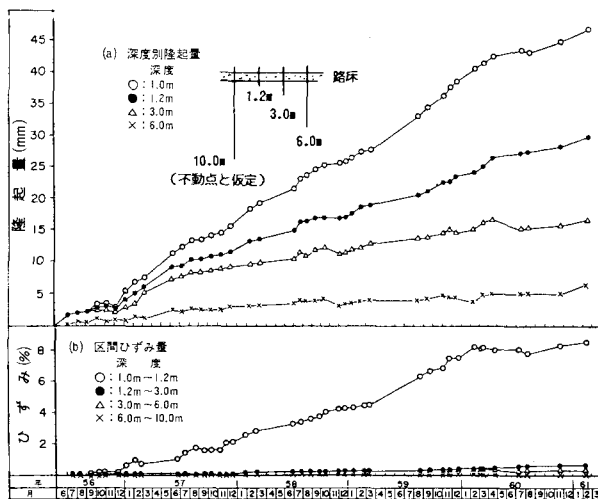


図-3 地中変位計より求めた隆起量及び区間ひずみの経時変化(中央分離帯)

$F_s = 1.2$)を確保しようとするものである。しかしながら、強度劣化の将来予測が非常に困難であること、一方ではロックボルトによる膨潤ひずみの拘束効果も期待されることから、図-4に示す現場管理を行ないながら段階的

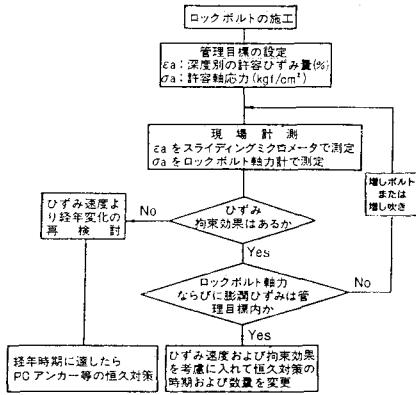


図-4 ロックボルト工による対策工と現場管理流れ図

に対処することとした。検討の結果、表層2～3mのすべりに対し、厚さ15cmの吹付コンクリート、長さ4mのロックボルトを1mの打設間隔で施工した。

4. ロックボルトと吹付コンクリートの挙動

スライディングマイクロメータによる地中変位測定と、ひずみゲージによるロックボルト軸力測定、及びカーボメータ、デフォーメータによる吹付コンクリート応力測定結果を用いて、対策のり面の挙動について述べる。

図-5に287KP断面の計測結果を示す。のり尻部の軸力計はシステムロックボルトの一部であり、8段目はシステムロックボルト外の無処理区間に打設したものである。システムロックボルト打設範囲では、無処理区間に比べて膨潤ひずみが、より拘束された結果となっている。一方無処理区間に打設したロックボルトでは大きな軸力が発生し、ほぼ同一の応力-変位曲線を描きながら、荷重負担が地表部より深部へと順次移行しており、ボルト体の地山拘束効果が良好に発揮されている様子がうかがえる。また、図-6に示すように、ロックボルトに発生する応力としては、曲げ応力よりも軸応力の方が顕著であり、地すべり的な変形挙動よりも、膨潤的な変形挙動が卓越していることがわかる。

次に、図-7に吹付コンクリートに作用する曲げモーメント分布を示した。計測した測線は図-2に示す通りである。システムロックボルト施工区間に比べてロックボルト無処理区間に大きな曲げモーメントが作用している。また、ロックボルトの打設位置付近で負の曲げモーメントが生じており、ロックボルトのひずみ拘束を反映した結果となっている。

以上の結果から、膨潤性地山に対してロックボルトのひずみ拘束効果と吹付コンクリートのカバー効果が相乗的に発揮されることが確認され、のり面保護工としての本工法の有効性が示された。

<参考文献>中出他(1985):変質安山岩の風化に伴う切土路面およびのり面の変状について, 土質学会切土のり面および斜面の風化と安定に関するシンポジウム, pp5～10

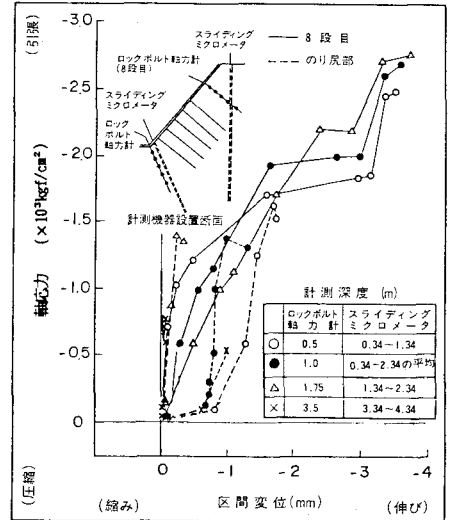


図-5 軸力と区間変位の関係

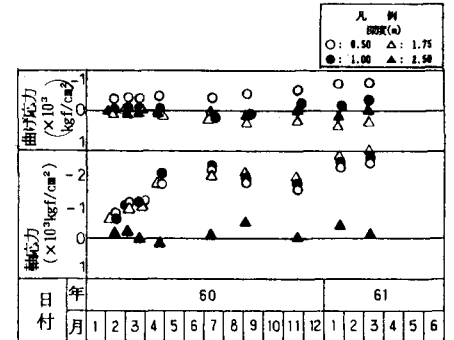


図-6 ロックボルト軸力計による深度別応力の経時変化

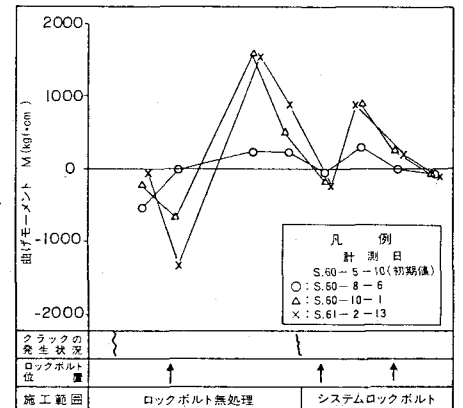


図-7 吹付コンクリートに作用する曲げモーメント