

# 山形自動車道西川町地内において施工したグラウンドアンカー工の 緊張力の変化について

東日本高速道路株式会社東北支社 法人会員 菅原徳夫  
東日本高速道路株式会社東北支社 法人会員 伊藤 晃

## 1. はじめに

山形自動車道西川～月山間、月山沢地区の切土のり面において、平成17年5月、11月の2回にわたり、のり面崩壊が発生し、その対策として排土工及びグラウンドアンカー工（以降、アンカーと呼ぶ）を採用した。本文では、アンカーの初期緊張力導入後のアンカー軸力の変化と、のり面の安定性にアンカーがどのような効果をもたらすか、FEM解析による検証を交えて報告するものである。

## 2. 概要

平成17年5月10日、5段切土の第1～5のり面において土砂崩落が発生した。のり面崩壊の素因は第2～5のり面に分布する新第三紀中新世～第四紀更新世の湖沼性堆積物が滞水層として、融雪時期に間隙水圧の上昇により発生したと推察された。対策工は当初、崩壊土砂を全て取り去る排土工法で施工していたが、平成17年11月28日第2～4のり面において再度変状が発生した。変状は第4のり面中間に幅30cmの開口亀裂、第2～3のり面に10cm～30cmのはらみ出しとして出現した。この対策は 施工時期及び用地の制約で、排土工が困難なこと。崩落を増大させないため、融雪期前まで急務であること。以上の理由から、冬期でも施工が可能なアンカー工法を採用した。



写真 - 1 切土のり面全景

アンカーの構造は当該のり面がN値3～12の脆弱土質であったため、受圧板下面が沈下することにより、緊張力の低下が予想された。このため、軸力が計測できるロードセルを設置し、軸力が低下した場合アンカーを再緊張できる構造とした。

## 3. アンカー緊張力の変化

アンカーの設計は斜面の排土後安全率を $F_s=0.95$ 、計画安全率を $F_s=1.20$ とし、設計緊張力を1本当たり256.7kNで計画した。しかし前述の理由から当面 $F_s=1.20$ を満足する緊張力の維持は困難と思われる、FEM解析を実施し、アンカーの緊張力が $F_s=1.10$ の154.0kN/本を下回らない様、計測、管理することとした。

アンカーは、第2～3段のり面に各2段ずつ、10～11列、総数42本を施工した。このうちロードセルは各段3カ所、計12所に設置した。計測データの一例を図-1に示す。このデータによると、初期緊張力256.8kN/本導入後、50時間後に207.4kNへ、再緊張実施後、14時間後に261.5kNから235.4kNへ軸力の減少が確認された。これらの現象は、受圧板の地盤との馴染みと、定着時のセットロスが考えられる。再緊張時の軸力減少は、受圧版の馴染みは終了していることから、この減少はセットロス分であり、軸力から換算すれば0.6mmあったことが推察される。また同様に、初期緊張時の変形量は1.2mmと推察され、

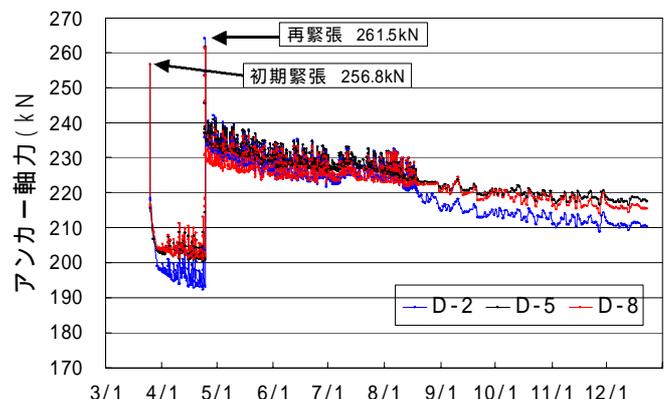


図 - 1 第3のり面上段ロードセル値

受圧板の馴染み量は0.6mm程度と判断される。

次に、セットロス、受圧板の地盤への馴染みが終わった後の軸力の推移を、図 - 2 に示す。図はX軸を対数として第3段のり面の6カ所の平均をプロットしたものである。時間の経過とともに、軸力が減少する相関を示している。これは鋼材のリラゲーションと土砂の圧縮変形によるものと思われる。初期緊張後約9ヶ月を経過した現在も、軸力の減少は続いており、アンカー軸力は210kN/本程度まで、安全率は $F_s=1.155$ まで低下している。

#### 4. FEM解析によるアンカー効果の検証

アンカーの緊張力が地盤にどのような効果を与えるかを把握するために、FEM解析を実施した。

解析の結果、切土直後にリバウンド量が2段目小段で3.8mm、3段目小段で4.6mm推定された。なお、軸力から逆算されるアンカー力による変形は0.9mmで、現在は推定の2割程度しか圧縮変形していないものと考えられる。切土直後の安全率分布を図 - 3 に示す。安全率は、すべり想定線に沿って $F_s=0.6 \sim 0.8$ のゾーンが認められた。また、第4段のり面下部に $F_s < 0.2$ の破壊ゾーンが存在することが判明した。

この位置は、滑りブロックの頭部開口亀裂として発生した位置に相当する。アンカー施工後の、安全率分布を図 - 4 に示す。アンカーの効果は、受圧板周辺に $F_s > 2.0$ 領域と受圧板下深度3m付近に $F_s > 1.3$ のゾーンが出現することが判明した。また第4段のり面の $F_s < 0.2$ の領域は、アンカーにより改善されないことが判明した。従って、この部分は別途ロックボルトにより補強を行った。

#### 5. まとめ

土砂部における小～中規模のアンカー工による斜面对策は、その抑止力の大部分をアンカーの締め付け力に依存しており、軸力が減少することは、対象のり面が不安定領域となる可能性が高い。このためアンカー緊張力導入に際しては、初期緊張の他に再緊張を行うことが望ましいと考える。また、本観測から判断すると、軸力の初期低下（地山との馴染み）は短時間で発生しており、再緊張は初期緊張から3日～7日後位に実施しても問題はないと思慮される。

次に、アンカーがのり面に与える効果であるが、FEMの解析結果から、かなりの深部まで改良効果がある事が確認された。しかしFEMは解析上、圧縮変形による軸力の低下を考慮することは困難であり、解析結果は終局の状態を表している。現実には時間の経過と共に、アンカー軸力の低下が収束していくものと考えられ、FEM解析状態に現場を近似させるには、数度のアンカー再緊張が必要と判断される。今後は、軸力低下の収束時期や融雪期における軸力の変化等について監視を継続していく所存であるが、本報文が脆弱な土砂地山に、アンカー工法を採用する際の参考になれば幸いである。

以上

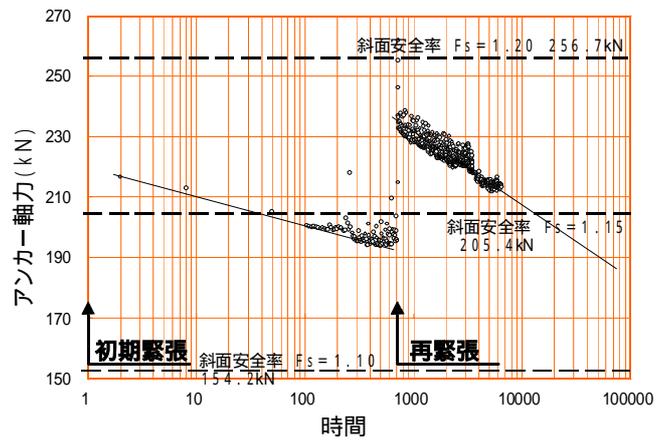


図 - 2 第3段のり面アンカー軸力平均値

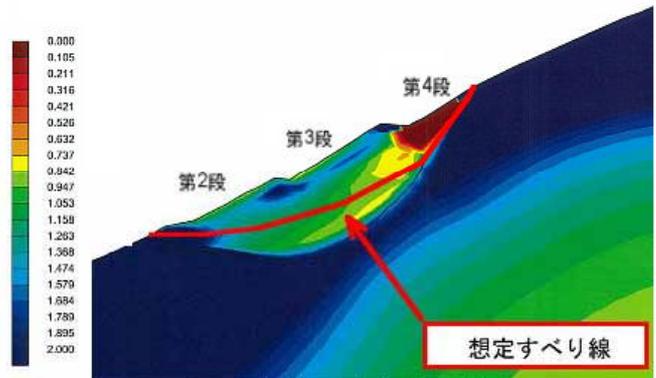


図-3 切土直後の安全率分布図

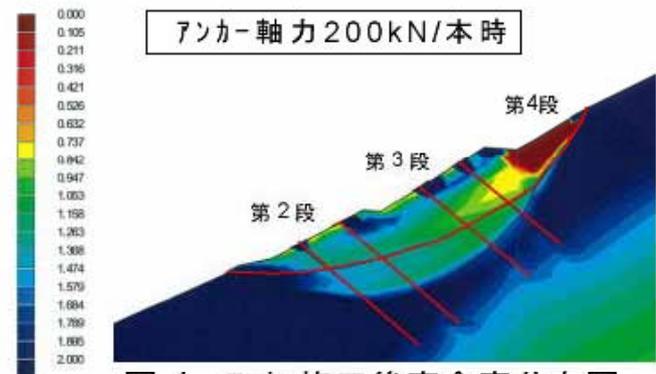


図-4 アンカー施工後安全率分布図

