

大規模グラウンドアンカー工法による地すべり対策工について

東日本高速道路(株) 正会員 ○谷岡 徹
東日本高速道路(株) 大津 敏郎
東日本高速道路(株) 土岐 憲司

1. はじめに

日本海沿岸東北自動車は新潟県から山形県・秋田県を縦断し、東北縦貫自動車道と連結し青森県に至る高規格幹線道路である。このうち、秋田県の本荘～岩城間(L 21km)はH15年度より新直轄方式で国により整備が進められてきたところである。当区間のうち、日本海に近接する北側区間(大内JCT～岩城IC)は、非常になだらかな丘陵ではあるが、地質的には褶曲および断層による影響を受け複雑な構造を呈する由利丘陵を通過する。特に、路線とほぼ並行する北由利(衝上)断層の影響を受ける箇所は、大規模な地すべり対策が必要とされる。本稿では、岩城ICに近接する大規模切土のり面のグラウンドアンカー工法による地すべり対策工について、設計の考え方や施工中の変状および追加対策の概要を報告する。

2. 地形・地質概要

当該切土のり面箇所の周辺には、図-1に示すように南北性の方向を有するリニアメント(図中破線)が数条存在する。地質的には、新第三紀中新世船川層の泥岩層が主体であるが、凝灰岩層の薄層が交互に存在する。また、南北系の北由利衝上断層、その他断層と背斜・向斜を繰り返している為、地層の分布や地質構造が複雑となっている。さらに切土のり面に対して10°程度の流れ盤構造となっており、泥岩層理面の中には、明瞭な鏡肌と薄いグリース状の粘土を挟む面の存在が確認されている。

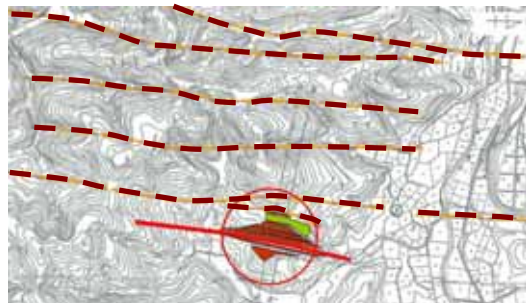


図-1 周辺のリニアメント分布図

3. 当初対策工の考え方

当該切土のり面箇所は、H14年当時、岩城IC建設に伴う切土工事中に地すべり活動の兆候と思われる崩落が発生した為、切土勾配の見直し、集水井の施工、押え盛土を行った。その後の検討の結果、本線切土に際しては、経済性を考慮した頭部排土工及びグラウンドアンカー工による地すべり対策工を実施した。

図-2に示すように、当該のり面では切土に伴う応力開放により初生的な地すべり(すべり①)が発生すると考え、のり尻に抜ける層理面をすべり面とし、背後の破碎帯を頭部とする風化岩すべりを想定している。また、地すべり対策



写真-1 地すべり対策後の航空写

工として採用した頭部排土工によって誘発される可能性があるすべり(すべり②)についても同様の考えとした。

なお、定着時緊張力は、初生すべりの発生によりすべり面強度の大幅な低下が懸念されることと、高速道路の十分な社会的安全性確保の観点から、当初から設計アンカー力の100%としている。

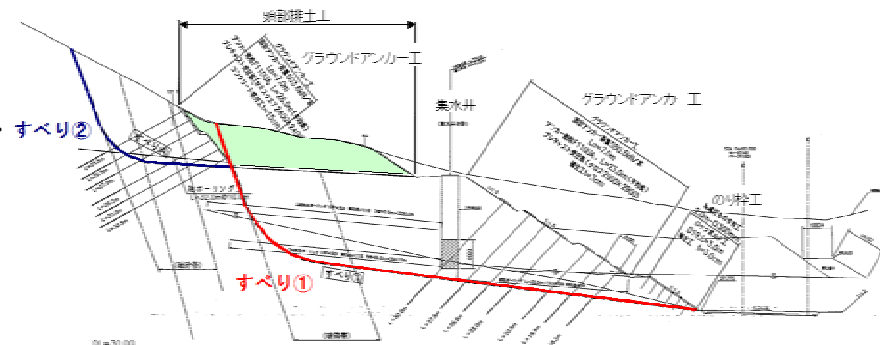


図-2 当初の地すべり対策工断面図

キーワード 切土のり面, 地すべり対策工, グラウンドアンカー工法, 断層・褶曲

連絡先 〒010-0973 秋田県秋田市八橋本町 3-19-45 東日本高速道路(株)東北支社秋田工事事務所 TEL018-864-3681

4. 施工中の変状と追加対策工について

地すべりの先端となる切土最下段は、アンカー自由長がほとんど確保できないことからアンカーを設置しない設計としているが、応力開放に伴い先端部の小規模すべりの可能性もあることから、上下2段に区分して切土を行っていた。掘削がのり面中央付近の下段部に達した時点で、アンカー荷重計および孔内傾斜計の値が急増し、のり面に一部変状が見られたことから、工事を中断し押え盛土による応急対策を実施した。

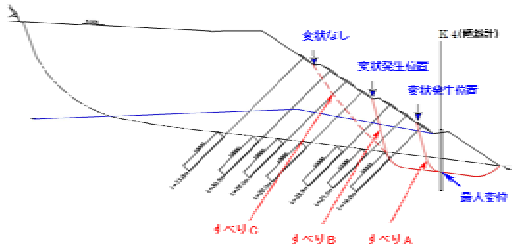
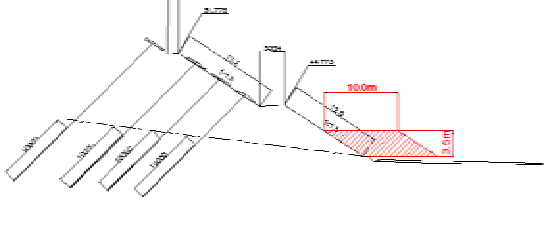
最下段掘削に伴う変状は、以下のとおりである。

掘削のり面中央付近下2段目のり面に水平方向のクラックが断続的に発生している。また、荷重計は下3段目まで急増しており、一部の設計アンカー力の120%を超過した。

孔内傾斜計K-4(のり面中央付近の最下段小段に設置)で本線方向に最大50mmの地中変位が確認された。地中変位計及び荷重計の急増は、共に最下段掘削に連動している。また、押え盛土により収束した。

上記状況より、のり面の変状発生は、最下段掘削を起因とする新たなすべりによるものと考えられるが、すべりの形態を特定するのは困難であった。このため、対策工の考え方として、表-1に示すような「アンカー緊張力の増加の範囲である下から3段目までののり肩を頭部とする新たなすべりを想定する」、「押え盛土により変位が収束したことに着目し、押え盛土相当の抑止力を算定する」方法を比較検討した。

表-1 追加対策工比較検討断面

新たなすべりを想定したケース	押え盛土相当抑止力を算定したケース
最終形状に対し、以下のすべりA、B、Cと初期安全率を仮定し、計画安全率1.20を満足する対策工について検討した。	押え盛土の全荷重が、すべりに対する抵抗力として作用したと仮定し、押え盛土に伴う抵抗力の増分×安全率1.2(押え盛土荷重の誤差2割を見込む) 必要抑止力として対策工を検討した。
 ■すべりA (のり面変状が最も顕著な箇所を頭部とする下1段のすべり) 初期安全率0.85 ■すべりB (のり面変状の最大範囲を頭部とする下2段のすべり) 初期安全率0.88 ■すべりC (荷重計の急増が認められた下3段のすべり) 初期安全率1.00	 ■ 必要抑止力 = 押え盛土に伴う抵抗力の増分 × 安全率 = 押え盛土重量 × tan φ × 安全率 (1.2)

各ケースより算出される抑止力をもとに、最下段にアンカーを追加設置する場合の1本当りの設計アンカー力(横ピッチ3m)について、比較検討した結果を表-2に示す。

設計アンカー力の決定に当たっては、のり面全体のアンカー力(既設の設計アンカー力:654kN)のバランスを考慮し、将来過度な荷重のしわ寄せがいく状況を回避する必要がある。また、当該地が流れ盤構造で層理に沿ったすべりが発生しやすいことから、想定以上のすべりが発生することも十分勘案しておく必要がある。

このようなことから、本設計では押え盛土で変状が収束したという事実を重視し、想定すべりの最大力(すべりC)と同等以上となる押え盛土相当のアンカー力を採用することとした。変状の規模からするとやや安全側の設計ではあるが、地質状況や過去の変状経緯を踏まえると、十分な安全対策が必要と判断した。

5. おわりに

本工事は、これまで総アンカー本数713本、延べ18,528mのアンカーを施工した。その結果、上部のり面については変状も無く安定している。また、下部側アンカーについては、断層・褶曲の影響を受けた第三紀泥岩は節理面で容易にブロック化することから、想定以上にすべりの規模や方向性が複雑で、対策工実施後も微小なアンカー荷重の増加が見られ、継続的な観測が必要な状況である。このため、今後もデータ計測・蓄積及び分析を行い、適切なのり面管理手法を管理段階へ継承していく必要がある。

表-2 比較検討結果

	すべりA	すべりB	すべりC	押え盛土相当
設計アンカー力	391.5kN	371.4kN	598.1kN	638.7kN
施工段数	1段	2段	2段	2段
定着長	7.5m	6.5m	9.0m	9.5m