

グラウンドアンカーのすべり抑制効果

近藤益央・宮武裕昭

1. はじめに

2018年7月の西日本豪雨では、西日本各地に甚大な被害をもたらした。広島県内においても大規模な斜面崩壊を含む土砂災害が数多く報告されている。尾道・松江自動車道においても、豪雨の影響で斜面変状が発生し、一部では切土のり面に設置されたグラウンドアンカー（以下「アンカー」という。）が破断したり、破断には至らないものの降伏強度を超える過緊張状態になったりしたが、大規模な土砂崩落には至らなかったため、通行止めも数日で解消された。

アンカーはすべり土塊に圧縮方向の緊張力を作用させてのり面の安定性を確保する構造物である。一部アンカーが破断して機能を喪失しても破断せずに残ったアンカーで大規模崩壊を抑制した事例もある。本報告では尾道自動車道吉舎IC、松江自動車道高野ICでの斜面変状、アンカーの損傷状況並びに恒久対策について紹介し、アンカーのすべり抑制効果について報告する。

2. アンカーのり面の変状

2.1 尾道自動車道吉舎IC

変状箇所は図-1に示す広島県三次市にある尾道自動車道吉舎IC下り線オフランプ付近のり面である。下り線オフランプは2015年3月の吉舎IC

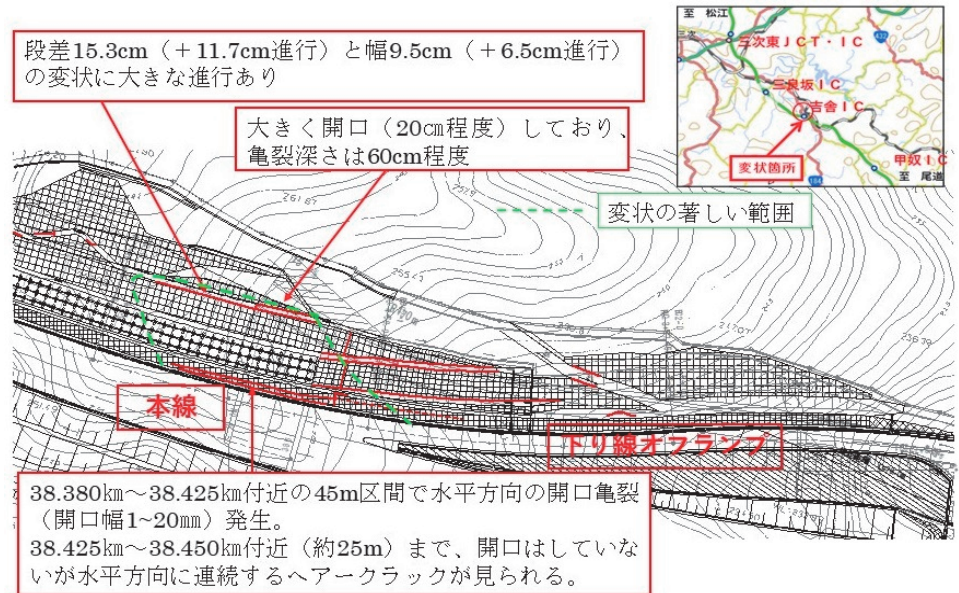


図-1 尾道自動車道吉舎ICのり面変状箇所位置図

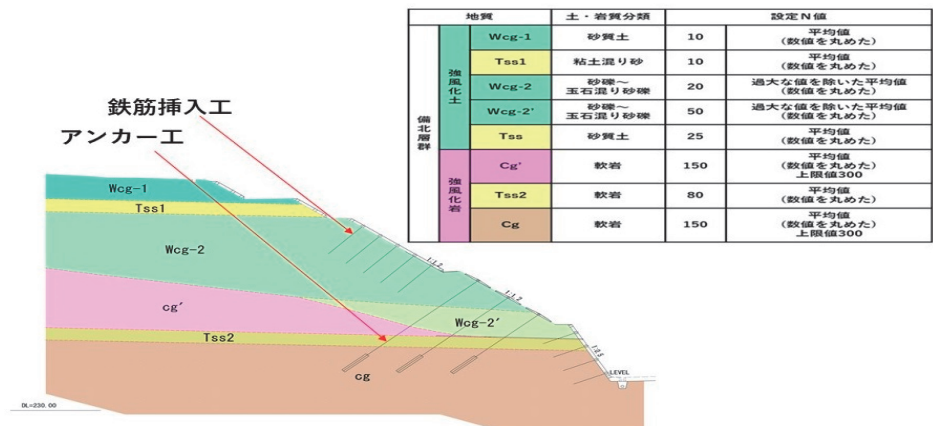


図-2 設計時の地層断面図

～世羅IC間の開通に伴い供用が開始された。2017年12月21日の点検時に、変状が確認されたため、孔内傾斜計、水位計、伸縮計を設置して観測態勢を整えると共に、恒久対策の検討を進めていたところ、2018年7月の西日本豪雨により孔内傾斜計や伸縮計により変状進行が確認された²⁾。

2.1.1 斜面変状発生の原因

当該箇所は、凝灰質砂岩に起因した湧水が地山（のり面）全体で確認されており、水分を多量に含んだ状態の地山であった。既往調査では図-2に示すようにTss1とTss2の2層とされていたが、追加調査では図-3に示すようにTss1とTss2の2層以

外にTss2層の上部等に粘土化した白色層を挟むゾーンも確認された。白色層中には膨潤性粘土鉱物のスメクタイトを多く含有しており、切土や水抜きボーリングにより地下水位が変動しやすくなったことで、スメクタイトを含んだ地層が膨潤・収縮を繰り返して、地層を脆弱化させたと考えられる。

アンカーの定着層は、Tss2層の下盤のcg層(礫岩)としているが、当該地点における追加調査でTss2層の沈み込みのため図-3に示すようにアンカーの定着はcg'層となっている。追加調査で実施したリフトオフ試験では、3段アンカーの上段及び中段部アンカーは許容アンカー力を超えていたが、下段部アンカーは設計アンカー力の23~90%であった。そのため、下段部のアンカーに

ついては設計アンカー力まで荷重を載荷させる確認試験を実施したところ、設計荷重以下で荷重保持ができず、荷重をあげるとアンカーが抜け出し始める状況を確認した。このことから、最下段部のアンカーはcg'層では十分な定着力を確保できていないことがわかる。しかし、上段及び中段部のアンカーが残留したことにより、大規模な崩壊を抑止することができた。

2.1.2 恒久的な変状対策

恒久的対策としては、想定するすべり形状に対してアンカー緊張力ですべりを確実に抑制するための方法を検討した。2017年12月ののり面変状確認後から進めていた対策工では、アンカー工178本、鉄筋挿入工80本、頭部排土1,650m³として準備を進めていたが、2018年7月の豪雨により

さらに変状が進行し、変状範囲も拡大したことから、図-4に示すようにアンカー工214本、鉄筋挿入工281本、頭部排土8,300m³に変更された。数量変更だけでなく、アンカー配置、アンカー定着長変更も併せて行われている。さらに、恒久的な対策にあたっては、のり勾配を緩くして斜面の安定性確保を行っている。

2.2 松江自動車道高野IC

変状箇所は図-5に示す広島県庄原市にある松江自動車道高野IC下り線オフランプの切土のり面である。高野ICは2013年3月の三次東JCT/IC~吉田掛合IC間の開通に伴い供用が開始された。2018年7月6日には西日本豪雨に

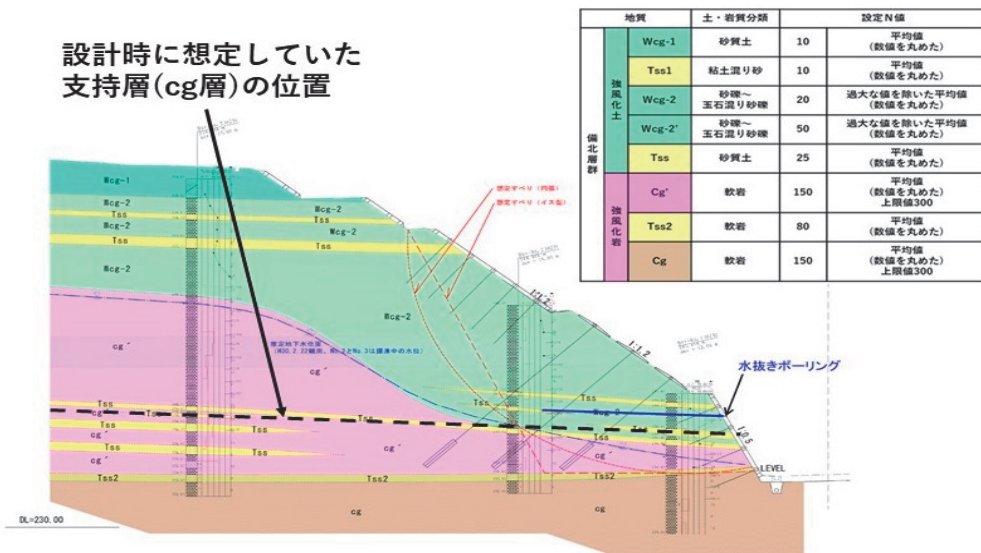


図-3 追加調査結果に基づく地層断面図

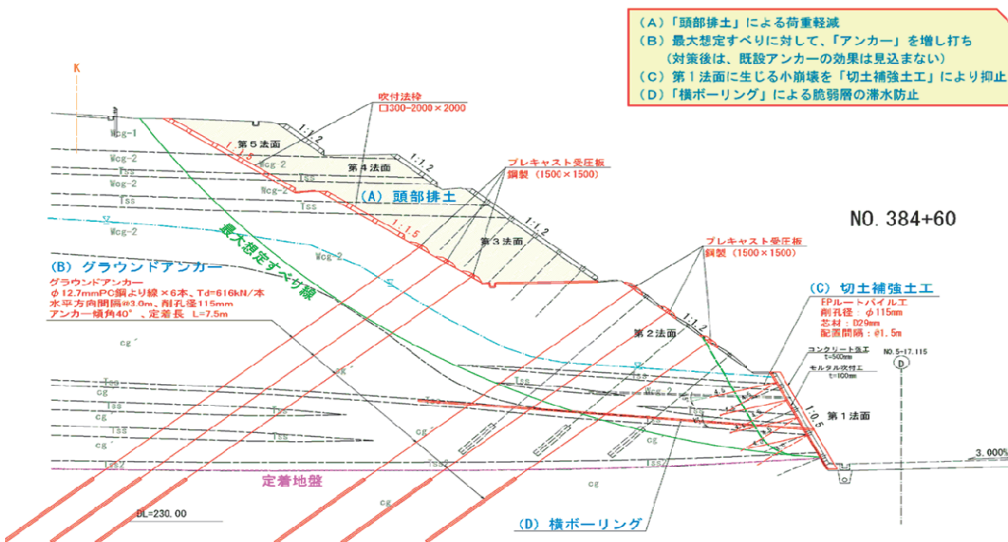


図-4 対策工計画断面図(最終)

より、規制雨量を超える累積雨量を観測したため6日19:10に当該ランプを含む尾道北IC～三次東JCT・IC間を上下線とも通行止めとした。7月8日には降雨後の点検を実施したところ、数本のアンカーが破断し、破断したアンカーが防護キャップを突き破って飛び出していることを確認したが、降雨直後であり、引き続きアンカーが破断したり、のり面崩壊が発生したりする危険性が高いと判断して点検を中断し、翌9日に改めて点検を実施した。9日に行った点検では、のり面変状に伴う側道のズレ(写真-1参照)、ランプ舗装面の盤膨れ、ガードレールの屈曲、アンカー破断(88本中30本が破断)を確認した(写真-2参照)。翌10日には斜面上部で頭部滑落崖を確認したことから、近接する北側斜面への被害拡大が懸念されたため、北側に設置されていた全29本のアンカーについても点検し、破断が無いことを確認した³⁾。

2.2.1 斜面変状発生の原因

当該箇所は明瞭な集水域ではないが、基盤岩上部の火山灰層に保水され、地下水位の上昇による不安定土塊の荷

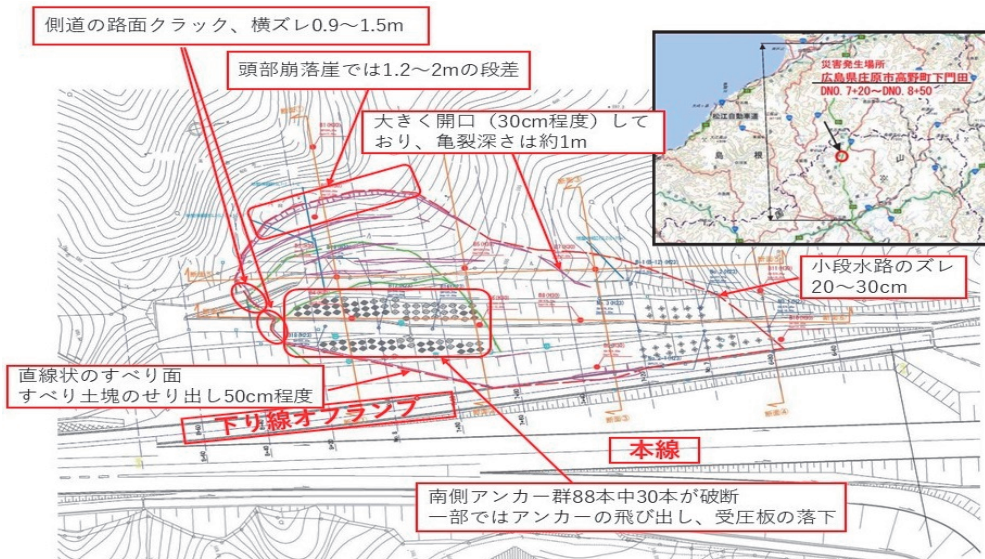


図-5 松江自動車道高野ICのり面変状箇所位置図

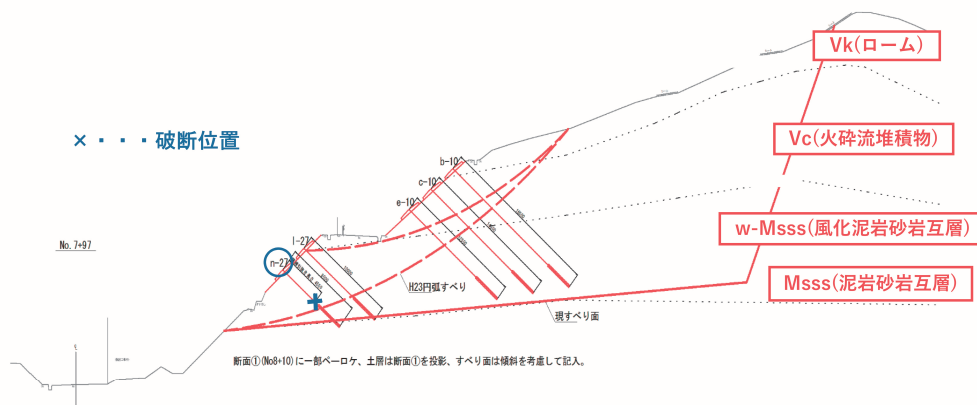


図-6 想定すべり線およびアンカー破断状況

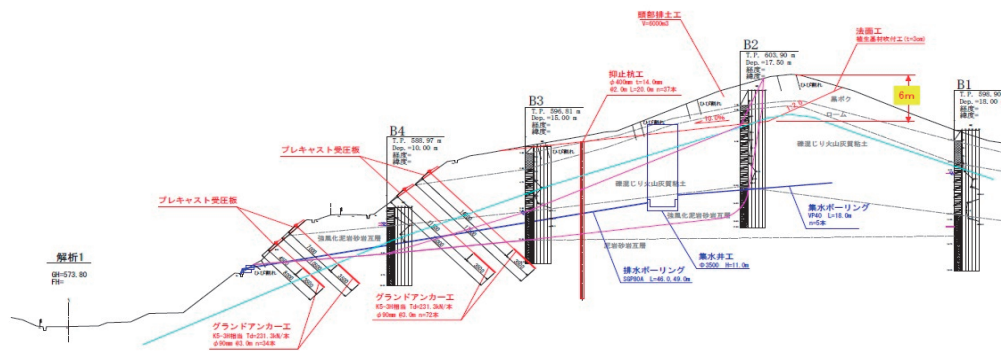


図-7 高野ICの復旧対策断面図



写真-1 管理道路横ズレ 写真-2 アンカー飛び出し 写真-3 アンカー破断面

重増加、基盤岩のスレーキング等によるすべり抵抗低下が発生し、図-6に示すように当初設計を上回るすべりが発生したと考えられる。変状発生後に実施したボーリング調査では、当初設計で考慮していたすべり線とは異なるすべり線を確認している。破断したアンカーは抜き取り調査を行い、破断位置（破断深さ）と破断面形状を調べた。破断面形状は写真-3に示すように延性破断時みられる破断面となっていたことから破断強度を上回る引張り力がアンカーに作用したと考えられる。また、破断を免れたアンカーではリフトオフ試験を実施して残存緊張力の確認を行った。多くのアンカーが破断した南側エリアでは、破断しなかったアンカーの残存緊張力が設計緊張力に対して43～85%と低い結果となったが、これは図-6に示すようにアンカー定着部を含む大きなすべり線の影響を受けたためと考えられる。その一方で、当初設計で想定していたすべりに対しては有効に作用したことから、設計で考慮していたすべりに対しては斜面崩壊を抑制することができたと考えられる。

2.2.2 復旧対策

のり面変状後に実施した地盤調査結果から、今回発生したすべり線より大きなすべりが発生しないことを確認し、観測された最高地下水位を用いて対策工の検討を行った。その結果、図-7に示すように抑止杭工、アンカー工、排土工、集水井工、排水工を組み合わせた対策工を選択した。南側エリアに残るアンカーは定着部の位置がすべり線の内側にあることから新設のアンカー施工後に撤去することとした。北側エリアのアンカーに対しては、対策工完了後にリフトオフ試験を実施し、排土等の対策効果が見られない場合にはアンカーの増し打ち等の補強対策を検討することとしている。

3. まとめ

豪雨や地震による被害調査を実施すると、連続するのり面でアンカー施工されている範囲では被害はないものの、連続するアンカー施工されていない範囲では崩壊等の被害が発生していることが多い。また、今回の事例のように、アンカーが破断するという機能を喪失する状態になっても、

土砂崩落という致命的な被害にまで至っていない箇所も多い。これは破断して地中に残ったアンカー部材が土塊のすべり抵抗になっているためではないかと推定される。十分な地盤調査と評価、的確な設計・施工が行われればアンカー破断のような損傷は防ぐことができるが、それでも今回の西日本豪雨のような記録的な豪雨や大地震により、設計時に想定していた以上の外力が作用した場合にはアンカーが破断することも考えられる。アンカーを施工したのり面では、アンカーが破断するとのり面の安定性は低下するが、大規模な斜面崩落という致命的な被害を抑制する効果が期待できるものと考えている。

また、被災時においても、適切な監視体制をとることで今回の事例のように短期間で交通解放が可能となる。

謝 辞

今回の報告をまとめるにあたって、国土交通省中国整備局三次河川国道事務所鎌田副所長はじめ関係者には資料等の提供をして頂きました。厚く御礼を申し上げ、感謝する次第です。

参考文献

- 1) (公社)地盤工学会：平成30年7月豪雨による地盤災害調査報告会（資料公開）、2018年9月
- 2) 近藤益央、宮武裕昭、鎌田裕介：アンカー付きのり面の変状対策について、第54回地盤工学研究発表会論文概要集、(公社)地盤工学会、2019.7(投稿中)
- 3) 近藤益央、宮武裕昭、鎌田裕介：アンカーが被災したのり面の変状対策事例、第74回年次学術講演会講演概要集、(公社)土木学会、2019.9(投稿中)

近藤益央



土木研究所地質・地盤
研究グループ施工技術
チーム 総括主任研究員
Masuo KONDOH

宮武裕昭



土木研究所地質・地盤
研究グループ施工技術
チーム 上席研究員
Hiroaki MIYATAKE