

地すべりブロック境界におけるアンカーの荷重状態について

川崎地質（株）

○辻本 雅治, 高梨 俊行, 石川 昌幹, 林 泰幸,

1. はじめに

グラウンドアンカーは、施工性ならびに経済性に優れた斜面安定工であり日本国内で広く普及している。一方で、老朽化や豪雨災害・大規模地震により損傷するアンカーが見られるようになったため、健全性調査がより取り組まれるようになった。現在の主なアンカー健全性調査の手法としては、頭部詳細調査や残存緊張力の計測等がある。アンカーの残存緊張力については、地盤のクリープ、テンドンのリラクセーション等の影響により時間経過と共に少しずつ減少することが知られている¹⁾。また、地震や地すべりなどの外力の変化や地盤沈下等による地盤の変位の影響を受けた場合、アンカーの残存緊張力は大きく変化する。このように、アンカーには斜面の状態変化を緊張力の増減として検知するセンサーとしての一面もあり、アンカーを調査することで、のり面の安定性評価に活用することができる²⁾。本発表では、2020年10月に三重県紀宝町で発生した地すべりのブロック境界に設置されたアンカーの健全性調査を行い、荷重状態より地すべりブロックの考察を行った事例について報告する。

2. 調査地概要

調査対象は、2020年10月に三重県紀宝町浅里地区で発生した地すべりにより被災した地すべりブロック東上方に位置するアンカーのり面である（図-1）。

本地すべりは、熊野川左岸に位置しており、地すべり規模は長さ190m・幅約90m・深さ約10mである。調査地の地質は、新第三紀中新世の熊野層群の堆積岩類からなり、地すべり地の泥岩は流れ盤構造を呈している。浅里地区地すべりは、J-SHIS Mapにおける地すべり地形分布図や三重県砂防基礎調査でもその存在が指摘されており、2004年および2013年に小ブロックの滑動が発生したため、それぞれに対策が行われた。しかし、未対策範囲にも変状が確認されたため監視を行っていたところ、

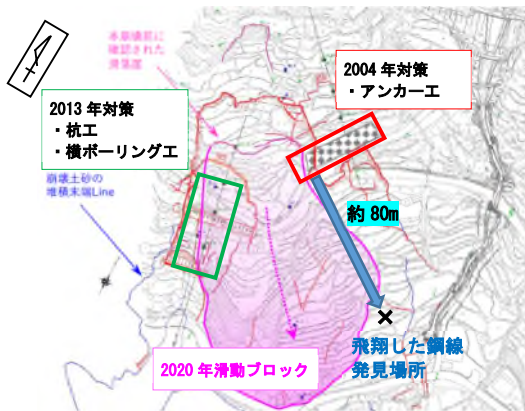


図-1 浅里地区地すべり予想範囲³⁾

2020年6月頃より明瞭な変位が出現し、同年10月9日に台風14号に伴う降雨により大規模な滑動が生じた。

既往報告³⁾によると、素因として、流れ盤等の地質条件に加え、既設対策工の経年劣化による排水機能低下により常時地下水が高い状態であったため、降雨が誘因として崩壊したと推定されている。

調査対象アンカーは、2004年に滑動した小地すべりブロックの対策工として計画されたもので、設計アンカー力： $T_d=408.9\text{kN}$ 、工法：SFL-3、受圧構造物：独立受圧板にて3段13列の合計38本が設置されている。なお、初期導入力（ P_t ）は設計資料に記載されておらず不明である。

2020年に滑動した地すべりでは、対象アンカーのり面の西側に段差地形が形成され、左側2列の計6本のアンカーが独立受圧板と共に大きく損傷した（写真-1）。損傷したアンカーには、テンドンのシース管のみが残存し、PC鋼より線が約80m谷側で発見された（写真-2）。これは、地すべり滑動時に破断・飛翔したものと考えられる。なお、当初想定した地すべりブロックの外側に位置するアンカーでは、外観に明瞭な変状は認められなかった。これらの未被災アンカーは荷重状況が不明であり、地すべりの拡大や過緊張アンカーの破断飛び出しが懸念されたことから、健全性調査を実施した。



写真-1 のり面周辺状況写真



写真-2 飛翔したPC鋼より線状況

3. 調査方法

健全性調査は、頭部詳細調査ならびにリフトオフ試験を実施した。頭部詳細調査は、外観調査および頭部保護工を取り外した状態の露出調査を行い、「調査要領⁴⁾」を参考に評価を行った。リフトオフ試験は、「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説（JGS4101-2012）⁵⁾」に準じて実施し、「グラウンドアンカー維持管理マニュアル²⁾」に示される残存緊張力に基づく健全性評価を行うと共に荷重分布図の作成を行った。調査数量は、被災を免れたアンカー32本のうち約50%にあたる14本とし、調査位置は、千鳥配列を基本に設定した。リフトオフ試験における計画最大試験荷重は、テンドン破損のリスク回避を考慮した値（極限引張り力（ T_{us} ） $\times 0.65$ ）とした。

4. 調査結果

(1) 頭部詳細調査結果

調査の結果、調査対象全てにおいて、テンドンの飛び出しや余長の引き込み、クサビの浮き上がりといったアンカーの重篤な損傷、変状は認められなかった(写真-3)。



写真-3 露出状況写真(B-2)

(2) リフトオフ試験結果

リフトオフ試験による残存緊張力は、 $P_e = 258\text{kN} \sim 515\text{kN}$ 以上であった。特に B-2, C-3, C-5 の3本では最大試験荷重まで载荷したもののリフトオフを確認できなかった。これら以外に、6本のアンカーが設計アンカー力以上の過緊張であった。現土研マニュアル¹⁾における残存緊張力に基づく健全性評価は、残存緊張力が確認できた11本のうち3本のアンカーが過緊張側の B 判定、それ以外の8本のアンカーは A 判定、リフトオフが確認できなかった3本のアンカーは C 判定となった。

5. 考察

図-2に残存緊張力分布図を示す。リフトオフ試験の結果から、当初想定地すべり範囲の外側に設置されたアンカーも過緊張状態に至っていることが判明した。残存緊張力分布図によると設計アンカー力を超過する過緊張領域(黄色から赤色の領域)は、のり面全体の左側から中央にかけて約3分の2を占める結果となった。これは、今回の地すべり滑動により残存緊張力が増加したものと推測され、当初想定した地すべりブロックの外側にも地すべり影響範囲が及んでいたことを示唆するものと考えられる。このことは、一部のアンカーで破断飛翔、過半数のアンカーが過緊張に至りながらも地すべり被害の拡大を防いだことがいえる。

一方で、頭部詳細調査では重篤な問題は確認されなかったが、実際には多くのアンカーが過緊張に至っており、

外観調査のみではアンカーの健全性および地すべりの影響範囲を把握するには不十分であることがわかった。これはアンカーが強固な構造であるため、終局に至るまで目に見える異常が確認できないためである。また、極度の過緊張は写真-2のよう破断・飛翔する危険性もあり、地すべり被災地におけるアンカー荷重の把握は重要であると考えられる。さらに、地すべりブロック設定の精度向上の観点から、滑動した地すべり地内にアンカーが存在するときには、地すべり災害対応の初期段階で速やかにアンカーの荷重を把握することが大切であるといえる。

なお、本地すべり対策は、当初想定ブロックを網羅したより広い地すべりブロックを対象に検討が行われ、施工実施中である。今後は、アンカーを含む対策工全体を対象とした定期的な維持管理点検と、その結果に応じた排水機能の保持やアンカー工の荷重管理といった予防保全が大切になるものと考えられる。

6. 謝辞

本調査の実施にあたり、土木研究所、三重県をはじめ関係者の方々には大変お世話になり、多大なご指導を賜った。本紙面をお借りして御礼申し上げます。

《引用・参考文献》

- 1) (国研) 土木研究所, (社) 日本アンカー協会, (国) 三重大学, (株) ネクスコ総研: グラウンドアンカー維持管理マニュアル, 2020.
- 2) 石川昌幹 ほか: グラウンドアンカーのセンサ的機能に関する荷重特性について, 第51回地盤工学研究発表会(岡山), 2016.
- 3) 片岡泰: 浅里地区地すべり調査結果の報告, (公社) 日本地すべり学会中部支部 令和3年度リモート現地見学会2021.
- 4) (株) ネクスコ総研: 調査要領, 2020.
- 5) (公社) 地盤工学会: グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説(2012).

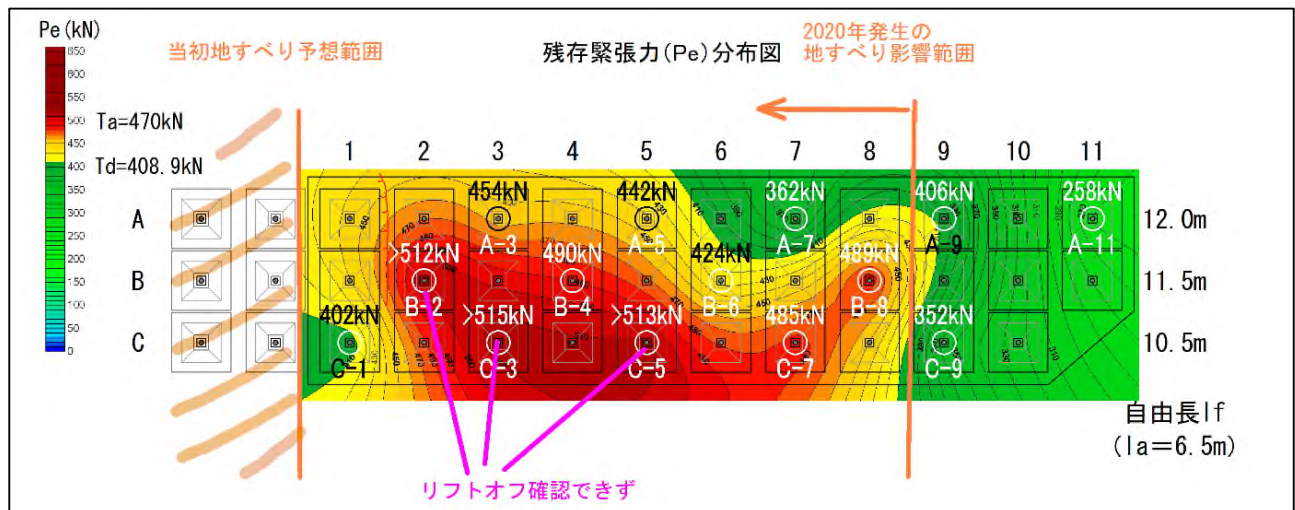


図-2 残存緊張力分布図