

神戸層群におけるグラウンドアンカーの荷重低下事例について

西日本高速道路エンジニアリング関西(株)	正会員	○三好 忠和
西日本高速道路(株)	非会員	桑原 秀明
西日本高速道路(株)	非会員	石田 俊治
応用地質(株)	非会員	山本 寛

1. はじめに

遅れ破壊が問題となっている神戸層群は、切土掘削による応力解放でリバウンドが生じ、ゆるんで透水性が高くなった割れ目などから地下水が浸透してスメクタイトを含む岩石が膨潤し、地山の変形が徐々に進行する。すべり面においても変形に伴い強度が低下し¹⁾、地すべり対策として施工したグラウンドアンカー（以下アンカーと呼ぶ）の荷重が増大する事例²⁾が見られる。一方、アンカーの荷重が施工直後から徐々に低下する事象が発生し、再緊張後もアンカー荷重の低下が続いた。本稿では、グラウンドアンカーの荷重低下が応力開放された切土のり面表層の挙動に関連すると想定し、ロックボルト軸力計と地中変位計および地表面の変位を光波測量にて観測し、原因について考察した。

2. 対策の経緯と現状

現場は神戸層群の長大切土のり面で、層理面が流れ盤となっており、平成7年の建設時に変状対策としてアンカーが施工されている。供用後も断続的に変状が続き、平成12年にのり面構造物の亀裂や破損、孔内傾斜計がガイド管の変形により計測不能になるなど大きな変状が発生した。そのため平成12～13年に追加対策として、平成14年に変状の小さい区間にも予防保全としてアンカーを施工した。これらの対策により地すべりの変状は抑止されたが、アンカーの荷重は現在まで漸増し、小規模な変状は続いている。今回、荷重低下が計測されたアンカーは表層部の変形に対し令和3年に施工された新設アンカーで、定期的なアンカー荷重の計測で荷重低下が観測された。そのためアンカーの再緊張を行うとともにリフトオフ試験によりアンカーの健全性を確認した。再緊張後も荷重低下が懸念されることから、アンカー荷重計、ロックボルト軸力計および地中変位計の自動計測を実施することとした。ロックボルト軸力計と地中変位計は、これらの新設アンカーの設計に際して、ゆるみ領域の把握を目的に設置したもので、アンカーの施工時に計測機器類を撤去し、センサー部は地中に残置していたものを復旧して利用した。新設アンカーの荷重計、ロックボルト軸力計および地中変位計の設置位置平面図を図-1に、設置断面図を図-2に示す。

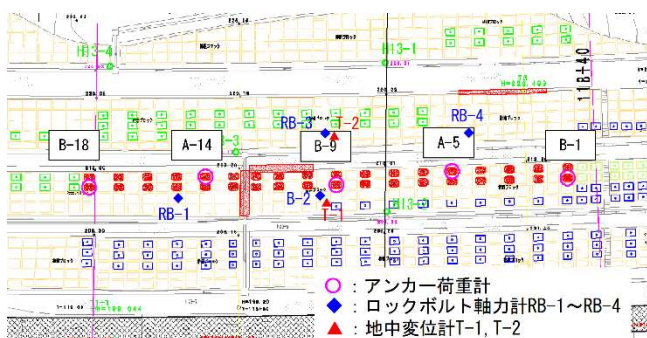


図-1 計測機器設置位置平面図

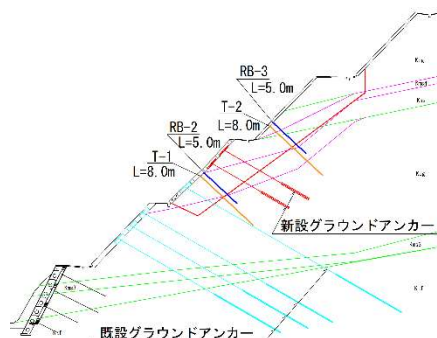


図-2 計測機器設置位置断面図

3. 計測結果

新設アンカーの荷重計、ロックボルト軸力計および地中変位計の計測結果を図-3に示す。図-3ではアンカーの継続的な荷重低下が見られ、ロックボルトはGL-0.5m, GL-1.5m および GL-2.5m 地点の軸力が低下している。また、地中変位計は地表面を基準に各深度の挙動を示したもので、新設アンカーと同じ切土面に設置したT-1のGL-2.5mとGL-3.5m地点に4mm程度の沈下が見られる。

キーワード 神戸層群, グラウンドアンカー, ロックボルト軸力計, 地中変位計, リバウンド

連絡先 〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町 5-26 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) TEL072-631-5334

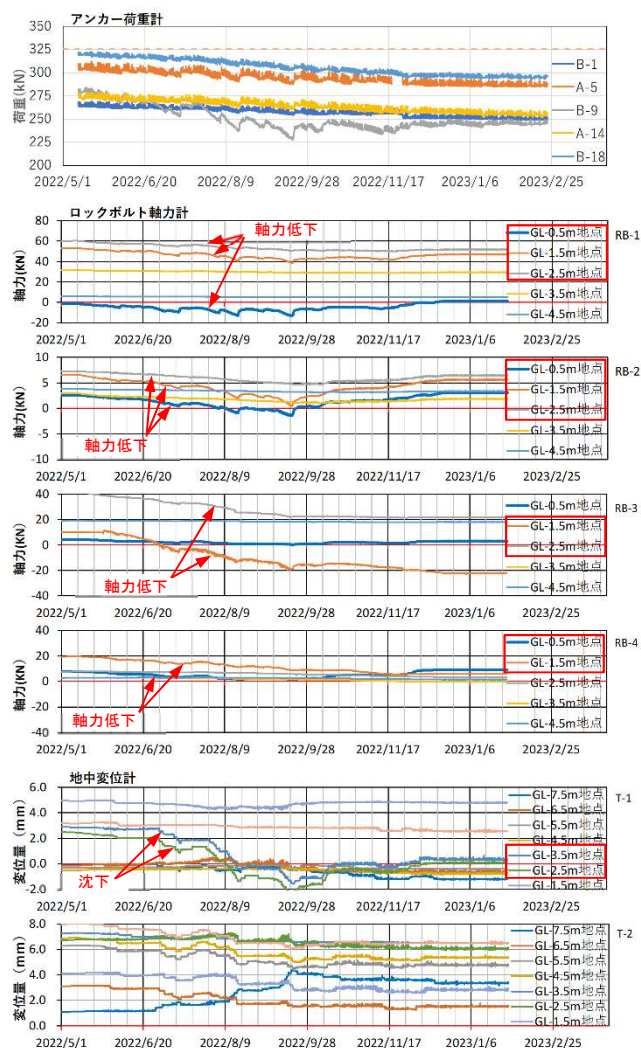


図-3 計測結果

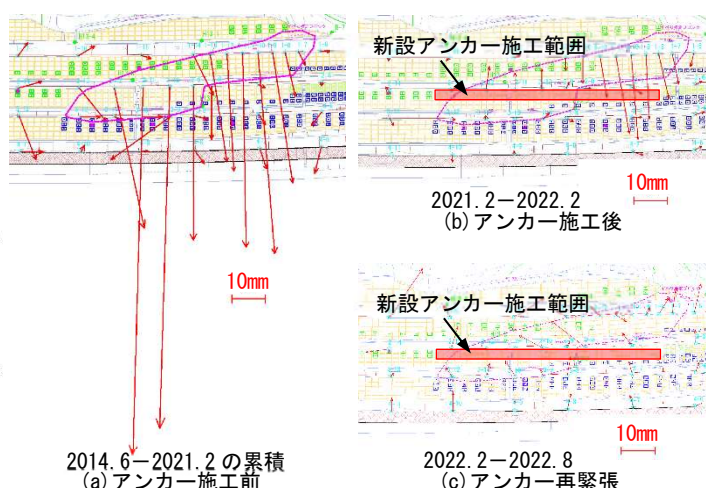


図-4 光波測量結果（ベクトル図）

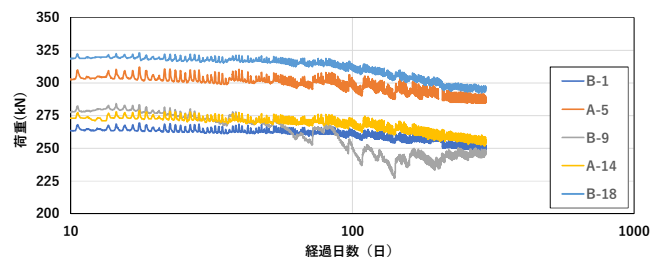


図-5 アンカー荷重経時変化（時間軸対数表示）

光波測量による地表面の変位を図-4に示す。図-4には測量開始から(a)アンカー施工前まで、(b)アンカー施工後からアンカー再緊張まで、(c)再緊張後の変位を変位ベクトルで示している。アンカー未施工時ののり面は道路側に向かって大きな変位が発生しているが、アンカー施工後は山側に向かう変位が観測されている。

4. 荷重低下原因の推測

アンカー施工箇所の変位は切土掘削の応力開放による地盤のリバウンドと、それに伴う表層地盤のゆるみと考えられ、スメクタイトを含む軟岩の膨張が素因のひとつとされている。ロックボルト軸力計の結果では表層から GL-2.5m 地点まで圧縮力が作用しており（ゆるみ領域境界部での軸力増加の逆現象）、地中変位計の結果では表層から GL-3.5m 地点までの区間が圧縮されている。光波測量結果によるとアンカー施工後の地表面は山側に変位しており、応力解放と降雨および地下水の浸潤により軟化した表層部がアンカーの緊張力により圧縮沈下をしていると推測される。また、アンカーの荷重低下量(20kN～50kN)と当該アンカーの自由長(6.5m・7.5m)から荷重低下量に相当する自由長の伸びは 1.8～3.9mm 程度であり、オーダー的には計測結果と整合する。

5. まとめ

アンカーの荷重低下の原因は、切土掘削による応力解放と地下水の浸潤により軟化した表層地盤にのり枠内の独立受圧板を介したアンカーの荷重が作用し、圧縮沈下を生じさせ、その結果アンカー自由長部が縮んでアンカー荷重が低下したと考えられる。

アンカーの荷重低下の収束状況を確認するため、時間軸を対数表示にした経時変化を図-5に示す。図-5よりアンカーの荷重低下は収束には至っておらず、再緊張のタイミングは経過観測で判断する必要がある。なお、荷重低下量が小さいため、新設アンカーはゆるみの進行による表層地盤の崩壊に対して機能しており、経過観察に支障はないと考えている。

【参考文献】 1) 三好忠和, 田久勉, 坂本英明, 澁谷啓, 小山純二, 戎剛史, 柴崎達也: 神戸層群における長大切土法面の強度低下と残留強度の評価, Kansai Geo-Symposium2019, pp.242-245, 2019. 2) 大須賀仲夫, 松本正司, 中川渉, 谷口清: 供用中の高速道路法面に発生した堆積軟岩の遅れ破壊機構と復旧対策工法, 地盤工学会誌/地盤工学会「土と基礎」51(9), pp.10-12, 2003.9.