

既設グラウンドアンカー撤去に関する課題の解析例

An Analysis of Problems on Removal of Existing Ground-Anchors

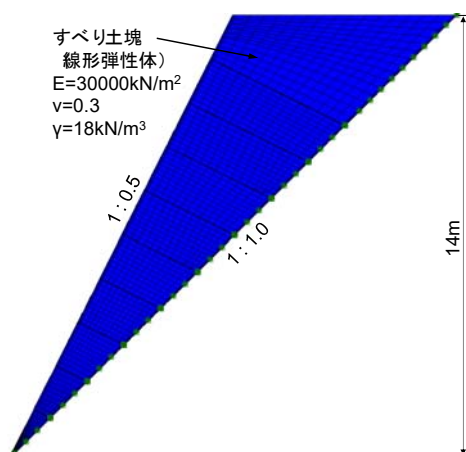
岐阜大学工学部社会基盤工学科	○正 員	曾我宣之 (Nobuyuki Soga)
富山大学大学院理工学研究部	正 員	竜田尚希 (Naoki Tatta)
富山大学大学院理工学研究部	正 員	原 隆史 (Takashi Hara)
(株) 高速道路総合技術研究所土工研究室	正 員	藤原 優 (Yu Fujiwara)
(株) 高速道路総合技術研究所土工研究室	正 員	和地 敬 (Takashi Wachi)

1. はじめに

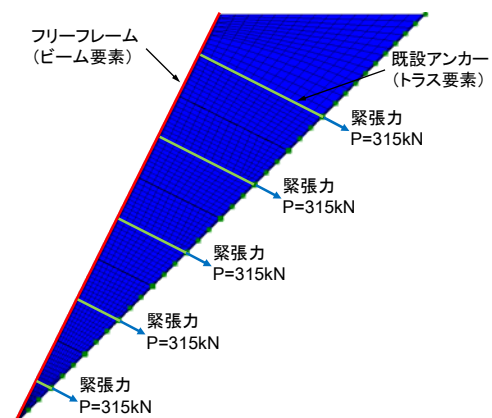
近年、既設グラウンドアンカーを用いたのり面では、新たなアンカーのみでのり面の安定性を確保するよう再設計し、既設グラウンドアンカーの間へ新たなアンカーを施工した後、既設グラウンドアンカーを除去する計画がなされる場合がある。この際、既設グラウンドアンカーの緊張力が継続して低減している状況にある場合、すなわち、のり面は安定していてアンカーが機能していない場合には、新たなアンカー設置後の既設グラウンドアンカーの除去は安全に行われるものとする。しかしな

がら、一方で既設グラウンドアンカーが過緊張状態にある場合には、アンカーが機能して安定を保持しているため（見掛けの安全率は 1.0），新アンカー設置後に過緊張の既設グラウンドアンカーを撤去すると、過緊張分が新アンカーに再配分されるとともに、再配分に伴いのり面は変状し危険な状態になることが懸念される。

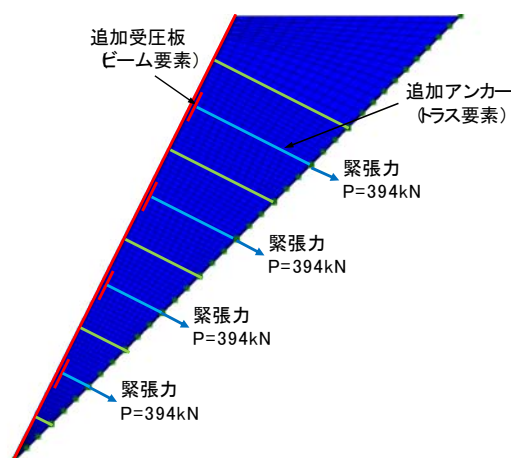
そこで本検討では、安定のり面と過緊張のり面とで、新アンカー設置後の既設グラウンドアンカー撤去の状態を解析上で推定し、その課題について検討する。



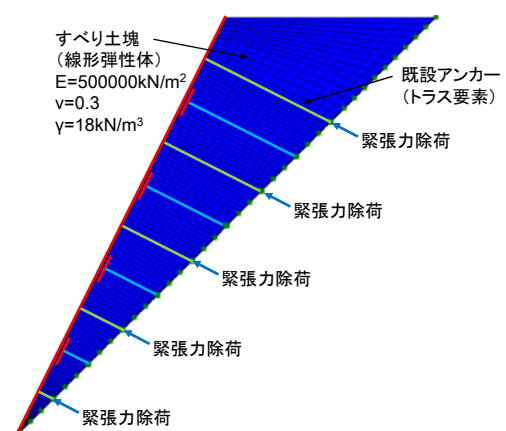
(a) Step1



(b) Step2



(c) Step3



(d) Step4

図1 解析ステップ（安定したのり面）

2. 既設グラウンドアンカー撤去に伴うのり面状況の推定

2.1 安定のり面の場合

(1) 解析条件

ここでは、2次元弾塑性 FEM 解析を用い、表 1 に示す解析ステップから、安定のり面における既設グラウンドアンカー撤去のり面状況を推定する。具体的な解析ステップとして、図 2(a)に自重解析モデルを示し、図 2(b)～(d)には自重解析の応力状態を保持したまま潜在的なすべり土塊に着目して検討を進める過程を示す。

表 1 解析ステップ（安定のり面の解析）

解析ステップ	解析概要
Step1	自重解析
Step2	既設グラウンドアンカーの設置・設計緊張力の載荷
Step3	新アンカーの設置・設計緊張力の載荷
Step4	既設グラウンドアンカーの撤去

ここでアンカー張力は、5 段の既設グラウンドアンカーには 315kN、4 段の新アンカーには 5 段の既設グラウンドアンカー張力を 4 段で保持できるよう 394kN（315kN の 5/4 倍）をそれぞれ設計アンカー力として入力した。なお、アンカーの自由長部分には周辺に軟弱材料をモデル化し、緊張力が直接周辺地盤へ伝達しないようにしている。

また、Step1～3 における土の剛性は N 値 10 程度の圧縮剛性とし、Step4 では載荷と除荷に伴う土の非可逆的な膨張剛性を考慮した。地盤パラメータの詳細は図 1 を参照されたい。

(2) 解析結果

図 2 に自重解析の変位をゼロ補正したのり面の表面変位、図 3 にアンカー張力のステップごとの推移を示す。この結果によれば、図 2 のステップ 3 と 4 ののり面の表面変位の推移から分かったとおり、膨張に伴う剛性増加から既設グラウンドアンカー撤去による土塊の膨張量は小さく、これに伴って既設グラウンドアンカー撤去による新アンカー張力への影響は小さいものとなっている。このことは、これまで現場で実施してきた安定したのり面での試験施工結果を再現していると考えられる。

2.2 過緊張のり面の場合

(1) 解析条件

安定のり面の解析と同様に 2次元弾塑性 FEM 解析を用い、表 2 に示す解析ステップから、過緊張のり面における既設グラウンドアンカー撤去のり面状況を推定する。具体的な解析ステップとしては、自重解析モデルは安定したのり面解析と同じで、図 4(a)～(d)に Step2～5 のモデルを示す。

ここで、既設グラウンドアンカーが過緊張となる状態は、Step-3 で直線すべり面境界部の土の軟化（強度低下）とともにすべり土塊にすべり面方向に物体力を入力

することで、すべり土塊が動くとする挙動から仮定した。なお、新/既設グラウンドアンカーの設計アンカー力、地山の膨張剛性は安定のり面の解析と同じとした。

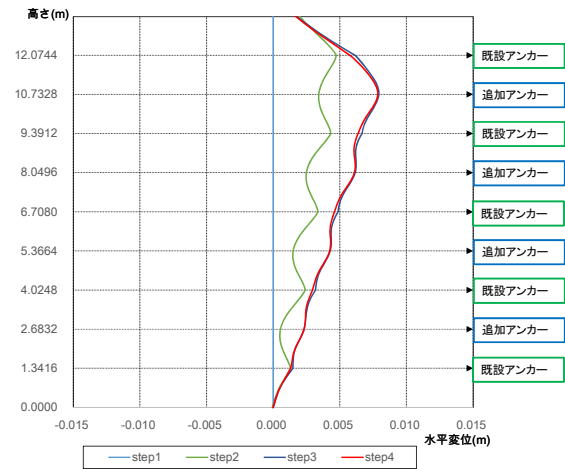


図 2 ステップごとののり面表面の水平変位の推移

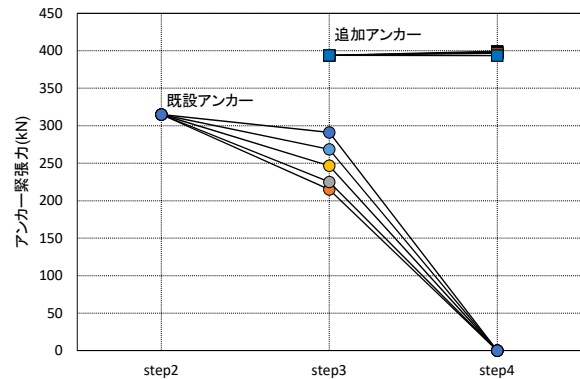


図 3 ステップごとのアンカー張力の推移

表 2 解析ステップ（過緊張のり面の解析）

解析ステップ	解析概要
Step-1	自重解析
Step-2	既設グラウンドアンカーの設置・設計緊張力の載荷
Step-3	すべり面境界部の土の軟化と土塊へのすべり面方向の物体力の入力
Step-4	新アンカーの設置・設計緊張力の載荷
Step-5	既設グラウンドアンカーの撤去

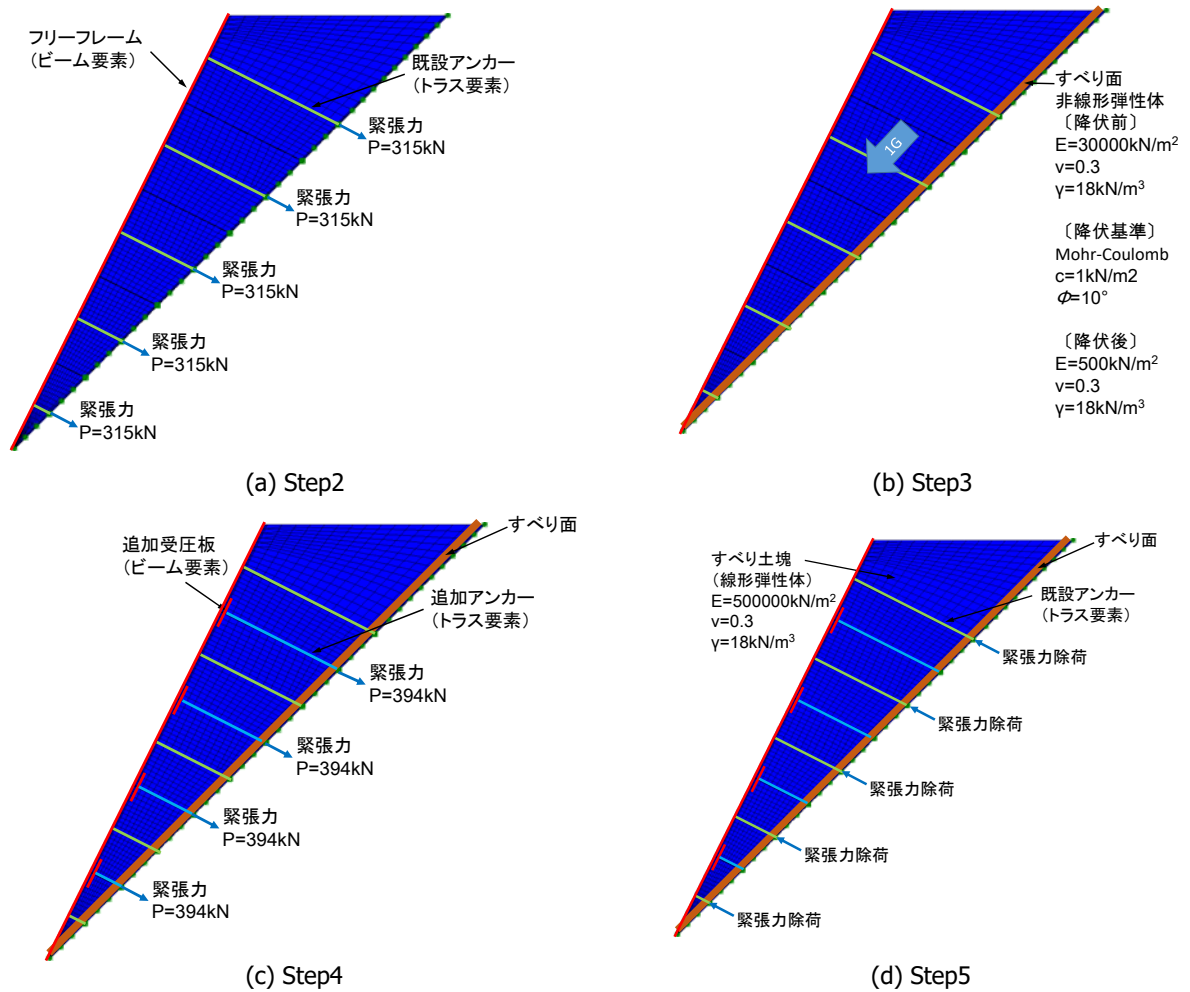
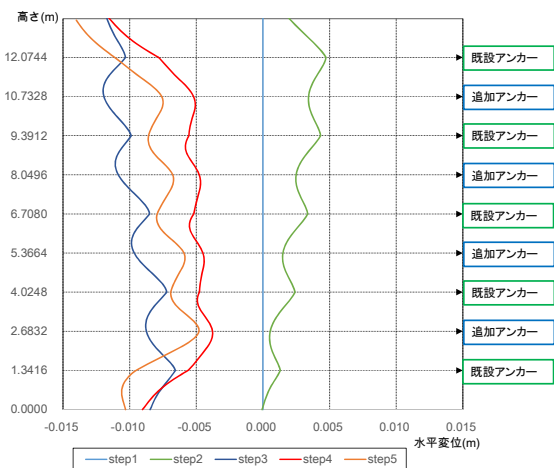


図4 解析ステップ（過緊張のり面）

(2) 解析結果

図5に自重解析の変位をゼロ補正したのり面の表面変位、図6にアンカー張力のステップごとの推移を示す。

この結果によれば、Step3でのすべり土塊が動こうとすることにより、既設グラウンドアンカーが過緊張となることが分かる。この過緊張分は、Step5における既設グラウンドアンカーの撤去に伴い新アンカーへ再配分されることとなる。



すなわち、Step-3では既設グラウンドアンカーが過緊張となることにより、のり面の安定を保持している（見掛けの安全率 1.0）、新アンカーも既設グラウンドアンカーと同等な緊張力がなければのり面の安定を保持することはできないことを示している。さらにここで重要なことは、図5ののり面の表面変位の推移から分かるとおり、既設グラウンドアンカーの過緊張分が Step-5で新アンカーへ再配分する過程においてのり面は動くことであり、アンカーのり面の維持管理上危険な状況となり得ることである。

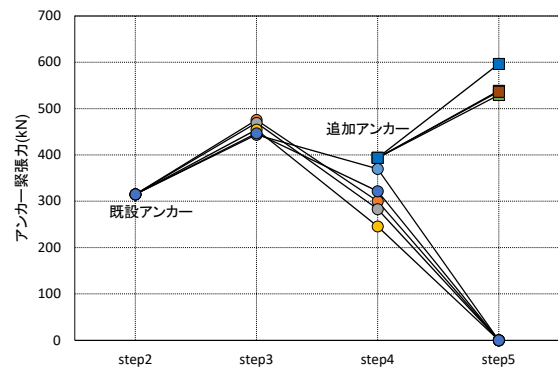


図5 ステップごとののり面表面の水平変位の推移

図6 ステップごとのアンカー張力の推移

2.3 既設グラウンドアンカーの過緊張分を考慮して新アンカーを設計した場合

(1) 解析条件

2.2 の検討結果より、既設グラウンドアンカーの撤去により、既設グラウンドアンカーの過緊張分も新アンカーへ再配分されることに伴い、新アンカー設置時点よりのり面が全面へ動き出すことが懸念された。これについての一つの対策として、力のつり合いの観点より、既設グラウンドアンカーの過緊張分を考慮して新アンカーを設計すれば安全ではないかという意見もある。そこで、ここでは既設グラウンドアンカーの過緊張分を考慮した新アンカーを設計した場合の解析も実施した。具体的には、過緊張のり面の解析に対し、表 2 に示す Step-4 での新アンカーの設計緊張力を Step-3 における既設グラウンドアンカーに作用している張力の合計値の 5/4 倍とした。

(2) 解析結果

図 7 に自重解析の結果をゼロ補正したのり面の表面変位、図 8 にアンカー張力のステップごとの推移を示す。

この結果によれば、図 7 ののり面の表面変位の推移から分かるとおり、既設グラウンドアンカーの撤去によりり面の動く量は図 5 と比較して若干は小さくなっているが、既設グラウンドアンカーの撤去に伴うり面変位の発生を確認した。また、図 8 に示すとおり、のり面の安定を保持していたのは既設グラウンドアンカーであり、既設グラウンドアンカー撤去に伴いこの分の張力が新アンカーに再配分されることを確認した。

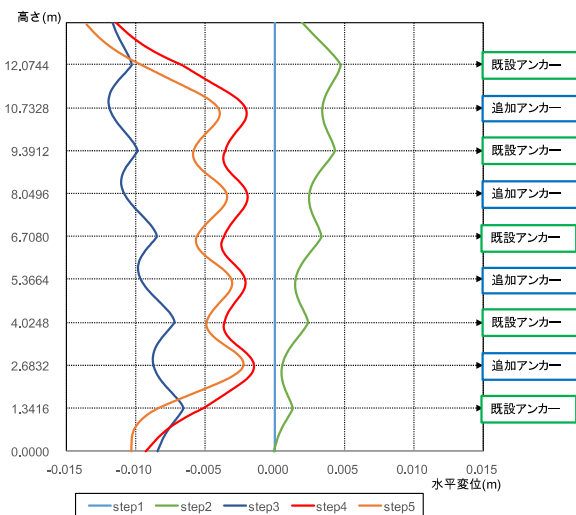


図 7 ステップごとののり面表面の水平変位の推移

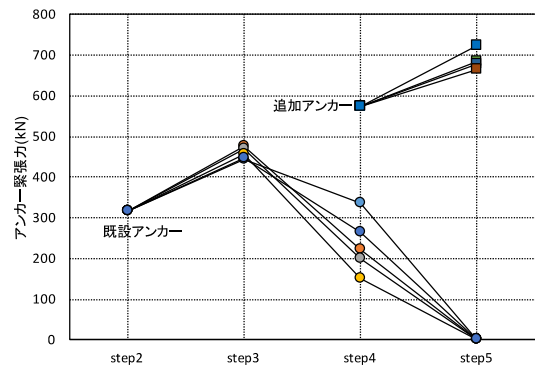


図 8 ステップごとのアンカー張力の推移

3. まとめ

ここでは、新アンカーの設置に伴う既設グラウンドアンカーの撤去について、既設グラウンドアンカーの状況に応じた課題を解析的に検討した。その結果、以下の事項が推察された。

- ① 既設グラウンドアンカーの緊張力が継続的に低減している、すなわち、もともとのり面が安定している場合には、新アンカー設置後の既設グラウンドアンカーの撤去は安全に行うことができる。
- ② 既設グラウンドアンカーが過緊張状態にある場合、すなわち、のり面が動こうとしている場合には、新アンカー設置後に既設グラウンドアンカーを撤去すると、既設グラウンドアンカーの緊張力が新アンカーに再配分されると同時にのり面が動き出す恐れがある。
- ③ 既設グラウンドアンカーが過緊張状態にある場合、新アンカーを既設グラウンドアンカーの過緊張分を考慮して設計した場合でもその効果は小さく、やはりのり面が動き出す恐れがある。これは、のり面の安定を保持していたのは既設グラウンドアンカーであり、既設グラウンドアンカー撤去に伴いこの分の張力が新アンカーに再配分されるためであると考えられた。

本検討により、第一に既設グラウンドアンカーの状況確認の重要性が再確認されたが、既設グラウンドアンカーのリフトオフ試験は破断等の危険性も考えられるため、これに代わる安全な張力計測の方法の活用も検討していきたいと考えている。また、既設グラウンドアンカーの過緊張が確認された場合には、本来は既設グラウンドアンカーの飛び出し防止を実施した上で、新アンカー設置後も既設グラウンドアンカーを残置したリダンダンシー効果を期待するのがよいと考えるが、管理上は既設グラウンドアンカーを撤去するのが望ましいため、より効果的な対策について今後とも検討していきたいと考えている。