

建設後 23 年を経過したグラウンドアンカー 3

ー新たな地すべりブロックと安定解析ー

西日本高速道路エンジニアリング四国 正会員 ○伊藤 博信

西日本高速道路エンジニアリング四国 正会員 内田 順二

西日本高速道路四国支社 正会員 星野 弘明

西日本高速道路四国支社 吉川 直登

1. はじめに

地すべり対策の抑止工であるグラウンドアンカー工は、シャフト工や杭工に比べ施工性や経済性に優れ採用事例が多い。しかし、抑止効果を継続するためには所定の緊張力を保持することが重要で、維持管理段階において、緊張力計測や頭部部材の外観調査などの健全度調査が必要である。本件は、施工後 25 年経過したグラウンドアンカー工に発生した変状への対応事例について報告する。

2. 残存緊張力の分布傾向による新たな地すべりブロックの推定

既設アンカーの残存緊張力で特徴的な現象としては、4-5 段のり面のアンカーが極端に過緊張となっている。上部の 6-7 段目のり面アンカーは荷重増加がほとんど認められず、緊張力の低下箇所も認められる。これは相反する現象が同一のり面内で発生しており、6-7 段目のり面アンカーの荷重低下と 4-5 段のり面 アンカーの荷重増加は連動した現象と考えられる。一方 6-7 段目のり面アンカーにおいて荷重増加がみられないことから、規模の大きな I-3 ブロックは安定していると考えられる。

3. グラウンドアンカーの抑止効果とすべり面の関係

グラウンドアンカーの抑止効果は、図-2 に示すとおり打設角度とすべり面勾配の関係から「引き止め効果」と「締め付け効果」の抑止効果があり、打設角度によって大きく変化する。すべり面勾配が急勾配となる地すべり頭部では、稀に「引き止め効果」がマイナスとなり滑動側に作用する。「引き止め効果」がマイナス側（滑動側）になる場合、地すべり滑動力はアンカーに作用せず、アンカー荷重の増加や減少は発生しないことになる。このことは、本事例の 6-7 段目のり面のアンカーの荷重が低下することと一致する。これらのことと現地で確認したグラウンドアンカーの残存緊張力分布を踏まえ、新たに椅子型すべり I-4 ブロックを推定した。I-4 ブロックは、6-7 段目のり面のアンカーに荷重増加がみられないことから「引き止め効果」がマイナス（滑動側）になり（図-4）、4-5 段目のり面のアンカーは荷重増加が著しいことから「引き止め効果」がプラス（抵抗側）になる（図-5）すべり面とした。

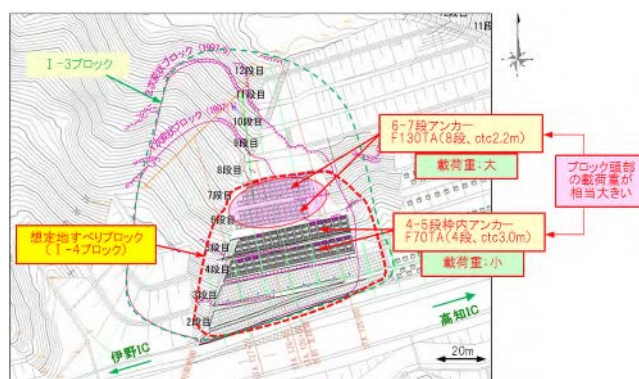


図-1 想定地すべりブロック範囲（赤破線部分）

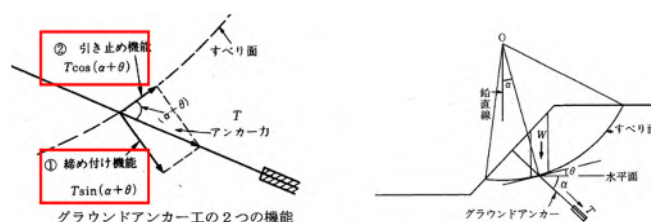


図-2 グラウンドアンカー工の機能

キーワード 地すべり，グラウンドアンカー，残存緊張力

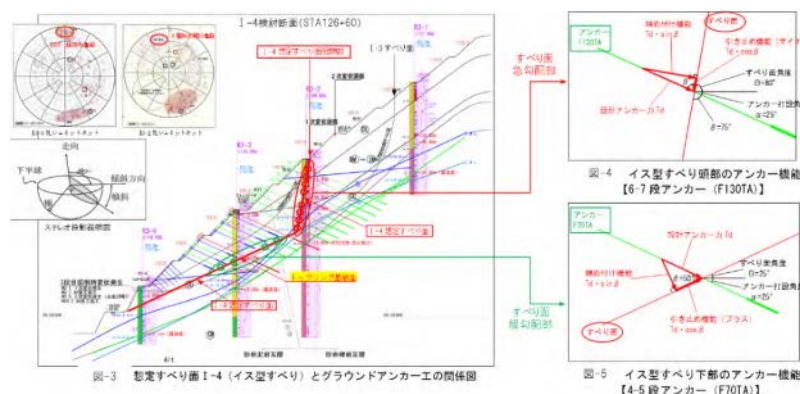
連絡先 〒791-1114 愛媛県松山市井門町 804

西日本高速道路エンジニアリング四国(株)愛媛道路事務所 TEL089-956-4150

Hironobu.ito@w-e-shikoku.co.jp

4. 想定すべり面I-4 の設定

図-3 に示すようにI-4 想定すべりは、7 段目小段を冠頭部とするイス型すべりで、冠頭部の急勾配すべり面は、6-7 段目のり面に 8 段施工されるアンカーの打設範囲において、ボーリングコアで把握した節理面の勾配（南向き 80°）を根拠に設定した。また、イス型すべりの緩勾配部は 4-5 段の枠交点アンカー定着部よりも深い位置とし、ボーリング R3-3 孔において確認したゆるみ領域の基底面とされている GL-13.2m 付近を通過するすべり面としている。



アンカー効果については、I-4 想定すべりの頭部急勾配部に打設したアンカーと下部のすべり面緩勾配部に打設したアンカーでは、すべり面に作用する効果が大きく異なってくる。そのアンカー効果は、頭部付近では「引き止め効果（図-4）」がマイナス（滑動側）になり、下位では「引き止め効果（図-5）」がプラス（抵抗側）になる。

5. アンカー効果の応力が及ぼす影響

図-4 と図-5 における「引き止め効果」は、図-4 では滑動側へ、図-5 では抵抗側に作用しており、両者の応力方向は反転している。これは、6-7 段のり面アンカーは想定すべり面に対して不安定側に作用することを示しており、地すべり外力に対して引き止め効果が発揮されず抵抗力を発揮しないこととなる。

上記のアンカー効果に対する応力を算出すると①6-7 段のり面アンカーの応力（図-4）-709.5kN/m（締め付け効果を考慮しない場合）、② 4-5 段のり面アンカーの応力（図-5）496.8kN/m、上記①、②の結果から $\Delta Pr = -709.5 + 496.8 = -212.7 \text{ kN/m}$

以上のとおり 212.7kN/m の応力が滑動側に働く結果となる。このため、6-7 段のり面アンカーの締め付け効果が期待できない場合、4-5 段のり面アンカーを有効と仮定しても、安定計算上はアンカー対策が無い場合よりも不安定となる恐れがある。

6. 地すべり安定解析

イス型すべりの場合、冠頭部の高角度すべり面に地すべり変動の進行とともに開口亀裂が進行することがあり、せん断抵抗角 ϕ が見込めず「締め付け効果」が十分に発揮されないことが懸念される。

これを踏まえ、表-1 に示すアンカー効果の有効・無効を条件にしてケース A～D の 4 ケースについて検討を行った結果、安全側に配慮してケース A を提案した。

7. 対策工

対策工法の選定は、グラウンドアンカーと鋼管杭を比較検討し、施工性と経済性が勝るグラウンドアンカーを採用した。

8. おわりに

地すべりブロックと深度等の形状は、グラウンドアンカーの緊張力分布から推定し、必要抑止力に見合った対策工を提案した。今後は、今回追加した動態観測の計測を継続しその妥当性を検証していきたい。

表-1 アンカー効果を考慮した検討ケース一覧

検討ケース		A	B	C	D
6-7段 アンカー	引き止め機能 （滑動側）	○	○	○	○
	締め付け機能 （抵抗側）	×	×	○	○
4-5段 アンカー	引き止め機能 （抵抗側）	×	○	×	○
	締め付け機能 （抵抗側）	×	○	×	○