

グラウンドアンカーで支保したシートパイル下部での法面補強例

○ハザマ 正会員 長尾和明
ハザマ 正会員 大沼和弘

はじめに

上位に砂層、下位に基盤岩が分布する箇所において、砂層をグラウンドアンカー（以下アンカーと呼ぶ）で支保したシートパイルで土留めをした後、その下部の基盤岩を掘削する工事を行った。

基盤岩には層理面が発達しており、それが流れ盤となる箇所でアンカー力の鉛直成分が掘削法面に与える影響が懸念された。検討の結果、法面の安定が確保できなかったため、ロックボルトによる法面補強対策をした。以下その結果を報告する。

1. 検討条件

図-1に示すように、施工箇所上位には砂層が分布し、下位に基盤岩が分布している。基盤岩は、泥岩～シルト岩の層状構造を成し、最急傾斜角が 20° の流れ盤構造となる法面があった。上部砂層はアンカーとシートパイルで土留めをして、基盤岩まで（深さ6m）掘削した。シートパイルは全長8mで根入れ長は2mとした。アンカーは2段設置し、打設角度は下向き 25° 、水平打設間隔は3mとした。一本当たりの設計アンカー力は上段が400kN、下段が50kNとした。その後、小段幅を6m設け、基盤岩部分を勾配1:0.5で掘削した。この法面は構造物が構築後、埋戻しが行われる仮設法面である。また、基盤岩における層理面での物性値は表-1のように仮定した。

表-1 基盤岩物性値（層理面）

単位体積重量（ γ ）	20 [kN/m ³]
内部摩擦角（ ϕ ）	42 [°]
粘着力（ c ）	20 [kN/m ²]

2. 安定検討

掘削法面の安定を検討する上で、アンカー力の鉛直成分の力がシートパイルを介してすべり面に作用すると考えた。アンカー力の鉛直成分力の伝達は、腹起し・ブラケットを介して1枚のシートパイルに集中するものとした。このため検討断面幅を、アンカーを設置したシートパイルの幅（60cm）で設定した。検討において、すべり面はシートパイル下端を通る層理面とした。図-2に検討断面を示す。

すべり面に作用する力は図-3に示すように3種類の外力を考え、それぞれすべり面に平行な方向と垂直な方向に分けて考えた。

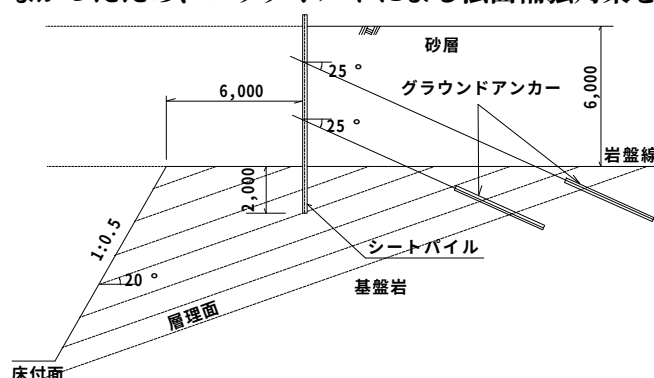


図-1 断面図

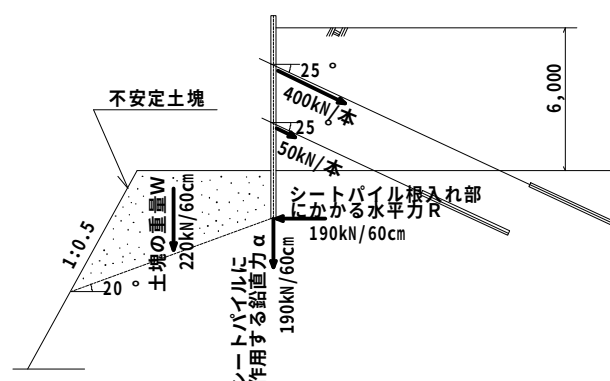


図-2 検討断面

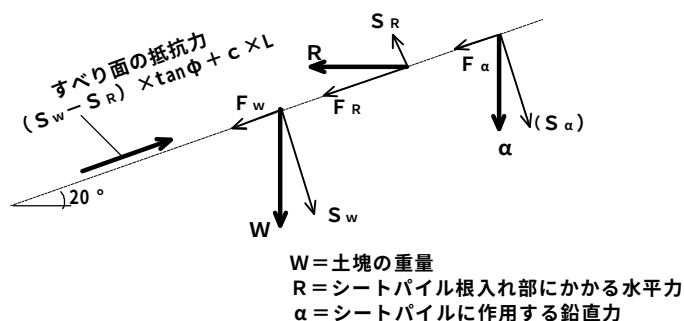


図-3 すべり面に作用する力

キーワード： 法面補強工、ロックボルト、グラウンドアンカー

連絡先： 東京都港区北青山 2-5-8 TEL：03-3405-4052 FAX：03-3405-1854

ここで、アンカー力からの鉛直力（ α ）はシートパイルの先端に集中する力とし、図-3の S_a は無視した。
以上の条件で掘削法面における流れ盤すべりの安全率（F.S.）を算定すると $F.S.=0.721$ で、掘削法面の補強が必要とした。

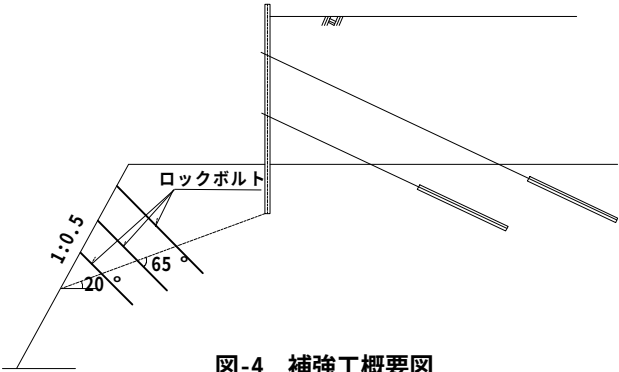
3. 法面安定対策

掘削法面の安定対策は図-4に示すようにロックボルトによる面補強とした。ロックボルトの水平方向の打設間隔は1.5mとし、この補強による抵抗力は掘削法面全体に均一に作用するものと考えた。

ロックボルト検討での物性値を表-2に示す。

表-2 ロックボルト検討での物性値

削孔径	50 [mm]
ロックボルト径	25 [mm]
補強材と注入材の許容付着力	1,200 [kN/m ²]
地盤と注入材の付着力	800 [kN/m ²]
補強材の許容引張強度	300,000 [kN/m ²]
補強材の許容せん断力	150,000 [kN/m ²]



ロックボルトの設計方法は確立されていない面はあるが、ロックボルトを引張材とする場合とせん断補強材とする考え方がある。引張材とするときは、引き止め力と締め付け力の両方を考慮する場合¹⁾と締め付け力を無視して引き止め力のみ考慮する場合とがある。この3種類のケースについて安定計算を試みた。計算結果を表-3に示す。

表-3 安定計算結果

設計概要		補強なし	鉄筋（ロックボルト）による法面補強工		
		—	引き止め力＋締め付け力（ケース1）	引き止め力のみ（ケース2）	せん断（ケース3）
引張力	引き止め力	—	○	○	×
	締め付け力	—	○	×	×
	せん断抵抗力	—	×	×	○
	すべり力	319kN	319kN	319kN	319kN
	すべり抵抗力	230kN	388kN	284kN	321kN
	安全率	0.721	1.216	0.890	1.006
	安全率の向上度合	1.00	1.69	1.23	1.40

仮設法面であることから、目標安全率を1.05とすれば、表-3よりケース1が満足するのみである。しかし、これらはいくつかの仮定条件により変わる値であって、補強なしのケースからみれば、どのケースも20%以上の向上を示す。したがってこの設計では、ロックボルトの効果を引き止め力と締め付け力の両方を考慮して、目標安全率を満足する、と結論づけた。

4. まとめ

グラウンドアンカーで支保したシートパイル下部での法面掘削において、次の点に留意して検討を行った。
(1) アンカーで支保したシートパイルで土留めをした箇所の下部を掘削する場合には、アンカー力の鉛直成分がシートパイルを介してすべり面に作用することが懸念された。
(2) ロックボルトによる補強の設計では、ロックボルトの効果を3ケースで検討したが、引き止め力と締め付け力の両方を期待して目標安全率1.05を満足するものとした。
アンカーと流れ盤という特殊な形ではあるが、今後も起こり得る形と考え事例を紹介した。また、設計ではすべり面の物性が結果に大きな影響を与えるものであり、これを設定するための根拠が最も重要であると考えている。

参考文献：1)「切土補強土工法設計・施工要領」日本道路公団（1998）