

グラウンドアンカーと補強土工法を併用した土留め工の変形抑止効果に関する試算例

（株）複合技術研究所 正会員 矢崎 澄雄

1. はじめに

地山補強土工法に分類される太径棒状補強体（直径 400mm 程度）は、他の小径補強材と比べ直径が 5～10 倍程度であることから、地盤との周面摩擦抵抗を大きくとることができる。このため、沖積層や盛土など比較的軟弱な地盤での適用が可能な工法である。このことから、近年では切ばりやグラウンドアンカー（以降、「アンカー」と称す）の代替として、土留め工に適用する事例が増加しており、平成 13 年 3 月に策定された鉄道における掘削土留め工基準¹⁾（以降「鉄道基準」と称す）に補強土工法を用いた仮土留めの設計法が取り入れられた。この中で、図 1 に示すようなアンカーと補強土工法を併用（以降、「併用工法」と称す）することで、土留め壁の変形を低減する対策が示されている。

本稿では、この併用工法による土留め壁の変形抑止効果の程度を把握することを目的として、弾塑性法により、アンカーのみによる土留め工との比較試算を実施したので報告する。

2. 併用工法の概要

一般にアンカー式土留め工では、アンカー間隔 3m～4m 程度で最大設計アンカー力 $T_d = 1000\text{kN}$ / 本程度となるような配置とすることが多い。しかし、これらの条件を満足する場合でも、特に深い掘削では土留め壁の変位量が大きくなり、結果としてアンカーの鉛直間隔を狭くしアンカー本数が増加するケースがある。

このような場合に、太径棒状補強体（以降、「太径補強体」と称す）をアンカー設置間に配置することで、次段階への掘削深さを小さくし、その結果、土留め壁変位の増分および累積を小さくすることができると考えたものである。

このときの設計の考え方については、現時点では明確に提案されてはいないが、本試算では表 1 のように考えて計算を行うこととした。同表の考え方は、土留め工全体の安定はアンカーのみによる抵抗で確保することを前提としたもので、太径補強体はあくまでも次段アンカー設置までの土留め壁変位を低減させることを目的とした考え方である。したがって、アンカーおよびアンカー部の腹起しの仕様は、太径補強体を無視した一般のアンカー式土留め工の設計により決定するものとした。

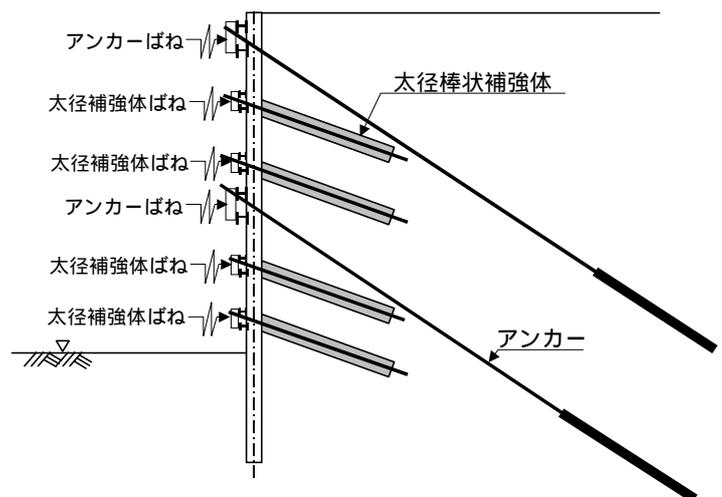


図 1 併用工法の概略図

表 1 設計の考え方

項目	考え方
アンカーの設計	太径補強体はないものとして、アンカーのみをばね支点とした弾塑性計算より支保工反力を求めて設計を行う。
アンカー部腹起しの設計	・アンカーと太径補強体をばね支点とした弾塑性法の計算を行う。 ・補強体長は、土留め壁変位量が設計許容変位量以下となるよう決定する。
太径補強体の設計	・支保工反力は、対象とする太径補強体設置後の次段階断面での弾塑性計算ステップ時の支保工反力により設定する。
太径補強体部腹起しの設計	
土留め壁断面の設計	アンカーと太径補強体をばね支点とした弾塑性法の断面力を用いて設計する。

3. 試算条件

図 2 に試算断面を示す。本試算では、粘性土地盤で掘削深さ 18.5m の親杭横矢板式土留め工を想定した。親杭には H-400×400 を用い、根入れ長は 3.0m とした。なお、太径補強材のないアンカーのみの断面における釣合い必要根入れ長は 1.9m である。

アンカーの配置は図 2 に示すように鉛直間隔 3.0m、水平間隔 2.6m、設置角度 40° とした。アンカーの仕様は、アンカー体径 $D=135\text{mm}$ として、慣用計算による支保工反力を用いて、砂礫層での定着として

キーワード：土留め工 グラウンドアンカー 補強土 弾塑性法 太径棒状補強体

連絡先：〒107-0052 東京都港区赤坂 2-15-16 TEL 03-3582-3373 FAX 03-3582-3509

表2のとおり設定した。太径補強体はアンカー配置間に設置することとし、補強体径 D=0.4m、長さ 3.0m、設置角度 20°、水平間隔 2.6m とした。以上の条件により、鉄道基準での弾塑性計算による比較を行った。

4. 試算結果の比較

表3に土留め壁最大変位・断面力の比較を、表4に最終掘削断面の各分布の比較を示す。最大変位は、アンカーのみの13.3cmに対して、併用工法では5.4cmと約1/2.5であった。第1ステップ(自立)については、両ケースとも同条件であることから、この差は第2ステップ以降の違いであると判断できる。

すなわち、アンカーのみの場合には、次段階に進行するときの掘削深さが大きいため変位量の増分・累積が大きくなるのに対して、併用工法では次段階への掘削深さが小さく、変位量の増分・累積も小さいために、このような差になったと考えられる。

最大曲げモーメントおよび最大せん断力は、併用工法のほうが10~20%小さな結果となった。ただし、曲げモーメントについては、太径補強体を設置している範囲では併用工法のほうが小さなモーメント分布となっていることから、最下段まで太径補強体を設置した場合には差がでるものと考えられる。

表5に支保工反力を示す。アンカー部は、アンカーのみの断面での弾塑性計算の最大値とし、太径補強体部は、併用工法での弾塑性計算のステップ3,5,7,9での値とした。

腹起しや台座、ブラケットの設計はこの値を用いて行う。

5. おわりに

特に深い掘削土留め工について、アンカー段数を増加させずに土留め壁の変位量を低減させる方法として、太径補強体を併用する方法が有効であることを試算により確認した。

ただし、設計の考え方については、基準などで明確に示されていないことから、今後、現場適用する際には、FEM解析、現場計測などによりデータを蓄積する必要がある。

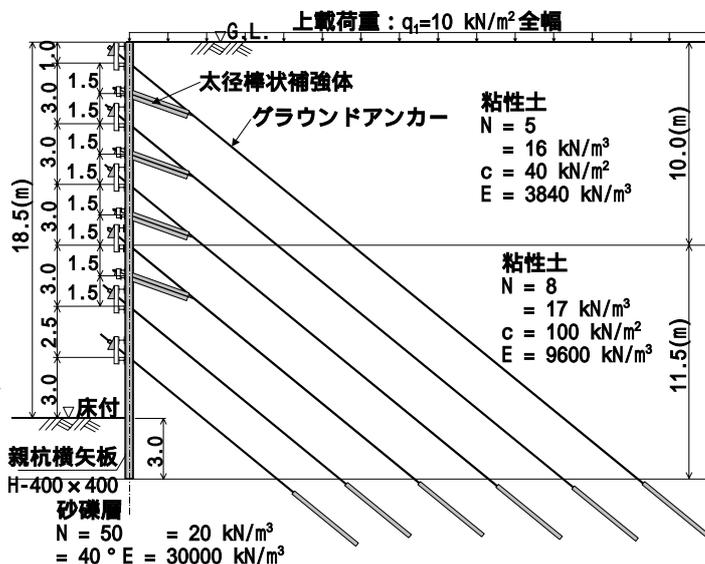


図2 試算断面

表2 アンカーの仕様

	引張り材種類	本数	自由長(m)	定着長(m)
1段目	SWPR7B	5	29.0	6.0
2段目	SWPR7B	9	24.5	8.5
3段目	SWPR7B	11	19.5	10.0
4段目	SWPR7B	11	15.0	10.0
5段目	SWPR7B	10	10.5	9.5
6段目	SWPR7B	8	6.5	8.0

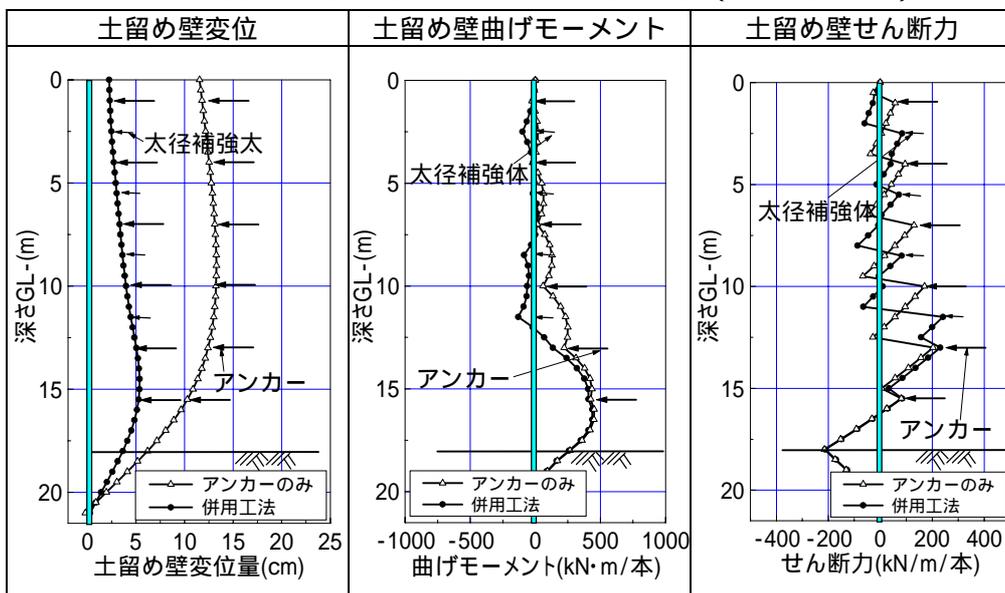
表3 土留め壁最大変位，最大断面力の比較

	アンカーのみ	併用工法
水平変位(cm)	13.3	5.4
曲げモーメント(kN・m/本)	474.4	440.8
せん断力(kN/本)	292.4	241.7

表5 併用工法の支保工反力

段数	支保工反力(kN/m)	
	アンカー部	補強体部
1段目	85.0	-
2段目	-	86.1
3段目	124.0	-
4段目	-	50.2
5段目	164.8	-
6段目	-	71.2
7段目	217.8	-
8段目	-	78.0
9段目	213.0	-
10段目	99.5	-

表4 土留め壁変位分布および断面力分布の比較（最終掘削断面）



<参考文献> 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル 付属資料，(財)鉄道総合技術研究所，平成13年3月