

III-355 鉄筋補強土工法の施工例

俣竹 中 土木 正員 ○堀 淳二
 竹中技術研究所 正員 加倉井正昭
 俣竹中工務店 山本 光男

1. まえがき

鉄筋等の補強材を地山に挿入して掘削工事を行う「鉄筋補強土工法」の施工実績が増加している。しかし、掘削時の変形挙動や補強効果については不明確な点が多く、現状ではデータの蓄積が十分でないと考えられる。本報告は、鉄筋補強土工法により急勾配(80°)で切土した3件の施工例を示すとともに、補強鉄筋の効果を考慮した円弧すべり計算による検討結果について報告するものである。

2. 施工例

施工例1は、佐賀県の寺院新築工事において実施した。1)掘削深さは8mであったが、背面に既存の石積みが近接しているため、最も接近した部分では掘削後にトータルで1.4mの斜面高さとなった。図-1に鉄筋補強土工の断面を示す。

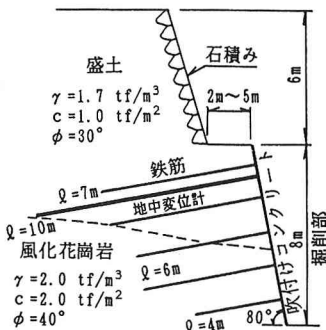


図-1 補強土工断面



写真-1 掘削完了時の施工状況(施工例1)

同図には補強鉄筋の配置、計測用の地中変位計の位置も合わせて示した。補強鉄筋はD25mm(1.5mt²ff)、吹付けコンクリートの厚さは10cmとし、掘削深さ1.5m毎に施工を繰り返した。土層構成は上部より盛土層、風化花崗岩層となっている。掘削完了時の施工状況を写真-1に示す。

施工例2は、すでに完成しているホテル本館の裏山に位置する傾斜地を切土し、別館を増築する工事であった。地盤は阿蘇火山の噴出溶岩である溶結凝灰岩の風化層である。増築する建物の配置上から近接民家のすぐ際を掘削する必要があり、急勾配の切土を行うこととなった。鉄筋補強土工の断面および補強鉄筋の配置、計測用の傾斜計の位置を図-2に示す。掘削深さはトータルで11.65mと大きいものの、掘削後の安全率は無補強の状態でもPs=2.03と比較的大きく求められた。そこで、法表面の掘削後の劣化防止と落石子防を主目的として鉄筋補強土工を実施した。補強鉄筋はD25mm(1.5mt²ff)、吹付けモルタルの厚さは10cmとした。掘削完了時の施工状況を写真-2に示す。

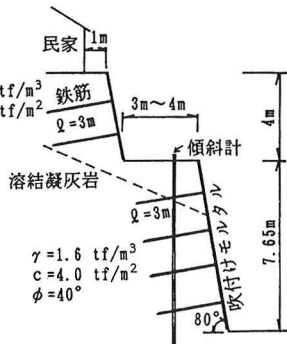


図-2 補強土工断面

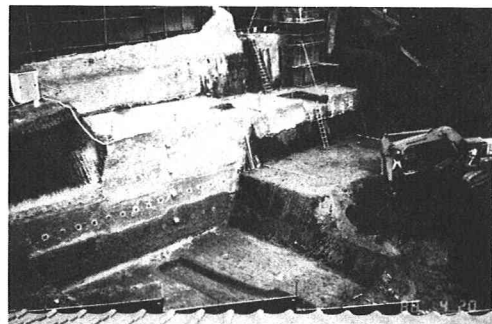


写真-2 掘削完了時の施工状況(施工例2)

図-2に示す。掘削深さはトータルで11.65mと大きいものの、掘削後の安全率は無補強の状態でもPs=2.03と比較的大きく求められた。そこで、法表面の掘削後の劣化防止と落石子防を主目的として鉄筋補強土工を実施した。補強鉄筋はD25mm(1.5mt²ff)、吹付けモルタルの厚さは10cmとした。掘削完了時の施工状況を写真-2に示す。

施工例3は、施工例1の隣の敷地で実施した。鉄筋補強土工の断面および補強鉄筋の配置、計測用の傾斜計の位置を図-3に示す。掘削深さは9.25mで山の斜面を切り込んだ形となっている。地盤は施工例1

と同じ風化花崗岩であったが、劣化の度合いにより3層に区分された。補強鉄筋はD25mm(1.5m²γf), 吹付けコンクリートの厚さは10cmとした。掘削完了時の施工状況を写真-3に示す。

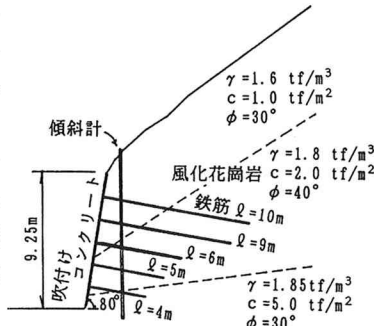


図-3 補強土工断面

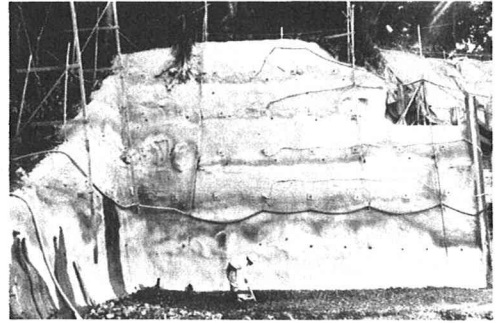


写真-3 掘削完了時の施工状況(施工例3)

3. 円弧すべり計算による検討

鉄筋補強土工法の場合には、グランドアンカー工法で行われるような緊張力の導入が、鉄筋設置時に行われない。補強鉄筋には、掘削後に地盤の変位が進行していった時に受動的に引張力が発生し、補強効果を示すものと考えられる。そこで、掘削時の安定を考える場合の鉄筋による補強効果として、鉄筋に発生する引張力による“土塊を引き止める効果”のみを考慮し、滑り面に作用する垂直力の増加に伴うせん断抵抗力の増大による“土塊の締めつけ効果”については考慮しないものとした。

円弧すべりによる安全率の算定式を下式に示す。

$$F_s = \frac{M_R + T \cdot R \cdot \cos \theta}{M_D}$$

ここに F_s : 安全率

M_R : 土塊の抵抗モーメント

M_D : 土塊の起動モーメント

T : 鉄筋の引張力

R : すべり円の半径

θ : すべり円と鉄筋の交点における接線が鉄筋となす角

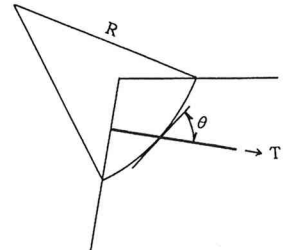


図-4 記号の説明

3件の施工例について、円弧すべり計算により求めた安全率と計測結果の一覧を表-1に示す。施工例1と3は、無補強で掘削すると安全率が1以下となる事例であり、実測された法面の最大水平変位量、鉄筋軸力は両者共に大きく、補強効果が現れていると考えられる。これに対して、施工例2では掘削深さは大きい、掘削後の安全率は無補強の状態でも2以上確保されている点異なる。法面の最大水平変位量も4mmと少なく、鉄筋軸力もほとんど発生していない。

表-1 円弧すべりによる安全率と計測結果一覧

	安全率		水平変位 max(mm)	鉄筋軸力 max(tf/本)
	無補強	補強		
施工例1	0.86	1.21	18	12.7
施工例2	2.03	2.15	4	0.6
施工例3	0.88	1.34	10	9.5

これらの実測結果からみると、無補強の状態で安全率が1以下となるような場合には地盤の変形が大きく生じ、それに伴い補強鉄筋に軸力が発生して補強効果として現れるが、無補強での安全率が比較的高い場合には、地盤に変形が生じないために補強鉄筋に発生する軸力が小さくなるのが分かる。

4. まとめ

鉄筋補強土工法により急勾配で切土した3件の施工事例を紹介するとともに、鉄筋の補強効果を考慮した円弧すべり計算の結果についても報告した。その結果、無補強時の安全率の大きさにより斜面の変形量、鉄筋に発生する軸力の大きさに違いが出る事が確認された。

【参考文献】1)加倉井正昭,堀 淳二,山本光男,関 徳美: 切り取り斜面における鉄筋補強土工法の施工例(その1)(その2), 第23回土質工学研究発表会, 1988