

III-568

棒状補強材の補強効果補正を考慮した安定計算

中央開発(株)	正員	岸田	浩
(財)鉄道総合技術研究所	正員	鎗山	勝
(株)テクノックス	正員	浦川	智行
(財)鉄道総合技術研究所	正員	小島	謙一

1. はじめに

切土断面を対象とした棒状補強工法では、補強材が3次元的に配置され、打設角度や補強材形状の変化に起因して、従来の面状補強材を用いた際の設計法をそのまま適用できない場合が生じる。そこで筆者たちは棒状補強材を用いた際の設計法を確立するために、これまでの面状補強材の設計上の考え方を拡張し、汎用性を高める方法を提案した。²⁾

ここでは、その方法を用いて各設計パラメーターに対する補強土の感度計算を行ったので報告する。

2. 補強材力の補正の概要²⁾

図1に補強材力の考え方を示す。補強材は常に最大の抵抗力Tを発揮しているわけではなく、設置される角度によってその大きさは変化する。したがって、設置角度に対する各補正を加える必要がある。以下にその概略を述べる。

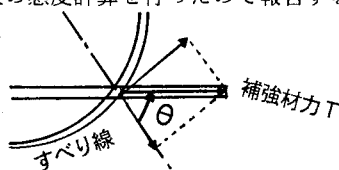


図1 補強材力の考え方

①補強効果補正 $f_r(\theta)$

各設置角度に対する最大補強材力は、すべり線接線方向成分に作用する土塊の引き留め効果と、すべり線直角方向に対する拘束効果に分解でき、設置角度 θ に大きく依存する。ここで設置角度に対する補正は ϕ を盛土材内部摩擦角として、(1)式の通りである。

$$f_r(\theta) = \cos\theta \cdot \tan\phi + \sin\theta \cdots (1) \text{式}$$

②ひずみ量補正 $f_{\varepsilon 3}(\theta)$

補強土における補強効果は、補強材の設置角度に応じて発生する主ひずみの大きさに依存し、最大主ひずみの発揮される角度において最大の効果が得られることになる。それ以外の角度における補正は(2)式の通りである。

$$f_{\varepsilon 3}(\theta) = \frac{2 \cdot \cos^2(\theta - \eta) - (1 - \sin\eta)}{1 + \sin\eta} \cdots (2) \text{式}$$

③拘束圧補正 $f_a(\theta)$

棒状補強材の抵抗力を算定する際には、補強材設置角度に対応した拘束圧($\sigma_n(\theta)$)を算出する必要がある。その場合の補正は(3)式の通りである。

$$f_a(\sigma_n(\theta)) = \frac{1+K}{2} + \frac{1-K}{2} \cos 2\theta \cdots (3) \text{式}$$

④形状補正 $f_s(\xi)$

円形断面を持つ補強材の場合には円周方向に拘束圧が異なるため、補正する必要が生じる。その場合に補正は(4)式の通りである。

$$f_s(\sigma N \xi) = \frac{\int_0^{\pi/2} \left\{ \frac{1+k_0}{2} + \frac{1-k_0}{2} \cos 2\xi \right\} \sigma v \frac{\sin \xi}{\sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \xi}} d\xi}{\frac{\pi}{2} \left(\frac{1+k_0}{2} + \frac{1-k_0}{2} \cos 2\xi \right) \sigma v} \cdots (4) \text{式}$$

3. 感度計算の概要

上記の補正係数を掛け合わせた総合補正係数を $f(\theta)$ で表し、設置角度による補強材力 T を $T(\theta) = T \times f(\theta)$ で表わし、従来の T/Ff (Ff : 補強材引き抜き安全率) に換えて試計算を行った。(この補正を行わない場合の試計算は文献³⁾を参照)

試算は補強盛土の内的安定を計算する2楔(2Wedge)法を用いて、のり面勾配が1:0.2の時の常時、地震時状態の転倒及び滑動安全率とのり面勾配が1:0.0の時の常時状態での転倒及び滑動安全率の計算を行った。

4. 試算結果

図2に計算条件を、図3～5に計算結果を示す。

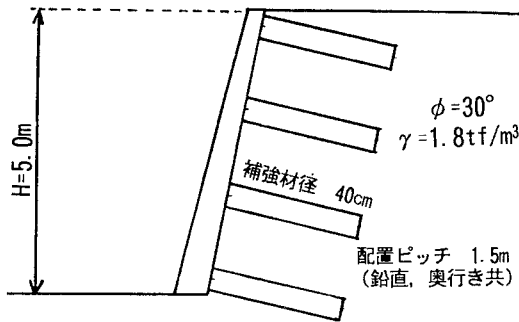


図2 計算条件

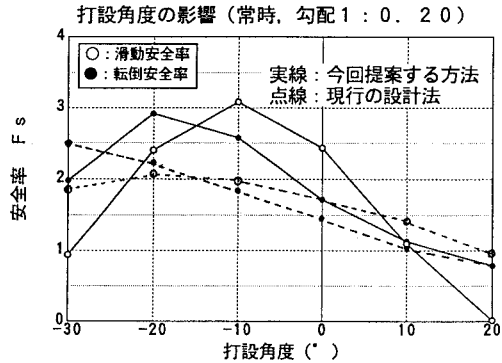


図3 試算結果（常時、1:0.2）

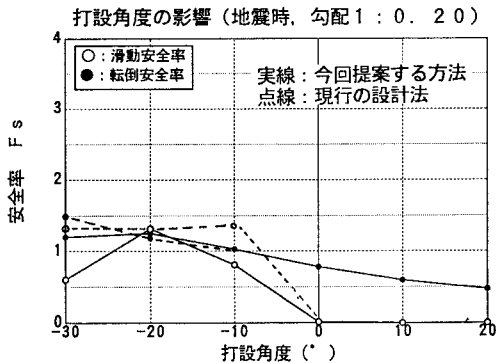


図4 試算結果（地震時、1:0.2）

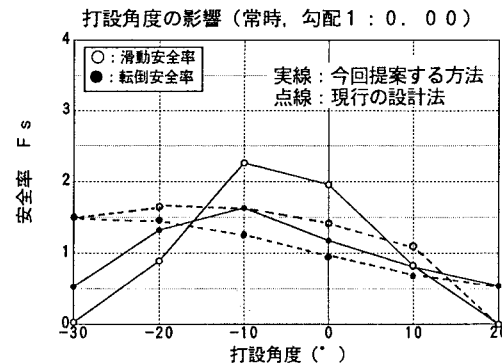


図5 試算結果（常時、1:0.0）

グラフからわかるように、補強材設置角度が水平から下向きに $-10^{\circ} \sim -20^{\circ}$ の範囲で転倒・滑動の安全率が最大値を与えており、現行の設計法と比較すると角度依存性が顕著である。ただし実務的な設置角度であるこの範囲では、若干安全率が高く評価されることがわかった。

5. まとめ

現在の補強土の2楔法安定計算において、補強材力は最大抵抗力Tを引抜安全率Ffで除して計算を行っている。しかしこの方法では、補強材の設置角度に応じて異なった安全性を与える結果となり、実務上の問題は大きい。しかし適切な補正を加えることにより、どの設置角度でも同様の安全性を確保できるようになるため、今後は従来設計法との対比を十分にを行い、より合理的な設計法を提案する予定である。

参考文献

- 1) 館山、村田(1991)：補強盛土(RRR工法)の設計法、鉄道総研報告Vol.15, No.12
- 2) 館山、龍岡、岸田、浦川、田村(1993)：棒状補強材の補強効果に関する考察
，第28回土質工学会研究発表会
- 3) 浦川、館山、岸田、田村(1993)：棒状補強材と剛壁面を用いた補強土の安定計算
，第43回土木学会年次学術講演会