

III-821

地山補強土工法における補強材打設方向の補強効果に及ぼす影響

ヒロセ(株) 正会員 大谷義則
妻鹿 誠
大阪大学工学部 正会員 松井 保

1. はじめに

引張材による地山補強土工法において、現在の補強材の配置設計は、必要抑止力が破壊面と交差する各補強材に均等に配分された補強材抵抗力の和となるように行われている。これに対して、補強材による斜面の安定状態は、破壊面に一様で微小なせん断ひずみが発生すると考え、各補強材抵抗力は土と一体化した補強材の軸ひずみによる補強材力から算定される設計法、すなわち補強材ひずみに基づく設計法が提案されている。¹⁾

本論文では、上記の提案設計法による算定結果にもとづき、補強材打設角度と補強効果との関係を検討したので、以下に報告する。

2. 補強材ひずみに基づく設計法の概要

図-1に示される円弧すべり法による補強時における斜面の安全率は、式(1)により算定が出来る。

補強材作用力 T と補強材による増加抵抗力 P の関係は式(2)により示される。ここで、式(2)は補強材の引き止め効果と支圧効果の両者を評価したものである。

$$Fs = \{ \Sigma (W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi + c \cdot l) + \Sigma P \} / \Sigma \sin \alpha \quad \dots \dots (1)$$

ϕ : 地盤の内部摩擦角 ($^{\circ}$) c : 地盤の粘着力 (tf/m^2)

α : すべり面と水平線のなす角 ($^{\circ}$) P : 補強材による増加抵抗力 ($tf/本$)

$$P = T (\sin \beta \cdot \tan \phi + \cos \beta) \quad \langle \beta \leq 90^{\circ} \rangle \quad \dots \dots (2-a)$$

$$P = T \cdot \sin \beta \cdot \tan \phi \quad \langle \beta > 90^{\circ} \rangle \quad \dots \dots (2-b)$$

T : 補強材作用力 ($tf/本$)

β : すべり面と補強材打設方向のなす角 ($^{\circ}$)

補強材ひずみに基づく設計法(以下、提案設計法)は、

図-1に示めすように、一体化した土と補強材の挙動を式(3)に示される土のせん断ひずみと補強材の軸ひずみの関係により表わし、発生する補強材作用力 T を式(4)より算出するものである。算出した T から式(2)により補強材による増加抵抗力 P を算定する。

$$\epsilon_t = (\sin \phi - \cos (\phi - \theta) \sin \theta) \gamma_{\max} \quad \dots \dots (3)$$

ϵ_t : 補強材の軸ひずみ (%)

ϕ : ダイラタンシー角 ($^{\circ}$)

θ : すべり面と直交線と補強材打設方向のなす角 ($^{\circ}$)

$\gamma_{\max}$: 土の最大せん断ひずみ (%) ($\theta = 90^{\circ} - \beta$)

$$T = \epsilon_t \cdot A_s \cdot E \quad \dots \dots (4)$$

A_s : 補強材芯材の断面積

E : 補強材芯材の弾性係数 2.1×10^6 (kgf/cm^2)

3. 提案設計法の特長および考察

提案設計法による補強材配置設計の特長を検討した結果が以下のようにまとめられる。

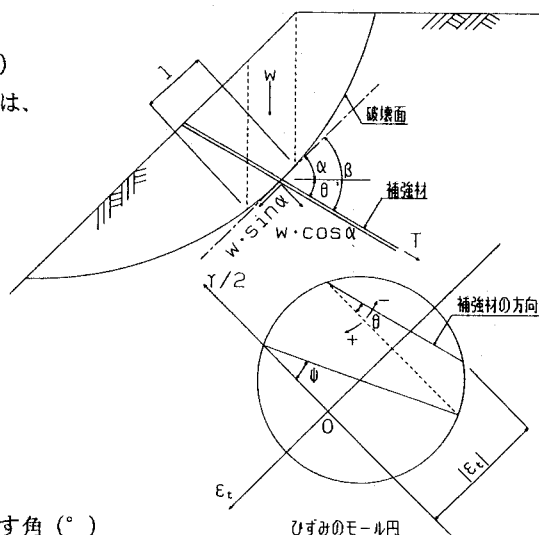


図-1 補強斜面の補強材力及びひずみのモール円

1) 提案設計法による増加抵抗力 P と角度 β の関係が図-2に示される。提案設計法は、現行設計法とは異なり、角度 β の影響を受ける。実設計では、角度 β は通常 $120^\circ > \beta > 20^\circ$ 程度の範囲となる。現行設計法では、 β が 20° あるいは 120° 付近のように、補強材力の発生が小さい補強材にも大きな抵抗力を設定する可能性がある。

2) 現行設計法と提案設計法の補強材力 T と角度 β の関係は、式(2)及び式(3)に基づいて得られる図-3において比較出来る。各補強材に均等に配分される P による現行設計法は、 $\beta = \phi$ のとき最小の極値になり、最適配置となる。一方提案設計法では $\beta = 45^\circ + \phi/2$ のとき最大引張補強材力が発生し、 $\beta > 90^\circ + \phi$ において圧縮力が作用する。しかし、先行して緊張力を加えるアンカー工と異なり、補強材は土の変形に追従して受動的に補強材力が発生するため、現行設計法での $\beta > 90^\circ$ において増加抵抗力 P を得る引張補強材力 T の評価が困難である。

3) 図-4に示される無補強時の安全率が $F_s = 0.872$ となる円弧すべり面を持つ設計モデルに対して提案設計法を適用した。図-5は、斜面の安全率 F_s が1.2を満足する場合、打設角の違いによる各段の T 及び P の分布を示している。打設角 $\theta' = 35^\circ$ の場合補強材位置によって T 及び P は大きく変化する。 $\theta' = 5^\circ$ の場合比較的 T 及び P は、均等化する。図-6は、一様なせん断ひずみが発生する想定破壊面に配置した補強材の打設角度の斜面安全率に及ぼす影響を示した。図からわかるように、提案設計法の計画安全率(1.2)を満足する打設角度の決定が可能である。

4. まとめ

提案設計法により、補強材の効果的な打設角度を考慮した設計が可能であることが示された。今後、実現現場での計測結果より、補強時の最大せん断ひずみを設定し、補強材ひずみに基づく設計の最適化を図りたい。

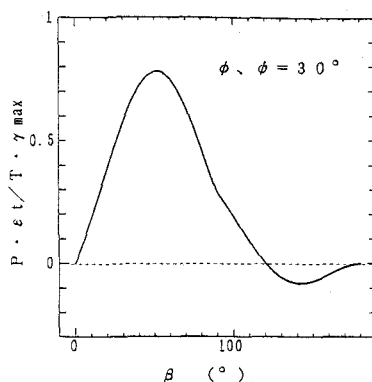


図-2 $P/T \cdot \epsilon_t / \gamma_{\max} - \beta$ 曲線

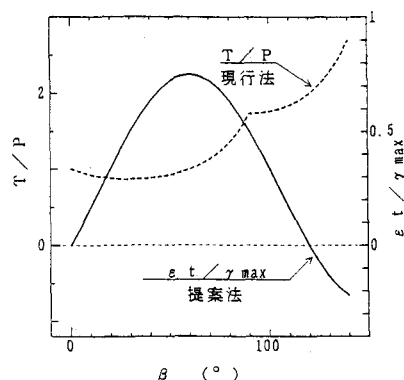


図-3 $T/P, \epsilon_t / \gamma_{\max} - \beta$ 曲線

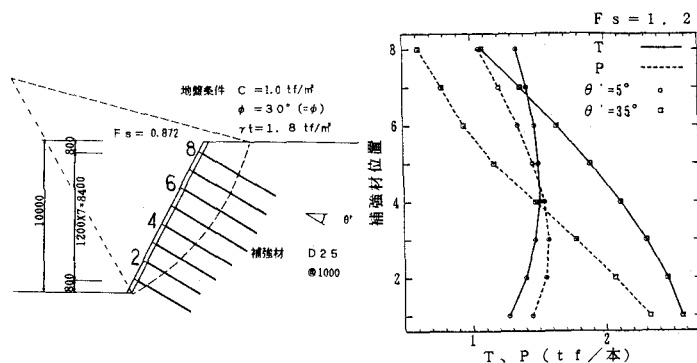


図-4 設計モデル

図-5 補強材位置の P 及び T 分布

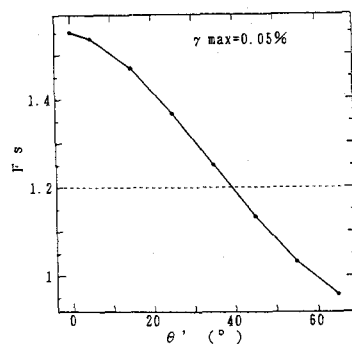


図-6 $\theta' - F_s$ 関係

参考文献

- 1) MATSUI, T, K. C. SAN: REINFORCED SLOPE BEHAVIOR AND DESIGN METHODS, PROCEEDING 1st TOKUSHIMA INTERNATIONAL SEMINAR ON SLOPE STABILITY ENGINEERING, pp 135-160, 1993.