

補強材と土の摩擦に関する基礎的研究

豊橋技術科学大学 正員 河邑 眞
 // 大学院 学生員 ○ 佐野 圭介

1.はじめに

従来の土留め構造物の代表的なものとして擁壁があげられるが、近年補強土工法が注目を浴びている。この理由として、施工が容易で、安価であること、工期が短縮されることがある。また、基礎地盤が軟弱な場合には擁壁と裏込め地盤の間に不等沈下が生じる場合があるが、補強土工法では、変形が一体となって生じ、不等沈下の問題をさけられるという利点もある。しかし補強土工法は、土と補強材の摩擦力により地盤の変形を押さえ構造物の安定をはかるものであり、土と補強材との間の相互作用の影響は大きくこの点で解析が複雑となる。本研究では、補強材と土の相互作用について基礎的検討を行った。その結果の一例を以下に示す。

2.解析方法

Fig- 1に示す解析モデルを用い有限要素解析を行った。土の構成方程式は、Mohr-Coulombの破壊基準を用いた完全弾塑性モデルを用いた。補強材 (strip) , 壁面 (facing) は、弾性体と考えた。土と補強材の間には、Goodmanのジョイント要素を用い、ジョイントのせん断剛性 k_s については、ジョイントに作用するせん断力 ($\tau = k_s \cdot u$, u : 相対変位) が、Coulombの基準により求めたせん断強さ ($\tau_f = c + \sigma \tan \phi_s$, c : 粘着力, σ : 鉛直応力, $\phi_s = 2/3 \phi$) より大きくな

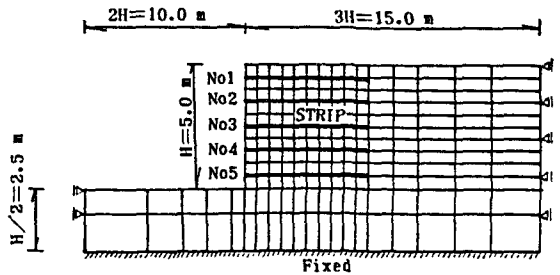


Fig1 FEM model

なった場合、せん断剛性 $k_s \approx 0$ とする考え方と異なり、 $k_s = k_s/10$ とした。ここに、 ϕ_s は境界面のもの摩擦角である。さらに補強材の周辺のせん断ひずみの関数として k_s を変化させる考え方を用いた。

$$k_s(r) = k_{s0} \{ -2/15(\log r + 0.2) \} \quad (1 \times 10^{-6} < r < 1 \times 10^{-1}) \quad (1)$$

ここで、 k_{s0} : 初期せん断剛性、 r : 土のせん断ひずみ である。

また、初期の k_{s0} もジョイントに作用する鉛直応力の違いにより、補強材ごとに变化させた。Table-1, Table-2に、材料定数およびジョイントの剛性を示した。

Table-1 Properties of material

| | Back fill | Foundation | Strip | Facing |
|-------------------------------------|-----------|------------|---------|----------|
| Young's modulus(tf/m ²) | 3000 | 50000 | 9000000 | 50000000 |
| Poisson's ratio | 0.35 | 0.30 | 0.16 | 0.20 |
| Unit weight(tf/m ²) | 1.70 | 2.00 | 2.40 | 2.40 |
| Angle of internal friction | 30° | 30° | ---- | ---- |

Table-2 Stiffness of joint

| No | k_s | k_n |
|----|-------------------|-------------------|
| 1 | 1.0×10^4 | 8.0×10^6 |
| 2 | 4.0×10^4 | 8.0×10^6 |
| 3 | 8.0×10^4 | 8.0×10^6 |
| 4 | 8.0×10^5 | 8.0×10^6 |
| 5 | 8.0×10^6 | 8.0×10^6 |

3. 解析結果

Fig- 2には、初期における補強材の引張応力分布を示し、それらの最大値を結び最大引張力線を示した。この図より上部の補強材ほど長い区間にわたって引張力が働いている。これは、土塊のすべり領域の影響を受けているためと考えられる。Fig-3は、初期状態と分布荷重($q=1.70 \text{ tf/m}$)が作用したときの最大引張力分布を示したもので、初期状態においては、No2~No5までの補強材が全体に荷重を負担していると考えられるが、載荷においては中央の3本 (No2, No3, No4) が多く荷重を負担していると考えられる。

Fig-4には、補強材の本数と最大引張力の関係を載荷をパラメータとして示した。stripの本数が増えるにつれて曲線の勾配が小さくなり、載荷重が大きいくほど勾配が大きくなっている。

4. まとめ

- 1) ジョイント剛性の影響について検討したが、全体に用いた剛性が高く、補強材と土とのすべりの影響があまり顕著ではなかった。
- 2) 補強材の配置については、このモデルの場合変形の大きな中央部分に密に設置することが有効と考えられる。

5. 参考文献

- 1) P.K Banerjee and R.Butterfield(1983): Development in Soil Mechanics and Foundation Engineering -1, Applied science publishers LTD, pp197-229
- 2) コーリン, ジョーンズ(1986); 補強土構造物の理論と実際、鹿島出版会
- 3) Richaed E.Goodman, Robert L.Taylor, Tor L.Brekke (1968): A model for the mechanics of jointed rock, Journal of Soil Mechanics and Foundation Division(ASCE), vol 1, pp343-374
- 4) 田口ら(1986); 補強材のひずみ特性を考慮した補強土の有限要素解析について、第22回土質工学研究発表会、第2巻、pp1395-1398

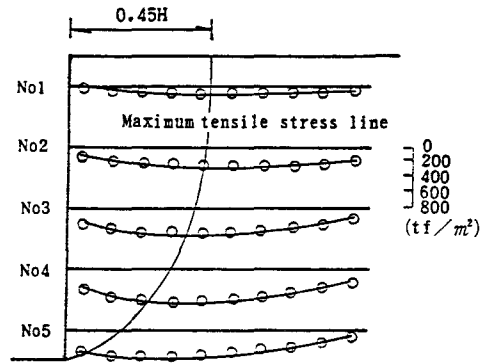


Fig 2 Distribution of initial tensile stress along strip

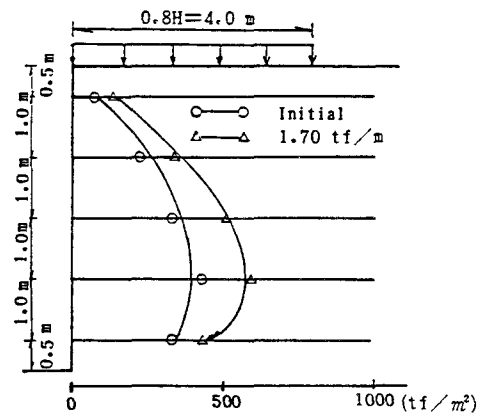


Fig 3 Distribution of maximum tensile stress

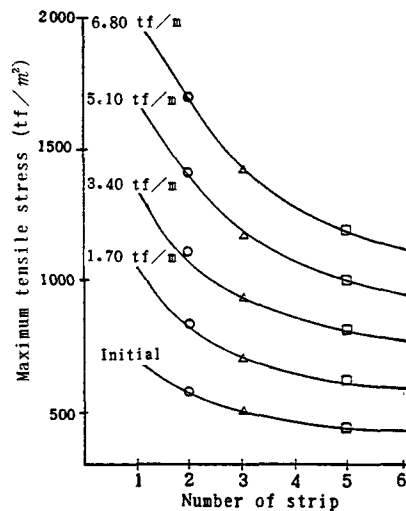


Fig 4 Relation between maximum tensile stress and number of strip