

## Ⅲ-B 303 ジオシンセティックス補強盛土におけるのり枠工の拘束効果について

(株) 大林組技術研究所 正員 ○宮崎 隆洋

同 上 正員 鳥井原 誠

同 上 正員 平間 邦興

## 1. はじめに

各種ジオシンセティックスを用いた盛土補強土工法の設計に際して最も重要となるのは、ジオシンセティックスの材質、敷設層数（ピッチ）、敷設長などであるが、補強土塊の一体化を促進するのり面保護工による拘束効果も盛土を安定化させる重要な要因の一つである<sup>1)</sup>。

のり面保護工において、格子状ののり枠を用いる際、その格子の隙間から盛土材の抜け出しが起こらないように金網等で補強を行わなければならない。この盛土材の抜けだしを補強する材料の効果を検討するため、斜面模型実験<sup>2)</sup>を行うとともにFEMシミュレーション解析<sup>3)</sup>を実施した。

## 2. 実験及び解析方法

実験に使用した材料土、補強材およびのり枠の諸元を表-1に示す。模型斜面は幅200cm、高さ100cm、奥行き30cmの土槽に図-1に示すような形状で作製した。のり面勾配は、1:0.1とした。側面は、シリコングリースとテフロンシートで潤滑層を作り摩擦を低減している。载荷条件は、空気圧シリンダーを5台用いた等分布载荷方式とし、12.5×30cmのプレートを通じて1ステップ载荷圧 $\Delta p=0.04\text{kgf/cm}^2$ （最大 $1.5\text{kgf/cm}^2$ ）の段階载荷である。ジオシンセティックスの長さは50cmとし、のり枠工には中抜け防止のため、アルミフレーム（5mm×5mm）に織布、金網（目合い寸法：1×1mm、厚さ：0.2mm）、アルミプレート（厚さ：5mm）を取り付けたものの3種類を用いた。補強材には、载荷中のひずみ分布を計測するため、ひずみゲージを取り付けている。

解析方法としては、FEMによる二次元弾塑性解析を用いた。解析モデルは、図-2に示すように、土はDrucker-Prager型の弾塑性四角形要素、補強材は線形トラス要素、土と補強材との摩擦はジョイント要素、のり面保護工（のり枠工）は線形梁要素としている。これらのモデルの材料定数を表-2に示す。

## 3. 実験及び解析結果

载荷板①（のり肩部）における沈下量と载荷応力との関係を図-3に示す。補強材を使用しない無補強時では载荷応力 $0.16\text{kgf/cm}^2$ ですべりが発生した。ただし、このすべりは、表層部分の小崩壊であった。アルミフレームに織布を取り付けたものは、载荷応力 $0.3\text{kgf/cm}^2$ まで金網及びプレートと同程度の強度を保っていたが载荷応力 $0.5\text{kgf/cm}^2$ で载荷板①の直下が小崩壊を起こした。他のケースでは、本実験における载荷応力の最大値である $1.5\text{kgf/cm}^2$ まで破壊することなく盛土斜面を保つことができた。

表-1 実験に使用した材料

|     |                                                                                 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------|
| 補強材 | $T_{\max}=1.73\text{tf/m}$<br>目合寸法 28×40mm                                      |
| 土   | 鬼怒川砂( $D_{\max}=2.0\text{mm}$ )<br>$D_r=80\%$ ( $\gamma_t=1.54\text{gf/cm}^3$ ) |
| のり枠 | ① アルミフレーム(織布)<br>② アルミフレーム(金網)<br>③ アルミフレーム(プレート)                               |

表-2 解析モデル

| 材料   | 要素      | 材料定数                                                                                                                                    |
|------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 土    | 四角形要素   | 弾塑性(Drucker-Prager)<br>$c=0, \phi=36.3, \nu=0.375,$<br>$\alpha=0.187, K=0, E=19\text{kgf/cm}^2$<br>$\sigma_T=0, H'=0.38\text{kgf/cm}^2$ |
| 補強材  | トラス要素   | 線形弾性 $EA=850\text{kgf}\cdot\text{cm}^2$                                                                                                 |
| 摩擦特性 | ジョイント要素 | 非線形テーブル型                                                                                                                                |
| のり枠  | 梁要素     | フレーム： $EI=1.63\text{kgf}\cdot\text{cm}^2$<br>プレート： $EI=7.49\times 10^3\text{kgf}\cdot\text{cm}^2$                                       |

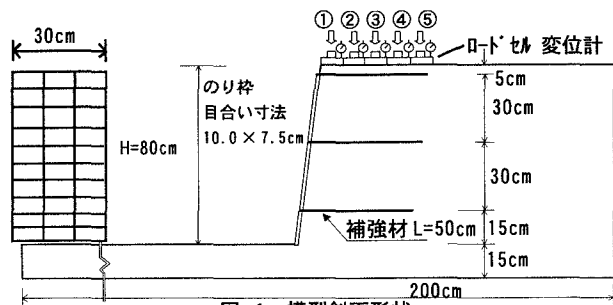


図-1 模型斜面形状

補強土工法、のり枠保護工、FEM解析

〒204-0011 東京都清瀬市下清戸 4-640 TEL 0424-95-1102 FAX 0424-95-0903

これら3ケースを変形が大きい順に並べると、アルミフレーム（織布）＞アルミフレーム（金網）＞アルミフレーム（プレート）となる。織布のように、比較的容易に変形する材料では、盛土材の膨らみ出しに対する抵抗力が少ないため、補強材の引張抵抗力が発揮される前に部分的な小崩壊が発生する。一方、金網では、プレートほど強固ではないが、盛土材の膨らみ出しに対して抵抗することができ、補強材及びのり枠の補強効果が十分に発揮される。すなわち、のり面保護工によるのり面拘束効果が、補強盛土の強度を大きく増加させるのである。また、図-3には載荷実験でほぼ同様の変形挙動であったアルミフレームに金網を取り付けたケースとアルミフレームにプレートを付けたケースについてのFEM解析の結果を併せて示しているが、実験結果とほぼ同様の傾向を示している。

図-4は、アルミフレーム（金網）における載荷応力 $1.5\text{kgf/cm}^2$ 時の補強材ひずみ分布の実験結果および解析結果を示したものである。全体的には両者の対応は良く、ひずみ分布もほとんど山形分布となっており、上方からの載荷重を補強材の引張り抵抗で分担して、補強盛土の安定性が向上していることが明らかである。実験結果のうち、最上段のひずみ分布でのり枠との剛結部が最大値となっているのは、無補強あるいはアルミフレーム（織布）のケースでみられた小崩壊に抵抗しているためである。

図-5は、アルミフレーム（金網）の実験から得られた変形ベクトルと、FEM解析から得られた変形図である。両者の対応は比較的良好であるが、詳細にみると、のり枠付近では実験結果の方がやや大きく、他の場所では解析結果の方がやや大きくなっている。実験では、解析では得られにくい応力やひずみの集中が発生しているようである。

#### 4. まとめ

今回の実験及び解析によって格子状ののり枠工において、盛土材の抜け出し防止を行うことによって、盛土塊と補強材が一体化し、盛土の強度が増加することがわかった。また、補強盛土の安定性を向上させるためには、膨らみ出しを防ぐことのできる材料をのり枠格子内に設置しておくことが重要であることが明らかになった。

#### 参考文献

- 1) M. Toriihara, H. Furuya, K. Hiramatsu: Laboratory and field tests of embankment reinforced with geogrid: Earth Reinforcement Practice: 1992
- 2) 古屋、鳥井原、平間：短いジオテキスタイルによる盛土補強効果に関する模型実験：第26回土質工学研究発表会、1995年
- 3) 鳥井原、松本、平間：ジオグリッドによる盛土補強効果に関する室内試験（その2）：土木学会第45回年次学術講演会、1994年

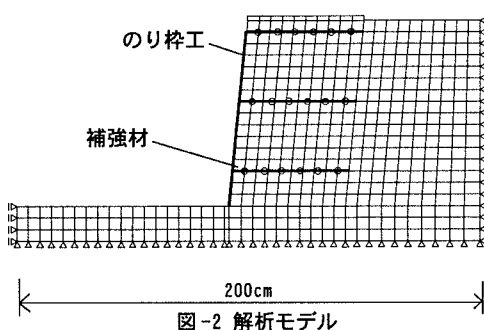


図-2 解析モデル

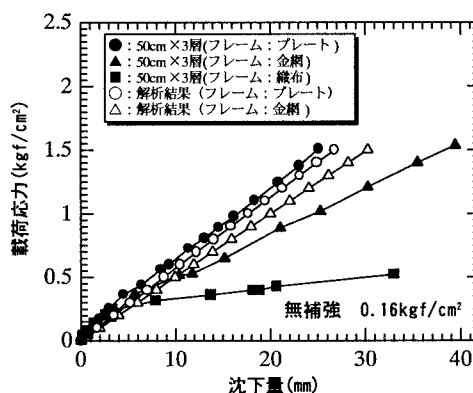


図-3 沈下量と載荷応力の関係

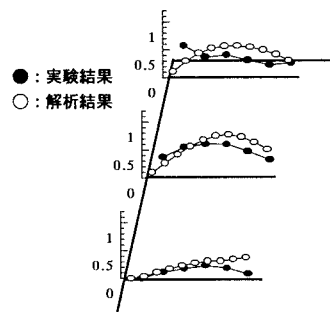


図-4 アルミフレーム（金網）における補強材のひずみ分布図（載荷応力 $1.5\text{kgf/cm}^2$ ）

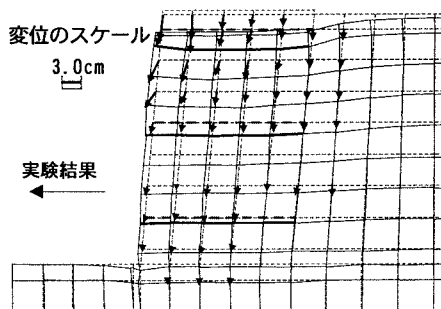


図-5 アルミフレーム（金網）における変形図（載荷応力 $1.5\text{kgf/cm}^2$ ）