

III-147

ジオグリッドによる盛土補強効果に関する室内実験（その1）

引抜き試験および解析

（株）大林組技術研究所 正員 鳥井原 誠，○松本 伸，平間 邦興

1. はじめに

盛土内に各種のジオグリッドを敷設し、盛土の安定化を図る補強盛土工法が近年盛んに施工されてきているが、その基本的なメカニズムについては未解明な点が数多く残されているのが現状である。

そのため、今回、補強材としてポリマーグリッドを対象とした室内引抜き試験及び斜面模型型載荷実験を行なうとともに、土との摩擦特性を非線形のせん断剛性を有するジョイント要素で表わしたシミュレーション解析を実施した。この報告は、これらの研究成果の内、室内引抜き試験結果についてまとめたものである。

2. 引抜き試験の概要

試験には一軸延伸加工されたポリマーグリッド（ $T_{max}=5.5\text{tf/m}$ 、 $\varepsilon_f=14\%$ 、目合寸法 $23 \times 156\text{mm}$ ）を用いた。また、土は、乾燥した鬼怒川砂（ $D_{max}=2.0\text{mm}$ 、 $e_{max}=1.098$ 、 $e_{min}=0.658$ 、 $U_c=2.71$ ）を相対密度が45、60、80%となるように $\gamma=1.40$ 、 1.47 、 1.54gf/cm^3 とした。図-1は試験装置の概要を示したものである。長さ50cm、幅30cm、高さ20cmの土槽内に敷設された補強材を2mm/分の一定速度で引抜き、その時の引抜き力と変位を計測するとともに図中の4ヶ所の節点にピアノ線の片側を固定し、これを土槽外に引き出して変位計に接続することによって土中のポリマーグリッドの変位を測定した。試験時の上載圧は0.15、0.25、0.5kgf/cm²の3ケースとした。なお、この試験装置は下盤のみ動かすことが可能であり、図中のチャック部分の治具を交換することによって一面せん断試験が実施できる。

3. 試験結果

土中の補強材の隣接する節点の相対的な変位から補強材に発生している引張り力の分布を示したのが図-2である。引抜き力が大きくなると土中の補強材の引張り力も大きくなり、その形状は引抜き前方で大きく、後方で小さくなる逆S字形となっており、一様とはならないことがわかる。

図-3は、引抜き抵抗応力 τ （＝引抜き力 / （2 × 補強材敷設面積））と平均変位との関係を示したものである。ここで、平均変位とは図-1中の節点番号①および④の変位の平均値である¹⁾。このようにして得られた τ の最大値 τ_{max} と上載圧との関係を砂の密度をパラメータとしてプロットしたのが図-4である。 τ_{max} は上載圧の増加とともに直線的に増加していること、また、砂の密度が大きい程大きな引抜き抵抗を示すことが明らかである。

4. シミュレーション解析

解析モデルは表-1に示すように、土（砂）は弾

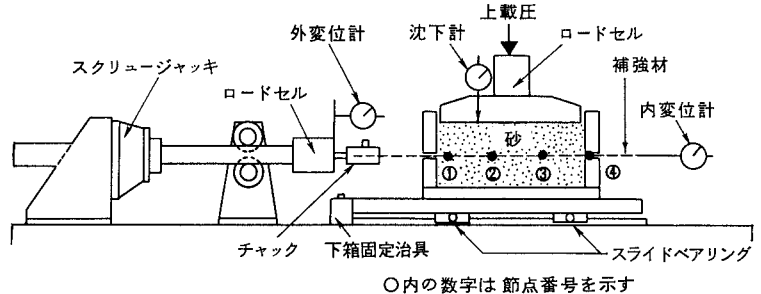


図-1 引抜き試験機

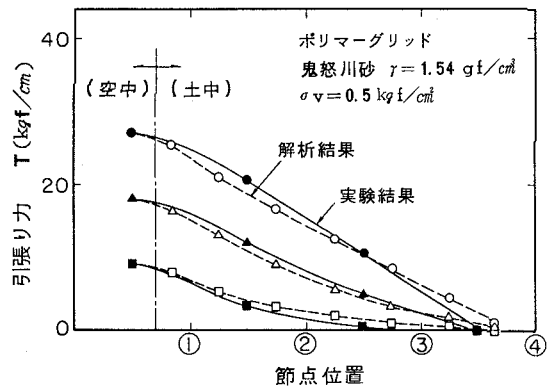


図-2 補強材に発生する引張り力の分布

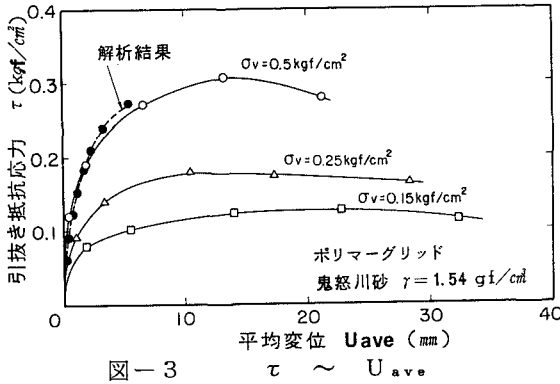


図-3 $\tau \sim U_{ave}$

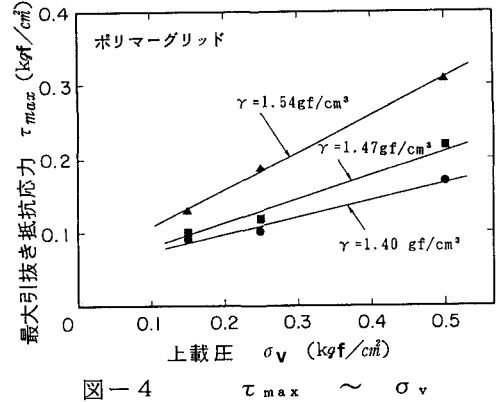


図-4 $\tau_{max} \sim \sigma_v$

塑性 (Drucker-Prager)、補強材は線形弾性トラス、土と補強材との摩擦特性は非線形のせん断剛性 k_s を有するジョイント要素である。土および補強材の各定数はそれぞれの室内要素試験によって得たものであり、摩擦特性を表す k_s は図-3の試験結果を参考にし、決めていたため引抜き変位によって k_s が徐々に変化する。

図-5は、上載圧0.5kgf/cm²、引抜き力 $T=18$ kgf/cmのときの土中の主ひずみ分布を示したものであるが、引抜き後方側では最大主ひずみ ε_1 は垂直に立っているものの引抜き前方側になるにしたがって ε_1 は垂直から水平に回転していることがわかる。また、この時補強材に発生している引張り力の分布を図-2に示すが、いずれの引抜き力の場合も試験結果と解析結果はよく一致しており、引張り力の分布の非一様性が、今回の解析モデルで十分に表し得たといえよう。

5. おわりに

補強材としてポリマーグリッドを用いた引抜き試験およびシミュレーション解析によって次のようなことが明らかとなった。

- (1) 引抜き試験時に土中の補強材に生じる引張り力の分布は一様でなく、引抜き前方で大きく、後方で小さい逆S字形となる。
- (2) 補強材の引抜き抵抗すなわち、土と補強材との摩擦抵抗は、上載圧が大きい程、また土の密度が大きい程大きくなる。さらに、最大引抜き抵抗応力 τ_{max} は、上載圧の増加とともに直線的に増加する。
- (3) 土と補強材との摩擦特性を非線形のせん断剛性を有するジョイント要素を用いることによって、前項(1)のような、補強材引張り力分布の非一様性等がよく表現できる。

以上述べてきたように、本報告(その1)では補強材の引抜き試験結果について検討してきたが、(その2)では、これらの成果を踏まえて斜面模型載荷実験について考察している。

【参考文献】1) 萩迫, 落合, 林: 土中におけるジオグリッドの引抜き抵抗特性, 第24回土質工学研究発表会

材 料	要 素	材 料 定 数
土 (鬼怒川砂)	四角形要素	弾塑性 (Drucker-Prager) $c=0, \phi=36.3^\circ, \nu=0.375, \alpha=0.187, K=0, \sigma_T=0$ $E=190\text{kgf/cm}^2, H'=3.8\text{kgf/cm}^2$
補 強 材	トラス要素	線型弾性 $EA=1000\text{ kgf/cm}$
摩 擦 特 性	ジョイント要素	非線形 (テーブル型) $\begin{pmatrix} \Delta u \\ k_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 2.85 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0.06 \\ 1.43 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0.016 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} 0.5 \\ 0.001 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 3.0\text{cm} \\ 0.001\text{kgf/cm}^3 \end{pmatrix}$ $k_n = 1 \times 10^8 \text{ kgf/cm}^3$

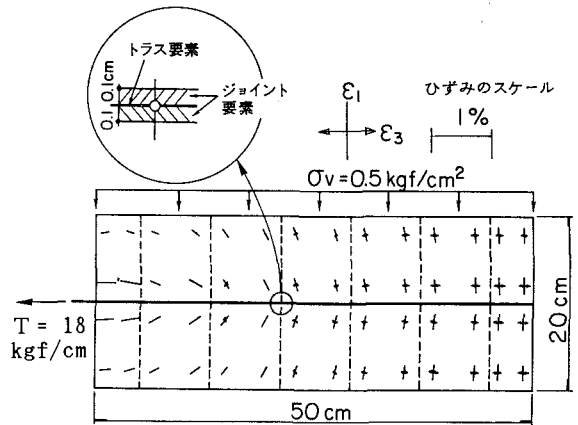


図-5 解析結果 (主ひずみ分布)