

III-143 ジオグリッド補強土のせん断特性に関する理論的考察

鹿島建設（株）技術研究所 正会員 阿部 裕
同 上 正会員 北本幸義

1. はじめに

現状の補強盛土の安定解析は、おもに想定したすべり面に対する極限つりあい法によって行なわれているが、盛土に発生する土塊の変位を考慮していないため、実際に生ずる補強材力を正確に算定できないという問題点がある。そこで、図-1に示すような変形パターンを仮定すると、このような状態では、盛土にせん断変位の不連続面が生じ、これを横切るジオグリッドには変位の増大に伴って引張り力が発生し、これに起因してせん断抵抗力が増加する。本文は、ジオグリッド補強土の一面せん断試験を実施して、盛土の変形に伴って生ずる増加せん断抵抗力の決定方法について理論的考察を加えたものである。

2. せん断試験の概要

一面せん断試験装置を図-2に示すが、せん断箱は定着長を大きくとるため幅30cm、奥行30cmに対して高さ60cmとし、上載荷重は油圧シリンダーによって、せん断荷重は電動ジャッキによって载荷し、上載荷重点は载荷板が水平を保つよう移動できる機構になっている。敷設したジオグリッドは長さ60cm、幅29.9cmで、初期敷設角 $\theta = 10^\circ$ とし、補強効果に及ぼす上載圧 p の影響を検討するために、 $p = 0.5, 1.0, 1.5 \text{ kgf/cm}^2$ と変化させて試験を行った。試験に用いた試料を表-1に示す。

3. せん断に伴ってジオグリッドに生ずる引張り力

ジオグリッド補強土を図-3に示すように、一面せん断すると、せん断変位 u の増加に伴いジオグリッドには曲りが生ずる。せん断面法線方向に対するこの付加的な曲り角 α と u の関係は、図-4を参照すれば次式のようになる¹⁾。

$$\sin^2 \alpha = \cos^2 \theta / \{ \cos^2 \theta + (L_0/u + \sin \theta)^2 \} \quad \dots(1)$$

ここに、 $L_0 = 3\pi / (4 \sqrt{k \cdot D / 4EI})$ 、 θ ：ジオグリッドの初期敷設角、 k ：せん断方向の地盤反力係数、 D, E, I ：ジオグリッドのリブの部分の幅、Young 率、断面2次モーメントである。次に、図-5に示すように、ジオグリッドABGがせん断変位 u によってACG'に変形したとすると、このときの引抜き量 Δl は $\widehat{AG'} - \widehat{AG} = \widehat{AC} - \widehat{AB}$ となり、次式で表わされる²⁾。

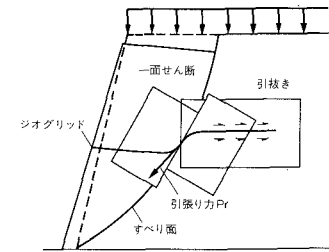


図-1 ジオグリッド補強土の変形パターン

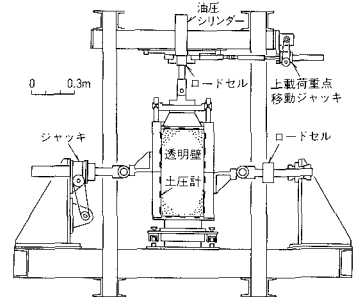


図-2 試験装置の概要

表-1 試料の特性

比重 G_s	2.745
50%粒径 $D_{50}(\text{mm})$	0.26
均等係数 U_c	2.0
粘着力 $c \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$	0
内部摩擦角 $\phi \text{ (}^\circ\text{)}$	35.9
含水比 $W_n \text{ (\%)}$	5.0
乾燥密度 $\gamma_d \text{ (t/m}^3\text{)}$	1.461
引張り強さ $T \text{ (kgf/100cm)}$	5,500
引張り破断ひずみ $\epsilon_s \text{ (\%)}$	14
ヤング率 $E \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$	3.8×10^4

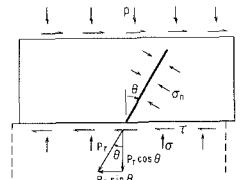


図-3 一面せん断概念図

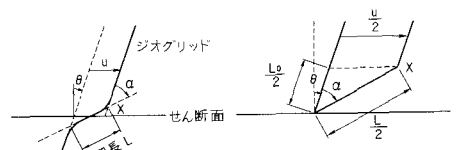


図-4 せん断に伴うジオグリッドの曲り

$$\Delta l = L_o \cdot [\alpha \cos \theta / (\cos(\theta + \alpha) \tan(\alpha/2)) - 1 - \cos \theta / \cos(\theta + \alpha)] / 2 \dots (2)$$

さらに、図-6に示すように、せん断中にジオグリッドに発生する引張りひずみは、せん断位置で最大となり端部に向うにつれてほぼ線形的に減少するという三角形分布を示し、引抜き荷重下のジオグリッドに生ずる引張りひずみの分布状況³⁾に類似していると考えられる。そこで、土中のジオグリッドを引抜くときに生ずるひずみ分布を考慮して、算定した次式で表わせる引抜き端での引張り力 P_r と、引抜き量 Δl の関係式⁴⁾における Δl に(1)、(2)式を代入することにより、ジオグリッドに生ずる引張り力 P_r とせん断変位 u の関係が得られることになる。

$$P_r(u) = T \sqrt{2 \Delta l} / \sqrt{L r l \cdot \varepsilon l} \dots (3)$$

ここに、 $L r l = T / (2 W r \cdot \sigma n \cdot f_b \cdot \tan \phi)$
 T , εl , $W r$ は、それぞれジオグリッドの破断強度、破断ひずみ、および幅である。また、 f_b : 土とジオグリッドの結合状態を表す係数⁵⁾である。

4. ジオグリッドで補強された砂の増加せん断抵抗

抗力

これまで述べてきた結果から、補強土が一面せん断されるときジオグリッドに起因して生ずる増加せん断応力 τ_{ext} は、補強材力と土の付加的なせん断抵抗力の2成分からなり、ジオグリッドに生ずる引張り力 $P_r(u)$ を用いて次式で与えられる。

$$\tau_{ext} = P_r(u) \cdot \sin(\theta + \alpha(u)) / A_s + P_r(u) \cdot \cos(\theta + \alpha(u)) \cdot \tan \phi_{mob} / A_s \dots (4)$$

ここに、 A_s : せん断面の面積、 ϕ_{mob} : 土の動員摩擦角である。

(4)式を用いて増加せん断応力を計算した結果と実測値を図-7に示す。この図から全体的に計算値は実測値の傾向をうまく表現できていると考えられる。

5. おわりに

ジオグリッドの挙動を考慮した、補強盛土の安定値を評価するために、ジオグリッド補強土の一面せん断試験を実施して、補強材の引張り力に起因して増加するせん断応力の決定方法を提案した。その結果、提案式は実測結果を精度よく表現できることがわかった。

参考文献

- 1), 2) 阿部裕, 北本幸義: ジオグリッド補強盛土の挙動と安定解析, 土質工学会論文報告集(投稿中)
- 3), 4) 阿部裕, 北本幸義(1989): ジオグリッドの引抜き特性に関する理論的考察, 第4回ジオテキスタイルシンポジウム発表論文集, pp.101~105.
- 5) Jewell, R.A., Milligan G.W.E., Sarsby, R.W. and Dubois, D.(1985): Interaction between soil and geogrids, Polymer grid reinforcement, Thomas Telford Limited, London, pp.18 ~ 30.

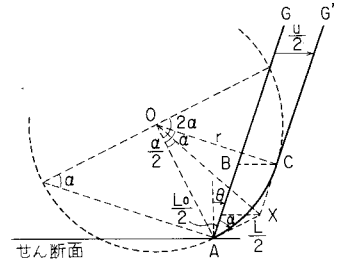


図-5 せん断によるジオグリッドの引抜き

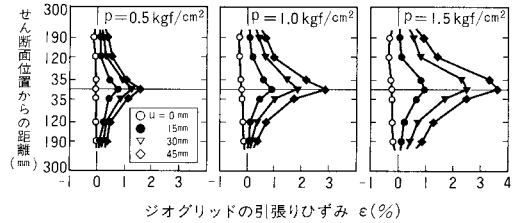


図-6 ジオグリッドのひずみ分布

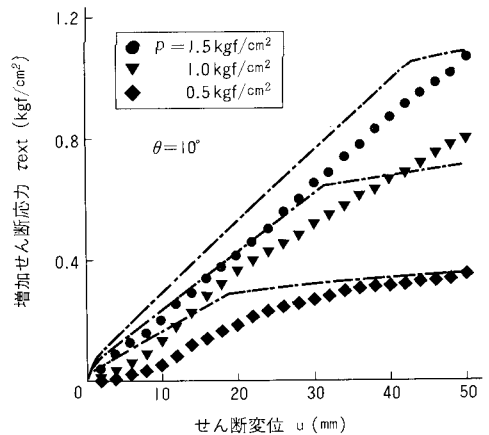


図-7 せん断変位と増加せん断応力の関係