

ジオグリッドの摩擦抵抗について

関西大学工学部 正 員 山岡一三
 関西大学工学部 正 員 西形達明
 関西大学大学院 学生員 ○中家祥介

1. はじめに

本報告はジオグリッドと砂との摩擦発生機構について、一面せん断試験と引抜き試験の結果を比較・検討し、せん断強度と引抜き抵抗の関係を明らかにしようとするものである。特に、引抜き抵抗においては、実際に引抜きに抵抗する有効面積について検討するとともに、Jewell¹⁾の理論を使用してジオグリッドの引抜きによって発生する砂の受動土圧を考慮した引抜き抵抗値を求め、実験結果と比較した。

2. 試験方法

試験装置は、通常のせん断試験機を大型化したもので、せん断試験と引抜き試験の両方を実施できるものである。²⁾ せん断箱の寸法は長さ316mm×幅316mm×高さ140mmの直方体であり、一面せん断試験の場合は下せん断箱を水平方向に移動させて、また引抜き試験では上下せん断箱を固定してその間に設置したグリッドを引き出すことによって、せん断力または引抜き力を測定する。ただし変位速度は1mm/minとした。試験には開口率が56%の一軸延伸グリッドを使用し、試料土は気乾状態の標準砂および平均粒径(D_m)が0.74, 7.5, 15mmの砂の計4種類を用いた。また、引抜き試験ではグリッド自身に伸び変形が起こることが予想されるので、試料土中におけるグリッドの各点の変位を等間隔に6ヶ所で測定した。

3. 引抜き試験結果

引抜き試験中に測定したグリッド各点の変位から、試料のひずみ分布を求めた例として、 $\sigma_n = 1.5 \text{ kgf/cm}^2$, $D_m = 7.5 \text{ mm}$ の場合の結果を図-1に示す。この図から、引抜き部から遠いところではグリッドの伸び変形が拘束され、引抜き部に近いところでは局部的に大きく変形が生じており、結果的に引抜きに抵抗する有効な試料長が減少することになる。そこで、図のようにグリッド最前部のひずみより接線(図中の破線)を引き、横軸との交点の値を有効抵抗長(L_c)と考える。この L_c と全試料長($L_0 = 316 \text{ mm}$)の比と、垂直応力の関係を図-2に示す。この図より、垂直応力が増加すると有効抵抗長が減少していることがわかる。このようにして、有効抵抗長を考慮して求めたものを有効面積法と呼び、最大せん断応力(τ_{max})と垂直応力の関係を示したものが図-3である。比較のために、一面せん断試験結果と有効抵抗長を考慮しない引抜き試験結果(全面積法)を併せて示した。図のように、有効面積法では垂直応力と最大せん断応力がほぼ比例関係を保っているのに対して、全面積法では垂直応力の増加にしたがって最大せん断応力の増加の割合が減少している。これは図-2で示したように現実には有効な抵抗長が垂直応力の増加とともに減少しているにもかかわらず、全試料面積をせん断面積として計算したこと起因し

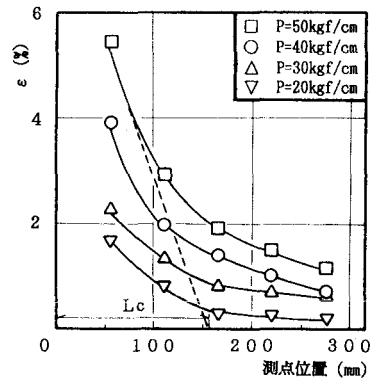


図-1 グリッド内ひずみ分布
 $D_m = 7.5 \text{ mm}$, $\sigma_n = 1.5 \text{ kgf/cm}^2$

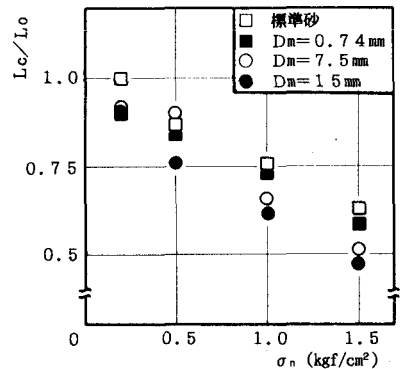


図-2 有効抵抗長の減少量

ているものと思われる。したがって、有効抵抗長は垂直応力が大きくなるほどその減少率が増加することになる。つまり、引抜き試験においては有効抵抗長を考慮しなければ、正しいグリッドの摩擦特性は得られないものと考えられる。

4. 引抜き抵抗に対する理論的検討

図-3において、引抜き試験結果と一面せん断試験結果を比較すると、前者は後者に比べて最大せん断応力が極めて大きな値となっている。これは両者の摩擦発生機構の違いに原因があると考えられる。その点について考察してみると、まず、一面せん断試験のせん断抵抗は図-4(a)に示すように、土とグリッド表面の摩擦抵抗とグリッドの開口部における土自身のせん断抵抗の2つが考えられる。よって、次のように表される。

$$\alpha \tan \phi_0 = A_s \tan \delta + (1 - A_s) \tan \phi_0 \quad \cdots (1)$$

ここで、 α :一面せん断の抵抗係数、 ϕ_0 :土の摩擦角、 δ :土とグリッド表面の摩擦角、 A_s :グリッドの実面積/全せん断面積である。つまり、右辺第1項が土とグリッド表面の摩擦抵抗であり、第2項がグリッド開口部での土自身のせん断抵抗を表している。

次に引抜き試験時の引抜き抵抗は、図-4(b)に示すように、土とグリッド表面の摩擦抵抗およびグリッドの開口部に入り込んだ土の受動土圧による抵抗が考えられる。したがって、次のように表すことができる。

$$\alpha_t \tan \phi_0 = 2 A_s \tan \delta + \alpha_p \tan \phi_0 \quad \cdots (2)$$

ここで、 α_t :引抜きの抵抗係数、 α_p :受動抵抗係数である。つまり、右辺第1項が土とグリッド表面の摩擦抵抗であり、第2項が受動土圧による抵抗である。この受動土圧による抵抗については、Jewellが支圧応力とグリッドの位置に作用している垂直応力の関係から次式を与えている。

$$\alpha_p \tan \phi_0 = \frac{\sigma_b}{\sigma_n} \cdot \frac{B}{S} \cdot \frac{b}{2} \quad \cdots (3)$$

ここで、 σ_b :支圧応力、 σ_n :垂直応力、 B :支圧部の厚さ、 S :支圧部の間隔、 b :グリッドの敷設幅に対する支圧部の割合である。なお、 σ_b/σ_n については、Jewellらは上界値として次式を用いている。

$$\sigma_b/\sigma_n = \exp(\pi \tan \phi_0) \cdot \tan^2(45^\circ + \phi_0/2) \quad \cdots (4)$$

したがって、一面せん断試験結果から式(1)より $\tan \delta$ を求め、これを用いて式(2)より α_t を求めることができる。この結果を理論値として、実際の引抜き試験結果と比較したものが図-5である。この図より粒径の大きい砂利については、理論値と実験値はほぼ近い値を示している。また、計算から引抜き抵抗全体に占める受動抵抗の割合が50~70%という結果となり、引抜き試験においては開口部分に入り込んだ土がグリッドに及ぼす受動抵抗の影響が大きいものと考えられる。

参考文献 1)Jewell, R.A. et al: Interaction between soil and geogrids, Polymer grid reinforcement, Thomas Telford Limited, London, pp.18-30, 1985. 2)西形達明, 山岡一三:ジオテキスタイルの引き抜き摩擦試験, 第1回ジオテキスタイルシンポジウム, pp.41-46, 1986.

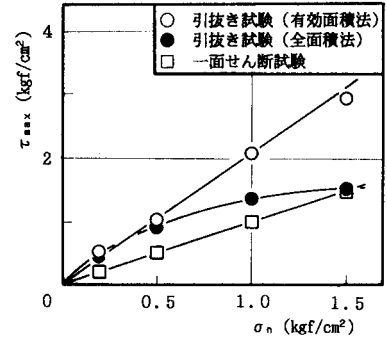


図-3 最大せん断応力と垂直応力の関係 (Dm=7.5mm)

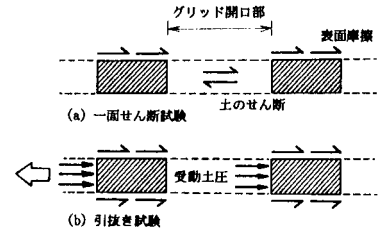


図-4 摩擦の発生機構

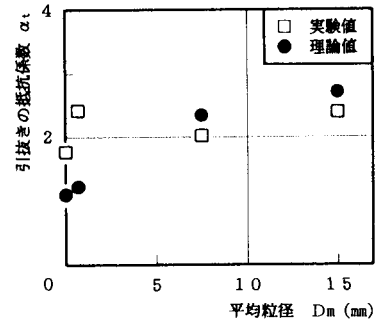


図-5 理論値と実験値の比較