

ポリマーグリッドの引抜き試験結果の評価法

九州大学工学部 ○学 平井貴雄, 正 落合英俊,
正 林 重徳, 学 瀬戸口淳一

1. はじめに

ポリマーグリッドを用いた補強土構造物の破壊は、ポリマーグリッドの引抜け、あるいは破断状態となることが多いと考えられるため、引抜き試験によりポリマーグリッドと土との相互作用特性を調べる研究によりその機構を把握することが必要である。しかし、引抜き試験においては、試験中に無視できない伸びがグリッドに生じるほか、敷設幅や敷設長等の様々な因子が影響を及ぼすため、引抜き試験結果の整理方法は確立されていないのが現状である。本研究は、現在よく用いられる剛塑性論に基づく設計法の設計定数を求めるため、土とジオグリッドの単位系での「引抜き試験」の結果について、特に敷設長の影響を考慮した評価方法を検討したものである。

2. 引抜き試験の結果

試験土槽は、長さ60cm x 幅40cm x 高さ20cmで、供試体は気乾状態の豊浦標準砂を多重ふり落下法を用いて $D_r=80\%$ に作成した。補強材は一軸延伸グリッド(SR2)を幅40cm、長さ60cmで全面敷設した。試験装置・試験方法の詳細およびせん断試験結果は前報¹⁾を参照されたい。

図-1は、引抜き変位と引抜き力の関係を示したものである。載荷圧が $\sigma_v=0.75\text{kgf/cm}^2$ 以下のケースでは、グリッドは後端まで完全に引抜け、引抜き力の増加は途中から鈍くなり、ほぼ一定値に落ち着く(パターン1)。これに対し、引抜き力がポリマーグリッドの破断強度(約 6.2tf/m 、 1.0mm/min)に近くなる $\sigma_v=1.0\text{kgf/cm}^2$ 以上のケースでは、土槽内部のグリッドの状態は変位と載荷圧によってかなり異なる(パターン2)。

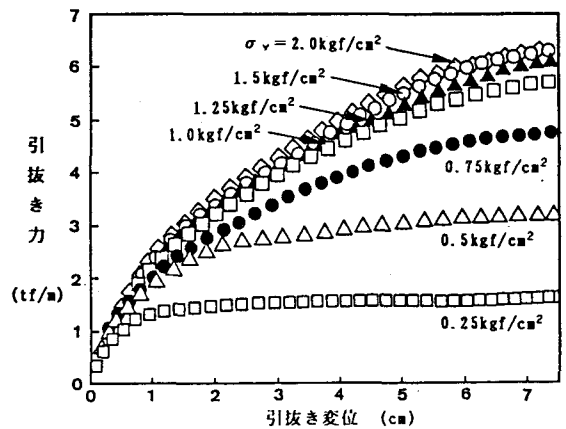


図-1 引抜き変位と引抜き力の関係
(一軸延伸グリッドSR2)

3. 引抜きせん断応力の算定法

図-2は、土中のグリッドの引張力の分布を $\sigma_v=0.5\text{kgf/cm}^2$ (パターン1)と $\sigma_v=2.0\text{kgf/cm}^2$ (パターン2)について示したものである。ここで、引張力の分布とは、空中でのグリッドの引張り試験から得られる引張力と伸びの関係曲線と、実測された土槽内での各節点間の伸びから、グリッドに働く引張力を求め、節点の位置ごとにプロットしたものである。この曲線の任意の位置の勾配がその位置において作用する単位面積当たりの引抜き抵抗力の大きさを示す。パターン1の場合は後方の勾配が直線に近くなるのに対し、パターン2の場合は完全な逆S字形で後方の勾配が特に緩く、後方では引抜き抵抗力にほとんど寄与しない部分があることを示している。したがって、パターン1の場合は、従来のように引抜き力が落ち着いた状態で土槽内の全敷設面積を用いて引抜きせん断応力を計算しても比較的問題は少ない(全面積法)。しかし、パターン2の場合は、引抜き抵抗力に寄与する面積が変位と載荷圧によって異なるため、全面積を用いると、かなり過小評価することとなる。そこで、引抜き有効抵抗長として、後方の引抜き抵抗力に寄与する割合の少ない部分を除外して引抜きせん断応力を求める新たな有効面積法(接線法)を提案する。図-2の中に点線で示すように最大引抜き力(F_{Tmax})が作用する場合の引張力の分布曲線の先端点(T)からその曲線への接線を引き、接点をPとする。点Tから点Pまでのグリッドの長さを引抜き有

効抵抗長(L_T)とし、この L_T までの引抜き抵抗力($F_{Tmax}-F_{TR}$)により、最大引抜きせん断応力を求めるものである。この方法によれば、 L_T より前方の区間に引抜き抵抗力が等分布するように仮定したことと等価である。この場合、最大引抜きせん断応力は(1)式で表わすものとする。

$$\tau_{pmax} = \frac{F_{Tmax} - F_{TR}}{2 \cdot B \cdot L_T} \quad (1)$$

ここで、 τ_{pmax} :最大引抜きせん断応力

B :グリッドの敷設幅 F_{TR} : L_T 以後の引抜き抵抗力

L_T :引抜き有効抵抗長 F_{Tmax} :最大引抜き力

図-3は、引抜き試験の結果を全面積法と接線法で整理して得られた最大引抜きせん断応力(τ_{pmax})と鉛直載荷圧(σ_v)の関係とともに、一面せん断試験の結果より得た最大せん断応力時と残留状態における規準直線(τ_{smax} , τ_{SR})を示したものである。また、図中の一点鎖線はポリマーグリッドの単位幅当りの破断強度と敷設長から次式で計算された全面積法での破断応力(τ_y)である。

$$\tau_y = \frac{f_u}{2 \cdot L}$$

ここに L :敷設長(60cm)

f_u :ポリマーグリッドの破断強度(62kgf/cm)

破断応力以下では、最大引抜きせん断応力は、全面積法でも接線法でもほぼ同程度であり $\tau_{pmax} = \sigma_v \cdot \tan \beta^*$ で表される。しかし、鉛直載荷圧が大きくなり引抜き力が破断強度に近づくと、当然、全面積法で求めた最大引抜きせん断応力は、破断応力と一致し $\tau_{pmax} = \tau_y$ となる。一方、

接線法で求めた最大引抜きせん断応力も、敷設長の関数である破断応力を越えると、直線の勾配が緩くなり $\tau_{pmax} = c^* + \sigma_v \cdot (\mu) \cdot \tan \beta^*$ で表される。敷設長を短くすると、この破断応力は増加し、したがって両整理法の折点の値も次第に大きくなる。さらに、敷設長を無限小とした場合の、最大引抜きせん断応力の上限の規準線は図中の点線であると考えられる。一面せん断試験から得た最大せん断応力規準線の傾きは、その上限規準線の傾きの約130%、残留せん断応力では約110%程度である。

4. まとめ

敷設長に対し載荷圧が大きく破断応力を越える場合、最大引抜きせん断応力は全面積法で求めた値ではかなり過小評価となり、新たに提案した接線法で求めた値に近い。引抜き試験の結果は、接線法を用いて、最大引抜きせん断応力を破断応力を境に二本の直線で近似することができる。二本の直線の折点となる破断応力はポリマーグリッドの破断強度と敷設長によって異なる。また、グリッド表面でせん断破壊するような破壊モードを考える場合も、引抜き試験の結果を用いて予測することができる。

【参考文献】1)林ら:「ジオグリッドの引抜き試験と一面せん断試験の比較」

2)坂井ら:「ジオグリッドの引抜き一斉試験結果について」以上 第4回ジオテキスタイルシンポジウム(1989.12)

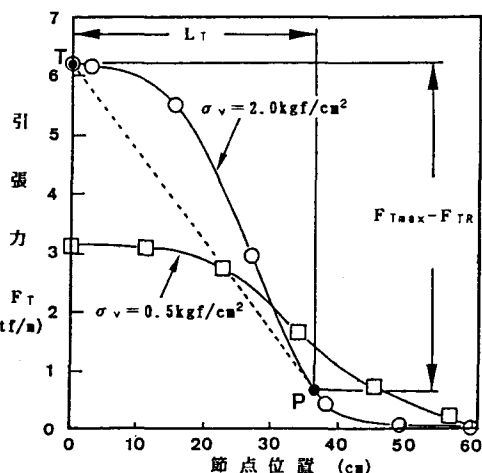


図-2 グリッドに作用する引張力の分布

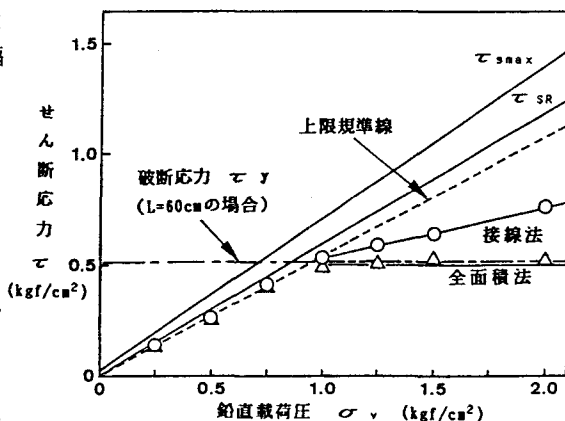


図-3 鉛直載荷圧と最大引抜きせん断応力の関係