

土中におけるポリマーグリッドの引抜き抵抗特性

九州大学工学部 学 ○楊 俊傑 同 正 落合英俊
 " 正 林 重徳 " 正 大谷 順
 清水建設(株) 正 荻迫栄治

1. はじめに ポリマーグリッドによる土構造物の補強のメカニズムを解明し、合理的な設計方法を確立するために、しばしば室内および現場での引抜き試験が実施されている。それらの結果より、(1) ポリマーグリッドは土中でも伸びながら引抜かれており、そのひずみ状態は様々ではない、(2) したがって、グリッドに生じる抵抗力の分布も様々ではなく、残留状態から極限状態さらに初期段階の摩擦抵抗が同時に発現していること、が明らかにされている。そして、当研究室では、このような引抜き試験の厳密な挙動をモデル化した解析・設計法をすでに開発・提案している。^{1), 2)}

しかし、一方、構造物の種類や設計のレベルによっては、従来の極限釣り合い法に代表される剛塑性論による簡便な設計法でも有効かつ十分な場合もある。本研究は、前述のような引抜き抵抗力のメカニズムを踏まえつつも、極限釣り合い法への適用を念頭において引抜き試験の結果より、ポリマーグリッドと土の要素としてのせん断抵抗特性を求める方法を考察・検討したものである。

2. 引抜き試験の結果とせん断応力の算定式

1) 引抜き試験の結果：図-1に、典型的な引抜き試験の結果を模式図として示す。ポリマーグリッドの一端に引張り力を作用させたとき、グリッドの節点変位は下に凸な曲線(a)となり、グリッドに発生する張力の分布は逆S字の変曲点を持つ曲線(c)となる。これは、上述したように伸びながら引抜かれるポリマーグリッドの状態をよく表わしている。張力の分布曲線における任意の位置の勾配が、グリッドがその位置において受けるせん断応力の大きさを示している。(c)曲線は、変位が進行した先頭部においては残留状態のせん断応力が、最も勾配の急な中程ではピーク状態のせん断応力が、さらに、後方の勾配が緩くなる領域では初期のせん断応力が発現していることを示している。従って、勾配が一定であれば、その領域において作用するせん断応力の大きさは等しく、その区間をせん断要素と見なすことができよう。換言すると、引抜き試験の結果において、グリッドに発生する変位の分布および張力の分布が直線を成す時、その領域をせん断要素と考えることができる。

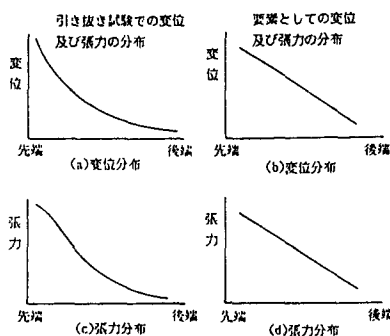


図-1 変位及びひずみ分布の概念図

2) せん断応力の算定式：この変位分布および張力の分布が十分直線で近似できる部分においては、せん断応力が補強材表面に等分布すると考えることができ、その場合のせん断応力は次式で計算することができる。

$$\tau_{max} = \frac{F_{Tmax} - F_r}{2BL_T} \quad (1)$$

ここで、 F_{Tmax} ：最大引抜き力、 F_r ：直線近似した部分より後方で付加される張力、 B ：補強材の敷設幅、

$L_T = \alpha L'$ ：せん断応力算定長である。

3. せん断応力算定長(L_T)の決定法 2. で述べた考えに基づいて試験結果より L_T を決定する方法を述べる。まず、引抜き試験より、図-2に示すような最大引抜き力 F_{Tmax} が作用する場合、グリッド先頭部付近の変位が直線に分布する部分が存在する。この直線を延長して横軸と交わる点Aを決定し、先端点よりAまでの距離を L' とする。次に張力分布図(図-3)においてピーク状態のせん断抵抗領域を直線で近似し、張力ゼロの横座標との交点の位置(長さ)における張力点(P)と先端点(T)を直線で結びその延長と横座標の

交点(E)より L_T を求める。 L_T の間に分布するせん断応力によって張力差($F_{Tmax}-F_r$)が発生したと考える。前に求めた L' と L_T には、 $L_T = \alpha L'$ ($\alpha \geq 1$)の関係が成立するものとする。

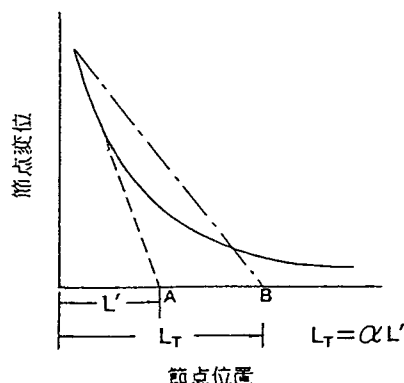


図-2 せん断応力算定長 L_T の決定法 I

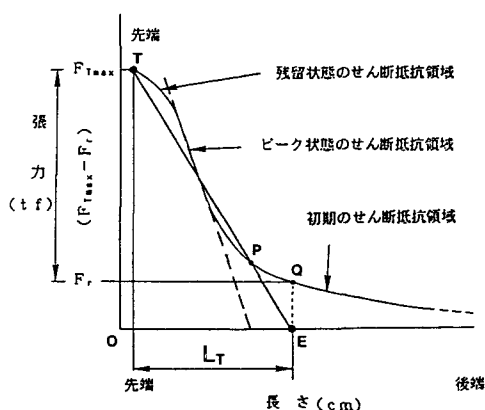


図-3 せん断応力算定長 L_T の決定法 II

この方法によれば

ば、土とポリマーグリッドの接触面における変位分布が直線の場合、曲線の場合、また、ポリマーグリッドが破断する場合も同様の考えに基づいて L_T 、さらにはせん断応力を決定することができる。

4. 引抜き試験及びその結果 試験土槽は、長さ50cm、幅30cm、高さ20cmであり、試料は気乾状態の豊浦標準砂を多重ふり落下法を用いて相対密度80%の供試体とした。補強材にはSS-2タイプのポリマーグリッドを敷設長50cm、幅10cmで使用し、鉛直応力は、0.1、0.2、0.3、

0.4kgf/cm²の4種類で毎分1mmの引抜き速度で試験を行った。次に引抜き試験結果に上述の考えを適用する。図-4に引抜き力と節点変位の関係の一例を示す。これらの結果より最大引抜き力(F_{Tmax})が作用した場合の各節点での変位を整理したものが図-5である。今回の引抜き試験では拘束圧によってはポリマーグリッドが破断した場合もあった。ここで、上述の方法を適用すると、図中に示すようにそれぞれの拘束圧でのせん断応力算定長(L_T)が求まる(ただし、現時点においては $\alpha=1$ を採用する)。

5. まとめ 引抜き試験結果より、式(1)で提案したせん断応力を評価する方法、特に、式中の L_T の決定法について考察した。各拘束圧での最大せん断応力を求め、拘束圧が変化した時の土の最大せん断応力をプロットすれば、 $\tau_{max} = \sigma_n' \tan \delta + C_a$ を用いて強度定数 δ 、 C_a を決定することができ、これらを設計法に導入することができる。

しかし、ここで式(1)の付加される力(F_r)及び係数 α の値についてはまだ解明しておらず、これについては今後の研究課題であるが、この方法によれば土とポリマーグリッドの相互作用が摩擦、部分的伸びを含む引抜きの両方の場合で同じ考えのもとにせん断応力を評価することができ、また、破断した場合をも評価できるという利点がある。

参考文献

- 1)Hidetoshi OCHIAI,et al.(1988):"Pull-Out Behavior of Polymer Grid in Soils and Its Analytical Method",Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyushu University.
- 2)Hidetoshi OCHIAI,et al.(1988):"Field Pull-Out Test of Polymer Grids in Embankment",Proc. Int. Symp. on Theory and Practice of Earth Reinforcement,Japan.

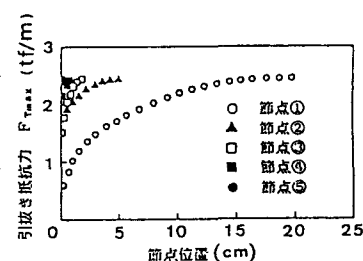


図-4 引抜き試験結果 ($\sigma_n=0.3\text{kgf/cm}^2$)

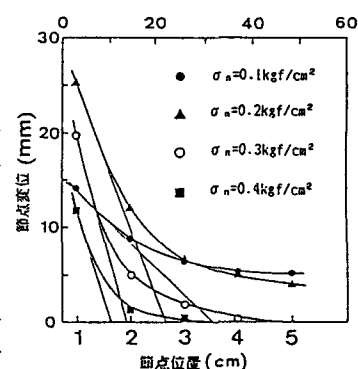


図-5 試験結果による L_T の決定