

ジオグリッドの引抜き抵抗における拘束効果の評価

九州大学工学部 ○学 平井貴雄 正 落合英俊
同 正 林 重徳 学 得丸史郎

1. まえがき

土-ジオグリッド系における引抜き抵抗は、1層敷設の場合(単位系)と複層敷設の場合(複数系)では異なった特性を示す。前者についてはすでに明らかにされている。^{1), 2)} 後者の特性は、土中においてジオグリッドが引抜かれる際に生じる土のダイレタンシー特性と密接に関係している。本文では、このようなダイレタンシー効果の特性を把握するため、単位系で敷設幅を変化させ引抜き試験を行ない、この結果と複数系での結果を比較することにより、複数系の拘束効果の評価について検討したものである。

2. 引抜き試験結果

複数系引抜き試験に用いた一軸延伸グリッド(SR2)の敷設状況と装置の概略を図1に示す。土中に3枚のジオグリッドを縦3段に敷設し、その中央を引抜いた複数系(Multiple unit)と1枚のみを引抜いた単位系(Single unit)の引抜き試験を行った。複数系引抜き試験は、下箱(高さ20cm)と上箱(高さ20cm)を固定し、その間に3段3枚(高さ10cm間隔)敷設したジオグリッドの中央1枚を、ロードセルを介したスクリュージャッキにより変位速度1mm/minで引抜く。3段3枚のうちの上下2枚は、上箱と下箱のそれぞれ高さ10cmの位置に拘束用グリッドとしての役目をもたせるために敷設している。この拘束用グリッドは全面敷設で、端部(4辺)は固定せず、自由な変形を許している。実験は、相対密度80%、敷設長 $L=60\text{cm}$ 、 $B/B_0=1, 0.715, 0.385$ (B :敷設幅、 B_0 :装置幅)、載荷圧 $\sigma_v=0.25, 0.50, 0.75\text{kgf/cm}^2$ の条件で行った。

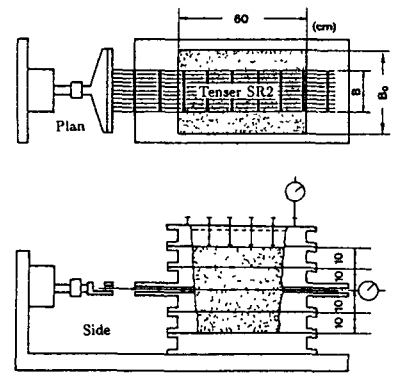


図-1 試験装置の概略図

(1) 引抜き力と引抜き変位の関係

図2 ($\sigma_v=0.50\text{kgf/cm}^2$)に、 B/B_0 をパラメータとして、単位幅当りの引抜き力(F_T)と引抜き変位(X_1)の関係を示す。敷設幅が小さいほど単位幅当りの引抜き力は大きくなる。また、ダイレタンシーの効果が現れないと考えられる全面敷設($B/B_0=1$)の引抜き抵抗に比べ、ダイレタンシーの効果が現れる他のケースは、かなり大きな引抜き抵抗を発揮している。また、拘束用グリッド挿入による引抜き力の増加は、敷設幅が小さいほど大きく、また、その増加の割合は、鉛直載荷圧が小さいほど大きい。 $B/B_0=1$ と $B/B_0=0.715$ では、拘束用グリッド挿入による引抜き力の増加割合には、それほど大きな差はない。しかし、これに比べ $B/B_0=0.385$ では、引抜き力の増加割合がかなり大きくなっている。

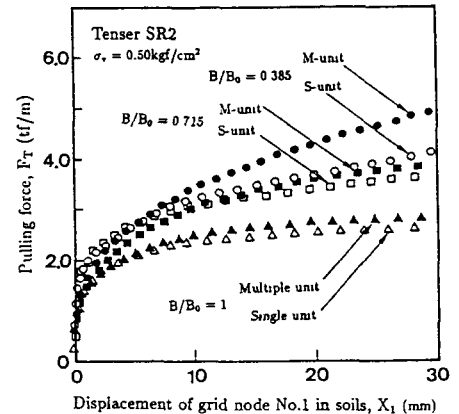


図-2 引抜き力と引抜き変位の関係

(2) 鉛直載荷圧と最大引抜きせん断応力の関係

図3は、複数系と単位系の引抜き試験の結果をから求めた鉛直載荷圧と最大引抜きせん断応力の関係をプロットしたものである。ただし、引抜き試験は、グリッドが後端まで引抜けるケースを想定して行い、 $\tau_{max}=F_{Tmax}/(2 \cdot L)$ で表される全面積法で整理した。図に示すように、単位系での最大引抜きせん断応力は、敷設幅が小さいときほど大きい。これは $B/B_0=1$ の場合では、グリッド面の上下の砂の変形は自由であるが、 $B/B_0=0.715$ と $B/B_0=0.385$ では、グリッド面の上下の砂の変形が周辺の砂によって抑えられるため、その結果とし

て鉛直載荷圧よりも拘束圧が増加するダイレタンシーの効果
が現れるためである。また、図に示すように、拘束用グリッド
挿入による複数系の最大引抜きせん断応力の増加は、 B/B_0
 $=1$ の場合と $B/B_0=0.715$ が同程度で、 $B/B_0=0.385$ では、その増
加量はかなり大きくなる。これは、ダイレタンシー効果と同時
に、拘束用グリッドが周囲の砂とグリッド面の上下の砂の相
対変位を抑えようとするため、ダイレタンシーの効果がより
顕著に現れるためである。ただし、鉛直載荷圧 $\sigma_v=0.75\text{kgf}/$
 cm^2 の $B/B_0=0.715$ では、単位系の場合でも、グリッドの破断強
度に近づくため、複数系にして拘束用グリッドを挿入しても、
引抜き力の増加は小さく、そのため最大引抜きせん断応力の
増加も小さなものとなっている。

(3) 拘束効果

前に述べたように、ダイレタン
シー効果と拘束効果はグリッド面
の上下の砂の変位を抑えようとす
る力が働くことによって発生する
と考え、これらをグリッドに働く
拘束圧の増加として評価する。以
下にその考え方について述べる。
引抜き方向に垂直な方向の拘束効
果は図4の概要図に示すように、
 $B/B_0=0.715$ の場合には作用せず、
 $B/B_0=0.385$ のようにひずみが不均
一な面が、拘束用グリッドを横切

るような場合に作用すると考えられる。また、引抜き方向と平行な方
向の拘束効果は、引抜き変位が大きい前方の領域で働き、後方の変位が
小さい領域では逆にマイナスの効果が現れるものと考えられる。載荷
圧を σ_v 、とすると垂直な方向ではダイレタンシー効果($\Delta\sigma_D$)と垂直
方向の拘束効果($\Delta\sigma_{RW}$)が働き、拘束圧は $\sigma_v + \Delta\sigma_D + \Delta\sigma_{RW}$ となり
、平行な方向では、平行方向の拘束効果($\Delta\sigma_{RL}$)が働き $\sigma_v + \Delta\sigma_{RL}$
となると考えられる。拘束効果全体を $\Delta\sigma_R = \Delta\sigma_{RW} + \Delta\sigma_{RL}$ とすると、結
局、鉛直載荷圧と最大引抜きせん断応力の関係は、図5のように表さ
れていると考えられる。また、実測の引抜き試験から、 $\Delta\sigma_R$ 、 $\Delta\sigma_D$ の
値は σ_v の関数で表わされる結果を得ている。

3. まとめ

複数系で作用する拘束効果は、引抜きにともなうダイレタンシーによるひずみの不均一により発生し、その効果は、鉛直載荷圧が小さいほど大きい。このような効果を考えると、応力状態と敷設位置によっては、全幅敷設でなく部分敷設が有効な方法であると考えられる。

参考文献

- 1) 平井ら；土とジオグリッドの相互作用特性とその評価法，第25回土質工学研究発表会：pp2073-2076
- 2) 平井ら；ジオグリッド引抜き試験結果の設計への適用例，第45回土木学会年次学術講演会：Ⅲpp324-325

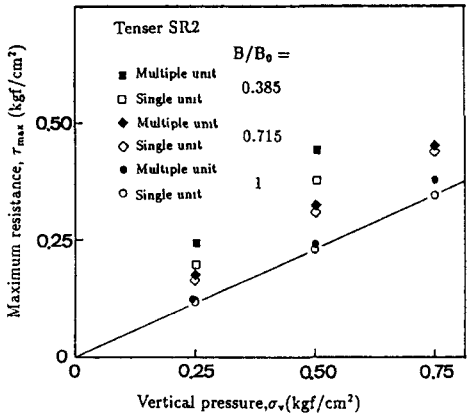


図-3 最大引抜きせん断応力の載荷圧依存性

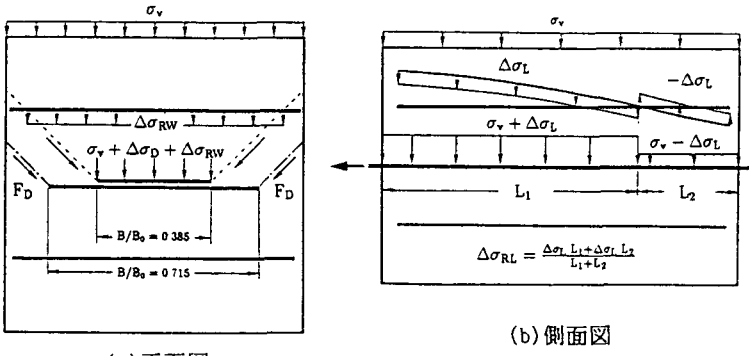


図-4 拘束効果の概念図

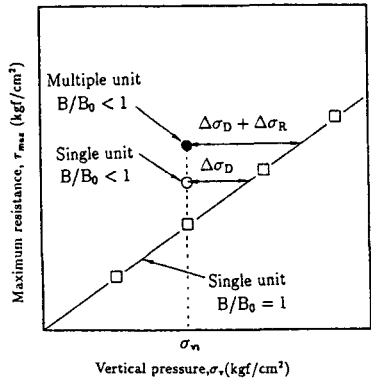


図-5 最大引抜きせん断応力に及ぼす拘束効果の影響