

改良型引抜き装置によるジオグリッドの土中クリープ挙動

苫小牧高専 正会員 中村 努
 北大院工学研究科 フェロー会員 三田地 利之

はじめに

ジオグリッドを用いた補強土工法が永久構造物に対しても広く行われるようになってきた。クリープ変形を考慮した設計が重要となってきた。しかしジオグリッドの土中クリープ挙動は、いまだ未解明の部分が多く、クリープを考慮した設計を行う場合でも土とジオグリッドの相対変位は全く考慮されずクリープ限度強さを用いているのが現状である¹⁾。一方筆者らはこれまで土とジオグリッド間の摩擦特性を一面せん断試験によって評価し^{2),3)}、その結果から土中でのジオグリッドのクリープ変形挙動を計算により推定する方法を示してきた⁴⁾。そこで本研究ではジオグリッドの土中クリープ試験を行い、計算による推定結果との比較検討から、ジオグリッドの土中クリープ挙動を明らかにすることを目的とする。

実験方法

試験装置の概略を図-1に示す。土槽のサイズは幅:220×長さ:500×高さ:200 mm であり、引抜き口の大きさは4 mm とした。ジオグリッドは土槽中央に全面敷設して約125 mm おきに節点にピアノ線を固定し、土槽後方に取り出して変位を計測した。ジオグリッドに一定の引抜き力を載荷するため、ロードセルと剛結したペロフラムシリンダーを用い空気圧によって載荷した。引抜きクリープ荷重はジオグリッドの単位幅あたり30,40,50 kN/m とし、載荷開始は0 kN から5 kN/m² min の載荷速度で所定のクリープ荷重まで増加させた。垂直応力は74 kPa とし、計測時間は100時間とした。

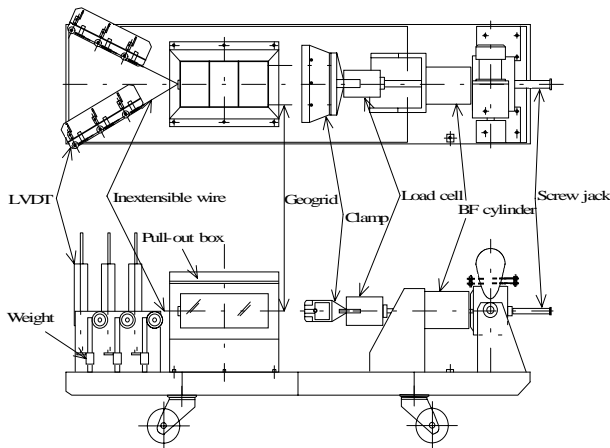


図-1 試験装置

推定計算に用いたパラメータ

ジオグリッドの土中クリープ変形挙動はジオグリッドの土中端からの距離を x とすると、土とジオグリッドの相対変位: $u=u_p$ となる点を $x=x_p$ とし、 x_p よりも土中端側(1)と引抜き口側(2)に分けて以下のようにあらわすことができる⁴⁾。ここで u_p は土とジオグリッドのせん断応力が残留状態に至るまでに生じた相対変位を表す。

$$(1) \quad 0 \leq x \leq x_p \text{ のとき} \\ u = \frac{u_p}{\cosh(ax_p)} \cosh(ax) \quad (1)$$

$$(2) \quad x \geq x_p \text{ のとき} \\ = \frac{T}{S} + \frac{1}{S} \cdot \log t = \frac{du}{dx} \quad (2)$$

$$u = \frac{r}{S} (x - x_p)^2 + \left(\frac{T_p}{S} + \frac{1}{S} \cdot \log t \right) (x - x_p) + u_p \quad (3)$$

ここで用いたパラメータは、ジオグリッドの変形係数 $S=806 \text{ kN/m}$ 、土とジオグリッド間のせん断試験結果³⁾から得られた強度定数 $\phi=33.5^\circ$ 、 $c=3 \text{ kPa}$ 、および今回のクリープ試験におけるジオグリッドの空中部分での時間~ひずみ関係から求めたクリープ係数 $\alpha=0.0025$ である。

結果と考察

図-2は土中クリープ試験から求まる引抜き力~引抜き量関係を示したものである。参考として在来の引抜き試験(引抜き速度一定)の結果を破線でプロットした。両試験結果ともクリープ載荷荷重に達するまではほぼ一致した経路をたどり、その後引抜き試験では引抜きに至るまで引抜き力が増加しているのに対し、クリープ試験では引抜き力が一定に保たれたまま時間の経過とともに引抜き量が増加している。

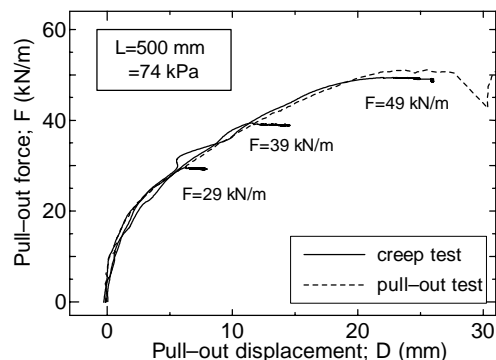


図-2 引抜き試験とクリープ試験の比較

図-3は土中のジオグリッドの各節点の変位分布を示したものである。計算結果に注目すると、クリープ荷重が小さな

キーワード：ジオグリッド、クリープ、土中変形挙動

〒059-1275 苫小牧市字錦岡443番地 TEL:0144-67-8058 FAX:0144-67-8028

場合 ($F=30 \text{ kN/m}$) には時間経過による変位の増加が引抜き口付近 ($x = 500 \text{ mm}$) でのみ生じているが、クリープ荷重が大きな場合 ($F=50 \text{ kN/m}$) では土中深くにまでその範囲が及んでいる。実験結果から得られた変位分布にも同様の結果が見られたが、両者を比較すると変位量は実験結果のほうが小さい値が得られた。この原因として、試験装置前壁によって生じるアーチ効果、ジオグリッドの節点部分の局所的な変形等が考えられる。

図-4 はクリープ試験から求まるひずみ分布の計算結果との比較を示したものである。

この図から時間経過によるひずみの増加量は計算および実験の両結果とも近い値を示し、その発生範囲もほぼ等しく得られた。以上の結果より実験に用いたジオグリッドのサイズを考慮すると、計算結果はジオグリッドの土中クリープ変形挙動をよく推定しているといえる。

図-5 は実現現場のスケールを想定し、敷設長を 3000 mm とした場合の計算結果から得られた土中のジオグリッドの変位とひずみの分布を示したものである。クリープ荷重および垂直応力は今回の実験にあわせ $F=40 \text{ kN/m}$, $=74 \text{ kPa}$ とし、経過時間は 10^6 (h) まで計算した。図より敷設長が 500 mm の場合(図-3.4 の中段)と比較すると、クリープの発生範囲が小さくなっているが引抜き口部分での変位量およびひずみの大きさはわずかに小さく得られただけである。またこの図より、引抜き口部分のジオグリッドのひずみが 6% 程度でもその部分の変位量が 15 mm 程度にまで達していることが分かる。このことからクリープ変形後のジオグリッドのひずみが、クリープ限度強さを求める際に目安とされる土の破壊ひずみ ($10\text{-}15\%$ 程度) 以下であっても、時間の経過に伴い補強土構造物に重大な変形を生じる可能性のあることが分かる。

まとめ

クリープ試験を実施し、土中クリープ挙動の推定計算結果との比較検討から、以下の結論を得た。

1. 変位分布の比較 (図-3) では計算結果は全体的に実験値よりも大きく示されたが、分布形状は全体的に近似している。これはクリープ試験 (引抜き試験を含めて) 特有の誤差によるものと考えられる。

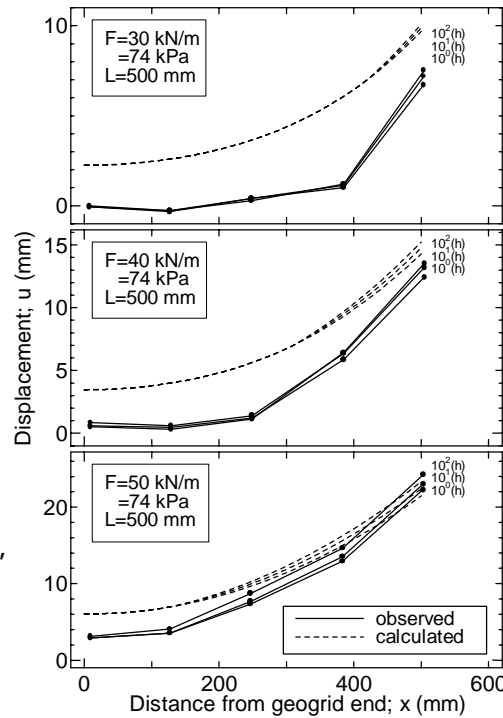


図-3 変位分布

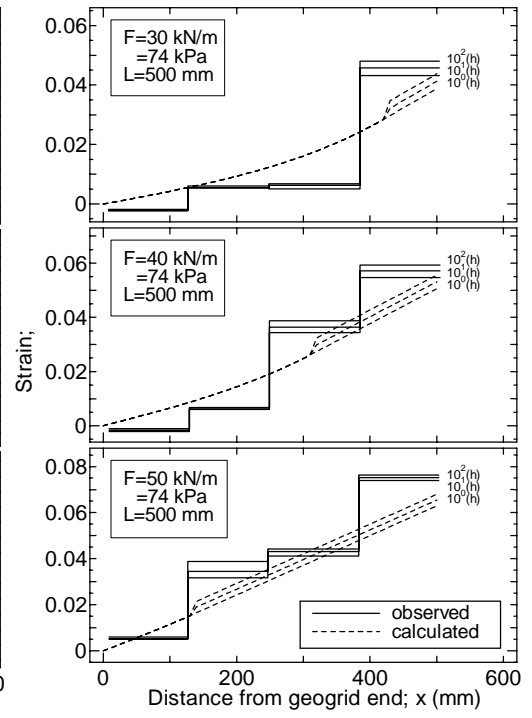


図-4 ひずみ分布

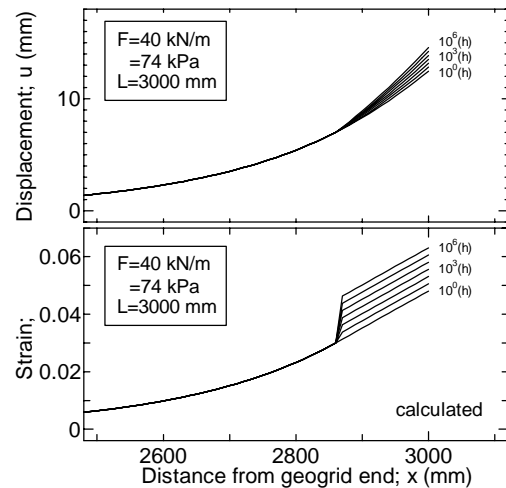


図-5 計算結果 ($L=3000 \text{ mm}$)

2. 土中のジオグリッドに生じるひずみ分布およびクリープ変形の発生範囲はよく推定できた。
3. ジオグリッドに生じるひずみが小さくても、土とジオグリッド間に生じる相対変位によって補強土構造物に重大な変形を生じる可能性がある事を確認した。

【謝辞】本研究の実験実施にあたり、西田浩太君 (現信州大学学生)、小田僚子君 (現東京工業大学学生)、山田佳央君 (現北海道ハイウェイシステム(株)) に協力を得た。また、原健二氏(太陽工業(株))には貴重な助言をいただいた。末筆ながら感謝の意を表します。

【参考文献】1)ジオテキスタイル補強土工法普及委員会,ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル[改訂版], p.p.25-27,2000. 2)Nakamura, T. et. al; Direct shear testing method as a means for estimating geogrid-sand interface shear-displacement behavior, Soils and Foundations, Vol. 39, No. 4, p.p.1-8, 1999. 3)中村努,他;室内試験によるジオグリッドの引抜き変形挙動の推定法,地盤工学会北海道支部技術報告集,第 41 号, p.p.264-271, 2001. 4)中村努,他;クリープを考慮したジオグリッドの土中変形挙動の推定法について,土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集, p.p.592-593, 1999.