

Ⅲ-B 296 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

苫小牧高専 正会員 中村 努
 北大院工学研究科 正会員 三田地 利之
 苫小牧高専 正会員 池浦 勲

はじめに

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、その結果から土中のジオグリッドの変形挙動を計算により推定する方法を示してきた^{1)・2)・3)}。一方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、それに伴いクリープを考慮した設計が重要となった。そこで本研究では、すでに提案した推定式を発展させ、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を試みた。

クリープを考慮した土中変形挙動の推定方法

土中の微少部分で生じている土とジオグリッド間のせん断応力～水平変位の関係を図-1の様に単純化すると、せん断応力 τ は引抜きにともないジオグリッドの土中端方向に向かって増大し、図-2の様に分布する。ここで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 $x=x_p$ として x_p よりも①土中端側 ($0 \leq x \leq x_p$) と②引抜き端側 ($x \geq x_p$) に分けることができる。ここで、②の区間 ($x \geq x_p$) すなわち $\tau = \tau_r$ (τ_r は図-1の残留状態でのせん断応力) である区間でのみジオグリッドのクリープを考慮し、①の区間 ($0 \leq x \leq x_p$) では張力が小さいことからクリープの発生を無視する。また、ジオグリッドに生じるひずみ～時間の関係は図-3の様にクリープ限度強さ以下の張力の範囲では、張力によらず一定の傾き (α) を持つと仮定すると、土中のジオグリッドの相対変位 u 、せん断応力 τ 、張力 T の分布を以下のように計算することが出来る³⁾。

① $0 \leq x \leq x_p$ のとき

$$u = \frac{u_p}{\cosh(ax_p)} \cosh(ax) \quad \text{ここで} \quad a = \sqrt{2k/S} \quad (1-1)$$

$$\tau = \frac{ku_p}{\cosh(ax_p)} \cosh(ax) \quad (1-2)$$

$$T = \frac{2ku_p}{\operatorname{acosh}(ax_p)} \sinh(ax) \quad (1-3)$$

S : ジオグリッドの変形係数

② $x \geq x_p$ のとき

$$\varepsilon = \frac{T}{S} + \alpha \cdot \log t = \frac{du}{dx} \quad (2-1) \quad \text{を用いて}$$

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

$$T = T_p + 2\tau_r (x - x_p) \quad (2-3)$$

$$T_p = \frac{2ku_p}{\operatorname{acosh}(ax_p)} \sinh(ax_p) \quad (2-4)$$

T_p : $x = x_p$ での張力

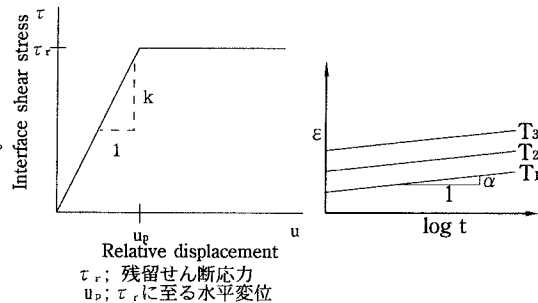


図-1 土とジオグリッドの摩擦特性 図-3 クリープ特性

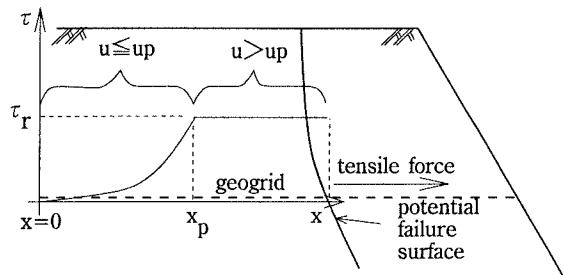


図-2 せん断応力の分布

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

以上の結果について、 x にジオグリッドの引抜きにより時々刻々と変化する定着長（ $L-u_{x=0}$ ）を代入することにより、引抜き端における張力 T を引抜き力 F 、相対変位 u を引抜き量 d として計算することが出来る。なお今回の計算で用いた各パラメータはジオグリッドの変形係数： $S=637\text{kN/m}$ 、一面せん断試験から得られた $\tau_r=39\text{kPa}$ 、 $u_p=0.7\text{cm}$ 、またクリープ係数は、張力 $T=31.0\text{kN/m}$ （ 3.16tf/m ）としたときの気中クリープ試験結果を引用し $\alpha=0.01$ とした⁴⁾。

計算結果

図-4は引抜き端での引抜き力と引抜き量の関係の時間変化を示したものであり、定着長は $L=100, 300\text{cm}$ の2種類で計算を行った。 $L=100\text{cm}$ としたときに 80kN/m 付近で曲線が切れているのは引抜きに至ったためである。この図より、大きな張力が引抜き端にかかるほど大きなクリープひずみが発生していることがわかる。また、定着長を長くしてもクリープによるひずみの増加量は変わらない。すなわち必要以上に長くジオグリッドを敷設してもクリープの影響による変形を軽減することは出来ない。図-5は、土中のジオグリッドのひずみを知るために、引抜き端に 29.6kN/m の引抜き力がかかったときの土中のジオグリッドのひずみおよび張力の分布を示したものであり、定着長を 100cm として計算したものである。この図から、クリープひずみは張力が約 $20\sim 30\text{kN/m}$ の範囲（ $x=86\sim 100\text{cm}$ ）で生じ、時間の経過と共に引抜き端付近では大きなひずみが発生していることが分かる。図-6は引抜き端に働く引抜き力を変化させたときの引抜き量と経過時間の関係を示したものである。引抜き力が小さな場合に比べ、引抜き力が大きくなると時間の経過に伴う引抜き量の増加率が大きくなる。なお、引抜き力が 14.5kN/m のときは、引抜き端においても残留状態に至っていないために前述の仮定からクリープを考慮する区間が存在しないことになり、時間が経過しても引抜き量の増加が見られない。

まとめ

今回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を示した。計算結果から、①定着長の違いがクリープ特性に影響を及ぼさないこと、②引抜き力が大きいと時間の経過に伴う引抜き量の増加率が大きくなることが分かった。しかし土中のジオグリッドのクリープ現象はまだ未解明の部分が多く、今後は各種実測データとの比較や土中でのクリープ係数： α の決定法などについての検討が必要である。

[参考文献]

- 1) Nakamura, T. et. al; Some factors affecting the results of soil-geogrid direct shear test, Proc. of the International Symposium on Earth Reinforcement, pp.123-128, 1996.
- 2) 中村努、他;異なるせん断試験方法によるジオグリッドの土中挙動の推定結果について、地盤工学会北海道支部技術報告集、第38号、pp. 229-234、1998.
- 3) Mitachi, T. et. al; Estimation of in-soil deformation behavior of geogrid under pull-out loading, Proc. of the International Symposium on Earth Reinforcement, pp.121-126, 1992.
- 4) 建設省土木研究所、他;ジオテキスタイルを用いた補強土の合理的な設計法に関する共同研究報告書（その2）、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、1992.

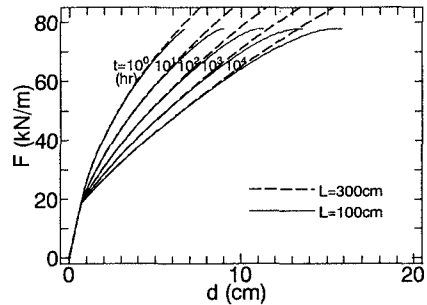


図-4 引抜き力～引抜き量関係

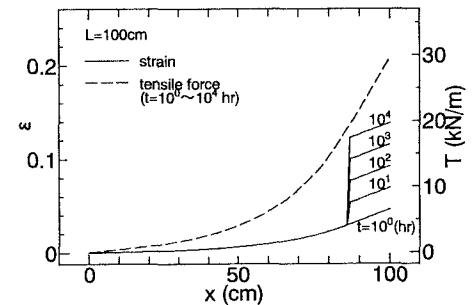


図-5 ひずみ、張力の分布

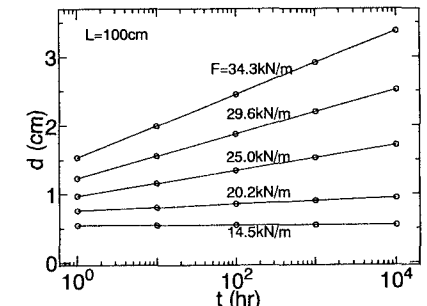


図-6 引抜き量～時間関係