

Ⅲ-780

ジオグリッドの引抜き抵抗に及ぼす敷設幅の影響

佐賀大学 理工学部

学員○

渡辺恵二

佐賀大学 低平地防災研究センター

正員

林 重徳

佐賀大学 理工学部

学員

マロロ C. アルファロ

1. まえがき

現在、ジオグリッドを用いた補強土工法は、盛土ののり面勾配と安全率の確保、よう壁に作用する土圧の軽減及び土中応力の分散と不同沈下の抑制などを目的に用いられている。その補強土効果は明らかにみられるが、土とジオグリッドの相互作用メカニズムは、未だ不明な点もある。

著者らは、これまでに実施した引抜き試験とその考察において、引抜き箱の横幅より狭い供試体幅で試験を行うと、ジオグリッドの両端部周辺の土にダイレイトゾーンと非ダイレイトゾーンが生じ、これらの境界部分で発生するせん断応力によって、ジオグリッドに作用する垂直応力に影響を及ぼすことを明らかにしている。したがって、ストリップ状に敷設した場合、このような垂直応力の増加に伴って引抜き抵抗の増加が期待できるため、より経済的な設計も可能となる。本研究では、プレッシャーバッグによる垂直応力およびジオグリッド敷設幅を種々変化した一連の引抜き試験によって、ダイレイタンシーによる垂直応力の増加量およびその影響幅を明らかにする。

2. 引抜き抵抗のメカニズム

密な土中のストリップ状の補強材を引抜くときには、ダイレイタンシーの影響のために、三次元的な相互作用メカニズムが伴ってくる。即ち、ストリップ状の補強材を引抜くと、補強材と土の間にせん断応力と変形を生じさせる。そして、せん断応力を受けた周囲の密な土は、膨張する傾向がある。しかしながら、両端部の体積変化は、周囲の膨張していない領域の土によって拘束され、補強材表面の垂直応力の増加をもたらす。幅の広い供試体を用いた場合、土と補強材の相互作用は、図1に示すように中心付近では二次元的に、両端部では三次元的な表面摩擦メカニズムの組み合わせとなると考えられる。

このことから、引抜き抵抗を P_{TE} (kN) とすると、つぎの関係式で表現することができる。

$$P_{TE} = 2 \cdot B \cdot L_e \cdot \sigma_n \tan \delta_p + 4 \cdot B_e \cdot L_e \cdot \Delta \sigma_n \tan \delta_p \quad (1)$$

B : 補強材の幅 (m), L_e : 引抜き有効抵抗長 (m), σ_n : 垂直応力 (kN/m^2),

B_e : ダイレイタンシーが影響する両端部の幅 (m), $\Delta \sigma_n$: B_e の範囲に増加する垂直応力 (kN/m^2),

δ_p : 土と補強材の表面摩擦角 ($^\circ$)

この式において、粘着力を無視し、二次元および三次元摩擦メカニズムでは、表面摩擦角は同じであるとしている。それ故に、垂直力が増加することにより付加される引抜き抵抗は、この式の第2項で表され、これを、 P_{3-D} と表示する。この値は、異なる垂直応力の元で、異なった幅の補強材を引抜くことにより、得ることができる。

3. 引抜き試験の装置と方法

引抜き試験装置の断面および平面を図2に示す。引抜き箱は、縦1.5m・横0.6m・高さ0.4mであり、下箱に試料土を詰め、補強材を土槽中央に敷設し、土中の補強材の変位を測定するため、補強材の横リブに細いワイヤーをとりつけ箱外に引き出して、LVDTに接続している。また、ワイヤーは、土との摩擦を除くために、フレックスチューブの中を通してある。補強材を敷設した後、上箱に試料土を詰める。垂直応力はプレッシャーバッグにて载荷し、引抜き箱内壁面はシリコングリースとラバーメンブレンにより壁面摩擦を軽減している。1時間ほど载荷した後に、スクリージャッキを用いて引抜き速度を1mm/minの一定速度で、補強材を引っ張る方法である。引抜き試験中垂直応力は一定で、先頭の引っ張り力と土中の各リブの変位を測定した。補強材にはジオグリッド(SR-80)

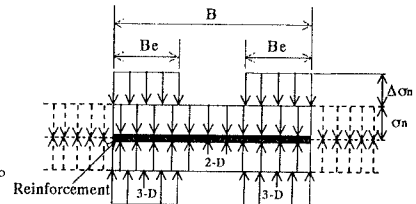


図. 1 二次元および三次元相互作用メカニズム

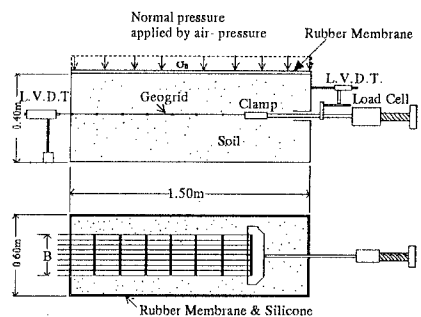


図. 2 引抜き試験装置

を用い、敷設幅は、0.12m、0.16m、0.21m、0.32m、0.46m および0.58mの6ケースとし、各幅において、鉛直応力は4段階に変え、試験を行った。

4 試験結果および考察

壁面との摩擦を軽減している引抜き箱よりわずかに狭い幅 ($B=0.58\text{m}$) で行ったものは、全体が二次元的な相互作用メカニズムとみなすことができる。この結果より、(1)式の第1項を求めることができる。

全ての整理に用いた、引抜き限界抵抗長は、次式により表される。

$$L_e = L_T = F_U / 2 \cdot (c + \sigma_n \cdot \tan \phi) \quad (2)$$

F_U : ジオグリッドの破断強度 (kN/m)
 c : 試料土の見掛けの粘着力 (kN/m²)
 σ_n : 垂直応力 (kN/m²)
 ϕ : 試料土のせん断抵抗角 (°)

まず、全幅 ($B=0.58\text{m}$) 引抜き試験の結果より、引抜き摩擦数 (c_p, δ_p) が求まり、それぞれ、 0 kN/m^2 、 35° である。次に、各幅の試験結果より、引抜き力と(1)式の第2項との差を、求めることができる。

引抜き試験の結果を図3に示す。(1)式の第2項のみを示したものが図4である。これらの図より、次の傾向がわかる。

a) 垂直応力の増加に伴って、三次元的な摩擦抵抗は減少する。これは、垂直応力の増加によってダイレイトが減少することが、一般に言われており、ダイレイタンシーが主な要因である三次元抵抗メカニズムを説明することができる。

b) 三次元メカニズムにおいては、引抜き抵抗の供試体幅の影響が明らかである。 P_{3-D} がもっとも大きな値を示しているのは、 $B=0.20\text{m}$ と 0.30m の場合である。供試体の幅が引抜き箱の幅に近づいていくと、両端の非ダイレイトゾーンが減少し、拘束するせん断力が減少するため、 P_{3-D} は、小さな値を示していく。また、 $B < 0.20\text{m}$ 以下の範囲でも P_{3-D} の減少がみられる。これは B が重なり合う状態となるためであり、この範囲の引抜き抵抗は全面的に三次元的メカニズムである。即ち、今回用いた補強材と土供試体の場合、 $B \approx 0.10\text{m}$ と考えることができる。

5 まとめ

幅の広いストリップ状の補強材の場合、土と補強材引抜き現象における相互作用は、中心部での二次元的な抵抗メカニズムと両端での三次元的な抵抗メカニズムとの組み合わせであることがいえる。

三次元抵抗メカニズムは、周囲の非ダイレイトゾーンの土によって、ダイレイトゾーンの土の膨張が妨げられるときに生じるせん断応力によるものである。

今回用いた補強材と土供試体の場合、補強材の幅が 0.20m 以上の範囲においては、二次元および三次元抵抗メカニズムが組み合わさった状態となり、幅を次第に狭くし $B \leq 2B_e$ となると、摩擦抵抗メカニズムは、三次元的になる。

<参考文献>

- Alfaro, M.C., Miura, N. and Inaba, Y. (1994). Laboratory Testing on Soil-Geogrid Reinforcement Interaction. Proc. on Geotextiles Standard Testing Methods, Tokyo, pp. 37-44.
- Hayashi, S., Makiuchi, K. and Ochiai, H. (1994). Testing Methods for Soil- Geosynthetic Frictional Behavior-Japanese Standard. Proc. 5th Intl. Conference on Geotextiles, Geomembranes and Related Products, Singapore, pp. 411-414.

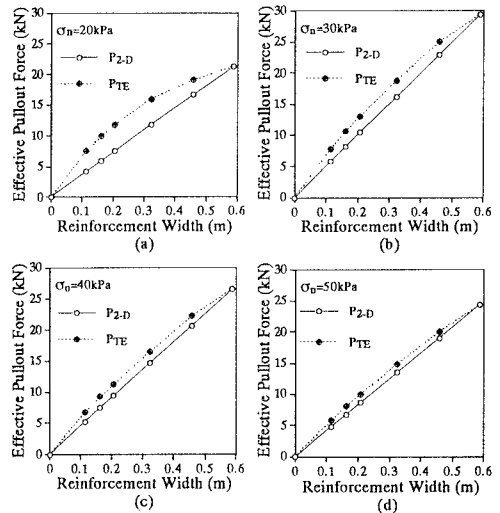


図. 3 引抜き試験結果

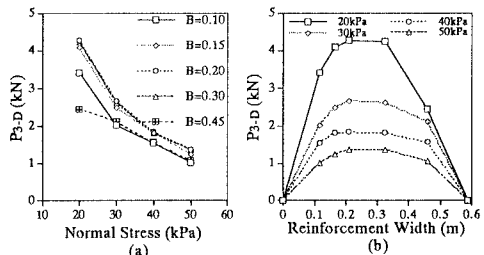


図. 4 P_{3-D} に及ぼす σ_n と B の影響