

超軟弱地盤上に敷設されたジオグリッドの張力算定に関する一考察

九州大学大学院 学生会員 宇高 幸生 正会員 善 功企
 正会員 陳 光斉 正会員 笠間 清伸

1. 目的 重機の搬入、および人の歩行でさえ困難な超軟弱地盤に対し、地盤改良を行う重機等のトラフィカビリティ確保のための工法の一つとして、ジオグリッドを用いた表層処理工法がある。この工法の実用化に伴い、ジオグリッドに発生する張力の算定を試みた研究が行われてきたが、局所的な変形を扱っており、超軟弱地盤上に広域的に敷設されたジオグリッドに対しては、十分な検討がなされていないのが現状である。そこで本研究は、実施工を対象にして、得られる観測データをもとに、地理情報システム(GIS)を用いて広域的に敷設されたジオグリッドの挙動および張力に関する考察を行った。

2. 内容

2.1. 研究対象 四方を護岸で囲まれた領域に含水比約 150～350%の浚渫粘土を用いて埋め立てられた面積約 60ha の超軟弱地盤の表層処理を対象としている。この施工は、超軟弱地盤上に一枚もののジオグリッドを敷設し、その上に敷砂を行うことでトラフィカビリティを確保することを目的としている。この現場では、1.8mの敷砂を7層の段階に分けて行う予定である。観測データとして、敷砂層厚、ジオグリッドの張力および変位等を観測しており、その観測データをもとに GIS を用いて広大な施工領域の状況把握を行っている。

2.2. 観測データからの検討 図-1 は、施工領域のある張力計設置地点における敷砂層厚、ジオグリッドの張力および変位の経時変化を示したものである。この変位は、施工開始前の状態からの変位を表している。図-1 より、敷砂層厚は、時間の経過とともに比例的に増加していく。張力は、初期段階でピークに達し、それ以降は、一定の張力値に安定する傾向がみられる。また、敷砂層厚の増加に伴ってジオグリッドの変位も変化し、沈下傾向を示している。この施工領域には、こういった敷砂、ジオグリッドの張力および変位の関連がみられる地点が多数確認されている。図-2 は、施工現場における敷砂施工開始から数日後のジオグリッド張力分布を、GIS により可視化したものである。色が濃い部分ほど発生張力が大きく、黒点は張力計設置場所を意味している。本研究では、実線部を解析断面とし、さらにこの断面上の張力点 A に着目した。広大な施工領域においては、施工条件や地盤状況などの違いから、図-2 のように領域による張力の違いや、ジオグリッドの変形形状の違いが生じる。そのため、不陸等が発生し、現場でのジオグリッドの変形形状を単純にモデル化することは容易ではない。そこで、観測データのジオグリッドの変位に着目した検討を行った。

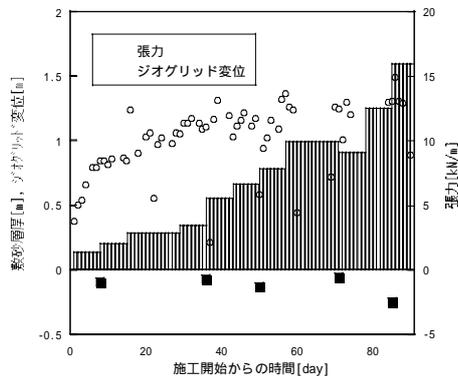


図-1 観測データの経時変化

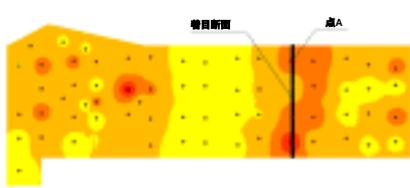


図-2 張力分布と着目場所

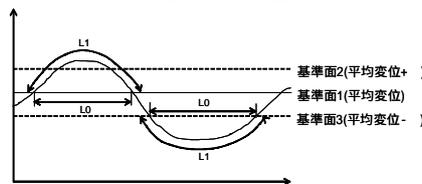


図-3 ジオグリッドの変形簡略図

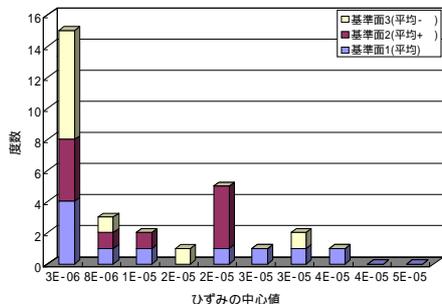


図-4 敷砂 2 層完了時のひずみ分布

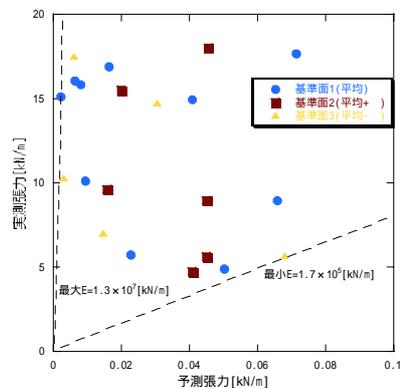


図-5 計算張力と実測張力の比較

キーワード 軟弱地盤 ジオシンセティック 施工管理

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 工学研究院共同実験棟 2F 防災地盤工学研究室 092-642-4399

ジオグリッドの張力は、 $T=E$ で表されるので、そのひずみに着目した。ジオグリッドの平均変位、平均変位±（標準偏差）の3ケースで基準面を設定し、基準面とジオグリッドとの交点間のそれぞれの距離（基準面 L_0 、ジオグリッド L_1 ）から L_0 に対するひずみを算出する。概略を図-3に示す。敷砂1~5層完了時について行った。図-4に、着目した解析断面において、敷砂2層目完了時に関する基準面1,2,3に対して得られたひずみの頻度分布図を示す。得られたひずみと、現場での引張試験から得られるジオグリッドの変形係数 $E=2000[\text{kN/m}]$ により張力を算出し、これと実測張力とを比較した結果が図-5である。計算値と実測値には大きな違いがあり、最大で4オーダーもの違いが生じる。このような施工では、施工段階の進行とともにひずみも大きくなるが、その値は非常に小さい。したがって、ジオグリッドに発生するひずみによる張力の算定では、 $E=16$ 万~1300万 $[\text{kN/m}]$ の係数が必要であり、現実的ではない。そこで、実務でよく用いられる山内・後藤の式による検討を行う。

2.3. 理論式による検討 実際の設計で利用されている山内・後藤の式を式(1)に示す。モデル図を図-6に示す。広域的に敷設されたジオグリッドに発生する張力を一義的に算定することを試みる。

$$q_d = acN_c + T \left(\frac{2\sin\theta}{B} + \frac{N_q}{r} \right) + \gamma D_f N_q \quad (1)$$

ここに、 q_d ; 極限支持力、 a ; 形状係数、 c ; 軟弱地盤の粘着力、 N_c, N_q ; 支持力係数、 T ; ジオグリッドの引張り強度、 B ; 敷砂施工幅、 γ ; 地盤の単位体積重量、 D_f ; ジオグリッドのめり込み量、 r ; 荷重領域近傍の地盤の変状を近似的に円とみなしたときの仮想円半径、 θ ; ジオグリッドの傾斜角とする。ここでは超軟弱地盤を対象とするため $D_f=0$ とし、また $c=0.02[\text{kN/m}^2]$, $N_c=5.14$, $N_q=1.0$ とする。施工開始後30日までに、 $B=40[\text{m}]$ として敷砂層厚の実測値を用いた場合の点Aに関する張力理論値と実測値を比較した結果を図-7に示す。張力は θ の影響をあまり受けず、点Aに関しては、 $r=6[\text{m}]$ を用いることで理論式より実測張力を再現できることがわかる。このような検討を施工領域の張力計設置点の数点を対象に実測張力を再現できる r を算出し、施工領域の数箇所で行われた表層からの深度0.5mのベーン試験結果から得られるせん断強度を、GISを用いて全域の分布を予測し、これより得られるせん断強度と r の関係を表したものが図-8である。 r とせん断強度の分布を図-9, 図-10に示す。これより、せん断強度が小さい地域では比較的 r が大きく、せん断強度の大きい地域では r が小さいことがわかる。このように、広域一体型ジオグリッドに発生する張力を理論式より算定する際には、地盤のせん断強度に応じた r を採用することで、局所的に発生する張力を算出できる。

3. 結論

ジオグリッド変位からひずみを算出する手法を提案し、ひずみが非常に小さいことがわかった。

現場のデータを用いて逆解析的に r 、 B を決定し、その r とせん断強度との関連を見出した。

<参考文献> 1) 上野 誠：土質データのばらつきと設計「3. 地盤データの二次処理(統計的処理手法と実際)」、土と基礎、(社)地盤工学会、350巻、pp79-80、1987。

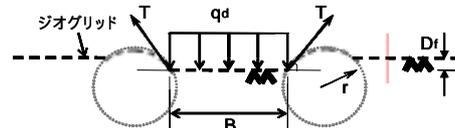


図-6 ジオグリッドの変形モデル

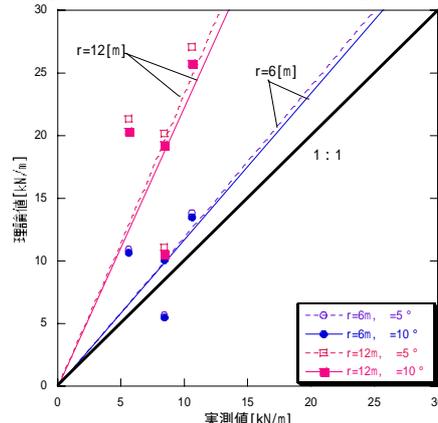


図-7 張力の実測値と理論値の比較

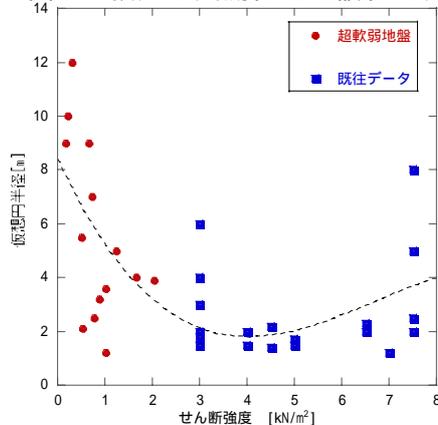


図-8 せん断強度と r の関係¹⁾

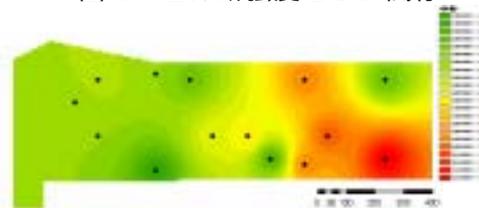


図-9 r の分布

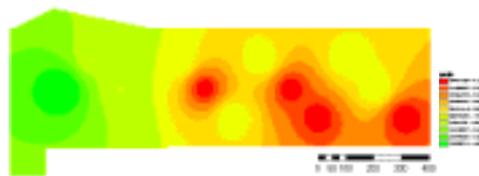


図-10 せん断強度の分布