

敷設材工法の現場計測事例とその解析

長崎大学工学部 学○ 小澤 元彦 長崎大学工学部 正 棚橋 由彦
西日本工業大学 正 平尾 和年 三井石化産資(株) 正 高岡 恭三
茨城大学工学部 正 安原 一哉

1. はじめに

軟弱地盤や埋立地などで、施工機械等のトラフィカビリティを確保するため、ジオテキスタイル等の敷設材と良質の均等土を敷設することにより、地盤の支持力を増加させるのが敷設材工法である。敷設材工法では、均等土を撒き出す先端部分が最も不安定となり、その時敷設材に働く力学メカニズムを把握することが重要となる。¹⁾しかし室内実験において、敷設材に働く応力が計測された例は在るが、現場で計測された例は皆無である。本研究は、敷設材に働く力学的メカニズムの把握を目的とし、現場実験として初めてひずみの計測を行った事例の解析を行うと共に、実際の施工を想定したシミュレーション解析を試みるものである。

2. 現場計測事例

現場計測は、下関・長府港湾関係関連用地の一面で行われた。当該地は浚渫土による埋立地である。3カ月間放置後、敷設材として、ジオグリッドと不織布を敷設、平成3年11月～平成4年4月に一次覆土を完了している。計測は①一次覆土を掘削、②ジオグリッドを露出、③ジオグリッドSS-2を裁断、④ひずみゲージ付きジオグリッドの貼付け(2カ所)、⑤一次覆土の埋め戻し過程でひずみ量の計測、⑥1ヵ月放置後二次覆土(1m)でのひずみ量の計測、の順序で行われた。

図-1に測点A(図-2参照)の現場計測結果を示す。

3. 解析方法²⁾と解析モデル

地盤モデルとして塑性流動、側方隆起を伴う大変形に対応できる関口・太田モデル、ジオテキスタイルにBeam要素を、インタラクションとしてJoint要素を用いた。解析方法は、Biotの三次元圧密理論を基に、上述のモデルを導入した有限要素連成解析に依った。解析モデルは、軟弱地盤層厚を12.6m、モデル長は軟弱地盤層厚の約4倍とし、要素数420、節点数403に要素分割を行った。変位境界条件は底面を完全拘束、側面を水平変位のみ拘束、水理境界条件は表面、底面を排水、側面を非排水とした。なお、今回の解析では、

⑤の一次覆土埋め戻し過程を対象した。(図-1参照)解析モデルを図-2、入力パラメータを表-1に示す。

4. 解析結果および考察

解析結果と実測との比較を図-3に示す。実測値の測点A、Bの比較から、1/2埋め戻し過程において、測点Bの計測結果が測点Aに比べ非常に小さいことが分る。本来、測点Aと測点Bはほぼ同じ深度にあり、同一条件で計測を行えば、近似した値を示すと予測できる。その後の埋め戻し終了までを比

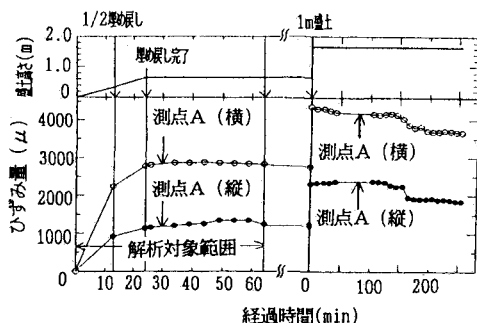


図-1 計測結果

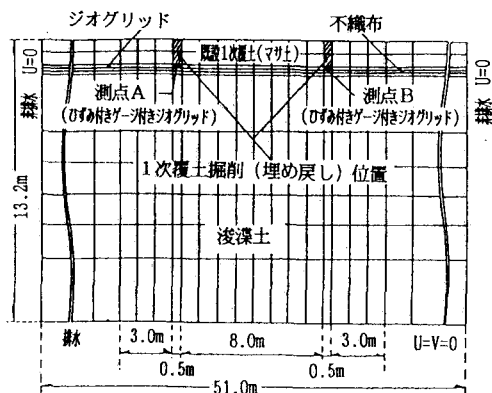


図-2 解析モデル

表-1 入力パラメータ

D : ダイレクシアン係数	0.112~0.124
A : 非可逆比	0.85
M : 限界応力比	0.923~1.02
ν : 有効応力に基づくポアソン比	0.378~0.405
k_{x0}/γ_w : x方向の透水係数(m/day)	1.09×10^{-4}
k_{y0}/γ_w : y方向の透水係数(m/day)	1.09×10^{-4}
σ_{v0} : 鉛直先行圧密力 (tf/m ²)	0.54~8.68
K_0 : 先行時の静止土圧係数	0.608~0.645
σ_{v1} : 鉛直有効上載圧 (tf/m ²)	0.54~8.68
K_1 : 原位置での静止土圧係数	0.54~8.68
α : 二次圧密係数	0.0067
V_0 : 初期体積ひずみ速度	1.1×10^{-7}
λ : 圧縮指数	0.485
e_0 : 先行時の間隙比	2.60

較すると、ほぼ同一の傾向を示していることから、なんらかの要因で1/2埋め戻し過程において測点Bが過小に計測されたものと考えられる。測点Aについては解析値がほぼ良好に実測ひずみの経時変化を表現している。また、測点Bでは1/2埋め戻し過程において差異が認められるが、その後の傾向は適切に表現している。以上のことから、現場計測結果を良好に表現できる解析モデルの構築ができたと考えられる。

5. 実際の施工を想定したシミュレーション解析

前述の解析モデルおよび入力パラメータを用いて、実際の施工を想定したシミュレーション解析を行う。先の現場計測事例の解析と実際の施工では次の相違点が挙げられる。①覆土撤き出し法、②施工機械が考慮されていない。そこで覆土の撤き出し法に格子型撤き出しを、施工機械に4tf

(車長 $L=3.4\text{m}$ 、車幅 $D=2.3\text{m}$)のブルドーザを想定する。覆土厚さは 0.5m 、施工速度を実際の施工に合せ $1.7(\text{m/d})$ とし、施工機械は覆土撤き出し過程に伴い、解析モデル上に $1.7(\text{m/d})$ で移動すると仮定して解析を行う。シミュレーション解析での仮定の概略を図-4に示す。すなわち施工機械の重量は、 $q=1.17(\text{tf/m}^2)$ と等価な節点力で、覆土撤き出し完了域は、 $\gamma_t=1.7(\text{tf/m}^3)$ を、 0.5m 厚の要素に入力し、覆土撤き出しフロントより前方は覆土撤き出し $\gamma_t=0(\text{tf/m}^3)$ とする。覆土撤き出し開始位置は水平変位のみ拘束した。変位境界条件、水理境界条件ともに現場計測事例の解析と同様とした。

6. シミュレーション解析結果の考察

図-5に地表面変形図の経時変化を示す。図から経過時間2日の時、撤き出し開始位置で沈下量が最大になっている。その後、覆土延長の増大、施工機械の移動と共に、撤き出し開始位置での沈下量は、減少する(経過時間3日参照)。変形の絶対量(最大隆起量-最大沈下量)は、経過時間1日の時、最大となり、経過日数と共に減少する傾向を示している。これは覆土撤き出し時ほど不安定となる、敷設材工法の特徴を示している。しかし最大隆起量は常に、撤き出し開始位置から 0.85m の位置に存在している。これは撤き出し開始位置の境界条件を水平に拘束したため、沈下に側方隆起がこの位置に集中したためだと考えられる。実際の施工では、覆土延長の変化と共に、最大隆起を起こす位置も変化するものと想像される。従って、撤き出し開始位置の境界条件の再検討が必要となろう。

7. まとめ

今回の解析結果から、現場計測事例を適切に表現できる解析モデル、入力パラメータを構築することができた。また、今後、境界条件を再検討したモデルによるシミュレーション解析を行う予定である。

《参考文献》

- 1)『ジオグリッド工法』ガイドライン, pp.229-242, ジオグリッド研究会, 1990.7.
- 2)棚橋・平尾・安原・高岡・西村(1992):第7回ジオテキスタイルシンポジウム論文集, pp.10-20.

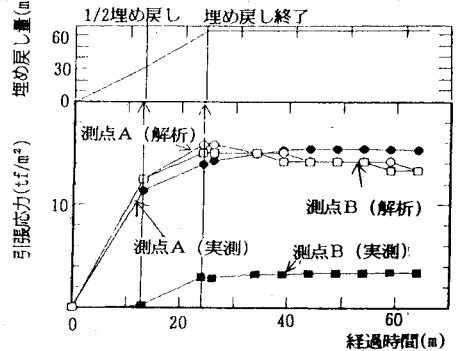


図-3 実測値と解析値の比較

4t級ブルドーザ($L=3.4\text{m}$, $D=2.3\text{m}$)

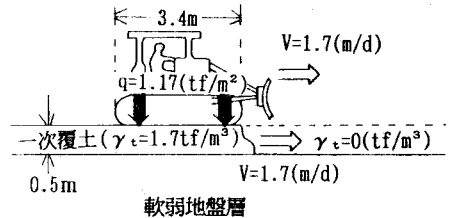


図-4 シミュレーション解析での仮定

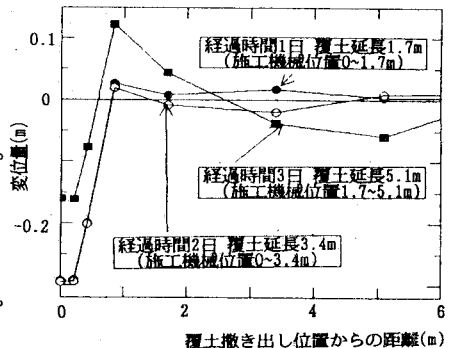


図-5 地表面変形図