

Ⅲ-B 360

ジオグリッドで補強された粘性土盛土の挙動解析

清水建設(株) 技術研究所 正会員 ○荻迫栄治

清水建設(株) 技術研究所 正会員 了戒公利

清水建設(株) 北海道支店 正会員 境 吉秀

1. はじめに 北海道帯広にて盛土本施工に先立ち、高さ 4.4m の試験補強盛土が実施された。著者らは試験盛土に用いられた盛土材とジオグリッドとの引抜き試験を実施し、土とジオグリッドの引抜きせん断抵抗特性について明らかにした¹⁾。本研究では、盛土盛り立て時の挙動について、引抜き試験より得られた土とジオグリッドの引抜きせん断抵抗特性を取り込んだ有限要素解析法を用いてシミュレーションを行い、解析値と実測値の比較を行うことにより、補強盛土の挙動および解析手法の妥当性について検討を行ったものである。

2. 試験盛土の概要 試験施工箇所の基礎地盤は上部より有機物を含む砂質シルト、シルト質細砂および礫混じり砂から成っている。盛土材として用いられたのは、シルト岩ずり、風化岩および風化岩にセメント系改良材を混合した安定処理土の3種類であるが、今回解析の対象としたのは前二者である。表-1に基礎地盤ならびに盛土材の物性を示す。また、補強材にはFRP系ジオグリッド(引張強度 5tf/m, 引張剛性 230tf/m)を用いている。盛土は図-1に示すように法面勾配 1:0.5, 高さ 4.4m で、施工基盤 1m の上に施工されている。

3. 解析手法 著者らは試験盛

土に用いた盛土材とジオグリッドについて実施した引抜き試験の結果から、土とジオグリッド間に作用する引抜きせん断抵抗 τ はある値 τ_0 を越えるまで変位が進行

せず、 τ_0 を越えた後は $\tau_1 = \tau - \tau_0$

と変位 u の関係は双曲線で近似できることを明らかにした¹⁾。そこで、この関係を有限要素法を用いた解析法に取り込むために土とジオグリッド間にジョイント要素を配置し、ジョイント要素のせん断剛性 K_s を次のように定義することとした。

$$\tau \leq \tau_0 \text{ のとき } K_s = \infty \approx 10^{10} \quad (1), \quad \tau > \tau_0 \text{ のとき } K_s = (1 - \tau_1 / \tau_{ult})^2 \cdot K_{si} \quad (2)$$

ここで、 K_{si} は初期せん断剛性である。また、 τ_0 、 τ_{ult} および引抜きせん断抵抗の極限値 τ_{ult} は上載圧 σ_n との間に次のような摩擦則が成り立つ。

$$\tau_0 = c_0 + \sigma_n \tan \delta_0, \quad \tau_{ult} = c_1 + \sigma_n \tan \delta_1, \quad \tau_{ult} = c + \sigma_n \tan \delta \quad (3)$$

4. 解析条件 解析に際しては2次元平面ひずみ条件を仮定し、上で示した土とジオグリッドの相互作用を考慮した解析法(以後提案法と呼ぶ)を用いた場合と、相互作用を無視し盛土および地盤をソリッド要素、ジオグリッドを棒要素でモデル化するのみの解析法(以後通常法と呼ぶ)による場合の両方を試みた。荷重は盛土自重を物体力として作用させ、地盤および盛土材の応力~ひずみ関係には Duncan-Chang の非線形弾塑性モデルを用い、土質試験結果に基づきパラメータを決定した。

5. 解析結果

(1) ジョグリッドのひずみ

図-2はシルト岩ずりの2段目のジオグリッドに発生するひずみ分布を示したものである。黒ヌリが解析値を白ヌリが実測値を表している。解析値

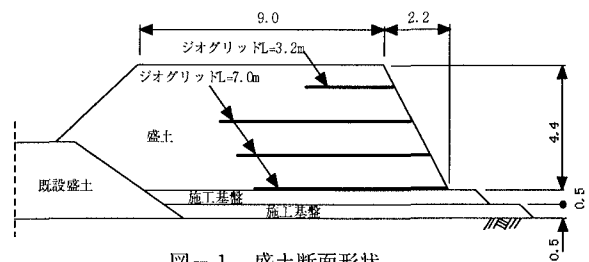


図-1 盛土断面形状

キーワード: ジョグリッド, 補強盛土, 粘性土, 有限要素法, 引抜き抵抗

〒135-8530 東京都江東区越中島3丁目4番17号 TEL: 03-3820-5533 FAX: 03-3820-5959

は提案法を用いた場合と通常の解析法による場合の両方を示している。提案法を用いた場合の解析値はひずみ分布が実測値とよく似ており、また、定量的にもピーク値が若干小さめではあるが実測値に近い値となっている。一方、通常法による場合の解析値はピーク値が小さく、先端部と後端部の値が大きく、全体としてなだらかな分布形状を示しており、実測値との一致度は提案法の場合に比べて悪くなっている。

図-3は風化岩の2段目のジオグリッドに発生するひずみ分布を示したものである。シルト岩ずりの場合と同様、通常法による場合の解析値はほとんどピークを示さず、ジオグリッド全長に渡ってほぼ均等なひずみ分布を示す。これに対し、提案法を用いた場合は、実測値に比べて前方のひずみは小さく、後方のひずみは大きい傾向はあるが、実測値とほぼ同じ位置でピークを示す山型の分布を示しており、実測値により近い分布となっている。

(2) 安全率

図-4は風化岩の場合における Mohr-Coulomb の破壊規準に対する各要素の局所安全率のコンター図を示したものである。盛土法尻付近と奥部で一部1.5以下の部分があるが、1を下回る箇所は存在せず、従って、盛土は安定していると考えることができる。シルト岩ずりの場合も同様である。実際の盛土も盛り立て時ならびに盛り立て終了後も特にすべりや破壊等の現象は生じておらず、解析結果は現実の現象を裏付けていると考えられる。

(3) 土とジオグリッド間のせん断応力

図-5はシルト岩ずりおよび風化岩2段目に敷設されたジオグリッドと土の間に働くせん断応力の分布を示したものである。図中黒ヌリはジョイント要素のせん断応力解析値を、また、白ヌキはその時の鉛直応力から(3)式によって計算される極限せん断応力を表している。シルト岩ずりの場合でジオグリッド後端部で若干せん断応力が上昇しているものの、全般的には法面側の先端部で大きく後方に行くほど小さくなる傾向を示している。また、極限せん断応力に対して発生せん断応力は1/3~1/4程度であり、ジオグリッドの引き抜けに対しては十分に安全であると言える。

6. おわりに 引抜き試験より得られた引抜きせん断抵抗特性を導入した有限要素解析法を用いて、ジオグリッド試験補強盛土についてシミュレーションを行い、解析値と実測値の比較を行った。その結果、通常の解析法に比べて定性的にも定量的にもひずみ分布を精度よく評価することができ、提案した解析手法の妥当性が確認された。また、今回対象としたような粘性土を盛土材として使用しても、高さ4~5m程度の盛土であればジオグリッドで補強することが十分に可能であることが解析の上からも検証された。

参考文献 1) 荻迫栄治・丁戒公利:粘性土におけるジオグリッドの引抜き抵抗の評価,第32回地盤工学研究発表会講演集,1997.7

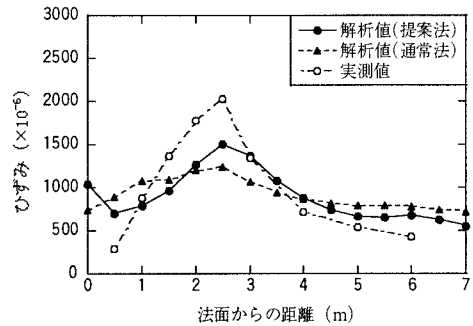


図-2 ジオグリッドのひずみ分布(シルト岩ずり:2段目)

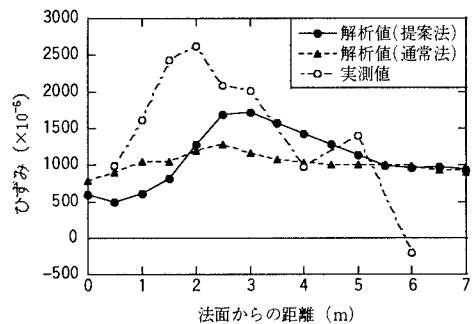


図-3 ジオグリッドのひずみ分布(風化岩:2段目)

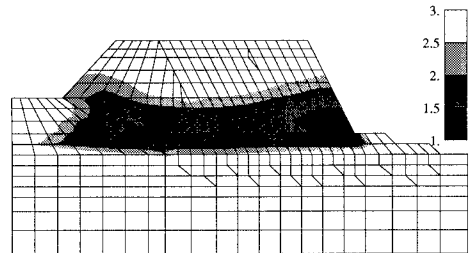


図-4 安全率コンター図(風化岩)

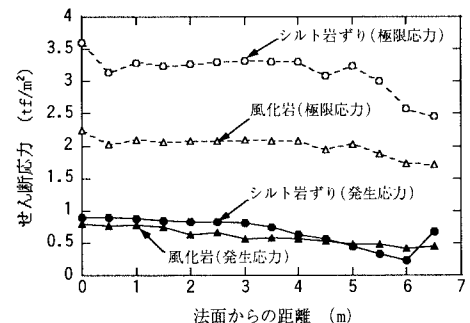


図-5 土とジオグリッド間のせん断応力分布(2段目)