

III-95

ジオグリッドを使用した補強盛土の変形解析（第3報） — 不連続性を考慮した補強盛土の再解析 —

日本道路公団
同上
東京インキ㈱
佛銭高組技術研究所 正会員

羽根田 汎美
森山 守
矢幅 哲夫
鳥海 寿美男

1. はじめに

ジオグリッドを用いた急勾配盛土工法が開発かつ導入されてからわずか数年であり、今だジオグリッドの補強効果に関して明解に解明されていない。本報告は第2報を引継ぎ、1) ジョイントと土との間に働く最大せん断抵抗力からせん断方向バネ定数を求め、そして2) その定数を使用して補強盛土の再解析を行なった結果について述べたものである。

2. 補強盛土の変形解析

ジョイント要素部（ジオグリッドと土の間の不連続面部）を除く連続体部（土）は、弾塑性挙動を示すと仮定し、ここではR. Von Mises の解析理論に従った。ジオグリッドと土の間の不連続面については、岩盤の節理、シーム、断層におけるせん断すべりならびに圧縮と引張りに伴う開口、閉合問題を取扱うR. E. Goodman 等が開発したジョイント要素理論に従った。

1) せん断・鉛直方向バネ定数

ジョイント要素のせん断特性、すなわちせん断方向バネ定数は、最大引抜きせん断応力の1/2を通過する直線の傾きとして求めた。図-1に垂直応力におけるそれぞれの k_s をプロットした。この関係からせん断方向バネ定数の一次式として、

$$k_s = k_{s0} + A \cdot \sigma_n = 0.18 + 0.0608 \sigma_n$$

ここに、 k_s ：ジョイント要素のせん断方向バネ定数の一次式、 k_{s0} ：初期せん断方向バネ定数(kgf/cm²)、 A ：せん断方向バネ定数の増分量を得る。

一方、ジョイント要素の圧縮特性、すなわち軸方向バネ定数は、供試体に所定の垂直応力を加えた時、その瞬間に発生した圧縮変位量を垂直変位 δ とみなし、垂直応力の関係から、次ぎに示す一次式

$$k_n = k_{n0} + B \cdot \sigma_n = 0.14 + 1.8967 \sigma_n$$

ここに、 k_n ：ジョイント要素の軸方向バネ定数の一次式、 k_{n0} ：初期鉛直方向バネ定数(kgf/cm²)、 B ：軸方向バネ定数の増分量を得る。

2) 地盤構成及び材料定数

図-2に地盤の構成並びに表-1に地盤・材料定数を示す。補強盛土内へのジョイント要素の配置に関しては、種々計算また検討した結果、その要素を旧盛土底面と補強盛土体底部の間に設けることで観測値と一致することが分かった。

ジョイント要素に用いた定数は、

せん断方向バネ定数 : $k_s = 0.230$ kg/cm²
垂直方向バネ定数 : $k_n = 1.708$ kg/cm²
粘着力 : $c_j = 0.260$ kg/cm²
せん断抵抗角 : $\phi = 10.2$ deg
である。

3. 解析結果

1) グリッドの引張り

図-3にジオグリッドに生じる引張り力分布を示す。先ず、観測値に注目すると、盛土ののり面に最も近い位置で最大引張り力が発

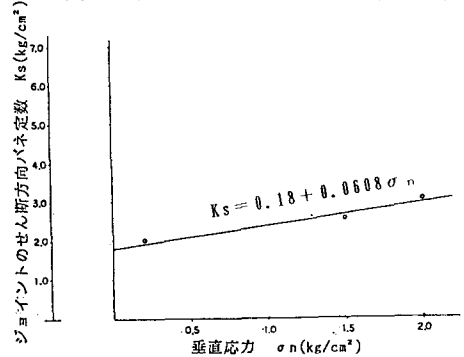


図-1 せん断方向バネ定数と垂直応力の関係

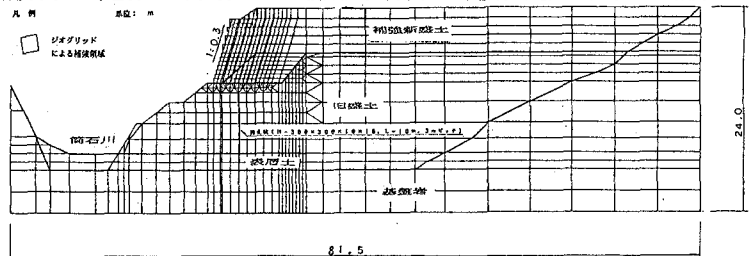


図-2 地盤の構成

表-1 地盤・材料定数

	γ (t/m ³)	c (t/m ²)	ϕ (deg)	E (t/m ²)	σ_y (t/m ²)	E_c (t/m ²)	ν
凝灰岩	2.1	13.8	54	$1.16E+20$	$8.0E+3$	0.0	0.167
表層土	1.8	1.5	14	110	55	0.0	0.350
旧盛土材	1.3	2.0	20	630	150	0.0	0.330
補強盛土材	1.3	0.5	25	1360	150	0.0	0.300

	E (t/m ²)	σ_y (t/m ²)	E_c (t/m ²)	ν	A (m ²)	I (m ⁴)
ジオグリッド	$3.8E+5$	∞	0.0	0.350	$3.6E-4$	$6.8E-5$
抑止杭 (H-100)	$2.1E+7$				$1.19E-2$	

生し、中央部から後方に至るにしたがって引張り力は準じ減少している。一方、解析値に注目するとE1～E5の位置で計算された引張り力は観測値よりも3～9kg/本程度少なく計算されているが、分布傾向は非常に似た傾向を示している。また、E6～E10、E11～E15及びE16～E20に着目すると、最大引張り応力はE7～E11～E16の位置となる。そして、のり面並びに中央部から後方部に至ると引張り力は準じ減少しており、観測値と非常に良い一致を示している。ここで、観測値はのり面側で最大引張り力が発生しているが、これは施工時において、のり面崩壊防止のためにジオグリッドに緊張力を作させたためと考えられる。したがって、観測値からこの値を引くとほぼ等しい値となることが分かる。

2) 補強盛土の沈下と基礎地盤の変形

図-4に補強盛土の層別沈下と基礎地盤の変形状態を示す。補強盛土の層別沈下は、盛土底面の位置では観測値と解析値は非常に良い一致を示しているが、上に行くにしたがって解析値は観測値を上回る沈下量となった。この理由としては、基礎地盤が軟弱な地盤であり、その上に約9mの補強盛土を構築すると基礎地盤には大きな圧縮沈下が生じる。そしてこれに追従して補強盛土自体も凹状に変形すると共に、土塊を被っているジオグリッドには大きな引張り力が発生することになる（S0層）。次いで補強盛土の層数が増加するにつれて基礎地盤の沈下も落ち着くようになり、この段階から変形の少ない安定した補強盛土が形成されるようになる。しかしながら、ジオグリッドに発生した引張り力に注目すると、E3付近においてわずかに変化点がみられ、基礎地盤の沈下にもなう影響がいくらか残留しているように思われる。一方、S2層に達すると観測値と解析値が反転する結果となっている。これは前項で述べた緊張力とS1からS2に至る間にかなり安定した補強盛土が補強土層が形成されたことにより、観測値は解析値を下回る結果になったと思われる。したがって、今回の補強盛土はやや軟弱な地盤の沈下に対して柔軟性を持って追従し、ある程度の曲げ変形が生じた時には本来の補強効果を十分に発揮して、全体的に安定した盛土体であることが確かめられた。次ぎにのり先のベクトルに注目すると、観測値と解析値では沈下量に差がみられるが、変位の方向は非常に良い一致を示している。

4. まとめ

今回の解析結果をまとめると、今回の観測結果と同様、一般的に補強盛土内のジオグリッドに生じる引張り力は非常に小さい値であることが知られている。これはジオグリッドと土との間には何んらかのすべりが発生していない段階と言える。したがって、実際の運用に際しては、ジョイント要素を省略した通常の解析のみで十分にジオグリッドに発生する引張り力を得ることができる。しかしながら、補強盛土の変形パターンは実際と相違することが考えられる。一方、盛土内にジョイント要素を導入したとしても設置部を試行錯誤的に求めて行かなければ観測値と一致しないことが分かった。

【参考文献】1)鶴岡、岩崎、島海、高岡：ジオグリッドを使用した補強盛土の変形解析（第2報）、土木学会第44回年次学術講演会、昭和64年10月、2)R. E. Goodman, R. L. Taylor, T. L. Brekke : A Model for the Mechanics of Jointed Rock, Proc. A.S.C.E., Vol. 94, No. SM3, pp. 637-659, May. 1968, 3)北陸自動車道高石地区土捨場調査・設計（設計編）、昭和62年12月

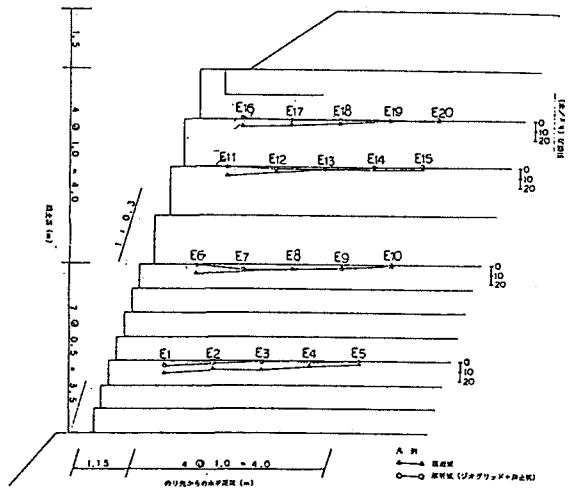


図-3 ジョグリッドの引張り力分布

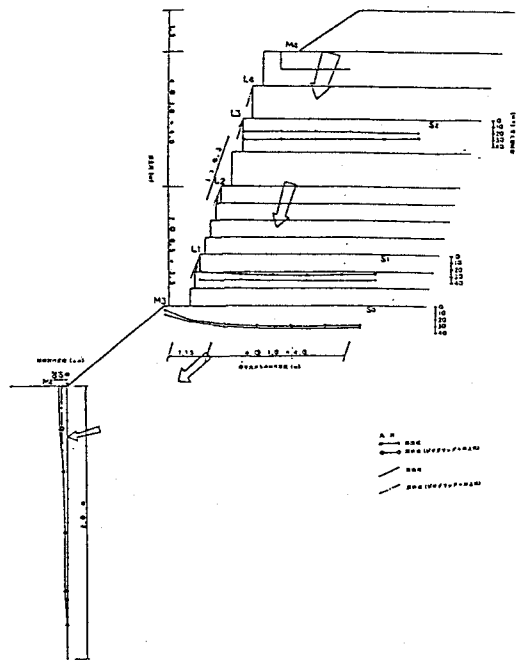


図-4 補強盛土の層別沈下