

近畿大学理工学部 正 員 中野 坦
近畿大学大学院 学生員○奥内 実

1. はじめに

土は、その自重が大きいものに関わらず、せん断強度が小さいものであるから、土木構造物の材料として極めて不良なものが存在する。

従来、このような土に対して、良質な土に置き換えるなどの方法が用いられてきた。しかしながら、近年の産業廃棄物の処分地に困窮する状態においては、科学繊維、プラスチック、金属などの補強材を土の中に挿入して土構造物を建設する方法が行われるようになってきた。

この補強のメカニズムには、土の変形あるいはひずみと密接な関係がある。また、補強材の土への補強機構は、補強材の表面とそれに接触する土との間に生じるせん断抵抗により、補強材に生じる引っ張り抵抗を起こさせるものや、補強材をせん断方向に直角に配置することにより、補強材のせん断抵抗を付加的に作用させることによりせん断強度を増大させるものがある。

これらの補強メカニズムを考慮して補強土の問題を考える場合、より現実的な問題として取り扱うためには、補強土地盤の破壊時に土や補強材にどのような力が作用しているのかを調べる必要がある。この問題を取り扱う数値解析の方法として、FEM解析が有効であると思われる。

そこで本研究では、FEM解析により補強土地盤の数値解析を行い、土や補強材の数値解析への取扱い方を検討した。

2. 数値解析の概要

数値解析用のモデルとして、図-1に示すような幅50cm、高さ40cmの地盤に深さ20cmの位置に補強材を挿入した補強土地盤に、地盤上部に等分布荷重0.5kg/cm²が載荷された場合を想定した。解析に用いた土と補強材の条件を表-1に示す。

解析は①補強材に働く地盤反力の影響の取扱

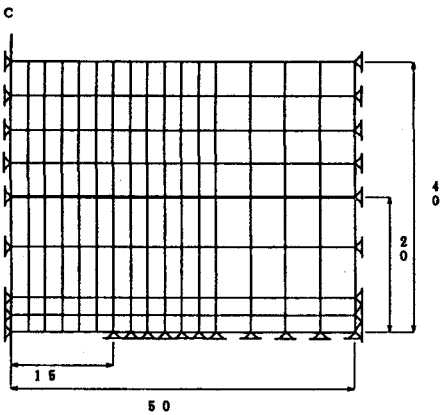
い、②土要素の取扱いによる解析への影響、について行った。

解析の仮定として、土要素については線形弾性体と非線形弾性体の2つの場合を取り上げた。また、土と補強材の間と土自体の摩擦特性については、せん断剛性係数ksを有するジョイント要素を用いた。ジョイント要素のksは4kg/cm²を用いた。

補強材については線形弾性の弾性支承はり要素を使用した。また、土の自重を考慮して解析を行った。

表-1 解析パラメータ

	土	補強材
弾性係数 E (kg/cm ²)	50	1.828×10 ⁴
ポアソン比 ν	0.333	
断面積 A (cm ²)		0.1
断面2次モーメント I (cm ⁴)		1000
単位体積重量 γ (g/cm ³)	1.6	
内部摩擦角 ϕ (degree)	30	
粘着力 c (kg/cm ²)	0	
双曲線係数 K	210	
双曲線係数 Kur	420	
双曲線係数 n	1	
補正係数 Rf	1	



節点数 192
要素数 180

図-1 解析メッシュ

3. 補強材に働く地盤反力の影響

補強土地盤が変形すると、変形にともない土と一体化した補強材も土と補強材との間に働く摩擦力の影響を受け、当然変形をおこす。この変形に対して、土にはせん断抵抗と同時に補強材に地盤反力が作用する。この地盤反力は地盤反力係数と補強材の変形量（たわみ量）に影響される。

この地盤反力が補強土にどのような影響を与えるのかを調べるために、まず、土要素を弾性体と仮定した場合で、地盤反力係数 kh について、地盤反力が均一にかかると仮定した、 $kh = kh_0$ の場合と、 kh が補強材の変位に対して非線形な弾性挙動の関係にあると仮定した $kh = kh_0 v^{\frac{3}{4}}$ (kh_0 : 初期地盤反力係数、 v : 補強材のたわみ) の2通りについて、 kh_0 を 0.01、0.1、1、10 と変化させて比較した。

図-2 に、 kh の違いによる地盤底部に働く鉛直応力の分布の違いを示す。これより kh_0 の値が大きいほど補強材の変位に対する地盤反力が大きくなるのがわかる。しかしながら、 kh の仮定の違いについては、 kh_0 が小さい場合はそれほど違いはみられない。補強土に用いられる土は主に砂質系の土で、地盤反力をそれほど多くは期待できない点を考慮すると、地盤反力係数については補強材のたわみによる影響を無視しても結果にそれほど影響しない。

4. 土要素のせん断剛性係数 G の影響

先の計算より、地盤反力係数については定数として取り扱うことができることがわかった。

次に、土要素について、Duncan等の提案した応力-ひずみの双曲線近似によるせん断剛性係数 G を変化させた場合の影響について調べた。双曲線近似式の係数は表-1に示す値を用いて、地盤反力係数を定数として、先と同様に kh_0 を 0.01、0.1、1、10 の場合について調べた。図-3 に kh の違いによる地盤底部に働く鉛直応力の分布の違いを示す。 kh_0 を小さくした場合地盤を弾性体と仮定した場合に比べ、明らかに鉛直応力が大きい。これは地盤のせん断抵抗を変化させることにより地盤の破壊時に生じるせん断抵抗の減少により地盤が破壊する

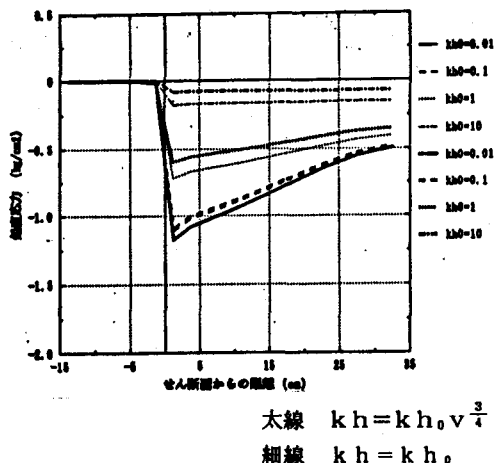


図-2 地盤反力係数の影響

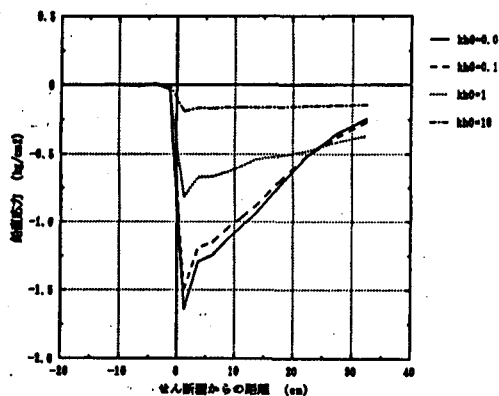


図-3 せん断剛性係数 G の影響

のにもない、補強材に生じる地盤反力が減少し、補強材に生じる抵抗力が減り、その分地盤に影響したと思われる。

5. まとめ

- 1) 補強土の数値解析には補強材に働く地盤反力の影響と、地盤の変位にともない生じる地盤自体のせん断抵抗力の影響を考慮する必要がある。
- 2) 地盤反力については補強材の変位（たわみ）による影響よりも、初期の地盤反力係数の決め方の影響の方が大きい。つまり、地盤反力係数の決め方を、対象とする地盤に合わせて慎重に決める必要がある。