

発砲スチロール片を混合した軽量土の応力-ひずみ関係

九州大学 工学部 正○大嶺 聖 正 落合英俊

九州大学 工学部 正 安福規之

1. まえがき

軟弱地盤上の盛土荷重低減や埋立などの軽量地盤材料として、土に発砲スチロール粒とセメント固化材を混合した軽量土の技術開発がなされている。このような軽量土の力学特性については多くの実験的な研究が行われているが、理論的な面からの研究は少ない。本文は、これまで提案している二種混合体モデルを発砲スチロール片を混合した軽量土に適用し、その妥当性について検討したものである。

2. 二種混合体モデルの軽量土への適用

性質の異なる二つの材料で構成される混合体において、その基質部分をマトリックス、それ以外の部分を介在物とする。このような混合体の平均的な挙動をその構成材料の性質から予測するためには、混合体内部の応力とひずみの分布の評価が重要となる。著者らは混合体の内部で単位体積当たりの仕事量が一定であると仮定し、次のような二種混合体の応力増分-ひずみ増分関係式を誘導した¹⁾。

$$d\bar{\sigma} = E d\bar{\epsilon} \quad (1)$$

ここで、

$$E = \frac{(b-1)f_s + 1}{f_s b/E_s + (1-f_s)/E^*}, \quad b = \left(\frac{E_s}{E^*} \right)^{1/2} \quad (2)$$

E^* : マトリックスの変形係数, E_s : 介在物の変形係数, f_s : 介在物の体積含有率

式(1)の応力増分-ひずみ増分関係式を発砲スチロール片を含むセメント安定処理土に適用するために、マトリックス(セメント安定処理土)の応力-ひずみ関係が双曲線で表され、介在物(発砲スチロール片)の変形係数が一定であると考え、このとき、マトリックスの変形係数は、次式で表される。

$$E^* = \frac{(1-c_2\bar{\sigma}^*)}{c_1} \quad (3)$$

ここで、 c_1 , c_2 は双曲線の形状を表すパラメータである。式(3)の変形係数はマトリックスの応力に依存するが、混合体に作用する応力増分とマトリックスの応力増分との関係は次式を用いて求められる。

$$d\bar{\sigma}^* = \frac{1}{(b-1)f_s + 1} d\bar{\sigma} \quad (4)$$

したがって、式(3)を式(2)に代入し、 $\bar{\sigma} = 0$ のとき、 $\bar{\sigma}^* = 0$ の条件で式(1)および式(4)の積分を行うと二種混合体の応力-ひずみ関係が求められる。

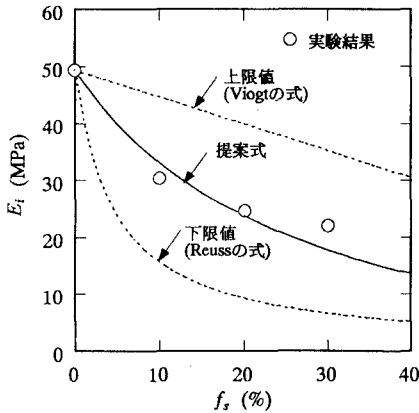
3. 提案式の検証

(1) 試料および実験方法 試料は含水比100%のカオリンに普通ポルトランドセメントを添加して十分練り返した後、発砲スチロール片(一辺1cmの立方体、密度0.018g/cm³)を混合して作製した。セメント添加量は100および200kg/cm³の2種類、発砲スチロール片の体積含有率は、0,10,20,および30%の4種類である。供試体は、幅10×10cm、高さ20cmの直方体であり、7日間養生した後一軸圧縮試験を行った。

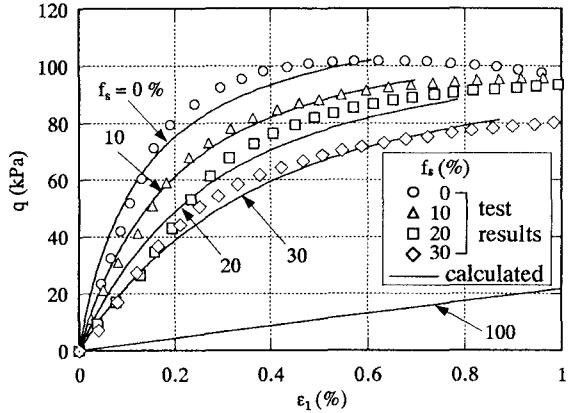
(2) 実験結果と計算結果の比較 図-1は、セメント添加量100と200kg/m³の場合の軽量土の初期変形係数と発砲スチロール片の体積含有率の関係について、計算結果と実験結果の比較を行ったものである。軽量土の初期変形係数 E_i は $f_s = 0\%$ のセメント安定処理土のみの場合の初期変形係数 E_i と $f_s = 100\%$ の発砲スチロールの初期変形係数 E_{si} を用いて式(2)より算定される。発砲スチロールの変形係数については軸ひずみが3%程度まではほぼ一定値($E_s = 2.15\text{MPa}$)を示した。また、図中の破線は二種混合体の弾性係数の上限と下限値を示すVoigtおよびReussの式を示したものであり、それぞれ混合体内部でひずみおよび応力が一定であると仮定することにより得られる。軽量土の初期変形係数は発砲スチロール片の含有率の増加にともない大きく減少するが、計算結果は実験結果と比較的良好一致を示す。ただし、セメント添加量200kg/m³の場合、発砲スチロール片の含有率が大きくなると変形係数を過小

評価する傾向にある。

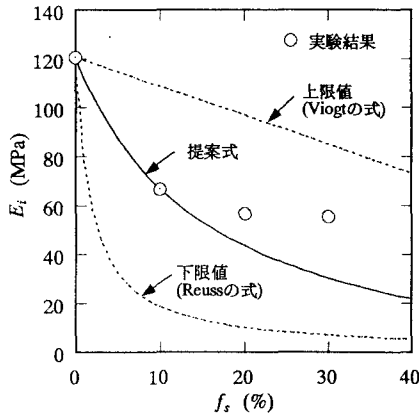
図-2は軽量土の応力-ひずみ関係を示したものである。図中の計算値は $f_s = 0\%$ の発泡スチロール片を含まないセメント安定処理土の応力-ひずみ関係を双曲線で近似して式(3)のパラメータを求め、式(1)~(4)を用いて求められる。軽量土の応力-ひずみ関係は発泡スチロール片の含有率に大きく依存し、 f_s の増加とともに次第に緩やかな曲線形状となる。計算結果はこのような軽量土の変形特性をうまく捉えている。



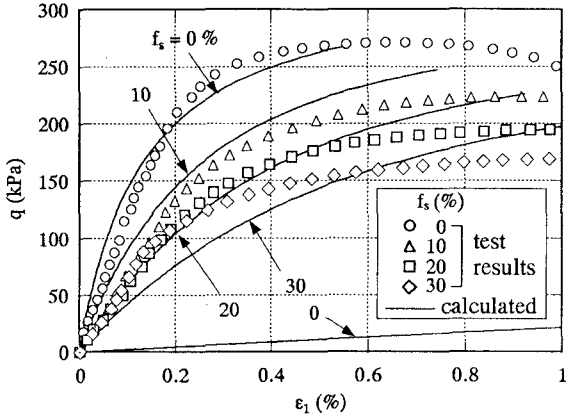
(a) セメント添加量 100kg/m³



(a) セメント添加量 100kg/m³



(b) セメント添加量 200kg/m³



(b) セメント添加量 200kg/m³

図-1 軽量土の初期変形係数と発砲スチロール片の体積含有率の関係

図-2 軽量土の応力-ひずみ関係

4. まとめ

発泡スチロール片を混合した軽量土の応力-ひずみ関係について、次のことが明らかとなった。

- 1) 軽量土の初期変形係数は発泡スチロール片の含有率の増加とともに低下し、それに応じて応力-ひずみ関係は次第に緩やかな曲線となる。
- 2) 提案式により、軽量土の初期変形係数および応力-ひずみ関係をセメント安定処理土および発泡スチロールのみの特性を用いてほぼ予測することができる。

【参考文献】

- 1) 大嶺, 落合: 二種混合体の応力-ひずみ関係と混合土の一次元圧縮特性への適用, 土木学会論文集, 第448号/III-19, 1992年.