

III-346 細砂・粗砂の支持力実験結果の2重硬化モデルによる解析

東電設計(株) 正 阿南 健一
群馬大学工学部 正 鶴飼 恵三
群馬大学工学部 学 高橋 淳夫

1. はじめに

鶴飼は、アルミ棒積層体を用いて¹⁾砂のモデル化、有限要素法による予測の有用性などについて述べてきた。しかし、アルミ棒を砂の平面ひずみ状態モデルとする事への疑問もよせられてきた。そこで、アルミ棒積層体の支持力実験と同様のシステムを用いて実際の砂で平面ひずみ状態の支持力実験と有限要素法による解析を行った。

2. 要素試験

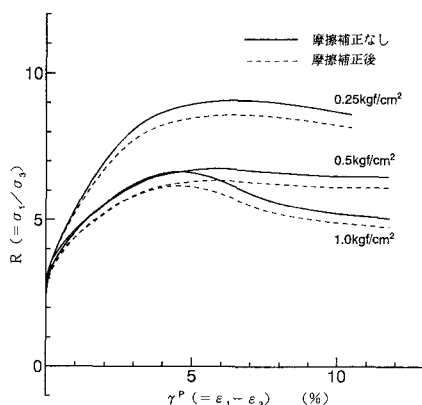
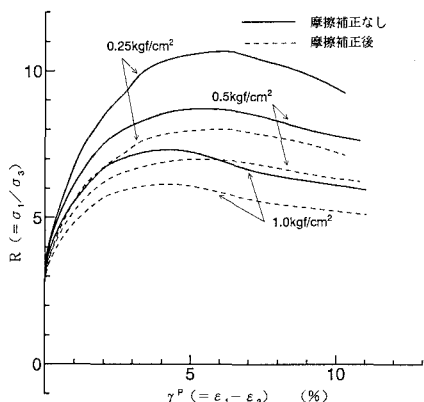
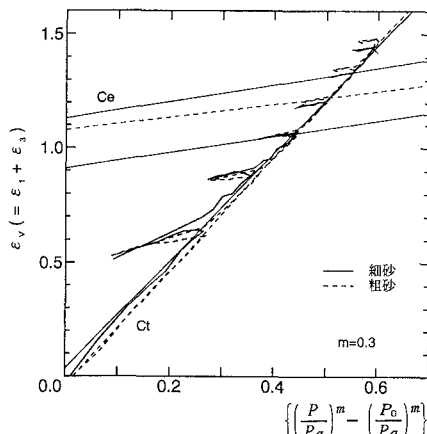
本研究に用いた砂は、渡良瀬川砂を細砂(0.074~0.42mm)と粗砂(0.42~2.00mm)にふるい分けをしたものを用いた。その物理特性を表1に示す。

表1 試料の物理特性

	細 砂	粗 砂
密 度	2.850	2.722
粒 径 (mm)	0.074 ~0.42	0.42 ~2.00
e_{max}	1.1833	1.0274
e_{min}	0.7094	0.7033
D r	65%	

細砂・粗砂の構成則は、拘束圧依存の Hooke 則、流れ則としての Rowe のストレス・ダイレイタシー式、硬化則としての双曲線式、ならびに拘束圧と体積ひずみの関係式である。これらに含まれるパラメータは二軸応力実験と K_0 下での圧縮実験の各要素試験により決定した。同時に二軸応力実験における壁面摩擦の影響を知るための一面せん断試験も行った。その結果、テフロンシート、ビオレ(洗顔料)、メンブレンを用いる方法が最も摩擦軽減に効果を発揮した。よって、摩擦軽減にはこの手法を用いた。

二軸応力実験(σ_1 :一定, σ_3 :減少させる実験)の結果による応力比 R とせん断ひずみ γ の関係を細砂・粗砂について図1, 図2に示す。実験は上載圧として0.25, 0.5, 1.0kgf/cm²について行った。そして、先の壁面摩擦による補正を行った結果についても同図に示す。両図より粗砂は細砂に比べて上載圧による影響がはっきりとしているのがわかる。壁面摩

図1 応力比(R)とせん断ひずみ(γ^p)の関係(細砂)図2 応力比(R)とせん断ひずみ(γ^p)の関係(粗砂)図3 K_0 下での圧縮実験結果

擦補正の結果、細砂ではほとんど摩擦の影響が見られない結果となった。それに対し粗砂ではその影響が明かである。

K_0 下での圧縮実験の結果を図3に示す。 C_e が弾性変形、 $(C_t - C_e)$ が塑性体積圧縮変形の係数を表す。

3. 細砂と粗砂の支持力実験

支持力実験に用いた装置を図4に示す。基礎幅は4cmとし、装置の前後には摩擦軽減のためにシリコングリースを塗布しメンブレンを用いた。試料作成は空中落下法により地盤高さを20cmとして実施した。実験結果及び有限要素法による予測結果を図5・6（予測値A）に示す。細砂・粗砂共に荷重と沈下の初期状態で良好な一致を示しているのがわかる。

4. 砂の変形成分に関する検討

有限要素法解析では、砂の変形は弾性変形、塑性せん断変形、塑性体積圧縮変形の独立した成分の和よりなると仮定して計算を行った²⁾。そこで、これらの各変形成分の荷重-沈下関係への影響を知るために次のような仮定のもとで計算を行った。A: 正規の計算結果。B: 完全弾性体と仮定。C: 弾性係数1/2。D: 塑性体積圧縮変形無視。また二軸応力実験における壁面摩擦の間接的な影響を知るためにE: 摩擦補正を行ったパラメータを用いた場合、の計算を行った。その結果を図5・6に示す。まず、完全弾性体と仮定した場合は物質は硬く評価され直線的な挙動を示す。弾性係数が1/2の場合は、荷重沈下関係全体に対して比例的に影響を示すことが分かる。塑性体積圧縮変形を無視した場合、初期状態は異なるが沈下が進むにつれ傾きが平行に近づいている。このことから塑性体積圧縮変形成分は初期状態に大きく作用する要因であることが分かる。最後に、摩擦補正をしたパラメータを用いた場合であるが、これは初期ではその差はほとんど見られない。これは二軸応力実験がせん断変形についてのパラメータであることから、初期部分については塑性体積圧縮変形が大きくその挙動を支配しているためである。

5. 結論

①二重硬化モデルにもとづいた有限要素法により浅い基礎の支持力、沈下関係の初期部分をを良好に予測できた。②浅い基礎の支持力沈下関係の初期部分では塑性体積圧縮変形の影響が大きい。

参考文献

1) アルミ棒積層体の支持力-沈下特性：鶴飼他，第27回土質工学研究発表会，1992。2) アルミ棒積層体の主働土圧実験と簡便な構成式にもとづく解析，鶴飼恵三，土質工学会論文報告集，32-3，1992。

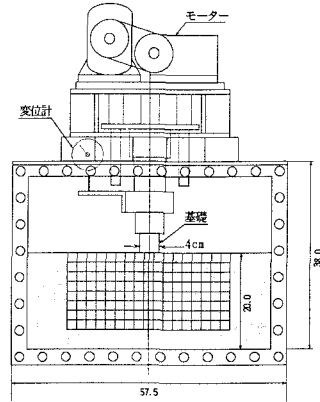


図4 模型支持力実験装置

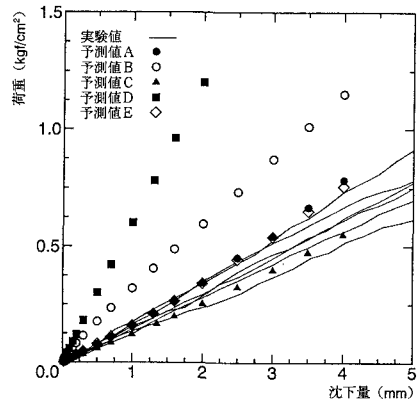


図5 荷重-沈下関係(細砂)

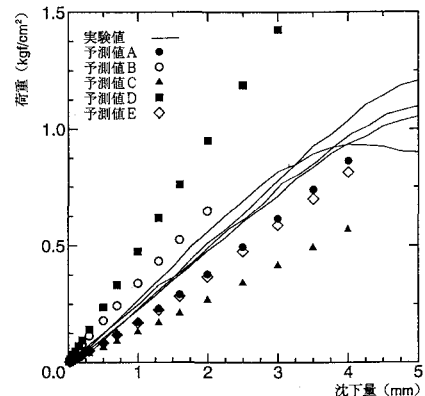


図6 荷重-沈下関係(粗砂)