

東京工業大学 正員 中ノ堂裕文

木村 孟

学生員 村上 貴敏

1. はじめ

局部載荷に伴う粘土地盤の初期変形及び圧密変形を一貫して予測する方法として、土の構成方程式を用いた有限要素法による数値計算法がある。しかしながらこの種の解析法によっても実際の問題を定量的に議論するのは困難であると言われている。本文は初期条件及び地盤条件をできるだけ理想的状態にコントロールした正規圧密粘土地盤上への急速載荷とその後の圧密挙動の実測結果と修正カム粘土モデルの有限要素圧密計算結果とを比較したものである。

2. 試料の力学特性と実験条件

模型実験の方法については既に1), 2)に報告しているのここでは実験条件のみを表-1に示す。要素試験(CKU, CIU, 圧密試験)より求めた修正カム粘土モデルとしての力学定数は表-2に示す通りである。また透水係数は標準圧密試験の圧法による C_v と1次圧密に対応する m_v より逆算した値を間ゲキ比 e の関数として与えた。

表-1 模型実験条件

地盤条件 0.5 kg/cm²による正規圧密: 両端排水
層 厚 18~19 cm
局所載荷巾 15 cm 等分布帯基礎
載荷速度 0.1 kg/cm²/minの段階荷重
急速 荷による破壊荷重 1.35 kg/cm²

	No. 15	No. 18	No. 8
載荷重 Δp (kg/cm ²)	0.606	0.95	1.2
載荷時支保力 安全率	2.19	1.40	1.11

表-2 力学定数

$G_s = 2.69$ $\phi' = 37.1^\circ$ $M = 1.51$
 $\lambda = 0.256$ $\kappa = 0.026$ $\nu = 0.3$
 $k = 1.26 \times 10^{-7} \exp(1.78 \times e)$ cm/min

3. 修正カム粘土モデルによる有限要素圧密計算

要素は三角形アイソパラメトリック要素とし、間ゲキ水圧は1次元挿入関数を用いてSanduタイプの圧密計算を行な、 ϵ に計算は微小増分法とし各計算ステップでは収束のための繰返しを行な、ていない。地盤初期条件は $U_0 = 0.5$ kg/cm², $U_{h0} = 0.2285$ kg/cm²で要素分割数は160である。なお修正カム粘土モデルでは説明できないCKUテストの p - q 面での有効応力パス立上りを近似するため、この部分(yield locusに達するまで)を弾性挙動とするものとして取扱った。準一次元圧密計算でも一貫性を持たせるため同様の処置をとった。

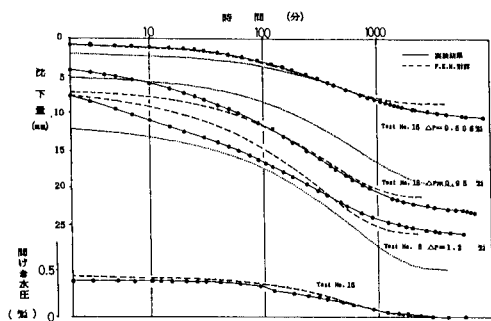
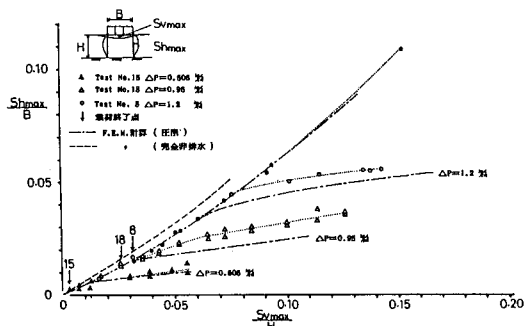


図-1 フーチング中央の時間一沈下関係

図-2 急速載荷、圧密時の Sh_{max}/B と Sv_{max}/H の関係

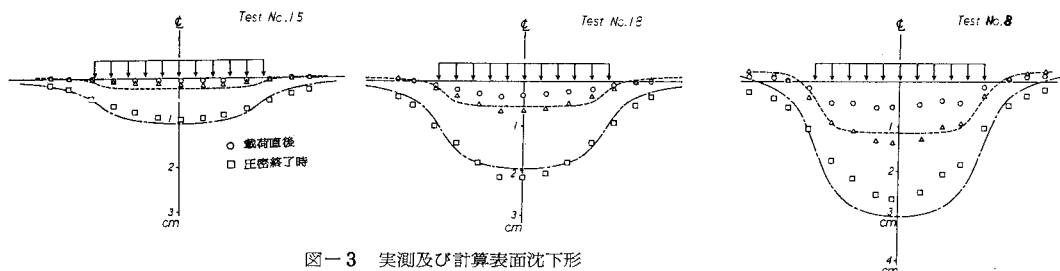


図-3 実測及び計算表面沈下形

4. 実験及び計算結果

図-1はフーチング中央部の時間～沈下関係を示したもので点線は表-2のデータによるもの。鎖線は実測間ゲキ圧消散過程にフィットするよう時間軸をずらし、また1次圧密終期の沈下と合うよう縦軸をずらしたものである。No.15は圧密沈下量、圧密曲線の形ともに非常によく一致しているが荷重が大きくなるとその形に差が出てくる。圧密初期の相違は非排水クリープ沈下によるものと思われるが、No.8では圧密終期まで影響している。

図-2は最大沈下量 Sh_{max} と最大水平変位 Sv_{max} との関係を示したもので、計算値は実測値の傾向とよく一致している。圧密時の $(Sh_{max}/B)/(Sv_{max}/H)$ は実験及び計算ともほぼ ≈ 0.13 である。ただし実験では載荷後も非排水変形が継続して生じている。

図-3及び図-4は荷重面の沈下形状及び

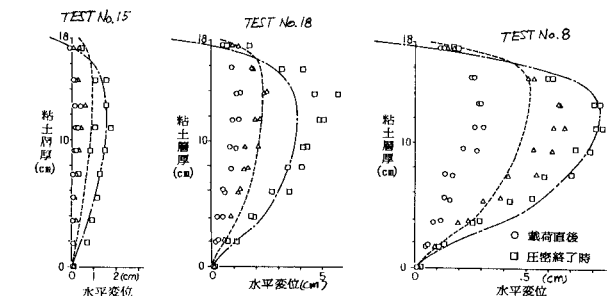


図-4 フーチング端の水平変位

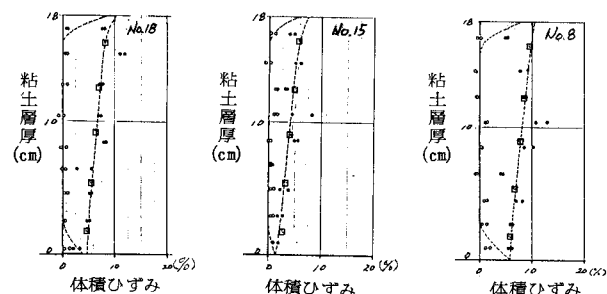


図-5 フーチング中心線における体積ひずみ分布

荷重端における水平変位分布を示したもので、鎖線は載荷終了時及び一点鎖線は圧密終了時の計算値である。変位分布形及び絶対値ともに全般的に良く一致が見られるが、荷重が大きくなると非排水クリープの影響による差が出てくる。図の△印は実測の非排水クリープが終了したと思われる時点のもので、圧密沈下量のみに関して見ると実測と計算値はほぼ等しい。図-5はフーチング中ベ線における体積ひずみの分布をプロットしたもので実測にバラツキは見られるものの計算値はこの中心を通っている。また同図には鉛直応力を線形弾性応力解により求めた値を用い変形は1次元的に生じるとした準1次元計算による体積ひずみを□印で示した。驚くべきことに全てのケースにおいてこの計算値はFEM及び実験結果と一致している。図-2で示したように圧密中も荷重端で水平変位が外方向に生じているので圧密沈下量は準1次元的方法による計算値よりも大きく出るがその差は20～30%以内であり、計算の簡便さに比して精度の良いの注目すべきである。

5. あとがき、粘土地盤の変形挙動をモデル実験と複雑な数値計算によって内部をのぞき見ようと試みた。ここで用いた力学モデルでも目ざましい推定精度であるが、慣用計算法による推定精度が簡便さに比べ非常に良いことも改めて認識させられた。

<参考文献> 1) 山口他(1980) 軟弱粘土地盤のモデル載荷実験, 土木工学研究発表会

2) 山口他(1981) モデル実験による正規圧密粘土地盤の圧密変形挙動, 土木工学研究発表会