

Ⅲ-22 $\log f - \log p$ 曲線の直線性を考慮した圧密方程式（第2報）

秋田大学 正 員 及川 洋
” 学生員 ○ 菅原 敦

1. はじめに

著者らは先に、 $\log f - \log p$ 曲線の直線性を考慮した圧密方程式を導き、その解の一部（ひずみが非常に小さい場合）を報告した¹⁾。今回は大型計算機を用い、ひずみが大きい場合の解を計算したので報告する。

2. 圧密方程式と式中の係数について

提案する圧密方程式は次式であり、その誘導過程は先に報告した通りである¹⁾。

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = c_v \left[\alpha \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial z} \right)^2 + \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial z^2} \right] \dots (1)$$

$$c_v = c_{v0} \cdot \exp(\alpha \cdot \varepsilon) \dots (2)$$

ここに、 ε = 自然ひずみ、 t = 時間、 z = 流通座標系による深さ、 c_v = 圧密係数、 α = 係数である。

前回の報告では式中の係数 α の力学的意味について検討しなかったが、これは次のような意味をもっている。すなわち、式(2)より

$$\ln(c_v/c_{v0}) = \alpha \cdot \varepsilon \text{ であり、 } \varepsilon = \ln(f_0/f)$$

であることを考慮すれば

$$\ln(c_v/c_{v0}) = \alpha \cdot \ln(f_0/f) \dots (3)$$

となる。すなわち、係数 α は $\ln(c_v/c_{v0}) \sim \ln(f_0/f)$ 曲線の勾配であり、圧密の進行に伴って圧密係数 c_v が増大する場合は正の値を、減少する場合には負の値をもつことになる。

図-1に、実測による $\log c_v - \log f$ 関係の一例を示した。図に見られるように、 $\log c_v - \log f$ 関係は直線で近似でき、 c_v の減少割合の大きいものでは $\alpha \approx -4$ 程度の値をもつものもあることが分かる。

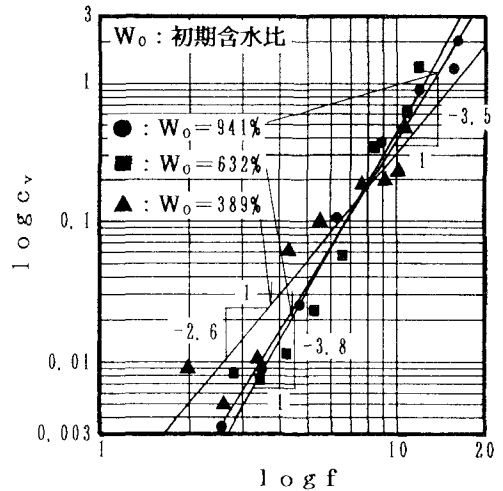


図-1 $\log c_v - \log f$ 関係

3. 計算結果

式(1)はそのままの形では非線形で解析的に解くことは難しい。よってこれを差分方程式に書き直して計算を行なった。計算は最終的な工学ひずみ $\bar{\varepsilon}_f$ が、10%、20%、30%、40%、50%の場合について行なった。

図-2は、圧密係数 c_v が圧密中一定とした場合、すなわち $\alpha = 0$ の場合の $U - T$ 曲線（ U ：圧密度、 T ：時間係数）を $\sqrt{T}$ 目盛りで示したものである。図に見られるように、最終ひずみ量 $\bar{\varepsilon}_f$ が大きいものほど圧密の進行が早い。これは三笠の理論²⁾と一致する。

図-3は、泥炭のようにひずみ量が大きい材料を想定して、 $\bar{\varepsilon}_f = 40\%$ とし、その $U - T$ 曲線におよぼす係数 α の影響を示したものである。当然のことではあるが、 α が小さいもの（マイナスの値で数値の大きいもの）ほど圧密の進行は遅くなっている。

図-4は、最終ひずみ量 $\bar{\varepsilon}_f$ と90%圧密度の時間係数 T_{90} の関係を係数 α をパラメーターにして示したものである。図によれば、最終ひずみ量 $\bar{\varepsilon}_f$ が大きく α が小さいもの（例えば泥炭のようなもの）も一次圧密が長

期にわたって生じることを示しており、泥炭の一次圧密は瞬時に終了するという従来の定説を覆すものである。このことに関しては本理論をさらに検討した上で、次回にでも報告したい。

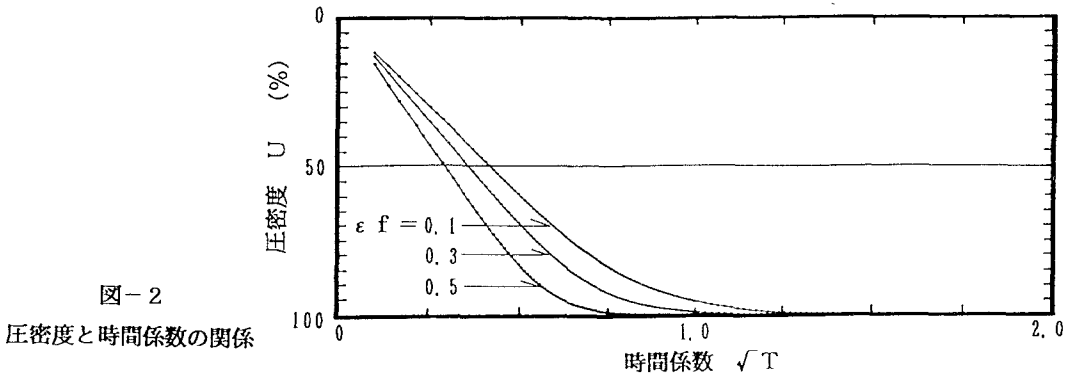


図-2
圧密度と時間係数の関係

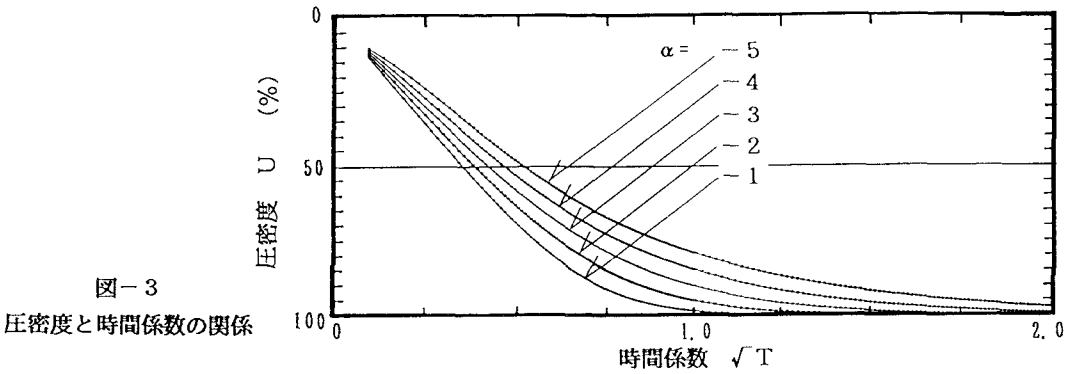


図-3
圧密度と時間係数の関係

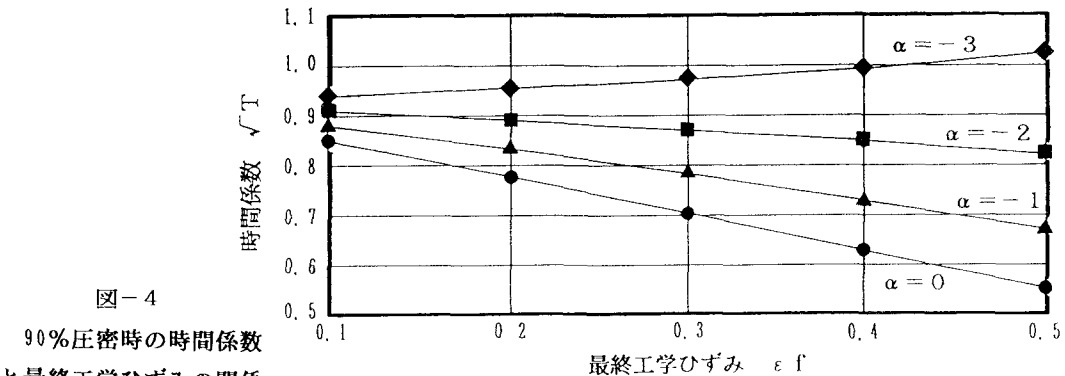


図-4
90%圧密時の時間係数
と最終工学ひずみの関係

なお、この研究は平成2年度文部省科学研究費（試験研究B 1、代表者：三田地利之 北大教授）の補助を受けて行なわれたものであり、ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) 及川洋・佐藤英彦：log f-log p 曲線の直線性を考慮した圧密方程式、土木学会東北支部, pp.326-7, 1990.
2) 三笠正人：軟弱粘土の圧密、鹿島出版会、1973.