Ⅲ－2 圧密沈下の統計的解析法

国鉄 東京幹線工事局　正員　谷内田 昌熙

§1. 概説

圧密沈下過程を解析する方法としては従来 $\sqrt{t}$ 法と $\log t$ 法が一般に使われているが、ここでは測定値に时系列の統計分析法を適用して解析することを試みた。具体的にはテルツァギの圧密理論曲線に極めて近似した傾向曲線が存在することを示し、この曲線を使って従来よりも早い段階で精度のよい解析が出来ることを示した。この方法は特に実際の圧密沈下を扱う場合に有効である。

§2. 傾向曲線の選定

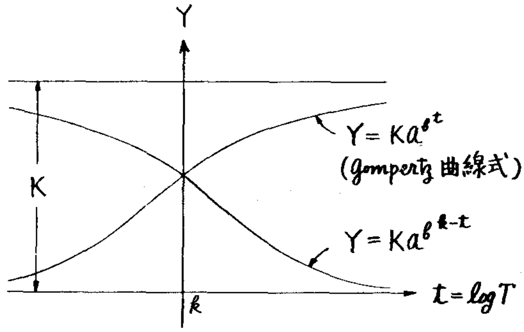
1. 圧密理論曲線の方程式

Terzaghi の圧密方程式と通常の解

$$\frac{\partial u}{\partial t} = C_v \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$$

$$Y = 1 - U = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2}{M^2} \exp(-M^2 T)$$

但し　$M = \frac{\pi}{2}(2m+1)$　　$T = \frac{C_v t}{H^2}$



2. 傾向曲線の方程式

$Y \sim \log T$ の曲線は統計学上生長曲線と呼ばれる gompertz 曲線を変形することによって近似出来る。

3. 母数の計算法

$$Y = K a^{b^{k-t}}$$

$$\log Y = \log K + (\log a) \cdot b^{k-t}$$

$$Y_t = K_0 + A b^{k-t}$$

t を等间隔にしてえられる項数を3の倍数 $N = 3n$ に整理し系列を3等分して各部分系列の和を $\Sigma_1 Y$, $\Sigma_2 Y$, $\Sigma_3 Y$ として次の公式によって母数を計算する。

	t	Y_t
1	0 1	Y_0 Y_1
Σ_1		$\Sigma_1 Y$
2	2 3	Y_2 Y_3
Σ_2		$\Sigma_2 Y$
3	4 5	Y_4 Y_5
Σ_3		$\Sigma_3 Y$

$$b^n = \frac{\Sigma_1 Y - \Sigma_2 Y}{\Sigma_2 Y - \Sigma_3 Y}$$

$$A = \log a = (\Sigma_3 Y - \Sigma_2 Y) \frac{1-b}{(1-b^n)^2} \cdot b^{3n-k-1}$$

$$\text{or} \quad = (\Sigma_2 Y - \Sigma_1 Y) \frac{1-b}{(1-b^n)^2} \cdot b^{2n-k-1}$$

$$K_0 = \log K = \frac{1}{n} \left\{ \frac{\Sigma_1 Y \cdot \Sigma_3 Y - (\Sigma_2 Y)^2}{\Sigma_1 Y + \Sigma_3 Y - 2 \cdot \Sigma_2 Y} \right\}$$

kには計算でえられた K の $\frac{1}{2}$ 附近に対応し計算に便利な t の整数値をあてる。

4. 傾向曲線の性質

曲線式　$Y=Ka^{b^{k-t}}$　は　$Y=0$　と　$Y=K$　を漸近線にもち、これを沈下曲線とみる時は沈下量の極限値は K である。従って沈下量 S なる点の圧密度は　$U=\frac{S}{K}\times 100\%$　である。

§3. 圧密理論曲線の置換と検討

Terzaghi 圧密理論曲線及び *Sand Drain* 圧密理論曲線をこの傾向曲線でおきかえて検討した結果は次の通りである。

(1) 計算の対象となった区間での理論曲線と傾向曲線とのずれは 1% 程度で、$U=50\%$ 前後から推定する場合でも推定区間に於ける両曲線のずれは 5% 以内であり曲線の近似性は極めてよい。

(2) 最終圧密度（沈下量）については $U=50\%$ 以上の段階で推定する場合の誤差は 5% 程度迄である。

(3) 普通の圧密も Sand Drain による圧密も同じ傾向曲線によって解析出来る。

(4) 実際の場合は最終沈下量の推定値を K' とし実測沈下量を S とする時 $(K'-S)\sim\log t$ の曲線をかき、この曲線に対して公式を適用して最終沈下量 K を求める。K' と K の誤差が 2% 程度になる迄試的計算を行う。

§4. 後　記

この方法によって圧密沈下を解析する場合の利点は次のようである。

(1) 計算が簡単で測定値の範囲の大小にあまり影響されずに精度がよい。従って実際問題の解析に非常に有効である。

(2) 2次圧密をも含めた最終沈下量をある程度推定出来る。

こうした傾向曲線が全く異った分野に存在すると云うことは興味ある問題である。従来測定値の解析は殆んど全て *Terzaghi* 理論の枠内で考えられて来たがこじつけにすぎないものもかなりある。今迄の資料を統計的に類別して再考するのも今後の一方向かと思われる。

又工学の分野では熱伝導型偏微分方程式を基本とする問題が多い。こゝに用いた曲線式は圧密条件下に於ける一つの近似解になっている。この近似式を色々な方面に応用出来ないものかと考えている。

圧密沈下の解析に対する比較的便利で精度のよい一方法として提案し、各位の御批判を仰ぎたい。