

Ⅲ - A180 茨城県南西部における広域地盤沈下予測(その2: 広域地盤沈下地帯の簡易沈下予測方法)

茨城大学工学部 正会員 ○ 村上 哲
 同 上 正会員 安原一哉
 茨城大学大学院 学生会員 野口良彦
 地研コンサルタント 檜 弥生

1. はじめに

軟弱な粘土地盤を有する地域において、融雪や工業用、農業用として多量に地下水を汲み上げると地盤沈下を生じることが知られている。茨城県南西部もまた慢性的な地盤沈下が問題となる地域であり、図-1 および図-2 は、同地域における各観測点の地下水位と沈下量の経時変化を示している。地下水位のほぼ1年間の周期的な変動に伴い沈下量が年々増加していることが分かる。このような地盤沈下地帯において、地盤工学的に将来的な沈下量を算出するためには、地盤を構成する土の物理的力学的定数を各種試験より求め、更に、地下水位の低下に伴う有効応力の変動を推定し、沈下予測をするのが正統であろう。しかし、広域な地盤沈下量を上記の方法で予測するには、(1) 広域にわたって沈下の対象となっていると思われる地点の各種土質データを取得することは困難であること、(2) 土質パラメータや計算の量が膨大であり実用的ではないことなどの障害がある。そこで、本文では、広域地盤沈下地帯における将来的な地盤沈下の状況を把握するための沈下量の簡易な予測方法について述べる。

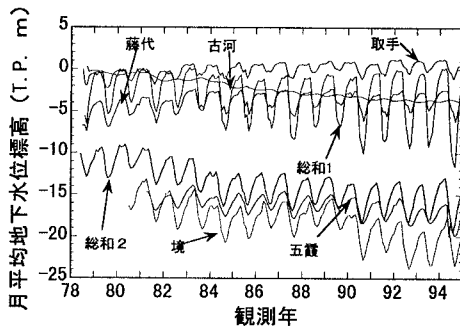


図-1 地下水位の変動

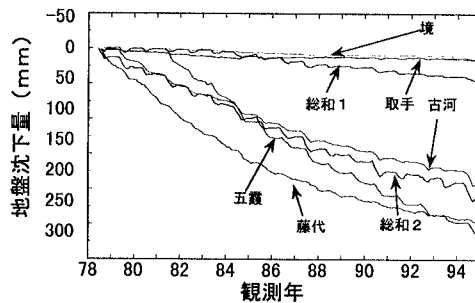


図-2 地盤沈下量の変動

2. 広域地盤沈下の簡易予測法

通常、広域な地盤沈下地帯において、詳細な地盤データを取得することは困難であるが、その地域において多数の観測点での経年的な沈下量は測定されていることは多い。そこで、沈下量の観測値を基に、継続的に同様な地下水の汲み上げが行われた場合の将来的な地盤沈下量を予測するため簡易な方法を用いた。一定の地下水位の変動を受ける土の圧密は、静的な荷重が作用する場合の圧密曲線に類似する¹⁾という特性に基づき、経年的な地盤沈下量の変化がTerzaghiの一次元圧密理論曲線で表せると仮定した。すなわち、

$$S = S_f \cdot U \quad U = 1 - \frac{4}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{a_n} \exp(-a_n^2 T_v) \quad T_v = \frac{c_v}{H^2} t \quad (1)$$

ここで、 S_f は最終沈下量、 H は層厚(もしくは、換算層厚)、 c_v は圧密係数(もしくは換算圧密係数)、 t は時間、 T_v は時間係数、 U は圧密度、 $a_n = (2n+1)/2$ 。ただし、 $n=0, 1, 2, 3, \dots$ である。

観測開始の時間係数を T_{v0} 、圧密度を U_0 とし、ある観測年度における時間係数、圧密度をそれぞれ T_{vi} 、 U_i

キーワード：広域地盤沈下 現地計測 圧密理論 簡易予測法

〒316 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 TEL 0294(38)5174 FAX 0294(35)8146

とし、両者の圧密度の残差 δU_i をとると次式のようになる。

$$\delta U_i = U_i - U_0 = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{1}{a_n} \exp(-a_n^2 T_{v0}) - \frac{1}{a_n} \exp(-a_n^2 T_{vi}) \right\}$$

上式において、 $\delta T_{vi} = T_{vi} - T_{v0}$ とおき、圧密方程式の解で2次以降の固有値の残差を無視すると、式(4)は次のようになる。

$$\delta U_i = \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{T_{v0}}{4}\right) \left\{ \exp\left(-\frac{\delta T_{vi}}{4}\right) - 1 \right\}$$

ここで、観測開始からある観測年の経過時間を δt_i 、その間の沈下量を δS_i とすると、上式は次のように表すことが。

$$\delta S_i = S_{p0} \{ \exp(C_R \delta t_i) - 1 \} \quad (2)$$

$$\text{ここで、 } C_R = \frac{c_v}{4H^2}, \quad S_{p0} = S_f \cdot \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{T_{v0}}{4}\right)$$

S_{p0} は観測開始時における残りの沈下量（但し、一次固有値のみ）、 C_R は対象地盤によって決まる定数である。したがって、ある地盤沈下地域において、観測開始年から2つ以上の観測値を得ることができれば、式(2)を用いて近似することによって、 S_{p0} と C_R を決定することができ、計算上将来沈下の予測が可能となる。

3. 予測方法の妥当性に関する検討

上述の予測方法の妥当性を検討するために、茨城県南西部を対象とした地盤沈下計算を行った。対象地域は図-3に示す地域で、1986年から3年毎の9年間の沈下量が得られているこの地域を 1km^2 の正方形メッシュに1031分割し、各メッシュにおいて、予測式(6)により沈下の近似計算を行った。図-4は、近似計算における相関係数 R と9年間の沈下量 ΔH の関係を示している。 ΔH が小さくなると相関性はやや悪くなる傾向にあるが、対象領域全体からするとその誤差は小さいものであると思われる。

4. まとめ

広域地盤沈下地帯における将来的な沈下量を予測するための簡易な手法を提案した。提案した予測方法を茨城県南西部の地盤沈下地帯に適用し、その妥当性を示した。

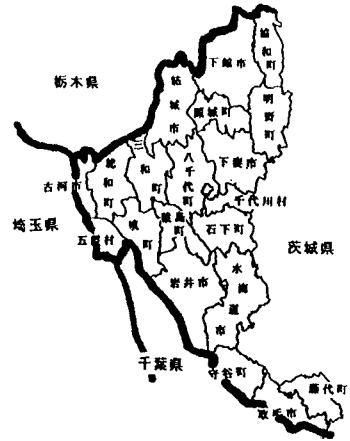


図-3 対象地域

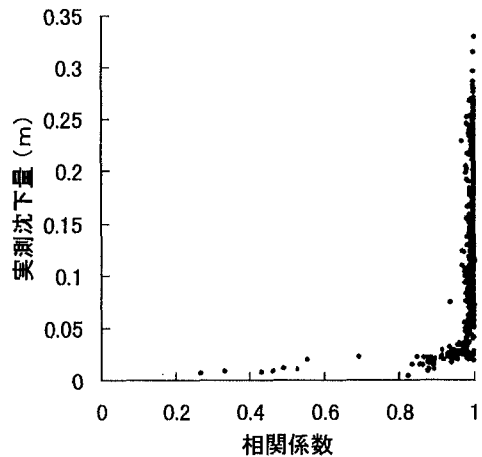


図-4 相関係数と累積沈下量の関係

謝辞：本研究を進めるに当たり、環境庁水質保全課、茨城県公害対策課、消防防災課および企画課のご協力を頂いた。付記して謝意を表します。

参考文献：

1) 陶野郁雄他：繰り返し応力に起因する地盤沈下解析手法に関する研究，平成3年度科学研究報告書，1992。