

## 季節的に変動する地下水位と地盤沈下の関係

佐賀大学 正 岩尾 雄四郎

佐賀大学 ○学 吉村 博幸

## 1. まえがき

佐賀平野における地盤沈下が問題化され始めたのは、1960年頃からである。昭和57年までにみられた沈下地域は、約350km<sup>2</sup>に及び、そのうち平均満潮位以下のゼロメートル地帯は、約200km<sup>2</sup>にもなる。その上、佐賀平野は、約6.0m程の干満差をもつ有明海に面しているので、その影響をうけ排水不良をひきおこしている。

佐賀平野の地盤沈下は、農業用を主体とした地下水の汲み上げが原因で、夏季に水位低下が著しく沈下量も大きい。また干ばつの激しい年には、地下水の汲み上げに頼らなければならず、沈下量が大きくなる。

そこで、地下水位の変動と沈下量との関係を調べ、地盤沈下の将来予測に役立つようにするため、この研究を行い、ここに報告する。

## 2. 沈下量の推定

佐賀平野における地盤沈下量の推定を行うことにした。

地下水位が季節的に変動するため、定荷重を载荷した一般の圧密沈下計算で推定することは難しいと考えられる。

また、佐賀平野の地盤沈下は、浅層の軟弱層（有明粘土層）と深層の洪積層の沈下が組み合わさったものである。

この二点を考慮して、沈下量の推定を進めた。

浅層の沈下量の推定に関しては、土質試験結果があるので、一次元圧密モデルと粘弾性モデルを使って行い、一方

深層の沈下量の推定に関しては、土質試験結果を利用するより、実際の地下水位と沈下量の観測値を使って体積圧縮係数を求め、その値を使って推定を行うことにした。

## 2-1 浅層地盤沈下

2-1-1 一次元圧密モデル 層厚20.7m，単層の有明粘土層のみを用いた。下位層の島原海湾層は滞水層となっており、両面排水モデルとみなせる。それから、夏季から冬季にかけて、地下水位が上昇する際の圧力減少に伴う体積膨張はないものとし、再び水位低下が始まると、圧力減少が始まった時点の圧力に達するまでは体積一定、その後、その圧力を越えると圧密が進行し始める非可逆モデルと考えた。荷重としては、有明粘土層内の中点における全圧力から便宜上、静水圧を減じた有効圧力を入力に用い、次にあげる計算式を使って推定を行った。

## 最終沈下量

$$S_{fi} = (Zt - S_{fi-1} - S_{fi-2} - \dots - S_{fi}) \cdot (f_{i-1} - f_i) / f_{i-1}$$

## 各半期の沈下量

$$S_i = S_{fi} \cdot (U_i - U_{i-1}) + S_{fm} \cdot (U_{i-1} - U_{i-2}) + \dots + S_{fi} \cdot (U_2 - U_1) + S_{fi} \cdot U_1$$

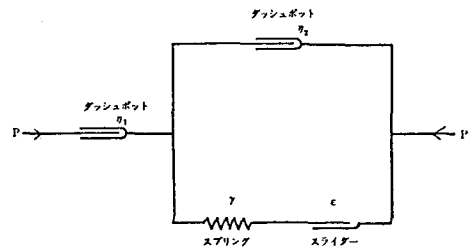


図-1 粘弾性モデル (Simplified general model)

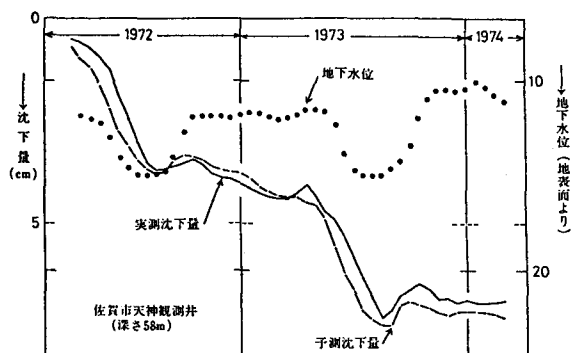


図-2 粘弾性モデルによる沈下予測

2-1-2 粘弾性モデル 有明粘土層の沈下を図1に示す粘弾性モデルを用いて考え、一次元圧密モデルと比較してみた。このモデルにおいて、歪は直列にはいつているダッシュボットと Voigtモデル的挙動を示す並列部分の歪の和となる。また、圧力がある値を越えるとスライダが作動し、永久歪が残ると考えた。荷重としては、各地下水位から10mを減じたものを用い、各定数は次のように決めた。まず直列におかれたダッシュボットの定数 $\eta_1$ は、水位一定の際の沈下速度から求めた。また、スライダはスプリングの歪をもとにして表したものであり、一年間に生じた永久歪より前述のダッシュボットによる永久歪を減じたものと考え決定した。そして、Voigtモデル的挙動を表すスプリングとダッシュボットの各定数 $r$ 、 $\eta_2$ は、水位上昇時の地盤上昇の様子や遅延時間より求め、これらの条件のもと、計算を行った。

## 2-2 深層地盤沈下

深層の洪積層については、観測井で観測された地下水位と沈下量から、地層全体としての体積圧縮係数を求め、沈下量の推定に利用する。こういった方法を使った理由は、取り扱う洪積層の堆積状態が、粘土、砂、粘土といった互層になっているためである。

$$\text{体積圧縮係数 } mv = \frac{\Delta d_n}{h_n \Delta p_n} \cdot \frac{1}{\Delta p_n} \quad (\text{cm}^2/\text{kg})$$

## 3. 推定結果

3-1 浅層 前述のモデルの計算結果は、一次元圧密モデルは長期予測、粘弾性モデルは短期予測における沈下状況をうまく表現できた。その一例として、佐賀市天神での粘弾性モデルによる沈下量推定結果を図2に示す。これによると、地下水位が15mになると沈下量が急激に増加し、地下水位が上昇しても、沈下が緩やかに進行していることがわかる。

また、沈下を止めるには、地下水位を10m未満に保つことが必要だともわかった。このことは、地下水位10mという値が圧密先行圧力を意味すると考えられる。

3-2 深層 白石町の観測井における地下水位と沈下量の観測値をグラフにしたものを図3、4に示す。2つの図からもわかるように、深度が異なると地下水位上昇時に生じる軌跡に違いがみられ、それは次の三種類にわかれるようだ。

①深度が深い場合、地下水位の変動に対し地層の反応が鈍感なため右まきの軌跡を示す。(図-3)

②深度が浅い場合、地下水位の変動に対し地層の反応が敏感なため左まきの軌跡を示す。

③深度が上記の2つの間では、地下水位の変動に対し地層の反応は、右まき・左まきといった軌跡は示さず、沈下が一時的に停滞する。(図-4) また、これらの図から求めた体積圧縮係数で比較すると、浅層と深層では1桁の違いがみられた。

## 4. まとめ

佐賀平野の地盤沈下予測では、浅層の短期予測には粘弾性モデル、長期予測には一次元圧密モデルが有効であった。また、佐賀平野の地盤沈下防止対策としては、浅層・深層に対する影響を考えて、地下水位にある基準値を決め、地下水位の汲み上げを規制し、地下水位の変動に気をつける必要がある。

白石町白石観測所観測井

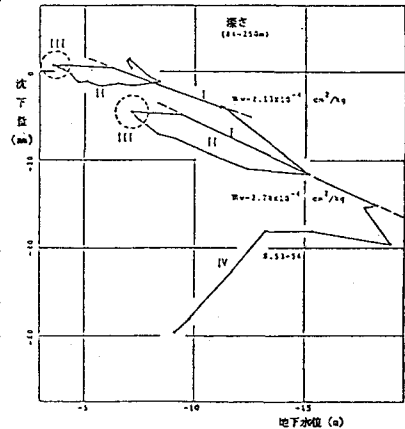


図-3 浅層の沈下量と地下水位の関係

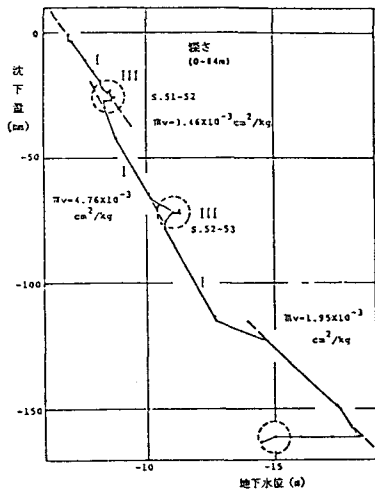


図-4 沈下量と地下水位の関係