

熊本平野西部低地帯の地盤沈下予測に関する研究

熊本大学工学部

学生員○竹熊隆宏

熊本大学工学部

正 員 鈴木敦巳

1. はじめに

本研究では、熊本平野西部低地帯における地盤沈下の原因が深層地下水位の低下による有明粘土層の圧密沈下であると仮定し、地下水位の観測記録とボーリング調査より求めた地盤データから沈下解析を行い、その解析結果と水準測量の結果の比較検討を行った。

2. 地盤沈下調査区域について¹⁾

本研究の解析対象区域は、北は白川、南は緑川、東は国道3号線に囲まれた熊本平野西部の熊本市、飽田町、天明町に広がる約35km²の地域であり、その多くが水田を主とした農村地帯である。図-1に解析対象区域の地図を掲載し、ボーリング地点、地下水位観測井、水準測量点を示す。

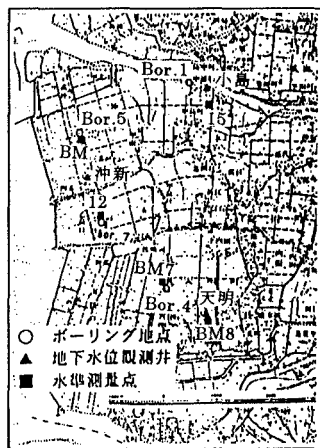


図-1

3. 地下水位観測データについて¹⁾

熊本平野西部低地帯の地下水位観測井は、建設省により昭和51年に「天明」、昭和53年に「沖新」、「小島」の三地点が設置されている。本研究におけるデータは、ここで観測された有明粘土層上部を帯水層とする浅層地下水位と、下部を帯水層とする深層地下水位の観測記録を用いた。

三地点の地下水位の変動については、各地点により多少異なるものの一般的に、浅層地下水位(不圧水)は変動が小さく、深層地下水位(被圧水)は、年間変動量が100~150cmになり、夏季の3ヶ月間に著しく低下している。また、浅層地下水位は観測当初から今まで平均水位は、ほぼ一定であるのに対して、深層地下水位は観測開始からかなりの上昇がみられる。

4. 沈下概況

熊本平野西部低地帯における水準測量には、昭和49年より建設省が、昭和53年より県が実施したものがある¹⁾。本研究では、地下水位観測データの「天明」に対応するものとして「BM7」と「BM8」、「沖新」に対応するものとして「BM」と「12」、「小島」に対応するものとして「15」を取り扱う³⁾。

ここでは、図-3、4に「天明」、「小島」地区の昭和54年からの累積沈下量を示しているが、累積沈下量は各地点ごとの沈下量にかなりの差がみられる。また、近年地下水位が回復しているにもかかわらず、沈下の進行が速くなっている傾向もみられる。

5. 沈下解析の方法と結果

解析を進めるに際し本研究では、被圧密層となる有明粘土層を深さ方向に数層に分割した以下のような多層モデルを開発した。また、各層における土質定数等は、各地下水位観測地点に対応するボーリング地点の調査結果に基づくものである。

モデルの説明

いずれの被圧密層においてもテルツァギの一次元圧密理論が適用でき、さらに次のような仮定を満足するものとする²⁾³⁾。

①. 被圧密層(有明粘土層)は圧密定数により数層に分割される。

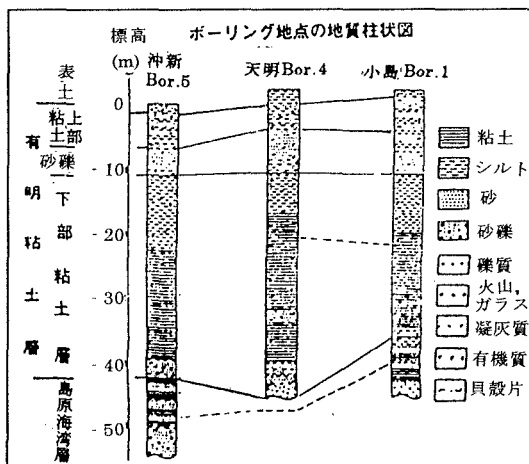


図-2

- ②. 圧縮指数、圧密係数ともに各分割層の平均がそれらの層の代表値である。
- ③. 圧密圧力及び圧密降伏圧力に関しては各分割層の中心部の値がそれらの層の代表値である。
- ④. 除荷時にリバウンドは生じない。
- ⑤. 初期の浅層地下水頭 (h_{so}) 及び深層地下水頭 (h_{do}) は等しかった。しかし、気象の変化や深層地下水の汲み上げの結果、浅層地下水頭 (h_s) は一定しているが、深層地下水頭 (h_d) は時間的に変動して現状のようになっている。
- ⑥. 被圧密層中の水頭は、直線的に変化する。
- ⑦. 圧密沈下量は、それを生ぜしめる圧密応力に比例する。
- ⑧. 被圧密層の透水係数は、圧密進行中も変化しない。
- ⑨. 任意の時点 t における被圧密層の水頭変化により生じる平均圧密応力 ($P_i(k)$) は、

$$P_i(k) = (h_s - h_d) / H * \gamma_w * Z_c(k) + P_{eco}(k)$$

ここで、 γ_w : 水の単位体積重量; $Z_c(k)$: 軟弱粘土層上面から k 番目層中心位置までの深さ
 H : 軟弱粘土層全体の厚さ; $P_{eco}(k)$: k 番目層中心位置の初期状態の鉛直有効応力
 但し、 $P_i(k) > 0$ ($h_s < h_d$) のみを有効とみなす。

実測沈下量と解析沈下量の比較

以下に天明地区、小島地区の「地下水位の変動図」と「実測沈下量と解析沈下量のグラフ」を示す。

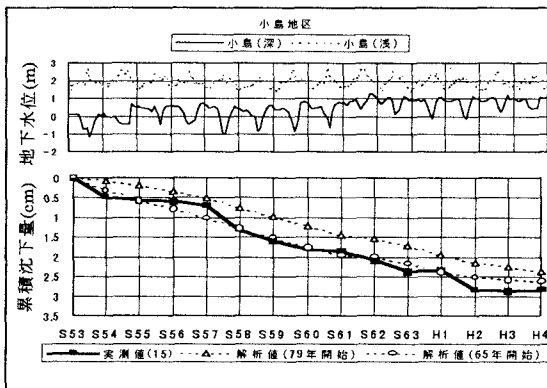


図-3

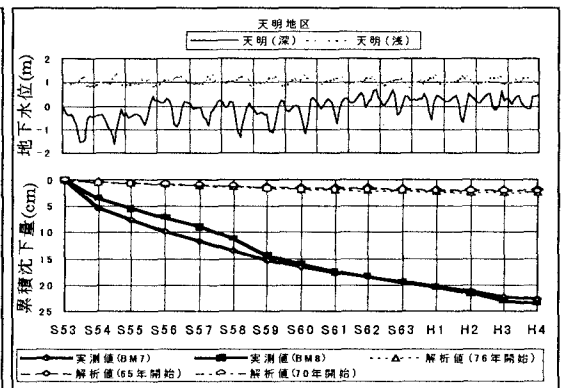


図-4

5. 考察

排水条件について

本研究におけるモデルでは、被圧密層中の間隙水は、被圧密層下部の帯水層のみに排水されるとし、片面排水条件で解析を行った。

その根拠は、深層地下水位の低下により間隙水は帯水層である被圧密粘土層下部へ対し排水される、とするのが妥当と考えたためである。

この結果、両面排水の下での解析値よりも実測値の沈下速度に、より近似した解析値が出た。

沈下開始時の土質定数について

解析対象地域の土質データは、前述したように昭和 60 年頃のボーリング調査(図-2)¹⁾を基にしたものであり、実際に圧密沈下が始まった時期の土質データとは異なっている。当然、解析に用いる土質データは、圧密開始時の土質データが望ましく、そのために既存のデータからどのようにして圧密開始時のデータを作成するかが課題となっている。今後、圧密沈下進行に伴う圧密特性の変化についての検討が必要である。

洪積層の沈下について

本研究では、被圧密層を沖積層中の軟弱粘土層(有明粘土層)に限定して解析を行った。しかし、農政局による調査結果では有明粘土層以下の洪積層においても地盤の収縮が記録されている。地層の厚さ 1m 当りの収縮量について、洪積層(65m~290m)はそれより浅部の層の $1/4 \sim 1/5$ となっている²⁾。

本研究でも解析の対象とする被圧密層に洪積層を加えていきたいが、洪積層のボーリング調査は行われておらず、今後どのようにして洪積層の沈下を解析値に考慮していくか検討が必要である。

参考文献

- 1) 熊本県環境公害部：熊本平野地盤沈下調査報告書
- 2) 青木：平成 7 年度修士論文
- 3) 重村：平成元年度卒業論文