

磁気沈下計による層別沈下計測について

関西大学工学部 正会員 谷口敬一郎
 関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 関西大学大学院 学生員 ○ 加藤 炳弘
 機械動技術研究所 正会員 木村 宏一

1. はじめに

臨海地域における埋立や人工島の建設は、多用化する種々の需要に応えるべく大規模化し、かつ大水深の地点に及ぶことが多くなってきている。これに伴い、埋立による地盤への荷重が増大し、圧密沈下の現象は単に沖積層のみにとどまらず、洪積層の相当な深度にまで影響を及ぼすことが問題となってきている。

それゆえに、沈下現象を単に地表面のみの沈下量としてとらえるのではなく、各地層あるいは各深度別の沈下量を十分に把握する必要がある。そのためには、同一地点での層別沈下計測が有効であり、本研究室では1つの観測孔で同時に多数の測点を得られ、しかも高い精度を有する磁気沈下計を開発した。

本報告は、この沈下計を用い、神戸市東部の埋立地において計測した結果に基づき、各地層の沈下解析を行うとともに、特に圧縮量の大きかった沖積粘土層の実測値と計算値とを比較したものである。

2. 測定装置及び測定方法

測定装置は図-1に

示されるように、磁気検出器・プローブ・沈下素子(磁石)からなっている。プローブにはスチールテープが固定され、またプローブと検出器とは導線で結線されている。プローブ内には沈下素子の位置を確認するために、

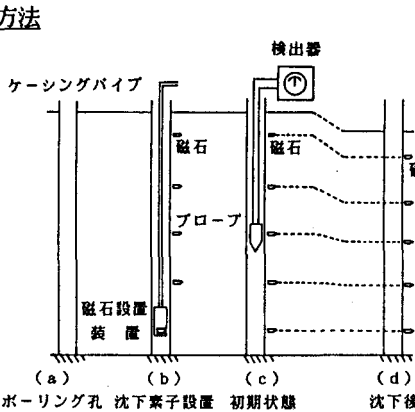


図-1 測定装置および測定方法

2個の磁気センサーが逆の特性を示すように取り付けられている。

測定方法は図-1にあるように、まず沈下量計測地点にボーリングを行い、孔壁の崩壊を防ぐための保孔管として塩化ビニルパイプを挿入する。次に沈下量計測を行う各層に、油圧ジャッキを用いて沈下素子を設置する。この孔内にプローブを垂下させていき、プローブが沈下素子の上下を通過すると図-2に示されるような不平衡電流変化が生じ、電流が0mAのところが沈下素子の位置となる。そのときのプローブの位置をパイプの管頭を基準点とし、プローブに固定されているスチールテープを用いて読み取ることで、沈下素子の相対的位置を知ることができる。ここで沈下素子の絶対的位置を知るためには、管頭を水準測量する必要がある。

3. 計測地点の地盤構成

沈下素子設置時の地質柱状図を図-3に示す。地盤構成は上部より、埋立土層・沖積粘土層・上部洪積互層・洪積粘土層・下部洪積

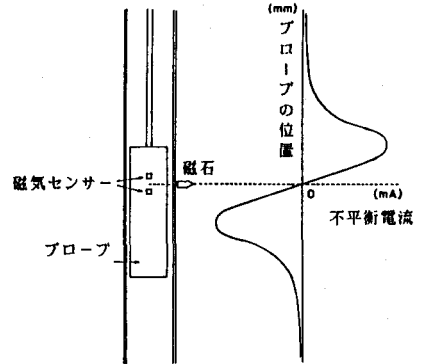


図-2 沈下素子による電流変化

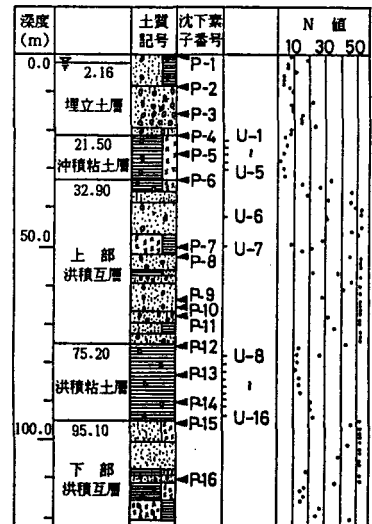


図-3 計測地点の地質柱状図

Keiichiro TANIGUCHI, Harushige KUSUMI, Akihiro KATO and Kouichi KIMURA

互層の順に堆積している。計測地点における沖積粘土層の層厚は約12mで、非常に軟弱である。上部洪積互層は約42mで砂礫・粘土層からなっている。洪積粘土層の層厚は約20mで、粘土とシルトから形成されている。埋立土層厚は約23mとなっている。また、計測点付近の埋立土には単位体積重量が1.8～2.1gf/cm³のまさ土を使用している。なお計測は昭和61年10月より開始し、現在も継続中である。

4. 計測結果

計測結果より得られた各層別の圧縮量を比較したものを図-4に示す。同図において、約2年の計測期間で269mm圧縮している全層厚のうち186mmが沖積粘土層によるものであり、これは全圧縮量の約69%を占める。埋立土層の圧縮はほとんど見られない。また洪積粘土層の圧縮量は26mmであり、上部洪積互層は54mm圧縮している。

5. 沖積粘土層における計算値と実測値との比較

表-1は、沖積粘土層をP-4～P-5、P-5～P-6の2層に分割して、各層の圧縮量ならびに圧縮ひずみを示したものである。これより、沖積層においては、上層の方が下層よりも圧縮ひずみが大きいことがわかる。

圧密解析にはテルツァギーの一次元圧密理論を用い、上層・下層・全層に分けて計算を行った。また、圧密沈下量の算定は、圧縮指数Ccを用いた次式により求めた。

$$S = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H \cdot \log \frac{P_c + \Delta P}{P_c} \quad \text{-----} \quad \text{①}$$

ここに、S：圧密沈下量 e₀：土質試験から求めた間隙比
Cc：圧縮指数 Pc：圧密降伏応力
ΔP：埋立土による応力増分 H：埋立前の粘土層厚 (mm)

図-5は計測開始日を起点とした場合の沖積層の上層、下層それぞれにおける磁気沈下計を用いて計測された圧縮量曲線と計算によって求められた圧縮量曲線を示したものである。この図より、実測値と計算値の圧縮量曲線を比較すると、上層において実測値と計算値とは、多少の開きがみられ計算値よりも実測値の方が大きい沈下を示している。下層において実測値と計算値は、ほぼ似かよった圧縮量曲線となっている。

図-6は沖積層を単一層とした場合の実測値と計算値との圧縮量曲線を示したものであるが、若干の差異が認められる。この差異は結果的に上層部の差異が現れているものと考えられる。これらのことより、上層部における実測値と計算値の相違は沈下計によって現れた誤差であるか、上層部の圧縮特性は圧密現象と他の外的要因が加わって生じたものなのか、もしくは、上層の沈下計算に用いた土質諸定数に問題があるのかは判断できない。また下層において、計算値と実測値とは比較的一致した圧縮量曲線を描いている。さらに沖積層全体を一層とした場合、計算値と実測値の誤差は最大10%程度であることより、本沈下計は実際の地盤に対して十分適応可能であることが認められた。

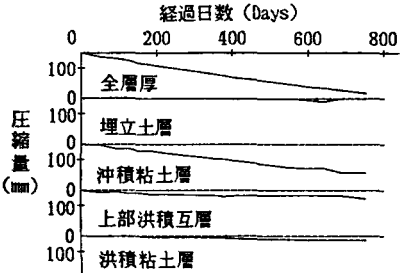


図-4 各層別圧縮量曲線

表-1 沖積粘土層の圧縮量およびひずみ量

沖積粘土層	区 分	初期層厚 (m)	圧縮量 (mm)	圧縮ひずみ (×10 ⁻³)
上 層	P-4～P-5	5.351	110	20.6
下 層	P-5～P-6	5.952	76	12.8

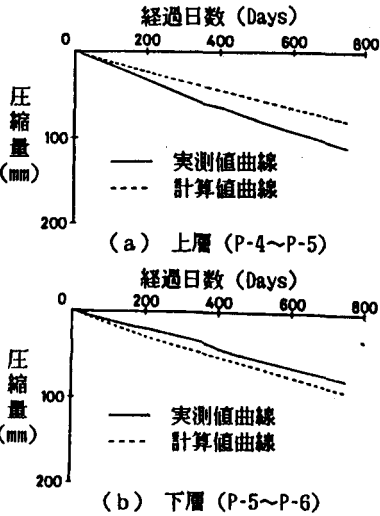


図-5 沖積粘土層の各圧縮量曲線

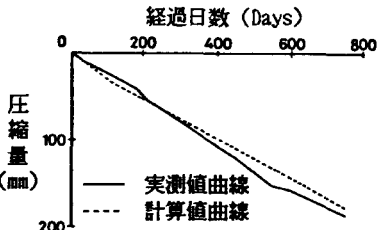


図-6 沖積粘土層の圧縮量曲線