

関西大学工学部 正 員 谷口敬一郎
 関西大学工学部 正 員 楠見 晴重
 関西大学大学院 学生員○西村 壮介
 (株)機動技研 正 員 木村 宏一

1. はじめに

近年の人工島の建設は土木技術の発達により、大規模化かつ大水深の地点に及ぶことが多くなってきている。これにより埋立土量の荷重が膨大なものになり、地盤の圧密沈下現象は沖積層のみにとどまらず、洪積層の相当な深度にまで及ぶものと考えられる。

本研究では、磁気式深度別沈下計^{1) 2)}を用いて、神戸市東部の臨海埋立地における地盤改良地、および未改良地で層別沈下計測を行い、各層の沈下特性について考察するとともに、両計測地点の沖積粘土層について検討を行った。

2. 観測孔A (未改良地)

本観測孔は、神戸市東部の埋立地内の北西部に位置し計測は1986年10月から行い現在もお継続中である。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、下部洪積互層となっている。計測開始日より経過日数2314日までの各層の圧縮変化量を図-1に示す。全層厚で623mmの圧縮量を示している。そのうち沖積粘土層の圧縮量は527mmであり、全圧縮量の85%を占めている。洪積粘土層の圧縮量は42mmであり、沖積粘土層のそれと比べても非常に小さい結果となっている。そこで沖積粘土層について圧密度の算出を行い、最終圧縮量予測ならびに今後の圧密沈下状況の推定を行った。解析条件を以下に記す。

①圧密度の解析法としてTerzaghiの一次元圧密理論を適用し、基本方程式をガラーキン法により連立一階常微分方程式の近似式への変換を行い、クラנק・ニコルソン法によりこの方程式の近似解、すなわち過剰間隙水圧分布を求めるものとする³⁾。②沖積粘土層を7層に分割し、土質特性はA孔付近で埋立前に行われたボーリング調査結果を使用する。③A孔における埋立前の沖積粘土層厚を13.60mと推定し、計測開始時における沖積粘土層厚が11.40mであることから、計測開始までに2.20mの圧縮量があったものとする。④圧密沈下量の算出はTerzaghiの圧密理論を基に圧縮指数 C_c を用いて算出し、埋立期間による漸増荷重補正を行い圧縮量曲線を描く。また埋立土の単位体積重量は 2.10 gf/cm^3 とする。以上の解析結果を図-2に示す。これより実測値と計算値は比較よく合っていることが認められ、最終圧密沈下量は373.4cm、残留圧密沈下量は91.1cmと予想される。また、圧密度95%に達するのに今後18年近くかかるものと推定される。

3. 観測孔B (地盤改良地)

本観測孔は埋立地の中央部に位置し、この付近はサンド・ドレーン (ドレーン径0.5m、ドレーン長G、L

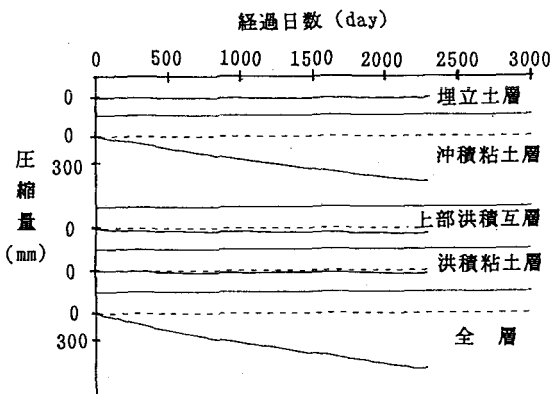


図-1 層別圧縮変化量曲線 (A孔)

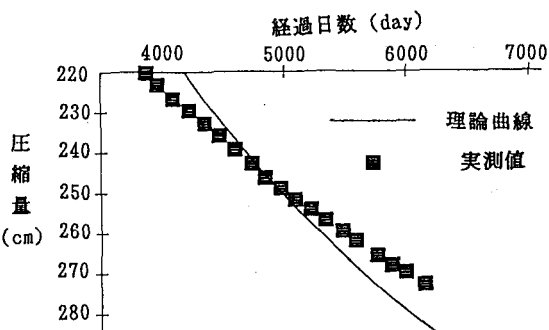


図-2 理論曲線と実測値 (A孔)

-34.0m、ドレーン間隔3.5mの千鳥型配置)による地盤改良が施された地区である。計測は1987年1月から行い現在もなお継続中である。地盤構成はA孔とほぼ類似した傾向にある。計測開始日より経過日数2066日までの各層の圧縮変化量を図-3に示す。全層厚の圧縮量は438mmで、そのうち沖積粘土層の圧縮量が194mmである。洪積粘土層の圧縮量は113mmであり非常に大きな値を示す結果となっている。これはB孔周辺部に多数の構造物が建設されており、それらの基礎が上部洪積互層に支持されているため、その影響が洪積粘土層に現れたものと考えられる。また、沖積粘土層を上層部、下層部にわけ、それぞれの圧縮量をみると上層部56mm、下層部156mmの圧縮量を示しており、上層部の圧縮量が少ないことが分かる。これは沖積層に関して、サンド・ドレーンによる地盤改良が沖積粘土層下層部まで施されていないため、沖積粘土層上層部の圧縮量が下層部のそれと比べて非常に小さくなったものと考えられる。そこで沖積粘土層上層部を対象にサンド・ドレーンの効果について検討を行った。解析条件を以下に記す。

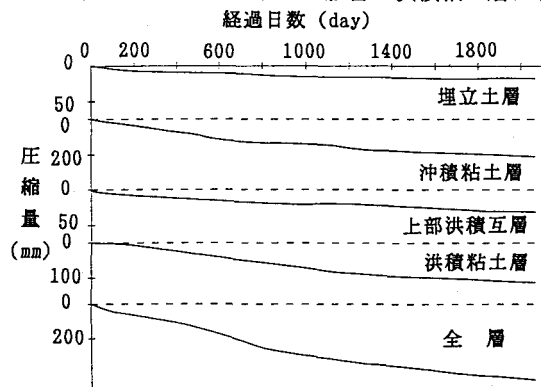


図-3 層別圧縮変化量曲線 (B孔)

①サンド・ドレーン工法による圧密度算定法はBarronの式⁴⁾を適用し、水平方向の圧密係数 $C_h=60\text{cm}^2/\text{day}$ とする。②沖積粘土層上層部の初期層厚は、圧密中 C_c 、 m_v は一定という仮定のもとで逆算し、745.0cmと推定した。計測開始時における層厚が705.0cmであることから、計測開始までに40.0cm圧縮されたものとする。③埋立・荷重期間を2段階にわけて漸増荷重補正を行い圧縮量曲線を描く。また埋立土の単位体積重量を $2.10\text{gf}/\text{cm}^3$ とする。図-4は解析によって得られた沈下曲線と実測値を表している。これより最終圧密沈下量は47.5cm、残留沈下量1.9cmと予想される。また、同図より実測値と計算値との間に時間的差異が認められ、これよりサンド・ドレーンによる圧密促進の速度は計算された値よりも実際には少ないものと考えられる。しかし、計測結果において現時点で圧密度95%を超えていることから、今後の圧密沈下は落ち着くものと考えられる。

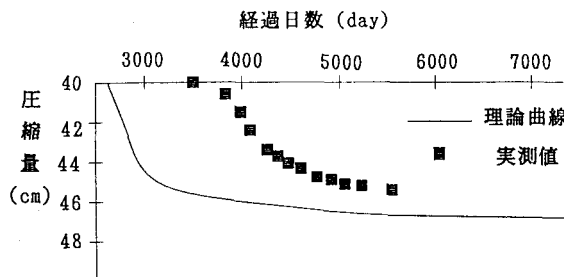


図-4 理論曲線と実測値 (B孔)

4. まとめ

以上の計測結果、および解析結果より未改良地A孔と地盤改良地B孔における沖積粘土層の沈下特性および洪積粘土層の沈下特性について考察する。

未改良地の場合、圧密度95%に達するには相当の時間を要する。地盤改良を行った場合、圧密は急激に進行し、圧密度95%に達するまでの期間は、計測結果より沖積粘土層上層部において約18年短縮されることが認められた。観測孔Bの洪積粘土層においては、多数の構造物が上部洪積互層に支持されているため、その影響により圧密が進行していると考えられるが、その進行状況については今後の計測に注目する必要がある。

参考文献

- 1) 谷口敬一郎・楠見晴重・木村宏一・辻本勝彦：磁気層別沈下計の開発とその適用性に関する研究, 土木学会論文集, Vol. 409, pp. 57~64, 1989.
- 2) 谷口敬一郎 他: On Measuring Settlement by Magnetic method at any Depth, Marine geotechnology, Volume 8, 1989.
- 3) 水本久夫・原平八郎: マイコンによる有限要素法入門, 森北出版株式会社, pp. 82~97, 1985.
- 4) 森田定一: 応用土質基礎工学 [上], 東海大学出版会, pp. 165~168, 1979.