III-115　深層の沖積および洪積粘土の沈下挙動

㈱大林組技術研究所　正会員　上野孝之　西林清茂　高橋真一

1．はじめに

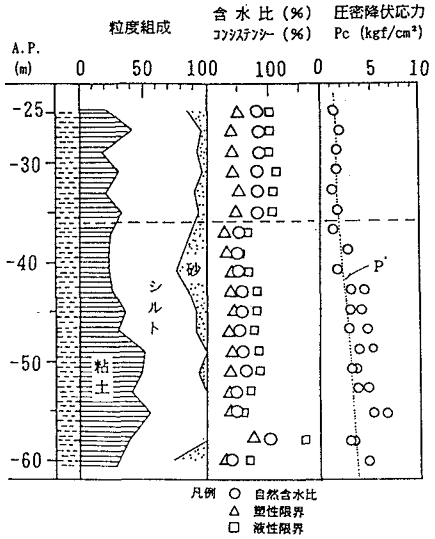
最近、大水深港湾構造物、海上空港、大規模埋立や大型構造物等の建設に伴い、深層の沖積粘土および堆積年代の比較的新しい洪積粘土の沈下挙動が問題となることが多くなっている。これまで深層の沖積・洪積粘土層は、比較的浅い沖積粘土層とは全く別の工学的特性を持つ粘土層であり、しかも有為な沈下は発生しないものと考えられていたが、最近では埋立海底地盤の工学的問題の１つに洪積粘土層の沈下問題が提起され、従来からの沖積粘土層の沈下の問題に加えて、洪積粘土層の圧密問題を解決することが重要なものとなりつつある[1]。また深い沖積、洪積粘土層は、その深度ゆえに圧密促進による地盤改良を進めることが難しいことから、地盤の圧密特性を把握し構造物構築後の沈下挙動をより精度良く推定し、その対策を考えることの重要性が増している。

この報文は、上記の沈下挙動を検討するために、①ボーリングによる採取試料を用い各種の室内試験を行ない、深層の沖積粘土・洪積粘土の物理的特性・圧密特性を把握し、②これらの室内試験結果をもとに行なった沈下解析と沈下観測データの比較検討によって得られたいくつかの知見について報告したものである。

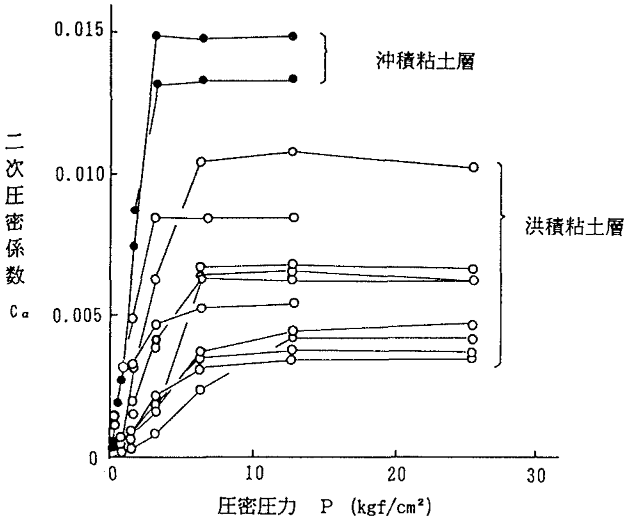
2．乱さない試料の物理的特性と圧密特性

試料は、東京湾羽田沖埋立地でボーリングによって採取した乱さない深層の沖積粘土（AP-25 ~ AP-36m）および洪積粘土（AP-36 ~ AP-60m）である。図－１に土性図を示す。AP－36m ～AP－42m に砂分を比較的多く含む砂質シルトが存在し、上部は沖積粘土層（Ac層）、下部は洪積粘土層（Dc層）である。粒度特性はAc層とDc層で差は見られない。含水比、コンシステンシー特性はそれぞれの層においてはほぼ一様であり、Dc層はAc層に比べて低塑性、低含水比の粘性土である。圧密降伏応力と土被り圧を比べると、Ac層は正規圧密状態を示すが、Dc層は0.C.R.=1.1～1.5 程度の過圧密状態である。

図－２は、圧密圧力Ｐと二次圧密係数 C_α の関係である。C_α は、Ｐの比較的小さな範囲ではＰにほぼ比例して増加し、圧密降伏応力付近においてほぼピーク値に達した後、ほぼ一定値を示す。洪積粘土層の C_α のピーク値は、沖積粘土層のピーク値に比べ１／２～１／３と小さな値となっている。



図－１　土性図

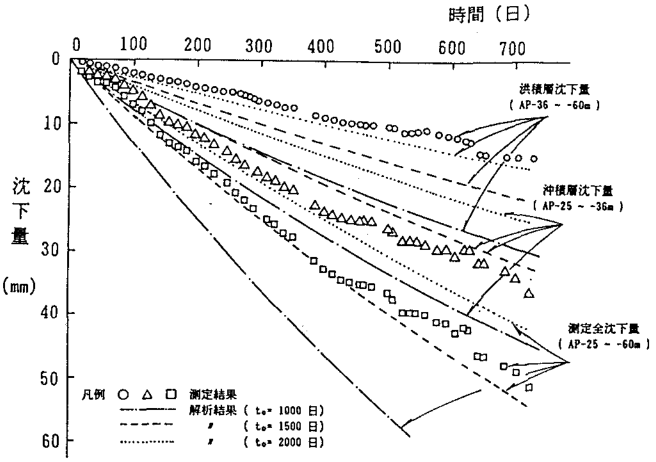


図－２　二次圧密係数

３．過圧密粘土の圧密沈下挙動

(1) 深層の粘性土層の沈下測定結果

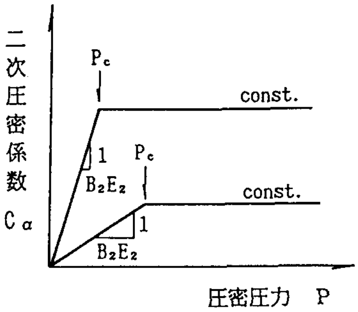
図－３に試料採取位置における沈下観測結果と解析結果を示す。このうち解析結果については(2) で改めて示す。測定対象の A.P.-25m ～ -60m の粘土層において２年間に約50mmの沈下が測定された。この沈下量は、通常地盤改良の対象とされる沖積粘土層に比べて小さいが、圧密促進の地盤改良が行なわれないため今後長期に継続すると考えられる。



図－３　圧密沈下観測結果と解析結果

(2) 圧密沈下解析

沈下の測定対象粘土層は図－１に示したように過圧密状態であることから、二次圧密のみが発生しているものと考えることができる。二次圧密の計算方法は、図－２に示した C_α の応力依存性をレオロジー理論[2)] で表わし、圧密試験から得られた C_α を図－４に示すように圧密応力 σ の関数としてモデル化を行なって計算した。解析においては、図－４に示すように C_α～σ 関係の整理において折れ曲がり点を P_c として進めた。入力条件は、圧密試験結果をそのまま解析に取りこめるようにサンプリング位置ごとに層区分し、計12層の多層地盤として解析を行った。表－１に、沈下計算に用いた入力条件を示す。



図－４　二次圧密係数のモデル化

前述の図－３に示した解析結果は、圧密開始時期(t_0)を沈下観測開始時の1000日前，1500日前，2000日前の３通り計算した結果である。沈下開始時期が古く、圧密時間が経過している計算結果ほど現在の沈下曲線の勾配は小さく表され、実測結果は(2) の1500日前とした計算結果が実測値に良く近似している。埋立造成経過を図－５に示すように、沈下観測地点付近では沈下観測開始時期（1986.12 ）の約４年前にはすでに造成が完了し、その後大きな載荷荷重の変化が無かったことを考えると、計算開始時期の設定を造成終了時期付近に設定することの妥当性が認められる。

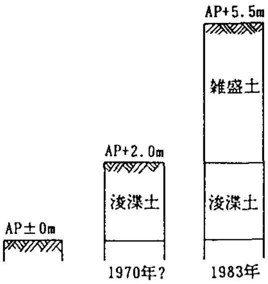
表－１　入力条件

層区分	P_c kgf/cm²	B_2E_2	層厚 m	層区分	P_c kgf/cm²	B_2E_2	層厚 m
1	2.30	137	6.0	7	3.65	1471	1.5
2	2.65	182	6.0	8	3.73	696	1.5
3	2.95	308	3.0	9	3.90	1143	3.0
4	3.15	588	3.0	10	4.15	1509	1.8
5	3.30	792	3.0	11	4.25	440	2.7
6	3.50	784	3.0	12	4.33	2484	1.5

５．まとめ

深層の沖積粘土、および堆積年代の比較的新しい洪積粘土の沈下挙動に対し、二次圧密係数を用いた沈下解析を行ない、圧密沈下をある程度予想できることを確認した。今後は深い粘性土層の沈下、変形データの収集やその解析を進めることによって、深い粘性土地盤の工学的特性のデータベース化やより精度の良い解析を進めていきたい。

最後に本編をまとめるにあたっては、運輸省第二港湾建設局東京空港工事事務所の担当の方々のご指導、ご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。



図－５　埋立造成経過

参考文献　1)たとえば　木山，他：土質工学的諸問題とその対応臨海埋立地埋立造成，土と基礎36-11,1988
2)柴田：粘土の圧密に関するレオロジー的考察，土木学会論文集，第 69 号，1960