

京都大学工学部 正会員 赤井 浩一
同 同 佐野 郁雄

1. 序 近時、構造物の大型化、重量化につれて、その基礎を従来のような浅い沖積地盤に置くのでは支持力が不足することが多く、したがってさらに深部の段丘層や上部洪積層に支持層を求めねばならない事例が増しつつある。しかるに、この種の地層は十分深所にある洪積層に比べて堆積年代が若く、過圧密比が小さい上に、地史的にみて必ずしもその荷重履歴が現在の有効上載圧を超えているとはみなしがたい場合も少なくなく、土質基礎工学上問題となる事象が生じている。たとえば、大阪湾岸の大規模埋立地では、埋立造成後相当期間経過した現在でも、なお無視し得ない沈下が続いており、しかもそれがかなり深い堆積層で生じていることが実測されているが、その機構は土質学的にほとんど¹⁾解明されていない。最近¹⁾は湾岸を速く離れた地点にまで埋立を推進しようとする気運もあるが、本研究はこのような海底地盤の特性を明らかにするために、おもに大阪周辺の上部洪積層粘土の擬似過圧密挙動に関して地史的・土質力学的考察を行ったものである。

2. 先行効果と遅延圧密(二次圧密)

大阪地盤では、古くから古期沖積層または段丘層としての天満砂礫層が建物や構造物の支持層として扱われてきたが、この層の厚さが小さいところでは、その直下の粘土層の支持力が問題となる。この大阪層群最上部の洪積粘土(Ma12)は、上部洪積層の中でも最も時代が新しく、地史的考察からしても堆積後浸食による載荷重の減少や、褶曲などによる横圧をほとんど受けていないと考えられる。よつてその過圧密特性は、さらに古い洪積層粘土(Ma11以深)に比べて著しく微小であり、その原因は単なる地下水位の小規模な下降上昇によるものか、またはBjerrumのいう正規圧密粘土の遅延圧密による先行効果、すなわち擬似過圧密挙動によるものかのいずれかであろう。両者の相違を過圧密比の深度分布で表現すれば図-1²⁾で示されるが、一方、 K_0 -値と過圧密比の間にも粘土に固有の対応関係が存在するので、原位置における K_0 -値がわかれば過圧密比が求まり、これが深さにかかわらず一定ならば、その粘土の過圧密特性が擬似的なものに過ぎないことが知られる。

3. 載荷による地史履歴の消失と遅延圧密の再生

図-2は遅延圧密の説明図であるが、 $e - \log p$ 関係に地層堆積後の時間パラメーターが記入されている。このパラメーターが意味するところは、たとえば載荷重 p_0 で遅延圧密中の粘土は、各時間パラメーターと交わる位置で、それぞれに対応する二次圧密速度 $\dot{\epsilon}_d$ をもつことである。したがって、堆積後1万年にある擬似過圧密粘土(D)に載荷 $4p$ が行われてEまでくれば、 $p_0 + 4p < p_y$ により一次圧密の沈下はほとんどないが、一方、二次圧密速度はこの粘土がBD線上のDで有していた堆積後1年に相当するものを復活させると考えねばならない。これは、載荷による1万年の地史履歴の消失と遅延圧密の再生にほかならない。

もし降伏点Fおよびそれを越えたGまで応力増加があれば($p_0 + 4p \geq p_y$)、顕著な一次圧密とともに、それに続く二次圧密速度は粘土が当初堆積した時点(B)におけるものと同じく最大となるであろう。

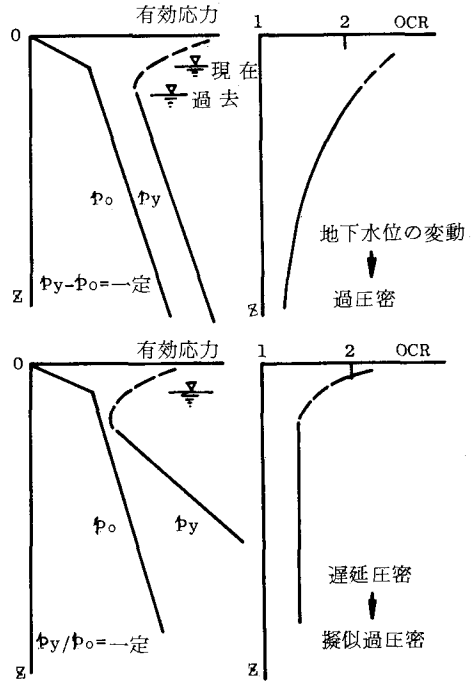


図 - 1

4. 大阪層群上部洪積層粘土の圧密特性

大阪南港埋立地へ連絡する港大橋地点での土質調査結果³⁾によると、橋脚基礎の支持層としての天満砂礫層(OP-33m~40m)の下に出現する上部洪積層粘土(Ma12)の圧密降伏応力 p_y は、有効土かぶり圧 p_0 と $p_y \doteq 1.3 p_0$ なる関係があり、この粘土がやや過圧密状態($OCR \doteq 1.3$)にあることが知られる。一方、南港埋立地内のポートタウン地域での最近の調査では、埋立前にわずかに過圧密であつた上部洪積層粘土が、埋立完了後の現状ではすでに $p_0 \doteq p_y$ という正規圧密状態にあり、ことに元來過圧密

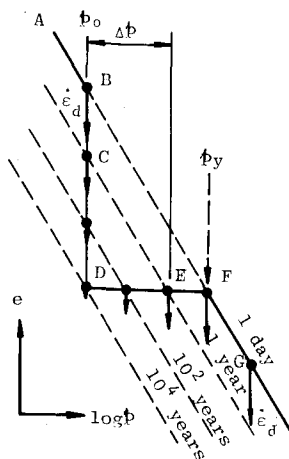


図 - 2

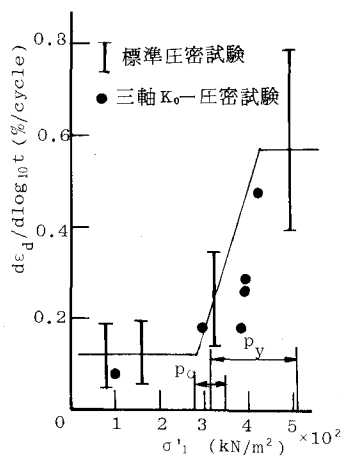


図 - 3

の度合($p_y - p_0$)が小さかつたこの粘土層最上部では、未圧密状態($p_0 > p_y$)にさえなつていることがわかる。上部洪積層粘土は高塑性であり、正規圧密領域での圧縮指数は沖積の梅田層粘土よりはるかに大きい。このような状況下では、沖積粘土層は地盤改良により今後圧密の進行がなくても、埋立地全体にわたつて深層の粘土層の圧密が生じ、支持層の厚さが十分でない場合には、構造物自体の荷重は深層の圧縮を累加させるであろう。

加えて、前述の遅延圧密についても無視することができない。ポートタウン地域での大口径デモンサンプリング($\phi 150 \text{ mm}$) 試料の各種圧密試験結果は、上部洪積層粘土の二次圧密速度が p_y を境に急増している。図-3の実験値は柴田⁴⁾による港大橋上部洪積層粘土に対するデータであるが、これより二次圧密速度に3段階があつて、過圧密と正規圧密との間の遷移領域が擬似過圧密特性を示すものと判断される。

図-4は大阪湾泉南沖水深約20m地点の海底地盤の過圧密特性を示している。海底直下の沖積層Aは正規圧密($p_0 \doteq p_y$)、粘土層B(Ma12相当層)は擬似過圧密($p_y/p_0 \doteq \text{一定}$)、粘土層Cは軽度の過圧密($p_y - p_0 = \text{一定}$)、粘土層Dは地層の構造変動過程を経た高い過圧密($p_0 \ll p_y = \text{一定}$)の状態にあることが推定される。

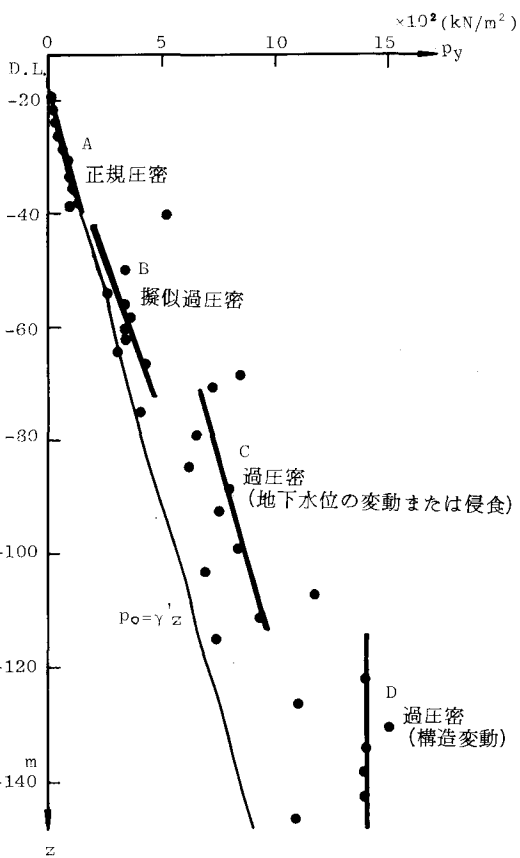


図 - 4

参考文献

- 1) 三笠：土木学会誌，63-4，1978，p.50
- 2) Wroth-Parry：Intern.Symp.Soft Clay，Report 4，1977，p.7
- 3) 村山編：大阪地盤——特に洪積層の研究とその応用，土質工学会，1977，p.113
- 4) 柴田：大阪洪積粘土の沈下特性に関する研究，防災研究協会，1970，p.70