

復 建 調 査 設 計 課 正 員 羽 原 俊 行

“ “ 足 羽 淑

“ “ ○ 大 森 智

“ “ 松 浦 章

§ 1 ま え が き

瀬戸内海沿岸全域に広く分布している沖積粘土は一般にきわめて軟弱でその厚さも40m以上に達するところもあり、土質工学的にも幾つかの興味ある特性を有しているが、紙数の関係もあり本文では中国沿岸沖積層の正規圧密粘土の間隙比～圧密荷重(対数)曲線の一般的傾向と一部の物理的の特性の相関性等について考察する。

§ 2 中国沿岸沖積粘土(正規圧密)の圧密的特性

本文に掲載しているデータは中国地方山陽側沿岸の代表的な六地区(柳井、岩国、広島、呉、竹原及び福山笠岡の各地区)において、これまでに実施された土質調査結果のうち、最上層の正規粘土についてのものである。実際のデータ整理は各地区毎に、本文に記載されているもの以外の項目、組合せについて行ない相関性の認められたものは最小二乗法で相関式を決定してみた。しかし、各地区別ではデータ数が極端に少ないものもあつて結果に疑問がもたれるものもあつて、更に多くのデータ集積が必要であることが認められた。したがつて、今回は全地区を単位として整理したもののもので、以下の記述に関係するものだけを記載した。

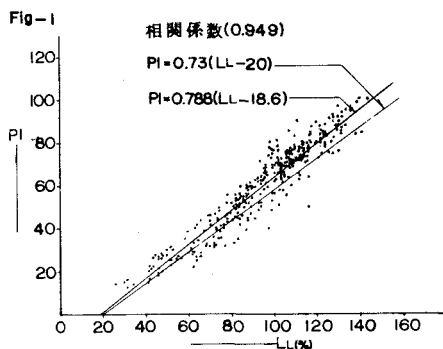


Fig-1 は LL ~ PI 関係図(塑性図)である。また

Fig-2 は圧縮指数 e_0 と間隙比の関係を示したものである。相関係数は前者に対して0.95、後者は0.75でいずれもかなり高く比較的良好な相関性を示している。LL と PI の関係はよく知られている $e_0 = 0.73$ (LL - 20) 線よりも若干上位に分布し勾配も多少大きくなっている。Fig-2 における圧縮指数 e_0 は Fig-4 における間隙比～荷重(対数)曲線の先行圧力以降にあらわれる最初の接線勾配である。この勾配と間隙比の間に比較的高い相関性が認められることは一応注目すべき点と思われる。また、Fig-3 は Fig-2 の

場合と同じ意味の圧縮指数と液性限界の関係を示したものである。この図の場合、相関性は Fig-1、2 の場合ほどよくないがあとで述べるようにかなり重要な意味を含んでいるようである。(注) Fig-3 には Fig-4 における(B)曲線の勾配に相当するものも含まれている。)

Fig-4 は中国沿岸における最上層部の正規圧密粘土の二つの典型的な間隙比～荷重(対数)曲線を示したものである。すなわち、(A)曲線は先行圧力以上で非常に弯曲している例で、鋭敏度が非常に大きい場合である。これに対して(B)曲線は弯曲性が殆んどなく鋭敏度が小さく組織がそれほど発達していないか、もしくは破壊さ

Fig-2

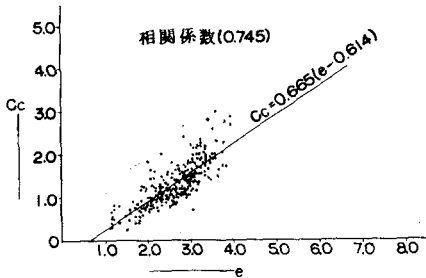


Fig-3

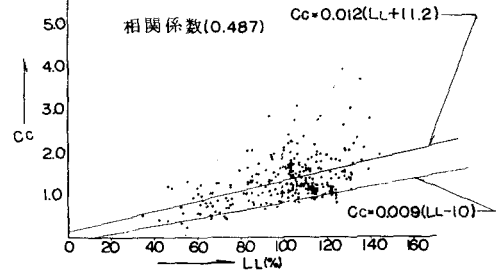
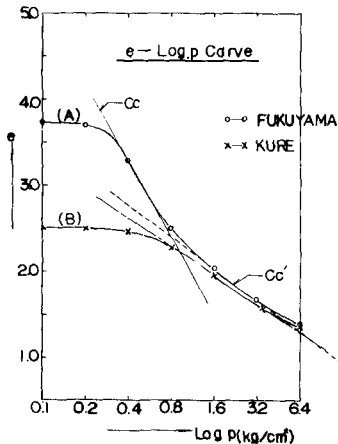


Fig-4



れたものである。中国沿岸の沖積粘土は大なり小なり(A)型の圧密曲線で示され(B)型曲線はむしろまれであつて。この種の傾向を示す場合は不攪乱試料自体に問題があるものと考えて乱れの程度について一応検討してみる必要があるくらいである。

ところで、これまでに発表されている文献によれば(A)型曲線と(B)型曲線の傾向的な差は粘土の構造組織と密接な関係があることを指摘している。Terzaghi は粘土の構造が乱されると曲線が急に曲る原因となる性質が消えることを述べている。また、森氏は先行圧力、粘着力などの面より、上載荷重と先行圧力の差がチキソトロピー的要因などによつて組織が発達したためであることを実験的に説明し、圧密応力にもとづかない粘着力が存在することを認めている。これらのことより鋭敏でない粘土は(B)型曲線を示すが、鋭敏性の高い粘土でチキソトロピーなどの現象があらわれるものは粒子の配列構造にほとんど変化がない

い(したがつて、間隙比も大きいまゝ)にもかゝらず、時間経過とともに除々に強度が増加し組織が発達してより大きな圧力でないと変形しなくなつて事実上、先行圧力が上載荷重より大きくなると考えられる。この点については、中国沿岸の正規粘土についても確かに云えるようで、実際にこれらの関係を調べてみると、

Fig-5 に示されているように上載荷重よりも圧密試験から得られた先行圧力の方が一般にかなり大きくなつてゐる。もつとも Fig-5 は P_0 、 P_0' 共に非常に誤差が入り易いので多少割引いて考える必要がある。

いずれにせよ、組織の発達した粘土は工学的には不安定な状態にあるわけで、先行圧力よりも大きな圧密荷重によつて破壊されるとより安定な状態、即ち構造低位の状態に漸位し、(B)型曲線に近い粘土本来の間隙比荷重関係に近づくものと考えられる。したがつて、たとえば、(A)曲線の $\bigcirc$ 線はその粘土の組織が破壊されたときに示す勾配に近似的にしているとみることができるので $\bigcirc$ と $\bigcirc'$ の数値的差は粘土の構造組織の差を示すものであると考えられる。この意味で(A)曲線における第二接線部の勾配と(B)曲線の直線部分の勾配近似的にしていることも一応理解できるところである。しかも、(A)曲線と(B)曲線は図にも示しているように、同一ヶ所におけるも

のではなく堆積条件その他の諸条件がかなり異なっているにもかかわらず、両曲線の勾配がかなりよく一致している点に意味がある。即ち、(A)、(B)曲線は勾配が一致するものを意識的に選定したわけではなくあくまで、

中国地方沿岸の典型的な圧密曲線を選ぶという条件で任意に画かれたものである。したがって、第二接線部の

勾配は地区によつて余り差がないのではないかとい

う疑問が生ずる。この点はFig-3及びFig-6の関係図によつてある程度説明できるように思われる。

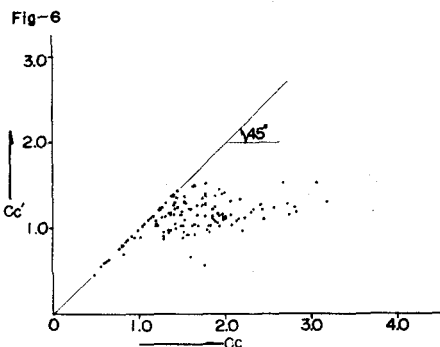
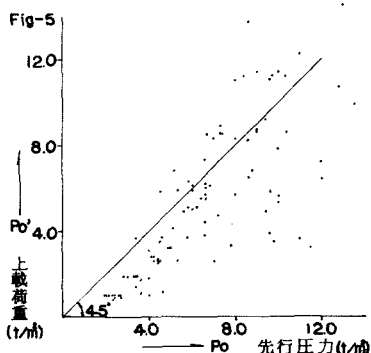
即ち、Fig-3は前述の如く全地区における LL と CC の関係を示したもので $CC = 0.012(LL + 1.2)$ で代表されるがこの図においてデータの下限値がスケンプトンの示した $CC = 0.009(LL - 1.0)$ にはほぼ一致していることが認められる。後式の場合、鋭敏比が4以下の粘土で認められた結果であるようなので、ここで云う(B)曲線に近い圧密曲線であつたものと推察される。したがって、両式の差は一応粘

土の構造組織の差にもとづいているものと解釈できる。また、Fig-6は(A)曲線における第一接線勾配 CC と第二接線勾配 CC' の関係を示したものである。この図によれば $CC = 1.2$ 付近までは $CC' = CC$ なる関係が満足されるようであるが、 $CC > 1.2$ の部分では CC の変動範囲に比べて CC' の変動が小さい。これら二つの事から推察して、中国沿岸地方の正規圧密粘土に関しては組織の余り発達していない粘土または組織は発達しているがそれが破壊された場合の圧縮指数は液性限界との関連においてスケンプトン式で推算されたものに比較的

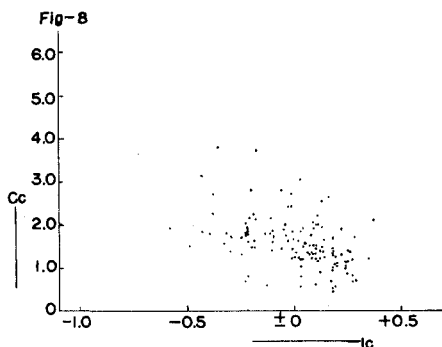
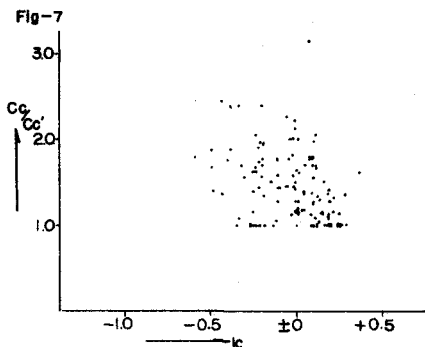
近く、組織が発達して構造が高位化しているものほど圧縮指数が大きくなり $CC = 0.012(LL + 1.2)$ で示されるものに近くなるようである。もつとも CC と LL の相関性はFig-1やFig-2の場合ほど大きくなく液性限界で圧縮指数を表示することにはかなり問題があるようである。

ところで、前にも述べたように第一接線勾配 CC と第二接線勾配 CC' の相違は粘土の構造組織の差を示すものと考えられ、粘土の鋭敏比とかなり密接な関係があるものと推察される。しかし、通常の場合中国地方沿岸の沖積粘土は人為的に乱すと自立が困

難になる場合が多いため普通の一軸圧縮試験方法で鋭敏比をうまく測定できないため、現時点では鋭敏比に関する信頼できるデータがないので残念ながら、鋭敏比と上記の関係を確認することはできない。このため、ここでは鋭敏比と相関性があると思われる相対稠度に対して整理してみた。Fig-7は(A)型曲線にける第一接線勾配 CC と第二接線勾配 CC' の比と I_0 を関係付けたものである。しかし、この図に関しては相関性は余り認められない。また、Fig-8は I_0 と CC のものを比較したものである。この図の場合はFig-7よりは多少相関関係があるように認められ、相対稠度の減少(正→負)に伴ない圧縮指数が増加する傾向が認められる。



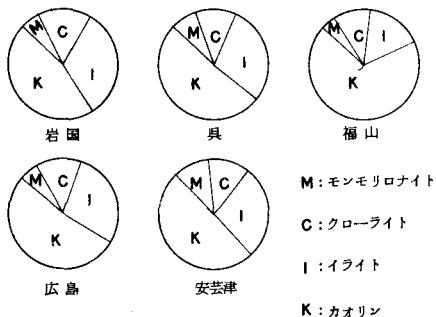
いずれにせよ。相対稠度では圧縮指数の傾向を必ずしもうまく説明できないようなので。別の面から調べてみる必要があるようである。たとえば。筆者等の手許には適当な資料がないが。(A)型曲線がチキソトロピー等の原因によるものであるとすれば。久保田氏によつて紹介されている薬固限界などを測定して流れ易さとの関係などを調べてみるのも一つの方法と思われる。



§ 3 中国沿岸沖積粘土鉱物組成

スケンプトン(1953)による Activity 等によれば粘土鉱物による活性の差というものが論ぜられているので本調査域における海底土の粘土鉱物組成と土性との相関性を検討することを目的として粘土鉱物の相対量比を求めてみるとFig-9の如くで地区により又採取深度等により多少の差異はあるが概してカオリナイト40~60%、イライト20~35%、モンモリロナイト及びクローライトは各々10%前後の値を示すことが確認された。これらの粘土鉱物組成と各種海底土の土性との直接の連関は目下の所不明で多くの要因が考えられるが。協同研究者の一人が既に発表した如く。特にモンモリロナイトにおいて顕著であるがLLとPHとの間に比例的な関係があることよりすれば海底粘土の如く特に粒度組成等を一定に保つた条件下での土質工学的な性質の要因としては構成する粘土鉱物種の結晶学的内部構造及び粒子面の特徴に由来してそれらが元来もしくは二次的に保有するに至つた特性が現在それらが置かれている自然環境との関連において非常に重要な役割を演じているのではないかと推定されこれが所謂組織の原因となるものと思われるので尚目下検討中である。

Fig-9



ることよりすれば海底粘土の如く特に粒度組成等を一定に保つた条件下での土質工学的な性質の要因としては構成する粘土鉱物種の結晶学的内部構造及び粒子面の特徴に由来してそれらが元来もしくは二次的に保有するに至つた特性が現在それらが置かれている自然環境との関連において非常に重要な役割を演じているのではないかと推定されこれが所謂組織の原因となるものと思われるので尚目下検討中である。

参考文献 (1)各地区における土質調査報告書(復建調査設計KK施工)

(2)土と基礎 通巻34、40、49、56、57各号

(3)Terzaghi, K & Peck, R. B. Soil Mechanics in Engineering Practice.

(4)Habara, T (1965): Role of Mineralic Constituents in Mechanical

Properties of the Estuarine Sediments Along

the Hiroshima Bay. (広島大学理学部紀要 44 429~454)