

範囲があると思います。問題は、普通コンクリートに比べて劣らないような軽量コンクリートを施工することができるかどうかという点にあると思います。

(2) 表—1,2 の結果は、3 個づつの結果ですが、試験体の数も少なく、普遍的な結果を示すものとはいえません。軽量コンクリートの実験結果の一例と考えて頂きたいと思います。

(3) モルタルの構造試験というのは A.S.T.M. C 87—39, (structural strength of fine aggregate using constant water-cement-ratio mortar) をさしているのです。勝手な名前をつけて誤解を招いたことを申訳なく存じます。我国のコンクリート標準試験

方法 17 章, 砂のモルタルの強度試験による標準試験方法とはほぼ同じものです。

(4) 山田さんの御着想は誠に面白く一度実験されることを希望します。ただ次のことには注意する必要があります。一つは乾燥骨材の使用が練り混ぜの際非常な困難を与えること、今一つは、骨材中に吸収される水の中にはセメント分もとけており、多量の水を使用したセメントペーストからあとで水を吸いつたものと、はじめから適量の水を使用したペーストとはかなりちがいがあり、それが強度にも影響するのではないかと考えられることです。

塑性図に示される土のコンシステンシー の特性について

(土木学会誌第 37 巻第 3 号所載)

正 貞 福 岡 正 巳

土質に関する研究は応用力学の範疇を離れて新生面を開拓しつつあり、著者は特に土の工学的性質を土壤化学的立場より研究するの必要を感じ大いに活躍されていることは敬服に値する。JIS に定めた土質試験法は路床土の基本的性質を何等かの係数で表わしたいという強い実用的欲求から生れたもので、土質鑑別図表により分類した 8 個の群の特性に応じ各の土を最もうまく使う方法が定められた。土質鑑別図表のうち、最も重要なものは液性限界 (LL) と塑性指数 (PI) の関係を表わす塑性図である。本文の図—1 はこれに由来している。A 線は土質鑑別図表では ④ $PI = (LL - 14) / 1.6$ として示され、Mixtures of clay colloids and elastic materials と註記してある。Kaolin はほぼこの上により、上方の範囲に Bentonite の如き活性コロイドを含むもの、下方に sand, silt, mica 等が多く含まれているものがくる。もともとこの直線は Quarz 粉の如き非活性体に珪藻土、カオリン、ベントナイト等を加えたものの LL-PI 図が直線になるということからヒントを得て造つたものである。Hogentogler は作図に際し活性体の質と量にのみ着目しているが、活性体が何故に土の性質をかえるかということを追及して行けば当然粘土鉱物に吸着された陽イオン、その交換性、これに基づく LL-PI 図上の値の変化を

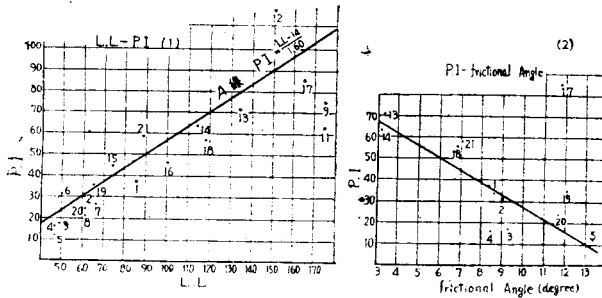
調べた著者の研究に発展すべきであろう。もしこの場合 A 線と、土を薬品で処理して得たものの PI-LL 曲線とが著しく斜交し、しかも広範囲に変化するようならば折角工学的性質によつてわけた分類が根底からくつがえされたかも知れない。著者の実験結果を眺めていると全く興味しんしんたるものがあり、いろいろ注文をつけたくなるが、表—1 の 1 個の数字、図—2 の 1 つの点が非常に貴い努力の結晶として得られたものであるということがわかつていてついでに言い難くなつてしまう。折角始められたのであるからコロイドの質と量、exchange capacity、界面化学的变化の状況、他の物理的あるいは力学的性質と PI-LL との関係を経験的に研究されたならば斯界を益するところ大なるものがあると信ずる。

最後に図の使用について気づいた点を申し述べる。LL-PI 曲線が同じ地点の上では大体直線をなすことは Terzaghi はじめ西洋の大家が述べたところであり、PI と他の力学的性質が相関関係にあることも既に認められ、種々の文献に散見されるが、特に著名なものを拾うと J.D. Sullivan の torque によつて求めた剪断抵抗と cation の関係をしらべたものがある。NH₄⁺, H⁺, K⁺, Fe⁺⁺⁺, Al⁺⁺⁺, Mg⁺⁺, Ba⁺⁺, Ca⁺⁺, Na⁺, Li⁺ の順に強度を減少するといっている。本文

にはもとのコロイドの性質並びに試薬で処理したものがどのような変化をしたかが記されていないし、また粘土の種類並びに実験方法が違うので Sullivan の標準でみることは無理かも知れないが各試薬についての特徴は余り見られないで、イオン列の後の方に位置する $MgCl_2, CaCl_2, NaCl$ が割合にかたまっていることが目立っている。

Terzaghi は圧密係数と PI との関係を描き、私

図-1



も八郎瀨の粘土で同じ経験をもっている。運輸省で石井技官が大坂地盤調査を行った際に PI-LL-粘土量-空隙量-圧密係数間-の関係詳しく調べている。茨城県東仁連川の地盤調査の結果によると PI と他の諸性質との間には図-1 の如く比較的規則的な指関性がある。特に興味ある点は、PI と圧密係数-面剪断試験による内部摩擦角とはほぼ直線的な関係にあり、大体直線で表わされるということである。この試験では粘着力との関係が明瞭でなかつた。つまり粘着力は土の履歴によるところが著しいためである。もし本文の土もこの図の如き関係にまるとすれば内部摩擦角は大坂瀨の土では 8° のものを最大 11° に、北白川の土では 10° のものを 12° 迄高めることができる。土壤安定法にはこの他いろいろの特徴を有する化学薬品が用いられるわけであるが塑性図または類似の図表を用いその性質を究明しておけば、LL, PI というような比較的簡単な試験でその特性をつかむことができるかも知れない。

著者 松尾新一郎

小文を報告した動機は、本文中に述べたように日本の土のみならず米国の Putnum Soil についても同じ事実の成立することを見出したからで、この一事実に対して最も希求する批判はその他の土についての成否に関するものである。

土に関する事が定説となるためには、その性状、要素の複雑多岐のため種々の経緯を必要とするが、早速土木研究所の畏友福岡技官からの討議に接して感謝に堪えない。幸にも博識の同技官が交換カチオンの直線的配列は、すでに見出された事実であるとは指摘されていない。

直線的配列の傾斜が、カチオン交換そのものだけによつて著しく A 線と斜交し、しかも広範囲に変化するとは著者は考えない。このことは土自体の本質であると考えている。A 線の傾斜は $\tan \theta = 0.733$ であり、福岡技官が引用された石井技官の研究にも自然土で $\tan \theta = 0.7$ が多数であるが、さらに $\tan \theta = 0.75, 0.85$ 等、A 線の $\tan \theta = 0.733$ より大きいものもある。Hogentogler の研究では硅藻土で 0.19 、カオリンで 0.71 、ベントナイトで 1.0 である。すなわち我々と最も接触深いカオリン系統は 0.71 であり、Hogen-

togler のこの値が後程塑性図では 0.733 と大きくなっている点は注目値する。

Hogentogler の ①, ②, ③線は大体原点より放射的に出ている。塑性図の A 線は一定方向の一直線である。いま著者の結果が多くの土について成立するならば、カチオン交換により上記の①, ②, ③線を横切ることになる。すなわち本質的に同一系統の土がカチオン交換により、その物理的性質が他の系統のものそれと等しくなり、またはその傾向を示すわけで、興味ある点である。

交換能は吉田山土 23.71 、北白川土 8.57 、大阪瀨海底土 $35.01 \text{ m.e./100 g Soil}$ であり、その他界面状況については今後の研究に属する。

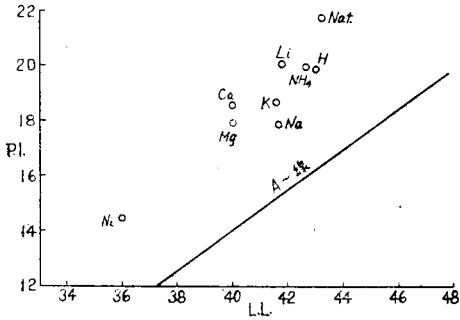
次に力学的性質との関連については本文の範囲をそれるが、著者の関心をもつところですからお答えします。本文の図-1 に記入してある土の物理的性質が、塑性図上の位置により定性的に変化する。これらの物理的性質と密接な関係にある力学的性質も相対的に変化することは、疑問の余地がないと思います。

各試薬についての特徴が余り見られないとのことですが、これは実験操作からもおわりの如く、完全交換

していないためであり、完全交換の Putnum Soil の場合にはその変化が顕著である。0.1N 溶液 24 時間漬後の効果を示すと図-1 の如くであり、変化の程度を認識して頂けると思う。

濃度の変化につれて一方向に前進的に逐次位置が変化

図-1 交換性カチオンの効果



せず前後しているが、これは交換される度合が異なるためで、高濃度のものがその飽和されたときに示す位置に振動しながら収斂しているのではなからうか。この点につき今後の定量的研究が必要です。

お示しの P.I. と内部摩擦角との関係は、さきに報告した「土の粒度加積曲線に関する統計学的研究」(土木学会誌第 36 巻第 12 号) の表-2 から粒度を媒介として帰納せられるから、他の土についても成立すると思う。したがって仰せの如く塑性図上の位置の変化と相対的な内部摩擦角の増減もカチオン交換によつて可能となり、本文最後に指摘したように土壌安定の基礎的方針となりうるだろうし、またそうなるよう努力したい。また地下水中に含有せられるカチオンとの関係を究明することにより、地氾りの化学的原因の一つを見出しうるかと思え、目下大阪府下鹿嶋附近の地氾りの解析として実施中である。

暗渠内の水流について

(土木学会誌第 37 巻第 4 号所載)

正員 岩崎敏夫

著者の今回の標記論文に深い敬意を表し、二、三の私見を述べます。

水面は波の現象を通じて空気との間にエネルギーの交換を行つているという御意見は確かに認められるべきです。限界相対速度について御採用になつた Helmholtz の方法は Potential flow で、エネルギー交換作用は全く無視されており、従つて Boundary condition の有限性の影響については単に定性的な説明しか与えない事は明らかです。

そこでこのような取扱いによつていかなる説明ができるかにまづ問題を限つて討議します。

(3.7) (3.8) (3.9) (3.10) はこれを λ で微分したものを 0 とおいて得られる波長 λ_m の場合に最小ですから、これを限界相対速度と考えるべきでしょう。ですから a) の場合に御提示の数値が得られる事に異論はありませんが、b) の場合に“ λ が増加 h' が減少すると云々”は正確でなく、“ h' が減少する程 λ_m は次第に増加し従つて v_0 は a) の場合よりも小さくなる”とすべきだと思います。今、 $\tanh \frac{2\pi h}{\lambda} \approx 1$, $\tanh \frac{2\pi h'}{\lambda} \approx \frac{2\pi h'}{\lambda}$ の場合に計算すると (3.9) より λ_m は

$$\lambda^3 - \frac{4\pi^2 T}{g(\rho - \rho')} \lambda - \frac{16\pi^2 T h'}{8g(\rho - \rho')} = 0 \dots\dots\dots(1)$$

の根で、この場合第 2 項は $3 \times 10^4 \lambda$, 第 3 項は $3 \times 10^5 h'$ の order で第 2 項は無視できます。 $h' = 0.1 \text{ cm}$ の場合、 $\lambda_m = 14.5 \text{ cm}$, $v_0 = 286.7 \text{ cm/sec}$ となりこの程度の微小空気厚でもなお“無限小相対速度で波が発生する”事にはなりません。なお 23.1 cm/sec は相対速度でなくて、半無限状に拡がった 2 静止流体の境界面に発生する波の最小伝播速度 (C_m であり、a) の場合に相当し、

$$v_0^2 = \frac{(1+s)^2}{s} C_m^2 \dots\dots\dots(2)$$

にて v_0 と関係づけられるものです。次に c) の場合には、特に $\tanh \frac{2\pi h}{\lambda} \approx \frac{2\pi h}{\lambda}$, $\tanh \frac{2\pi h'}{\lambda} = 1$ の場合を考えると

$$\lambda^3 - \frac{4\pi^2 T}{g(\rho - \rho')} \lambda - s \frac{16\pi^2 T h}{g(\rho - \rho')} = 0 \dots\dots\dots(3)$$

を満足する波長が λ_m で我々の場合には (1) 式と比較すると第 3 項が無視できて $\lambda_m \approx 2\pi \sqrt{\frac{T}{g(\rho - \rho')}}$ となります。これは a) の場合の式 (2) の C_m を与え