



電気的逆性土の添加による土の性質の変化について

(著者 森 麟; 土木学会誌 38 卷 10 号所載)

准員 山内 豊聰*

土性現象を界面現象から考える場合、土粒子のご電位を取り扱うことがしばしば必要であると考える。この面の実験である本文を興味深く拝読したが、以下若干お尋ねして討議の責を果したいと思う。

1. この研究はおもに基礎的な寄与を意図されたものと思うが、正帶電土は原土としてはやはりその例が少なく、またその電位も低いので、負帶電土同志間の問題が一般的であり意義も大きいと思われるにかかわらず、とくに正負相反するご電位をもつ2種の土を混合する場合を問題にされたのは、実際的見地からはどのような応用を考えられているのであろうか。

なお、正帶電土を火山灰土に予想されているが、これは $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ が大きく、負帶電土に属すると思われるるのであるが……。

2. 土のご電位は原土であつても常に吸着イオンと密接不離の関係があり、 $\zeta=0$ も $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ のとくに大きいもののほかは電解質処理によつて得られ、また土粒子は部分的には正及び負の電荷があり（したがつて部分的には両ご電位が考えられる）、ある粒子上の正電荷と次の粒子上の負電荷と連結する双極子の連鎖のため真の凝集力が存在することを考えあわせると、同一試料単独で電解質によつてご電位をかけ、土の性

質をしらべた方が粒度等の影響をうけず、目的が達せられると思うがいかがであろうか。

なおこの場合、ご電位はもちろん pH 値の函数としてあらわれるが、本文の場合でも pH 値の変化の関係が一緒に欲しかつたと思う。

3. 本文では粒度の異なる二試料を混合していられるので、圧縮強度及び水に対する安定性の最高である混合率が、最大密度の混合率でもあることになつて、これが大きく作用しているのではないかと懸念される。

また電気滲透法による電位測定にあたつて、密度の相違にともなつて毛管組織恒数などのように処理されたのか。

4. 正帶電土としては、すべて HCl 処理によつてご電位を大きくしたものを使つていられるので、これが原土そのままのものと違つて、不安定な過飽和イオンが遊離して、混合土に電解質添加と同じ影響をあたえることが考えられる。比表面積の極端に大きいベントナイトに加えた場合は別として、両試料の正負各のご電位の大きさが大差ない南吉見土に対する場合、 $\zeta=0$ が正帶電土の小さい混合率においてあらわれている。原土そのままの正帶電土使用の場合がないので比較できないが、この点も気になる。

著者 森 麟

本文が簡略であつて種々解りにくかつたことが想像されるが、以下質問にお答えする。

1.2. 本論文は土の性質とご電位のみを結びつけて調査したものではなく、正負両帶電土間の作用を問題としたものである。現に正帶電土が存在するので、この正帶電土と一般の負帶電土を混合して土の性質の変化を調べるのは当然のことと思う。応用化学方面の分野では正帶電物質に負帶電物質を混合して、そのものの性質の変化を調査することが相当行われているので、土質工学の方面にも開拓してみたかつたわけである。ただ実験結果を整理するのはご電位について行つた方が便利なのでそうちまである。土の性質とご電位のみの関係を求めるにはご電位を粒度分布の変化のな

いように変えて土の性質の変化を調べる方が合理的である。しかし電解質処理によつてご電位を0附近まで下げるには私の経験によるとアルミニウム塩等を使用しても高濃度溶液を必要とし、土を乾燥粉末状にして試料土とし加水締固めを行うと、使用した塩の結晶が析出しこれら結晶相互の結合による凝集力が大きく影響して目的を達することが困難であつた。正帶電土に負帶電土を混合すると、本文にも書いたがご電位の低下のみでなく電荷が相当量相殺されずに残つていることが考えられ、これら相互間のクーロン引力の影響もあるわけである。土の真の凝集力としては水分子の orientation による固化水膜の結合のほかにクーロン力の要素も相当あることもこの実験結果から考えられる。

正帶電土を火山灰土に予想したのは私の調査した正

* 九州大学助教授、工学部土木教室

帶電土が関東ロームとか鹿沼土等の火山灰の風化土であつたためである。それゆえ日本では関東地域以外にもありそうに思える。

またこの研究の応用面としては Soil Stabilization の方面を考えているわけである。

3. 御指摘のとおり粒度の異なる 2 種の土を混合すると、その粒度変化による影響が当然考えられるところだが、密度はその混合比に応じて滑らかに変つてこと、及びその他のことから考えて粒度変化によつて強度カーブに peak が出たとは思われない。なおこの論文に示した強度は一つの混合比において含水比を変え、一定締固めで最大強度のものをとり、強度カーブは各混合比における最大強度値を結んだものである

ので、Proc. IIIth. I. Co. So. M. F. E. の Vol.1 P.207 の論文のように liquidity index の同一値のところの強度について比較すれば本論文のカーブも異なつたものになると思う。

また毛管組織恒数の求め方は、その土の密度を種々に変えた場合の毛管組織恒数を測定して、密度と毛管組織恒数との関係を求め、これによつて電位測定時の密度に相当する場合のものをみつけるのである（土木学会誌 Vol.37-11 P.14 右列下より 4 行目参照）。

4. 御説のとおり土の混合により電解質添加をした場合に相当する作用があると思う。両帶電土の混合によつて生ずる変化を論ずるにはこのような現象も含まれるのは当然のことと思う。

地震時の STABILITY NUMBER について

(著者 倉田宗章；土木学会誌 38 卷 11 号所載)

正員 工学博士 松 尾 春 雄*

ここに示された図表は、非常に沢山の計算結果を集約した努力の作であつて、それを現場の人達にもすぐに使用できる便利な図表として示されたものであり、日頃よく耳にする、土木学会誌は理論に走りすぎて、実際の役に立たない、という批難に対し学会誌を弁護する有力な論文であると思う。

最大地震力が定常的に作用すると考えて、構造物の安定を検する方法は、1923年の関東大地震以来、物部博士等の提唱によつて、土木構造物に適用されているのであつて、著者の計算もこの仮定の下に行われている。関東大地震後導入された地震時土圧計算法は、最初には (1) 内部摩擦角が地震時には $\varphi - \theta$ の値をとると考えて、常時の古典土圧理論の φ に代入して行われた。しかし実際に試験してみると、自然勾配 φ の斜面は振動後 $\varphi - \theta$ の傾きをするのではないかことがわかつたので、上の考え方を改めて (2) 振動中も φ は変化しない、ただ慣性力だけは合加速度の方向に働くと仮定して計算を行うようになった。その後筆者が実験したところによると、土圧の周期的变化は、上記慣性力を定常的に考える場合に比し小であり、また深いところにおいては特に小である（土木学会誌 27 卷 2 号、昭和 16 年）。

著者は STABILITY NUMBER の計算にあたつて、 φ は常時と変化なしと仮定されているのであつて、これは前記 (2) の仮定である。ただし著者は粘着力のない場合の自然勾配が $\varphi - \theta$ の値をとると考えておら

れるのは (1) の仮定に従つているのである。実際には振動中の斜面の安息角は $\varphi - \theta$ より大である。従つて著者の計算はこの点ですでに相当の安全率が含まれていると思う。現在までのところ振動中の安息角と θ との関係が明らかにされたものがないと思うので、著者は止むを得ず、上記の仮定に従われたのであるまいか。

以上はすべて粘着力のない主として乾燥した粉体として論じたのであるが、著者は粘着力のある場合を述べておられるので、ことがらは一層複雑となる。

まず砂質土の場合について考えるに、粘着力を考える以上、相当の水分を含んでいる土、ないしは水に飽和している土のことを一応考えるべきであると思う。水に飽和した砂に振動を与えた場合に、振動の最大加速度がそれほど大でないときでも、砂が水と一緒に運動を初める現象が認められる。また間隙水圧が砂のゆり込みの影響を受けていちじるしく変化することが観測された。筆者はかつて試みた以上の実験によつて、これらの場合は乾燥したときと全く違つた考え方をしなければならぬことを感じた。

最近飽和粘土を $50 \times 40 \times 40$ cm の槽中に満たしたものを作成して振動台上で振動して、側壁に及ぼす圧力変化を測定して、粘土層の表面附近と相当の深さとでは圧力変化の状態がいちじるしく異なること、またしばらく振動を継続すると、表面附近と深い部分とでは、その性質が相当に異なつてくることを知つた。この結果から推して粘土が振動を受けた場合、 θ によつて粘着力

* 九州大学教授、工学部土木工学教室