

III-6 粘性土中に存在するレキの影響

旧本大学理工学部 正員 浅川美利

同 上 正員 O上橋正夫

I. まんがき

粘性土と粗粒物とを混合した際の締固め特性、あるいはまた、締固めた土の性質について研究した報告は数多く見受けられる。しかし、粘性土が主体となっていて、その中にレキが存在しているような場合、そのレキが土全体としてどのような意味を持っているかという研究は少ない。

そのような条件にある実際上の問題はきわめて多く、たとえば、風化した帯礫土の安定性を論ずる場合、またそれを材料土として用いる場合、さらには比較的少量の粗粒材を粘性土に投入するようは各種の土工問題など、あげれば数限りない実例がある。

これらの問題を取り扱う際に、レキなどのように処置すればよいかという実験上のことと、レキの影響などのように折込んで設計値を考えていけばよいかといった設計上のことが重要になる。

そこで、筆者等は、上記のことからを解決していく予備的研究として、まず粘性土中でのレキの存在が土全体の工学的性質にどのような影響を及ぼすものであるかということと、どのような因子が単独あるいは交互に大きくきいてくるかをしらべてみることにした。

II. 実験概要

II-1) 試料

試料は粘性土として関東ローム（習志野）を用いた。当地の地表に近い関東ロームは地質学的に立川ロームで、一般的性質は表-1に示すようである。

レキに代わるものとして粒径の一定したガラス球を用いた。その比重は2.492で、粒径はほぼ一様(15 μ)のものである。

(備考) ガラス球をレキに代用したのは、取り扱いが容易にし、粗粒物の影響を端的に知るため、形状と粒度の条件を一に除外し、理想的な球状体のもので置換えた。

II-2) 供試体作成条件

a). 混合条件

所定の含水比に作成した試料を24時間密バイ用

(表-1)

真比重	コンシステンシー			粒 度			締固め(JIS1210)	
	LL (%)	PL (%)	PI	200 μ 通過	475 μ 通過	75 μ 通過	液 (%)	OC (%)
2.792	93.20	62.70	30.50	100%	72.5%	53.5%	1.02	51.6

器にて保存し、その後レキを容積比で所定の混率とほるように加え約3分間混合した。なお、容積比と乾燥重量比では表-2のような関係がある。

(表-2)

容 積 比 (%)	0	5	10	20	30
乾燥重量比 $\delta_d = 0.99\%$	0	12.8	23.5	40.9	54.3
液 (%) $\delta_d = 1.09\%$	0	11.6	21.7	38.4	51.6

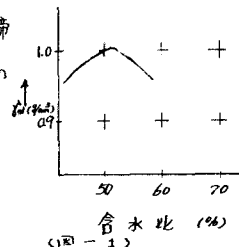
b). 含水比と密度の選び方

土だけの締め固め曲線をもとに、図-1に示したようにネットを組みこみこの交点の位置にてレキ混入率を変化させた。

c). 締固め方法および供試体作成

実験は全て、ダブルブ

ランジャーによる静的締固め方法を採用し、次の



ような2通りの方式で供試体を作成した。

方法Ⅰ：所定の密度条件となるよう事前に重量計算を行い締固め荷重を制御して供試体を作成する方法。

方法Ⅱ：締固め荷重 (125%) を一定とし、供試体重量を制御して供試体を作成する方法。

Ⅱ-3) 密度、強さ、圧縮性、透水性に関する試験。

レキ混入の影響を密度、強さ、圧縮性、透水性から検討するため次に示すような試験を行った。

i) 密度：供試体 ($\phi 10 \times 20$ cm) を高さ方向に五等分し、レキ間の土を取り出し、水銀置換法により検定し試料土の均一性を検討した。

ii) セン断強さ：径10 cm、高さ20 cmの供試体を用いて、側圧 0.5, 1.0, 2.0, 3.0% 変化させ三軸試験 (非排水セン断法により、1分間のヒズミ制御方式) を行ない、最小2乗法によりセン断抵抗角 (ϕ)、粘着力 (c %)、主応力、強さについて比較検討した。

iii) 圧縮性：CBRモールド中に高さ75 cmに成形した供試体に対し径5 cmの荷重板を載せ、これに0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0%の荷重を応力制御方式で順次載荷したとき、その次下量と測定し、破壊点 (最小曲率の生ずる点) における地盤係数 (荷重/沈下量) を求め比較検討した。

iv) 透水性：JIS 1210モールドにより供試体を作成し変水頭による透水試験を行ない、透水係数に及ぼす影響を検討した。

Ⅲ. レキの存在が締固めに及ぼす影響

Ⅲ-1) 一定の ρ_d を得るのに必要な締固め荷重

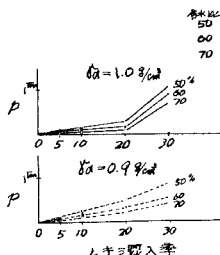


図-2. 一定の密度を得るための荷重

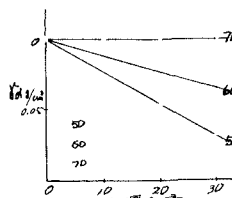


図-3. 締固めエネルギー

レキの混入があっても粘性土の密度が一定になるよう締固めを行った場合、レキが存在すれば、またその量が少くれば、締固めに要するエネルギーが大きくなるのは当然である。また逆に一定の締固めエネルギーで締固めた場合、得られる粘性土の密度は変わってくる。

ここではレキの混入率と粘性土の軟さの程度によって、締固めエネルギーにどの程度影響があるかをしらべてみた。その結果図-2 および図-3 に示す。図から次のようなことが知られる。

i), レキの混入率が低い (たとえば容積比20%以下) 場合にはほとんど影響はない。

ii), レキの影響が顕著に現われるのは、粘性土の密度が高い場合である。

iii), 粘性土の含水比が高い場合には、レキの混入率が高くなって、一定の荷重で締固められた粘性土の密度はほぼ一定である。一方、含水比が低くすると、レキの影響が顕著に現われ、粘性土の密度はかなり低下していく (図-3 参照)

Ⅲ-2) 密度の不均一性と WALKER・HOLTZ 理論の吟味

土とレキの混合物を締固めた場合、土の間のレキは土が荷重し、間接的に土は、その締固め仕事量で土の土を締固めた場合の状態になっている。

という仮定から出発している。WALKER・HOLTZ 方法のもとに定められた密度になるよう土とレキを混合し、静荷重にて一定の高さまで締固め固める。

上記の方法で作成した供試体の密度の実測値と理論値を図-4 に示す。実測値に、平均的な密度は、わずかに差はあるが

WALKER・HOLTZ

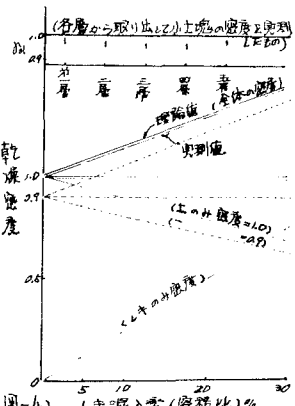


図-4

理論値と比べてよい一致を示している。(図の
 斜線が実測値との偏りである。

また、4 cm ほどの各層のレキ向にある粘性土の
 小さい塊りを取り出し水銀置換法で個々の密度を
 測り、平均密度からの差と供試体の各場所ごとの
 の不斉性を表示したのが図-4 の上図である。

これによると、各層での不斉性は少ないが、
 モールドの影響もあって、供試体上下面にくらべ
 て中央部の密度は平均密度から、かなりの差のあ
 ることが認められる。

以上のようにレキが理想球体であるためにも知
 れないが、容積比30%以内のレキ混入率では、
 WALKER・HOLTZ の理論は適合性が高いといえる。

また、静的締固めにおいては、中央部の密度を
 除けば、比較的均質なものととはならないことが
 わかる。

IV. 締固め土の力学的性質に及ぼすレキの影響

粘性土マトリックス中にレキが点在するような
 場合の土の力学的性質を考えると、i)レキそ
 のものが直接影響するものがある、ii)レキそ
 のものはあまり関係せず、レキの点在が粘性土の締固
 めに影響して、その土の状態が力学的性質に影響
 するものがあるか互に仕分けして考えてみる必要がある。

ここでは、ii)の影響が大きく現われてくること
 が前節で述べたようにわかったので、i)の事から
 がはたして起るかどうかが、起るとすればどの程度
 のものであるか互に問題にしてみることにした。

すなわち、供試体条件として粘性土の密度を一
 定に管理し、そのもとでのレキの影響をしらべた。

IV-1) セン断強さ

a). セン断抵抗角と粘着力

レキの混入率が高くなるに従って、セン断抵抗角
 の増加がみられるが、この場合にも粘性土の密
 度と含水比が影響度を変える因子とになっていること
 が図-5 から知られる。すなわち低い密度の粘性
 土で含水比が高いものにあつては、あまりレキの影

響が現われず

また、高い密度

で低い含水比

(たとえば w_{opt})

の場合には少

全体的に大きく

なるけれども、

レキの影響はほ

とんど現われて

こはい。一方、粘着力は全般的にレキが混入する

ことになってわずかに減少する傾向にあるが、そ

の影響は無視できる程度のものであり、含水比は

けが支配的因子であるといってもよい。

ii). 各因子の寄与率

前に述べたことから強さに寄与するおもな因子
 をあげると、粘性土マトリックスの含水比、密度
 およびレキ混入率の3因子である。

強さに関する実験結果を概括し、これを統計的
 に処理して、それぞれの因子の影響の大きさを寄
 与率で現わした。その結果を図-6 および図-7
 に示す。

ここからわかるように、こゝにも3因子のうち
 粘性土の含水量が最も大きく影響してゐて、そ

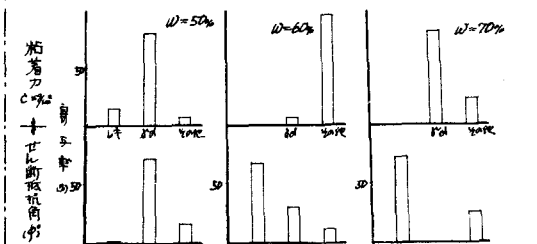
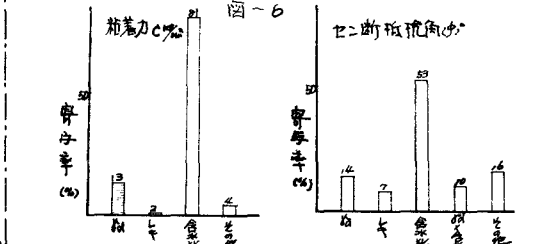


図-7 各因子の影響の大きさ

他の因子の寄与率は比較的に小さい。ほかでも
レキの寄与する割合はさきゆめて少いといえる。
図-7は含水条件別に他の2因子の影響の大きさを
示したものであるが、含水条件によって影響因
子が変わってくるのがわかる。

以上のことを総合して、比較的に少いレキ混
入率では、粘性土マトリックスの性状、すなわち
含水比と密度が強さに関しても支配的因子である
ということがいえる。含水比以外の因子は、含水
条件によって、ある場合にはレキが、また、ある
場合には密度が優先的因子となる。

Ⅱ-2) 圧縮性

図-8は、 $\alpha = 0.9\%/cm^2$ と $1.0\%/cm^2$ の供試体につ
きそれぞれ、 $p-\alpha$ 関係と降伏荷重以内の地盤係数
とを表示してある。

圧縮性に関しては、粘性土の密度によってレキ
の影響の違いが大きく現われている。

たとえば、 $\alpha = 0.9\%/cm^2$ では、ほとんどレキの影
響が現われにくいに対して、 $\alpha = 1.0\%/cm^2$ では、レ
キの影響が顕著であることがわかる。

レキ混入率ほど同一条件でありながら、せん断強
さに関してはレキの影響があまり大きく現われは
かった場合でも、圧縮性に関しては、その影響が
さきゆめて大きくはっているのは興味深い現象であ
る。

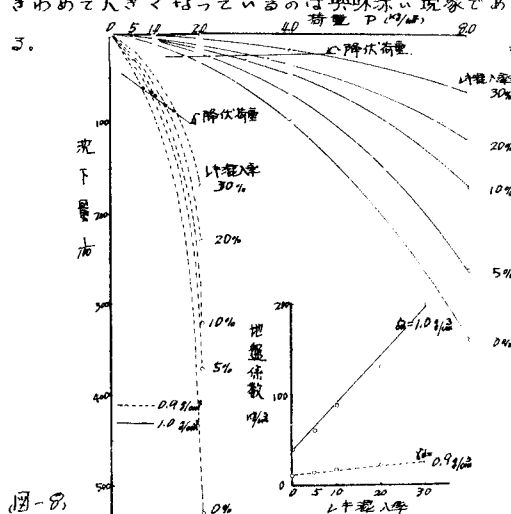


図-8

Ⅱ-3) 透水性

図-9は、レキ混
入率と透水係数の関
係を数例に示したも
のである。

粘性土が主体とな
っているような場合
には、レキが混入さ
れても透水性はよく

ならびいで、むしろ

それによって低下し

てくる傾向がある。図-9、レキ混入率による透水係数変化。

また、粘性土の密度によって、その低減傾向に
違いのあることも知られる。

この事実、粗粒材と少量混入した場合の透水
排水性を考える場合に重要なことのように思える。

V. あとがき

粘性土マトリックスと形成してレキが充
在しているような粗粒相混合物の場合、主体とな
る粘性土の含水と密度が支配的で、レキの影響も
その条件によって変わってくる。

また、そのような土にあっては、レキそのもの
が土の工学的性質に直接影響してくると思えるよ
りも、レキの存在が粘性土の状態を変え、その結
果が混合土全体の性質に影響してくると思えるほ
うが妥当のようである。

まだこの段階では、レキの混入した土の試験とど
のように扱えばよいか、ということや、レキの影
響を考慮して設計値を選ぶにはどうすればよいか、
といった提案はできないが、レキの影響がどんな
形で現われるものなのかというごく基本的なこと
からは知りえた。

今後は、レキの粒度、形状および供試体の大き
さに対するレキの粒度などの条件をいかに実験を
行なって、上述の問題を解決してゆくつもりであ
る。

