III-124　有機質粘土の土質安定に関する2・3の実験的考察

京都大学　工学部　　松尾新一郎
京都大学　大学院　○嘉門雅史

I. まえがき

土中に存在する有機物が粘性土に対していかなる相関性を有するかという研究は、粘土の物理化学的性質，粒子間の結合などの解明の意味から興味深い。また一方，軟弱地盤の土質安定においても，石灰安定処理時などにおける有機物の障害など実際面でも明らかにされるべき問題点は多い。本研究は試料として浮泥を用い，その有機複合体としての性質，リグニンや石灰添加時における挙動を示したものである。

II. 有機複合体の性質

試料の有機複合体としての性質は、有機成分に関して含有成分分析（表1），赤外線吸収スペクトル分析，X線回折などを行なっている。また，土性については有機物含有量を人為的に調整し，それに伴った比重，塩基置換容量，コンシステンシーの変化をとらえ，圧密・セン断性および沈降特性を求めた。結果を整理するとつぎのようになる。(1)有機物は高いCECを持ち，活性を大きくする。(2)LLを著しく増大させる。(3)透水性は減少し，海水（陽イオン）の存在下でさらに助長される。(4)二次圧密量を増加させる。(5)セン断強度を高める。(6)沈降において有機物はスラリー界面の沈降速度を増大させ，最終沈積量は減少させる。(7)粘土鉱物と有機物との複合体が安定な（密につまった）団粒を形成する。

Table 1.　Organic Components and Some Properties

Organic Content	Humic Acid Content		Organic	LL.	CEC.
By Bichromate M.	Degree of Humin	Humic Acid Cont.	5.4 %	122 %	37 meq/100g
5.40 %	9.2	4.50 %	2.0 %	89 %	11 meq/100g

III. 有機質土の土質安定

IIに述べた特性をもつ粘性土に対して添加材による化学的土質安定を考える。今，添加材としてSP.系リグニン材料と消石灰を用いた。前者は有機土質安定材であって，腐植の原生物質といわれているリグニンの影響を有機質土との関係からみたものである。後者は石灰土質安定が有機質含有量3%以上の土壌で効果がないとされるが，試料のような有機質軟弱粘土での安定効果を検討するものである。

(1) 添加の方法について　a)リグニン添加——Na，Fe，Crベースのリグニンを海水で希釈し，0.0215%，0.215%，2.15%，21.5%の溶液を作り，その添加によって浮泥の物性変化を求めた。真空ポンプで排水して含水比約100%に調整した試料に各種リグニンを添加し，真空ポンプで再排水する。これを繰返し所定のリグニン濃度で飽和した試料を得，初期含水比を調節し実験に供した。　b)石灰添加——消石灰濃度が試料の炉乾重量に対して5，10，20，40%となるような割合で添加し，水中養生を行なったものについて実験した。

(2) リグニン（人工有機物）添加時の特性　リグニンは一般に分散材として用いられているが，図1に示すようにLLはリグニンの低濃度域で逆に上昇している。これは有機質土自身のもつ凝集力との相剰作用の結果と考えられ，濃度の増加によって分散性を帯びるようになっている。Crベースの21.5%でLLが激増するのは溶液の粘性抵抗によるものである。圧密特性では体積圧縮指数m_vにほとんど差がみられないが，透水係数は減

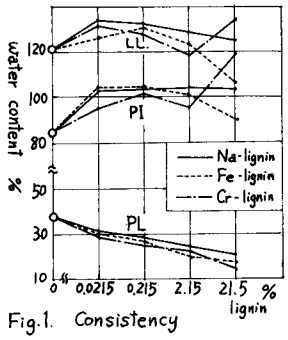

Fig.1. Consistency

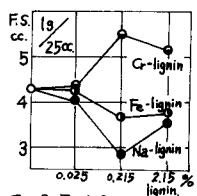

Fig. 2. Final Sediments

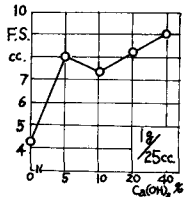

Fig. 3. Final Sediments

少している。これはリグニンによる粒子界面変化（ぬれの増大効果）によるものと考えられる。沈降性は図2のようであった。Naリグニンで0.215％濃度の時，沈降速度は無添加時より大となり，しかも最終沈積量が小さくなっていて，試料の有機複合体における有機物量変化と1対1に対応している。CrリグニンはpHが1.5と強酸性であるため，粒子端部の正電荷による凝集力によって他と異なる結果を示すものと思われる。

Table 2. Consistency

$Ca(OH)_2$%	LL %	PL %	PI
0	121	38	83
5	148	64	84
10	177	74	103
20	159	82	77
40	138	74	64

(3) 石灰土質安定の効果　石灰処理土のコンシステンシーは表2のようであった。LLは10％添加において著しく増大している。これはCa^{++}の凝集作用によるもので10％を越えると未反応の$Ca(OH)_2$間においてセン断が生じLLが小さくなると考えられる。沈降性は最終沈積量について図3に示す。添加により沈積量が増大するのは，やはりCa^{++}の凝集によるものである。また沈降の初期においては粒子の綿毛化に時間的な遅れがある（図は省略）が，一度綿毛化が生じると急速に沈降する傾向を有している。圧密特性ではCvの増加が大幅に生じており，その結果透水係数kも石灰添加とともに増大している。これは有機質土に無機的性質を与えることに他ならず，石灰添加の効果としては圧密の進行がすみやかであり，かつ二次圧密量による沈下はわずかであるといえる。つぎにベーンセン断試験結果を図5に示す。これは石灰処理土（水中養生）の養生日数による強度増加を乱した場合とともに表わしたもので，極めて軟弱な状態（含水比300％）での試験である。添加後7日強度では差がみられないが，1ヶ月以上を経過すると添加量が多くなるにつれて粘着力は増大する。この1ヶ月後から発生する強度は主としてポゾラン反応によるものである。試料のX線回折によれば，2ヶ月後には$Ca(OH)_2$のピークは消滅し，弱い$CaCO_3$のピークとアルミン酸カルシウム水和物などの反応生成物の発生を示している。一方乱した場合の粘着力は大きく減少する。例えば20％添加後2ヶ月の場合，鋭敏比は12.9となり石灰処理土が動的作用に弱い事を示唆するものであり今後の検討を要している。

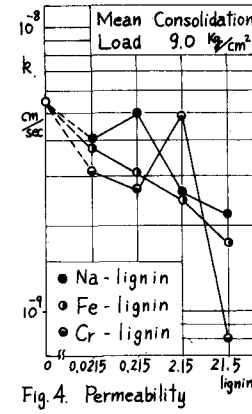

Fig. 4. Permeability

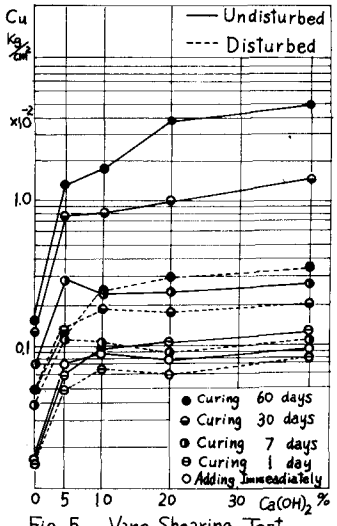

Fig. 5. Vane Shearing Test

Ⅳ. あとがき

有機質土の特性はその材料による差が極めて大きいものと思われる。しかしながら以上のような諸元を検討することにより，有機物含有量5～6％の有機質粘土に対しても石灰安定処理が有効であることを証明している。

参考文献：1)松尾，嘉門；埋立用土としての浮泥の工学的性質について，第15回土質工学シンポジウム，1971
2)松尾，嘉門，坂；軟弱粘土の工学的性質におよぼす有機物の影響，土木学会関西支部年次学術講演概要集，1971