

京都大学 工学部 正会員 松尾新一郎
 京都大学 工学部 正会員 ○嘉門雅史
 京都大学 大学院 学生会員 川上慎二

1) はじめに——第3報まででは、粘性土に多価カチオンを添加することによって工学的性質を改良し、土質材料として応用の可能性を示した。本報では、これまで多価カチオンとして鉄イオンのみであったのに対し、アルミニウムイオンをも導入し、①鉄処理土とアルミニウム処理土との土質安定効果の比較 ②処理土の比表面積と強度との関連を明らかにすることによって多価カチオン塩添加による処理土の物理化学的性質の変化について ③蛍光X線による定量分析にもとづく処理土中のイオン分布状態(沈積の有無)について、などを検討している。なお、多価カチオンは金属粉ではなく、カチオン塩の形で添加している。

2. 試料の調整法——試料としては大阪北港粘土 ($G_s=2.693$ 、 $LL=76.9\%$ 、 $PL=23.3\%$ 、 $pH=8.3$ 、シルト質粘土)を用いている。これを十分練り返し、含水比を77%になるよう調整して多価カチオンを添加し、 $20^\circ C$ の恒温室で1ヶ月間養生したものである。多価カチオンとしては、 $AlCl_3$ 、 $Al_2(SO_4)_3$ 、 $KAl(SO_4)_2$ 、 $NaAlO_2$ 、 Na_2SO_4 、 $FeSO_4$ 、 $FeCl_2$ 、 $FeCl_3$ を用い、それぞれを試料の乾燥重量に対して1.0%、0.5%となるように添加した。また養生条件としてはパラフィンシールしたもの(水分の蒸発を許さない)とシールをしないものの2通りとした。さらにアルミニウム塩については $Ca(OH)_2$ を5%添加したものもつくり、消石灰との相乗効果についても一部検討した。

3. 実験の方法 ①多価カチオン処理土は、既報の沈降圧密装置に投入し、静置養生している。

②強度試験：コーンによる静的貫入試験を行なった。またシールを付したものについては、ベーンセン断試験を併用している。

③比表面積測定： N_2 ガス、定圧条件でBET法により測定。試料は養生終了時、装置の上層、中層、下層から切り出し、アルコール処理、1日気乾して供試体とした。

④イオン分布：多価カチオンの沈積状態の検討のため、蛍光X線分析を実施した。試料は装置の上層(A)、中層(B)、下層(C)からのものを粉碎し、(セルローズ)：(試料)=5:1の割合で希釈混合し、15tで圧縮成型して作成。分析元素はFe、Al、Ca、Kについて行ない、コンピューターを用いた検量線法によって含有量を決定した。

4. 実験の結果と考察——まず強度試験については、シールしたもので $FeCl_3$ 、 $KAl(SO_4)_2$ などが大きい強度増加を示し、 $FeCl_2$ 、

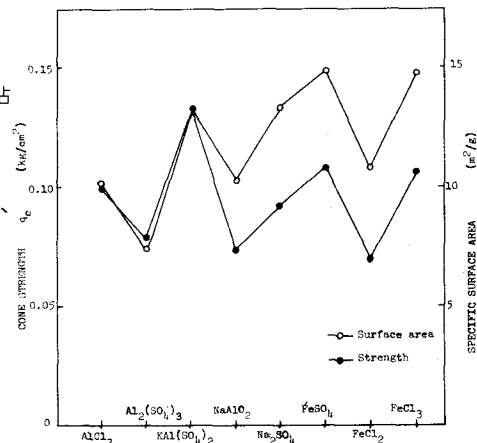


図-1 強度と比表面積

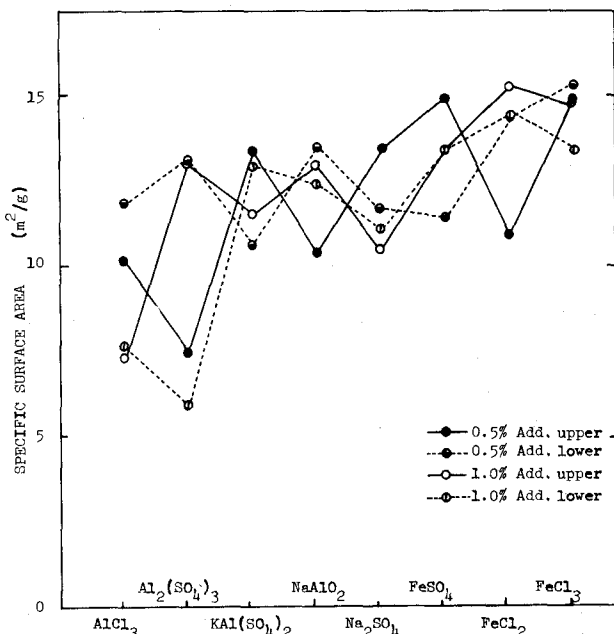


図-2 土層柱の比表面積

$AlCl_3$ 、 $Al_2(SO_4)_3$ などで強度増加はあまりみられない。結果の一例を図-1 に示している。なお本報では、添加する多価カチオンの形態による差を検討するため、添加量を微量におさえているためか、添加量の差が強度に及ぼす影響は小さいものであった。また含水比の増減が直ちに強度の増減に影響することは明らかであり、シール中における含水比の変化は添加した多価カチオンとの水和反応の結果であり強度増加との相関がえられている。

比表面積については、図-2 のとおりである。鉄処理土の方がアルミニウム処理土よりも相対的に大きい値を示している。強度との関連を示したものが図-1 であるが、強度と比表面積は正の対応をなしている。ここでいう比表面積は、処理土の見かけ比表面積とみなしうるものであるが、多価カチオンの凝集作用が微細粘土粒子のコーティングではなく、架橋作用であることを予想させる結果であり、それによって見かけ比表面積が増大するものと考えられる。

イオン分布について、Al、Ca、K の例を図-3 に、Feの例を図-4 に示した。これは添加した多価カチオンが沈積することなく、供

試体全層にわたって均一の凝集作用をもつかどうかを検討したものである。Al分布ではイオン分布が添加量の差にもかかわらず逆転しており、定量的取扱の難しさを示している。Ca分布は上層>下層となり、石灰分の上層への析出が予想される。また K分布は Kが土層柱で均一分布することを示している。

一方、図-4 の Fe分布では添加量 0.5%の差が分析値 0.1%程度の差となっている。そして Feでは上層<下層の形態がめだち、いく分 Fe_2O_3 として沈積する傾向がみられる。以前に X線マイクロアナライザーを用いたFe分布の面分析では、土層内のFeの均一分布を報告したが、含水比の異なる条件での処理では分布に上記のような差を生じ、土層全体としての強度の変化をもたらすものと予想される。

5. あとがき —— 本研究では、鉄イオンとアルミニウムイオンとによる土質安定効果をそのメカニズムの観点から考察した。処理土の強度と見かけ比表面積との関連などある程度明らかになったが、全体的傾向を定性的に記述するのみに終っている。今後さらに多価カチオンと石灰との相剋作用のメカニズムなどについても検討し、実用的設計へと発展させる予定である。

(参考文献) 1) 松尾ら：多価カチオンによる軟弱粘土の土質安定、土木学会年次学術講演会概要集、Ⅲ、1973、1974、1975 2) Matsuo and Kamon : Engineering Properties of Inferior Clayey Soil Material and its Improvement, Proc., 1st Aust. Conf. Engineering Materials, 1974

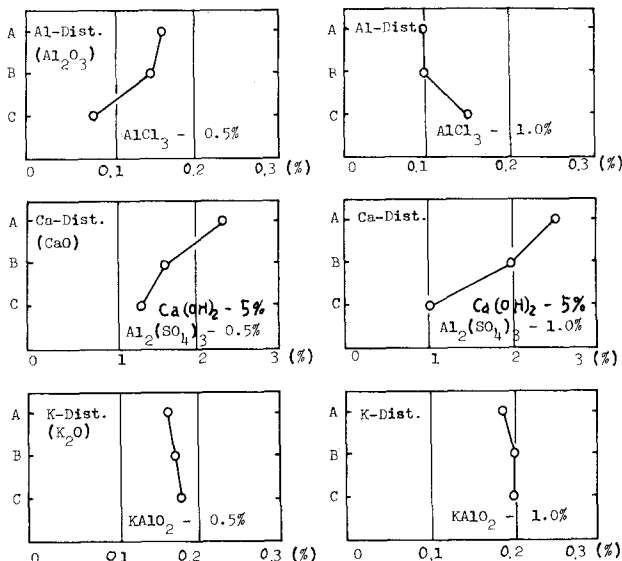


図-3 土層柱のイオン分布(Al、Ca、K)

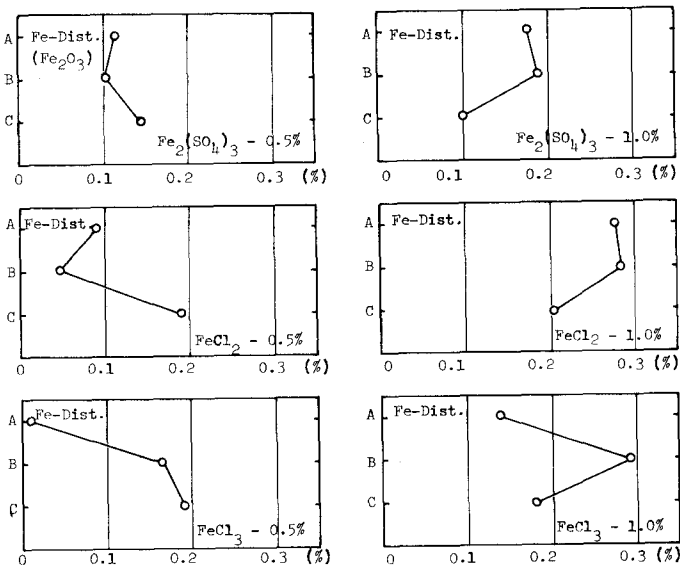


図-4 土層中の鉄イオン分布