

京都大学工学部 正 嘉門雅史

京都大学工学部 正 松尾新一郎

京都府 正 川上慎二

1. はじめに

前報まででは、軟弱粘土に多価カチオンとして還元鉄粉とPAC(ポリ塩化アルミニウム)を添加することにより、添加剤の相乗作用によって土質が改善されることを明らかにした。本報告では、添加剤の効果の大きい高含水比条件に着目し、安定処理効果とメカニズムについて考察・検討している。

2. 実験の方法

試料としては大阪姫島粘土(シルト質ローム、LL=92.3%、PL=39.5%、PI=52.8%、Gs=2.648)を使用している。試料条件としては、2000 μ mフルイ通過分を、添加剤を加え初期含水比93%(液性限界に相当)に調整し、シールをして水分の蒸発を防ぎ、20°Cの恒温室で3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月の養生をしている。養生終了後、ベーンせん断試験、比表面積試験に用いている。添加剤の量は表-1のとおりである。添加量は、粘土乾燥重量100gに対するモル数で示し、PACについてはAl₂O₃10%溶液として換算している。

表-1 試料条件

Fe(mol)	0.00	0.01	0.02	0.05	0.10
PAC(mol)	a-1	a-2	a-3	a-4	a-5
0.005	b-1	b-2	b-3	b-4	b-5
0.005	c-1	c-2	c-3	c-4	c-5
0.010	d-1	d-2	d-3	d-4	d-5
0.020	e-1	e-2	e-3	e-4	e-5

3. 実験の結果と考察

ベーンせん断試験の結果を図-1、図-2に示す。PACの添加によりせん断強度が増大して

おり、さらに鉄粉を添加することによりせん断強度の増大が著しくなっている。PACを添加することにより、鉄の酸化が促進され、生成した酸化鉄による粘土粒子間のセメンテーション作用が強度増大に貢献していることがわかる。また、強度と含水比には、1:1の直接的な対応関係は認められない。養生による強度増大は、3ヶ月養生で定常状態に達していると考えられ、また添加剤の変化によって最大強度がえられることから最適添加量が存在すると考え

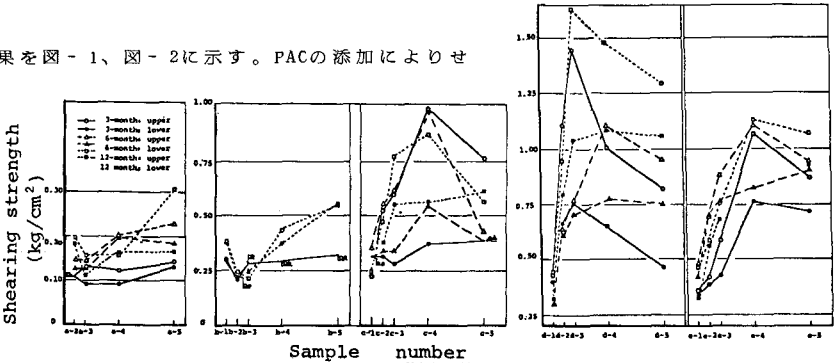


図-1 ベーンせん断強度

られる。3ヶ月養生試料について、無処理試料のせん断強度を1.0として各添加量での強度をとったものが表-2である。Fe=0.02Mol、PAC=0.010Molで最大値を示し、無処理試料の25倍の強度を発現している。この添加量が最適添加量と考えられる。また、実際的には、PACの最適添加量は鉄添加量に無関係に0.010Mol

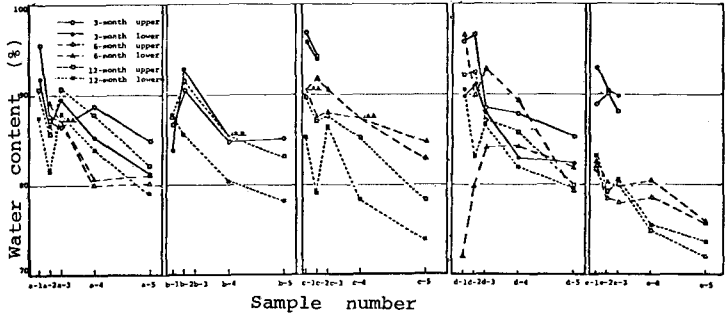


図-2 含水比

となっている。せん断強度と含水比の関係は、図-3のとおりである。

図中、上層と下層の1を結んだ直線は無処理土の結果であり、養生中の乾燥が強度の変化に及ぼす影響をあらわしている。また同一直線上で、番号の大きいものは鉄粉添加量が多い。PAC添加量を増大することにより鉄の酸化が促進され、かつ鉄の酸化過程における化学的水分消費が強度増大にあづかっていることが明らかである。さらに、PAC添加量0.02Molで直線が左に移動していることは、図-2、表-2とよく対応している。

N_2 ガス、定圧条件でBET法により求めた比表面積の結果を図-4に示す。前報において、比表面積はAlイオンの増加で減少し、Feイオンの増加で増大することを明らかにした。鉄粉添加量を増加すると、PAC添加による比表面積の減少傾向が次第に失なわれてゆく。これは、鉄粉とPACとの強度発現機構の相違をあらわしており、複合処理土においては、鉄粉添加量が増大するほど、鉄粉添加によるベッド形成がPAC添加によるベッド形成より優勢となることを示している。図-5は、強度と比表面積それぞれを添加鉄粉量で除して縦軸・横軸にとったものであり、単位強度と単位比表面積の関係を示している。同一PAC添加量では、単位強度と単位比表面積に直線的対応関係があり、一方、同一鉄粉添加量では、PAC添加量の少ない範囲では単位比表面積の増大とともに単位強度も増大するが、ある添加量を超えると減少しはじめる。PACの添加量の少ない場合、PAC自体の凝集効果による強度発現が顕著であるが、添加量が多くなるに従って鉄の酸化を促進することによる強度発現効果が卓越してくる。鉄の存在下におけるPACの強度増加機構は、鉄の酸化促進による連結の強度増加と、PAC自体の凝集作用による直線的強度増加との二つの作用が、PAC添加量と養生期間によって、同時に進行しながら、どちらか一方が卓越した形で土中で進行して行くと考えられる。一方、鉄の強度増加機構は、酸化過程における土中水の消費と、生成した酸化鉄のセメンテーション効果にある。

4. おわりに

本研究では、高含水比条件において、FeイオンとAlイオンの相乗作用により土質が著しく改善されることを示した。さらに両イオンの土質安定効果の違いを比表面積を導入し明らかにしたが、

含水比以外の環境条件(PH、対象土質など)の違いによる処理効果の検討および工学的性質の変化と構造変化の相関の検討などが今後の課題となっている。

参考文献

- 1) 松尾、嘉門：多価カチオンによる軟弱粘土の土質安定、土木学会年講、III、1975、1976
- 2) 松尾、嘉門、川上：多価カチオンによる軟弱粘土の安定処理、土木学会年講、III、1977、1978、土木学会関西支部年講、III-1、1979

表-2 強度増加率

Fe (mol)	0.00	0.01	0.02	0.05	0.10
PAC (mol)					
0.000	1.0	2.5	3.0	2.8	3.3
0.002	6.7	4.9	6.4	6.7	7.5
0.005	5.3	12.1	13.9	22.7	17.5
0.010	10.0	27.4	33.4	24.9	18.9
0.020	8.3	9.7	13.5	24.9	20.3

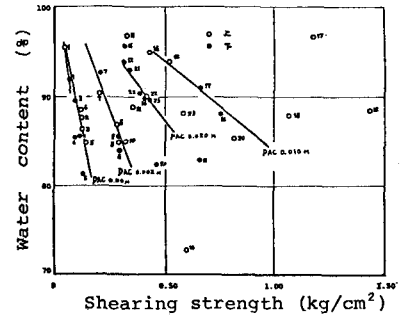


図-3 せん断強度と含水比

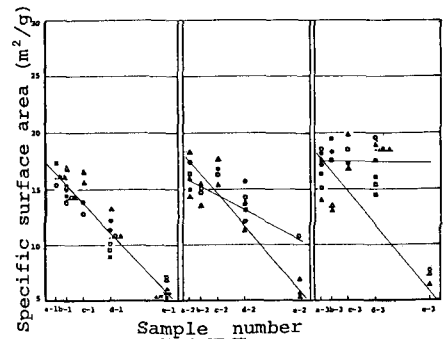


図-4 比表面積

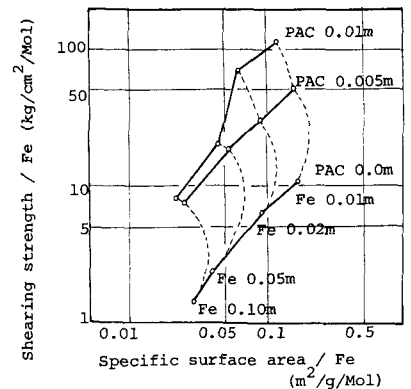


図-5 せん断強度と比表面積