

軟弱粘土の凝集・分散性に関する2, 3の考察

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 O嘉門雅史
 大阪工業大学 中井由孝

1. はしがき——海底などにおける粘土粒子の沈降堆積は、その凝集・分散性に大きく支配され、さらに海底表層のスベリに対する安定性の吟味などは、凝集粒子の水中における安息角との関連から検討されるべきであろう。本研究はこのような立場から行ったものであり、凝集剤・分散剤を添加することによって生じるサスペンションの凝集・分散性に、そのときの媒液中で形成される見かけ粒子径と安息角とが密接に関係してあり、この検討結果を述べている。粘性土は大気中では、その安息角の測定が落下高さに大きく影響され、また砂でも湿った場合などは一定の値にならず物質固有の値として採用しえない。しかしながら、媒液中ではその差はきわめて小さくなり、かつ落下高さや落下面積を一定に保つと測定値の再現性は高くなる。なお、用いた試料は大阪北港粘土 ($\gamma_s = 2.693$, $LL = 76.9\%$, $PL = 23.3\%$; 粘土分 10.7% , シルト分 78.7% , 砂分 10.6%) である。

2. 実験の方法——①添加剤；凝集剤として、高分子凝集剤のパンフロック (PAF), ポリエチレンオキサ이드 (PEO), および明ばん ($Al_2(SO_4)_3$; AS), 分散剤としてピロリン酸ソーダ (PP), ヘキサメタリン酸ソーダ (HP) を濃度 500, 100, 50, 10, 5, 1 ppm で用いた。②沈降試験；試料の含水比を 2000, 1000, 500, 250% に調節し、①の凝集剤・分散剤を添加し、1000 cc のメスシリンダー中にて沈降試験を行う。③安息角の測定；図-1 に示す西野・荒川のガラス製容器を用いた。B, C に媒液を満たし、試料を D に入水してロート C から落下させる。A の台皿上に形成された円錐を、一定位置にセットしたカメラで撮影し、その写真から安息角を測定する。台皿は直径 2 cm, 高さ 1 cm で皿面での摩擦を少なくするためテフロン台を用いた。

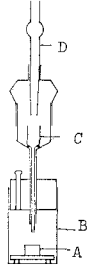


図-1 安息角測定

3. 実験の結果と考察

沈降実験の結果は図-2 のとおりである。(a) は凝集側の曲線と示している。試料の含水比をかえた

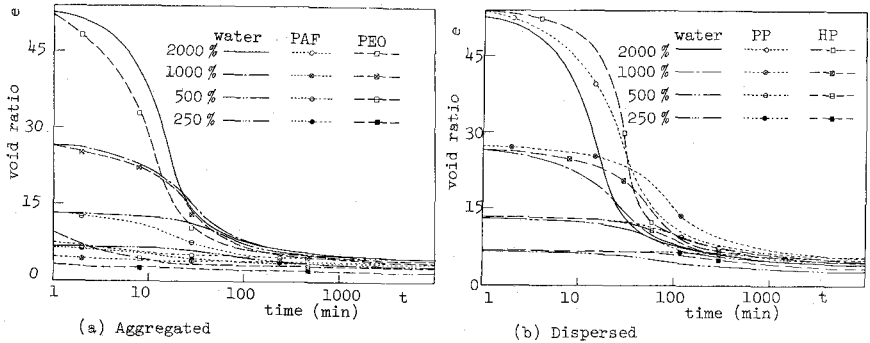


図-2 沈降曲線

場合、それぞれの粒子相関による沈降速度の差が明らかであり、凝集した場合について最

終間ゲキ比との関係で示すと図-3となる。図-2から沈降速度を求め、ストークスの法則を用いて団粒粒子の見かけ粒子径Dを算定することができる。えられたDの値と最終間ゲキ比との関係は図-4のとおりである。試料の初期含水比をパラメータにしている。図中の連続線は、Rollerの法則を参考にひいたもので、測定値のバラツキが大きいため確定したのではない。水平線は、それ以上の粒径では充てん率がほぼ一定であることを意味し、粘性土の場合でも100 μm 程度の団粒粒子以上で粗粒土的な様相を示すことを表わしている。

安息角の測定結果は写真-1, 2, 図-5である。PAF, PEOの高分子凝集剤は粒子同志を直接つなぎあわすとさせているが、このような作用による大きな安息角が生じている。なおPEOは微量含有させると分散剤としての作用を示すといわれるが図-5でもその傾向を表わしている。

粘土粒子間に作用する力には反発力と索引力とがあり、特に粒子の凝集については後者の影響が大きいものである。粒子の大きさと凝集力との間にはHamakerによって、

$$E = \frac{AD}{24l^2}$$

A: Van der Waals定数
D: 球形粒子の直径

$$E: \text{凝集力}$$

l: 粒子表面間の距離

が導びかれている。lとして電気2重層の厚さ K^{-1} の2倍($l=2K^{-1}$)をとると

$$K = \sqrt{\frac{8\pi z^2 c e^2 N}{1000 \epsilon k T}}$$

z: イオン価
c: 対イオン濃度
e: 電子電荷
N: アボガド-数
 ϵ : 誘電率(水の誘電率を用いた)
k: ボルツマン定数
T: 絶対温度

用いた試料の対イオン濃度がNaClに換算して $1 \sim 2 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ であることから、lは51~72 \AA である。図-6の2本のE線である。一方、試料の水中での重さは $m'g$ 線のようにあり、これらの交差は85~100 μm の範囲にある。この交差の粒子径より大きいところでは $m'g > E$ となるから凝集力はほとんど無視しうることになり粒子の積み上りは並じない。これはさきの図-4の結果とほぼ同様であり、きわめてラフな算定としては妥当な値がえられている。以上から凝集粒子はこのような粒子径より大きいとき砂粒のような挙動をするものと考えられる。

参考文献: 1) 西野操, 荒川正文; 液体中における粉体の安息角, 材料, Vol. 19, No. 201, 1970, pp. 560~564

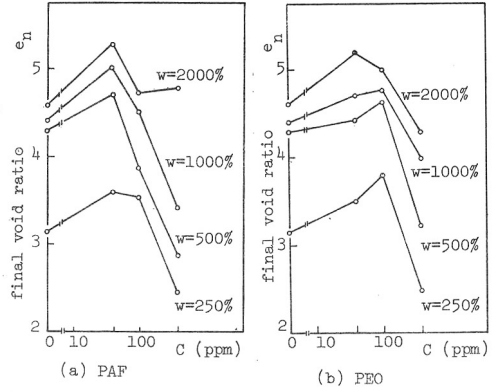


図-3 最終間ゲキ比(en)

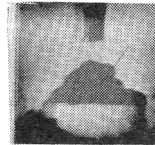


写真-1 凝集状況 PAF 100 ppm

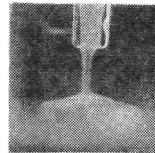


写真-2 分散状況 PP 100 ppm

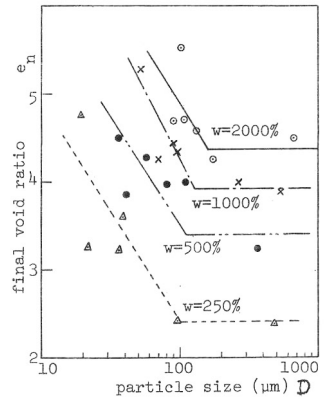


図-4 enとDの関係

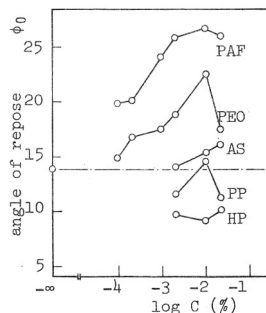


図-5 安息角の測定結果

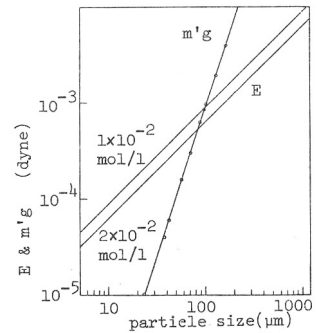


図-6 Eとm'g