

粘土の力学特性に及ぼす塩分濃度の影響

広島大学 工学部	正会員	吉 國	洋
広島大学 工学部	正会員	森 脇	武 夫
広島大学 工学部	正会員	池 上	慎 司
広島大学 工学部	学生会員	○ 源	明 夫
パシフィックコンサルタンツ (株)	正会員	住 本	英 樹

1. まえがき

粘土の強度増加には様々な要因が影響を及ぼしていると考えられる。特に、粘土においては粒子が微細であるがゆえに、物理化学的結合力も無視できず、とりわけ浚渫粘土のように低応力レベルではその影響も大きいと予想される。よって、本研究では、この物理化学的結合力の影響を明らかにする。具体的には、間隙水の影響を受けやすいベントナイトを用いて、強度増加に及ぼす塩分濃度の影響を明らかにするとともに、 λ 電位を指標として塩分濃度の違いによる粒子間力の差異と強度増加との関連性を検討する。

2. 試験方法

今回の試験には、市販の群馬県安中産のベントナイトを使用した。さらに、間隙水として塩化カルシウム水溶液を使用し、その作製には、蒸留水を使用した。

所定の粒子濃度になるように調整した土粒子を様々なイオン濃度の塩化カルシウム水溶液に投入し、それを攪拌したのち、顕微鏡電気泳動装置により土粒子の泳動速度を測定することにより λ 電位を求めた。また、強度の発現状態を調べるため、様々な濃度の塩化カルシウム水溶液で初期含水比500%及び、700%に調整した粘土の放置期間を変えてベーンせん断試験を行った。放置日数は1～9週間であり、恒温室で放置した。

3. 試験結果及び考察

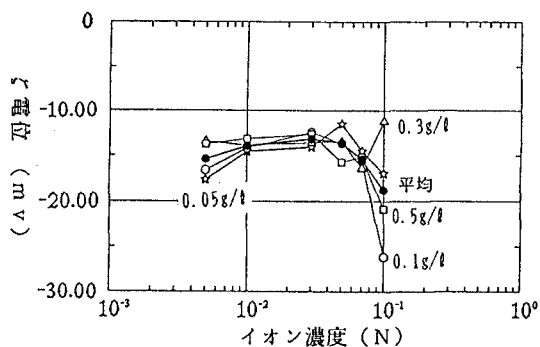
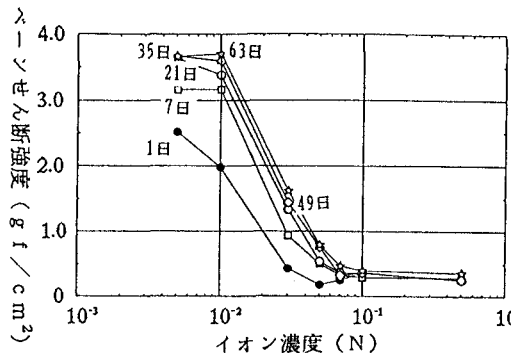
図1 イオン濃度～ λ 電位

図 2-a イオン濃度～ベーンせん断強度(500%)

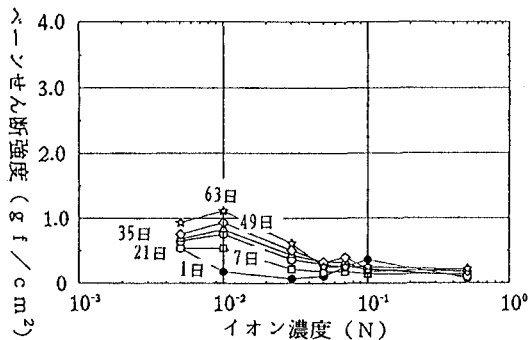


図 2-b イオン濃度～ベーンせん断強度(700%)

図 1 にイオン濃度と電位の関係を示す。多少ばらつきが見られるものの、粒子濃度を变化させても、ある一定した傾向が認められ、平均値からも見られるように、0.01~0.05N の間で電位の絶対値が最小になっている。つまり、電位の絶対値が最小となると粒子の電気的な斥力エネルギーが最小となるので、0.01~0.05N の間では、粒子間力による凝集作用が卓越することが推測される。また、この試験では、肉眼で格子間を移動する粒子の速度を計るので、誤差が出やすい。さらに、同じイオン濃度の溶液中で粒子速度を測定しても、かなりの差が見られる。このように繊細な実験であるため慎重かつ、出来るだけ多くの粒子について測定することを心がけた。

次に図2-a, b にイオン濃度とベーンセン断強度の関係を放置日数別に示す。電位試験の結果から、当然0.01~0.05N の間の濃度で最高強度が発現するはずである。ところが、0.005 ~0.03N の濃度で強度が発現している。これは、モンモリロナイトを主成分とするベントナイト特有の膨潤による影響と考えられる。つまり、低濃度付近のベントナイトは、上澄み液がないほどの膨潤が見られ、容器がまわりから拘束する形となって拘束圧が働き、見せかけの強度を発現させたものだろう。また、1日の強度を比較すると、低濃度付近はかなりの強度が出ており、膨潤の影響が少ない700%の高含水比状態では、その傾向が小さくなっていることから考えられる。よって、膨潤の影響を除けば、電位試験の結果と一致した濃度で最高強度を発現するだろう。

さらに、図3-a, b に放置日数とベーンセン断強度の関係をイオン濃度別に示す。0.01~0.05N の間の濃度では、時間経過とともに強度の増加が見られるが、その他の濃度ではそれほど見られない。この間の濃度は、電位試験結果からも見られるように、凝集作用が著しく、粘土の骨格構造が発達し、強度が増加するものと考えられる。

4. まとめ

- ① 電位の絶対値が最小となる濃度で、凝集作用が最も顕著であり、このイオン濃度を境に粘土の様々な特性や挙動が大きく変化する。
- ② 電位の絶対値が最小となるイオンの濃度中の粘土では、信頼性のある強度増加が期待できる。
- ③ ベントナイトのようなモンモリロナイトを主成分とする粘土は、低イオン濃度、低含水比では、今回の実験のような場合、膨潤が著しく、見せかけの強度を発現する。

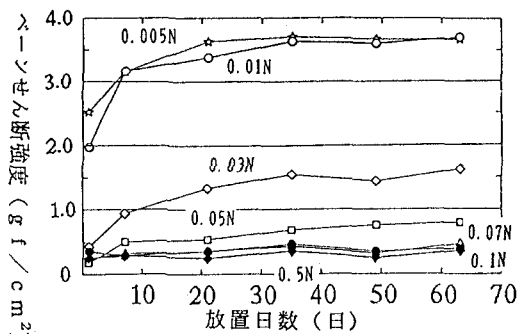


図 3-a 放置日数～ベーンセン断強度(500%)

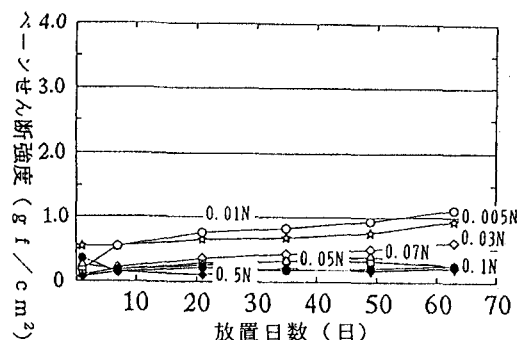


図 3-b 放置日数～ベーンセン断強度(700%)