

粘土-セメント水系のゲル化機構

近畿大学理工学部 正員 玉井 元治
近畿大学 大学院 学生員。森田 孝文

1. まえがき 最近、各種泥水工法の多様化に伴ってベントナイト溶液が多く使用されている。そして、施工に際してセメント等電解質により、粘土溶液のゲル化が起こることについてはよく知られている。そこで、本研究は、これ等の泥水に悪影響をおよぼすセメントを含む各種電解質添加によるゲル化状態を粘性測定より求め、かつ、pHの依存性につき論じ、ゲル化機構を解明しようとするものである。

2. 使用材料 本実験に使用した粘土は、ベントナイト (Na系モンモリロナイト) として、群馬産、山形産、およびワイオミング産を用いた。そして、粘土溶液に添加する電解質は、セメント (普通ポルトランドセメント), $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH , $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ および NaCl の7種類を用いた。

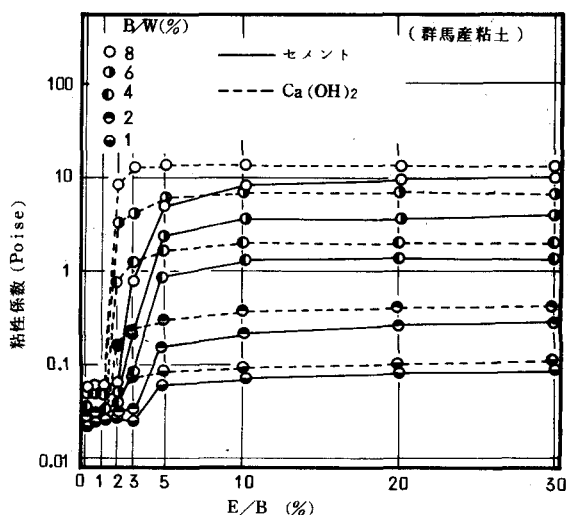
3. 粘土溶液の濃度および電解質添加量 粘土溶液の濃度は、水 (W) を 1000 cc 一定とし、粘土と水との重量比 (B/W) を変化して、1, 2, 4, 6, 8% とした。添加する電解質の量は、電解質と粘土との重量比 (E/B) を変化して、0.5, 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30% とした。

4. 実験方法 粘土溶液の作成は、既報1) に準じて行なった。そして配合に従って必要量の電解質を加え、2分間ハンドミキサーで練混ぜ、直ちに粘性測定 (精機工業研究所製 B型 VSH-1) および pH 測定 (東亜電波工業製 HM-5A) を行なった。

5. 実験結果および考察 i) セメン

トの水和に伴う電解質の生成は、文献2)より明らかなように $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等である。そこで、粘土溶液 (群馬産) にセメントおよび $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を添加して、粘性の増加傾向を比較してみると、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を用いた場合の方が高い粘性値を示すようである。(図-1)

実際には、セメント使用量に対して $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の生成重量は最終的に 2.7% であり、それを考慮したものを図-2に示す。しかし、セメント添加後の初期においては、 C_3S , C_2S の加水分解による $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の生成量は少ないが、 C_3S , C_2S C_3A 等より生成される陽イオンと不溶性物質による影響が大きいようである。

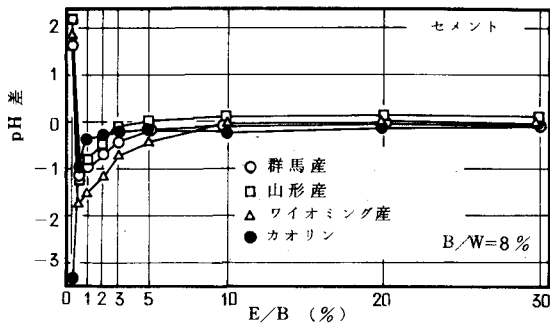


(図-1) セメントおよび $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 添加における粘性

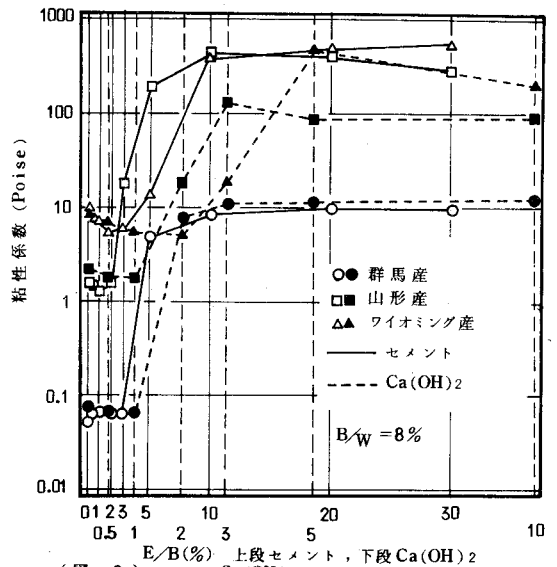
ii) $B/W = 8\%$ (群馬産) の溶液に、各種電解質を添加した場合の粘性増加傾向を見ると、加える電解質の種類によつて粘性は異なることがわかる。(図-3) このことは、加える電解質の金属イオンによる粘土粒子の凝集反応から粘性の増加が起こるものと考えられる。そして、ベントナイト粘土の場合、特に膨潤性および塩基置換等の割合いが、電解質添加による粘土粒子の凝集作用に大いに影響するものと思われる。

iii) 粘土溶液に電解質を添加した場合と電解質だけを水に溶かした場合の pH の差を求めることによつて、粘土粒子へのイオン吸着および pH による粘性への依存性を調べることにした。(図-4) pH 差を産地別にみると、電解質 5 ~ 10 % で一定となり、粘性も同様に 5 ~ 10 % で最大値を示した。これ等のことから、粘土粒子へのイオン吸着と粘性が pH に依存するようである。

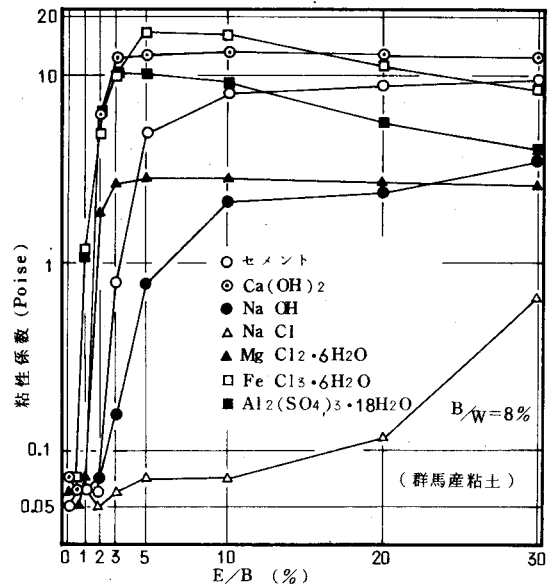
粘土-セメント水系のゲル化は、セメントの水和作用で生成される電解質陽イオンによるイオン交換および粘土粒子間の架橋作用に大きく影響されるものと考えられる。



(図-4) 産地別粘土における pH 差



(図-2) セメント, $Ca(OH)_2$ との粘性比較



(図-3) 各種電解質添加における粘性

1) 玉井 : 粘土・鉱物混入セメントモルタルの流動性と分離 (第29回セメント技術年報)

2) 窯業協会編 : 窯業工学ハンドブック (技報堂)