

添加物質によるアルカリ骨材反応の抑制

愛知工業大学 正会員 ○森野奎二

愛知工業大学 正会員 後藤敏蔵

愛知工業大学 学生会員 吉本明史

1. まえがき

A S Rの抑制に、高炉水砕スラグ粉末をはじめとして各種の鉱物質微粉末が有効であることはよく知られている。しかし、その抑制メカニズムについては十分には解明されておらず、さらにA S R自体の反応メカニズムについても同様である。筆者らはこれらの解明のために、種々の試薬や鉱物質微粉末を添加したモルタルを作製し、膨張率の測定と顕微鏡による観察・分析を行っている。この実験の過程で、顕著な抑制効果を示した結果と予想に反した結果が得られた。本報文では、種々の物質を添加したモルタルバーの膨張挙動を中心に述べる。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント（長期材令のもの： R_2O 0.65, Na_2O 0.19, K_2O 0.70%, 結果が6ヵ月以下のもの： R_2O 0.70, Na_2O 0.26, K_2O 0.67%）を用い、それにNaOHを添加してアルカリ量を Na_2O 等価量で0.65(添加なし)、0.70(添加なし)、0.8, 1.0, 1.2, 1.5%とした。骨材および添加物質の種類と使用量を表1、表2に示す。使用骨材は、チャート（岐阜県、記号Y、愛知県、同S）、パイレックスガラス、シリカ鉱物（オパール、クリストパライト、トリジマイトが混在した鉱物）及び珪砂（非反応性骨材）である。添加物質は、試薬（ $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$, $Mg(OH)_2$ ）と鉱物質微粉末（高炉水砕スラグ、チャートYとSの石粉、粘土鉱物3種）であり、その添加量は、骨材重量の0.5～10%とした。高炉スラグのみセメント重量の50%をセメントと置換して用いた。化学法、モルタルバー法はJ I Sの試験方法によった。

3. 実験結果および考察

3.1 各種添加物質の膨張抑制効果

反応性の高いチャート骨材を使用したモルタルに、試薬と鉱物質微粉末を添加した場合の膨張抑制状態を、図1に示す。高炉スラグの有効性は周知であるが、図示のように粘土鉱物も抑制効果を発揮している。一方、試薬は膨張抑制に全く寄与しなかった。

3.2 粘土鉱物の膨張抑制効果

図1に用いた粘土鉱物は、陽イオン交換容量の大きなものであるから、モルタル中の Na^+ , K^+ を吸着することにより、膨張を抑制したものと思われる。ただし、図2に示したように骨材の種類がパイレックスガラスで、アルカリ量1.2%のような反応性の極めて高いモルタルでは、モンモリロナイトの膨張抑制効果は無くなっている。更に、図3に示すようにシリカ鉱物骨材を使用したモルタルでは、モンモリロナイトを添加することによって、かえって膨張量が多くなっている。アルカリ量が0.7%では、無添加モルタルはほとんど膨張を示さないが、モンモリロナイトを添加することによって著しく膨張している。アルカリ量1.2%では無添加モルタルの膨張も増加するが、モンモリロナイト添加モルタルは、0.7%時の膨張率を加えたものよりも更に高い膨張率を示しており、モンモリロナイトの吸水膨張のような物理

表1 使用骨材の種類と化学試験結果

骨材	R _o (mmol/l)	S _c (mmol/l)	S _c /R _o	判定
チャート（記号,Y）	106	319	3.00	有害
チャート（記号,S）	56	150	2.68	有害
パイレックスガラス	112	875	7.81	有害
シリカ鉱物	336	1202	3.58	有害
珪砂	12	27	0.44	無害

R_o: アルカリ濃度減少量 S_c: 溶解シリカ量

表2 添加物質の種類と使用量

種類	添加物質	添加量(%) (対骨材比)
試薬	$Al(OH)_3$	0.5, 1, 5
試薬	$Fe(OH)_3$	1, 5
試薬	$Mg(OH)_2$	1, 5
粘土鉱物	セピオライト	5
粘土鉱物	モンモリロナイト	5, 10
粘土鉱物	パーミキュライト	5
石粉	チャート石粉	5
スラグ	高炉水砕スラグ	50(対セメント比)

的な要因ではなく、アルカリ・シリカ鉱物・モンモリロナイトの相互の反応で膨張しているようである。モンモリロナイトについては、骨材の種類やアルカリ量によって、その効果に変化するので、抑制材としての評価は慎重を要する。セピオライトは実験範囲内ではすべてに有効であった。

図4と図5に、モンモリロナイト、パーミキュライトおよびチャート石粉を添加したチャート骨材使用モルタルの材令15ヶ月までの膨張率を示す。粘土鉱物の抑制効果が長期に持続しており、粘土鉱物の結晶構造の層間に吸着したアルカリイオンは溶出していないようである。また、チャート石粉も抑制効果を示しているが、この場合は、チャートを構成している微小石英がアルカリを消費することによって膨張が抑制されたと思われる。

4. まとめ

粘土鉱物には、ASRの膨張抑制に有効なものがある。しかし、骨材の種類によって抑制効果が異なる場合があり、その評価には慎重な検討が必要である。

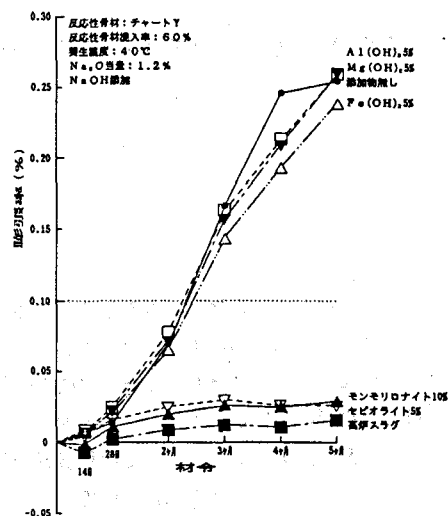


図1 添加物質の膨張抑制効果

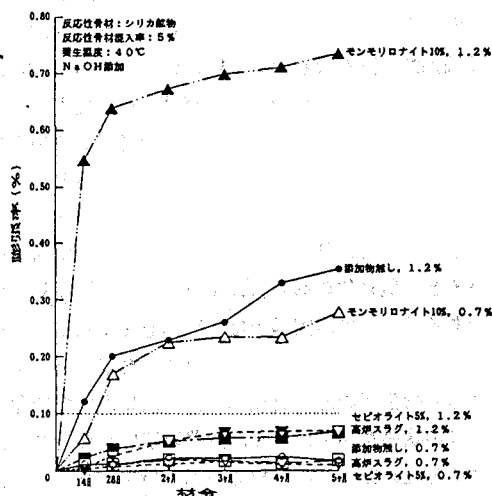


図3 シリカ鉱物使用モルタルバーの
鉱物質微粉末による膨張抑制効果

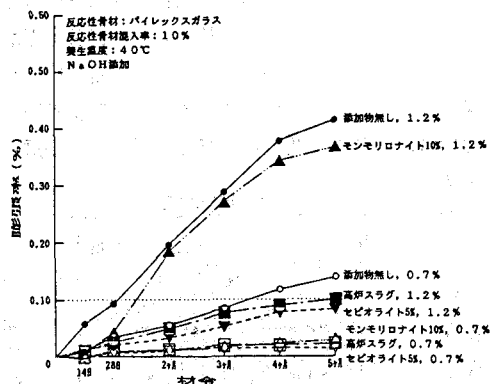


図2 パイレックスガラス使用モルタルバーの
鉱物質微粉末による膨張抑制効果

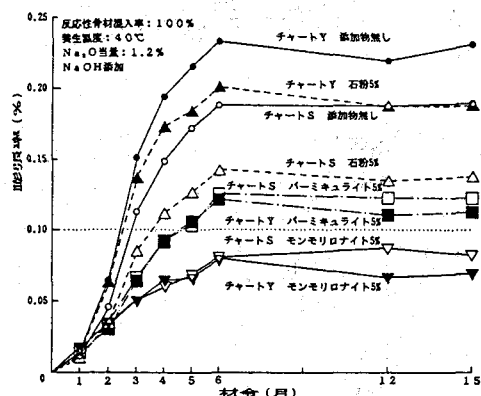


図4 鉱物質微粉末による抑制の持続状態

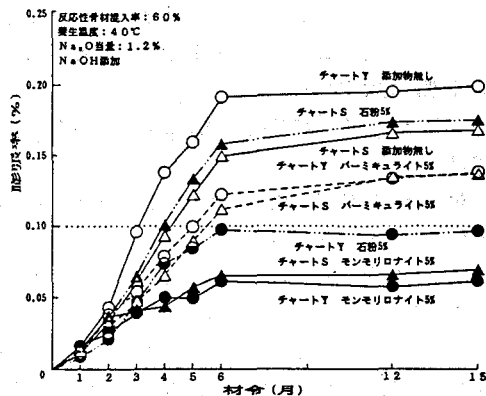


図5 鉱物質微粉末による抑制の持続状態