

V-20 アルカリ骨材反応に関する基礎的研究(第3報)

金沢大学 正員 竹本 邦夫
金沢大学 正員 加場 重正
金沢大学 正員 川村 満紀

1. まえがき

コンクリート構造物におけるアルカリ骨材反応の反応および膨張のメカニズムは複雑であるが、一般にアルカリ骨材反応は反応性骨材がコンクリート中の間隙溶液によって浸されることにより生じ、膨張量はその際生成される反応生成物の物理化学的特性に依存すると考えられる。しかし、実際の反応性骨材混入モルタルやコンクリート中に生成する反応生成物は種々の要因により変化する予てが予想される。すなわち、基礎的の反応および膨張メカニズム解明のための研究を行ってきた。本研究は、モルタルバーの膨張におけるアルカリ量と反応性骨材の比表面積の関係について検討するとともに、予て想定したコンクリート中の間隙溶液と反応性骨材間の反応生成物の形態と、走査型電子顕微鏡で観察することによって、反応生成物の形態と溶液中のアルカリイオン濃度との関連性について検討したものである。

2. 実験概要

(1) モルタルバーの膨張に関する実験

使用セメントは普通ポルトランドセメントであり、 Na_2O 等価百分率は0.71%である。反応性骨材は無定形シリカ、クリストバライト、石英より成り、各粒度範囲の比重と吸水量は表-1に示すとおりである。モルタルの配合はすべてセメント：骨材=1：0.75(重量比)とし、豊瀬標準砂の一部を反応性骨材によって置換した。コンクリート中の間隙溶液のアルカリおよび水酸基イオン濃度と変化させるために、セメントに対して重量百分率で0.5、1.0、2.0%の水酸化ナトリウムを添加した。

表-1 反応性骨材の比重および吸水量

粒度 (mm)	表觀比重	吸水量 (%)
4.76 ~ 2.38	1.81	20.51
2.38 ~ 1.19	1.82	19.11
1.19 ~ 0.595	1.86	18.45
0.595 ~ 0.297	1.88	16.30
0.297 ~ 0.149	1.92	15.26
0.149 ~ 0.074	1.95	5.12
0.074 以下	1.96	4.71

(2) 反応生成物に関する実験

コンクリート中の間隙溶液に相当するモデル溶液は、水酸化カルシウム飽和溶液に相当したコンクリートの間隙溶液成分に相当する0.5、1.0、2.0 moles/l の水酸化ナトリウムを添加した。使用した反応性骨材の粒度は、4.76~2.38mm、1.19~0.595mm、0.297~0.149mm および 0.074mm以下の4種類の粒度区分のものである。両面接着テープを貼付した試験体上に所定量の骨材を一樣に分布させ、その上にモデル溶液を注ぎ、密封した状態で蒸気槽中に貯蔵した。そして、4週間後に真空乾燥後、走査型電子顕微鏡に供した。

3. 実験結果および考察

(1) 図-1は反応性骨材粒子と球形と考えて各粒度区分

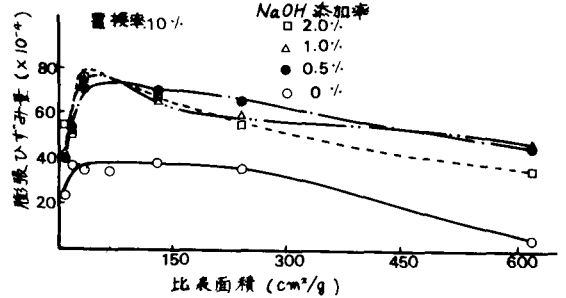


図-1 モルタルバーの膨張量と比表面積の関係 (保存期間：6ヶ月)

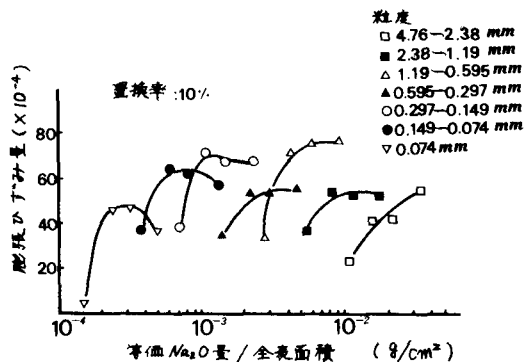


図-2 モルタルバーの膨張量と単位表面積あたりの等価 Na_2O 量の関係 (g/cm^2) (保存期間：6ヶ月)

の平均粒径から算出した換算比表面積とモルタルバーの膨張ひずみ量(6ヶ月)の関係を示したものである。この図より、換算比表面積が比較的小さいとき膨張ひずみは最大とわかる。図2では反応性骨材の単位表面積あたりのNaOH量とモルタルバーの膨張ひずみ量の関係を示すものである。

この図より、各粒径区分ごとに最大の膨張ひずみを与える反応性骨材の単位表面積あたりのアルカリ量が存在することがわかる。図-3は6ヶ月における

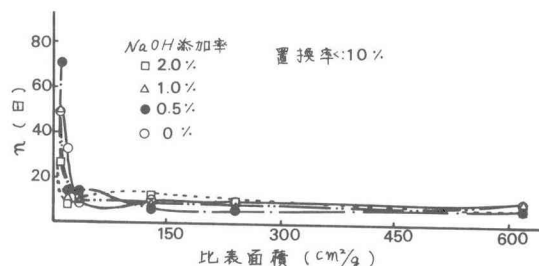


図-3 係数nと比表面積の関係

膨張ひずみの値に達するに要する時間t(日)と比表面積の関係を示したものである。この図より、比表面積が小さい方がtが大きくなることわかる。これは、反応性骨材の比表面積が大きいときは間隙溶液中のアルカリとの反応が早期に進み最終膨張量(小さい)が膨張は早く進行することとあわせている。

(2) 写真1~4は、粒度: 0.074mm以下, 0.297~0.149mm, 1.19~0.595mm, 4.76~2.38mmの反応性骨材をCa(OH)₂+2.0mole% NaOH溶液に浸漬(モデル溶液1ccあたり骨材1g)したときの骨材表面のSEM像である。これらの写真より、粒度が大きい方が多量に膨張生ゲルが生成していることがわかる。写真-5は粒度: 1.19~0.595mmの骨材をCa(OH)₂+0.5mole% NaOH溶液に浸漬したときのSEM像である。写真-5にみられる生成物は写真3に示すCa(OH)₂+2.0mole% NaOH溶液中における反応生成物とは明らかに異った形態のものが観察される。このように、反応性骨材の粒度・モデル溶液のアルカリ濃度の相違によって反応生成物の形態が変化する。これらの事実は、アルカリ骨材反応においては反応性骨材の比表面積量とアルカリ量が反応生成物の形態および膨張量に影響する要因であることを示すものと思われる。

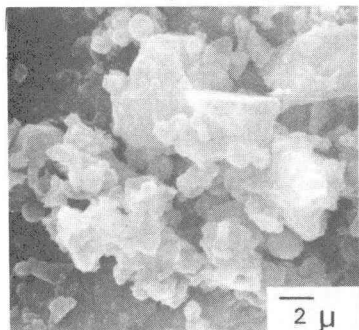


写真-1 粒度: 0.074mm 以下
モデル溶液: Ca(OH)₂ + 2.0mole%
NaOH溶液

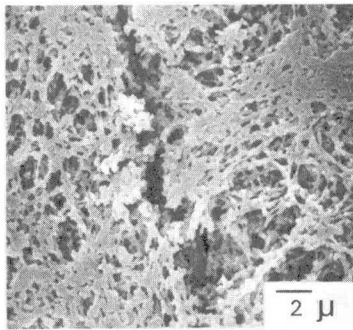


写真-2 粒度: 0.297~0.149mm
モデル溶液: Ca(OH)₂ + 2.0mole%
NaOH溶液

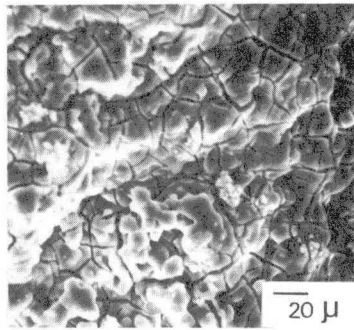


写真-3 粒度: 1.19~0.595mm
モデル溶液: Ca(OH)₂ + 2.0mole%
NaOH溶液

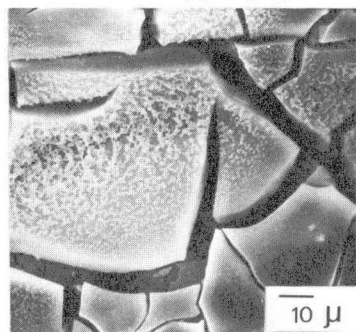


写真-4 粒度: 4.76~2.38mm
モデル溶液: Ca(OH)₂ + 2.0mole%
NaOH溶液

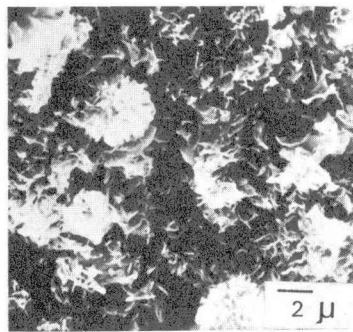


写真-5 粒度: 1.19~0.595mm
モデル溶液: Ca(OH)₂ + 0.5mole%
NaOH溶液

参考文献

1. 柳場, 川村, 岡田; 材料, 第26巻, 第290号 PP1078~1084 '77
2. 柳場, 川村, 竹本; 土木学会第33回年次学術講演概要集(PP175~176)