

アルカリ反応性骨材の粒度が膨張に及ぼす影響

岩手大学 学生会員 ○鈴木 隆文
岩手大学 正会員 羽原 俊祐
岩手大学 正会員 小山田 哲也

1. はじめに

アルカリ反応性骨材の粒度が、アルカリ骨材反応による膨張に及ぼす影響について検討を行なった。モルタルバー法(JIS A1146:2001)の骨材の篩分け条件で、反応性骨材、非反応性のケイ砂を篩分けし、それらを組合わせて調整骨材とした。この骨材を使用し、反応性骨材の骨材粒度によるモルタルバーの膨張への影響について検討を行なった。また、高炉スラグを細骨材として使用した場合、アルカリ骨材反応の膨張抑制効果についても検討した。

2. 実験方法

セメントは混合材が含まれていない研究用普通ポルトランドセメントを使用した。骨材は、反応性骨材(山砂)、比較用骨材としてケイ砂(ケイ石砕砂)を使用し、ジョークラッシャー、ディスククラッシャーを用いて、粉碎し、0.15-0.3, 0.3-0.6, 0.6-1.2, 1.2-2.5, 2.5-5mm の粒度に篩分けを所定量の骨材が得られるまで、繰り返し行なった。反応性骨材の化学法(JIS A1145:2001)の試験結果を表-1に示す。いずれの粒度も「無害でない」の判定である。また、100%反応性骨材を使用した普通セメントモルタルの6ヶ月の膨張量は0.3%であり、比較的大きな膨張量を示す反応性骨材である。

モルタルの配合はJIS A1146に従い、各粒度の骨材を表-1に示す構成比になるよう調整した。全アルカリ量は Na_2O 換算で1.2%になるように、 NaOH を添加し、水、セメント、骨材の配合比は0.5:1:2.25とした。測定プラグを設置した4×4×16cmのモルタルに成型し、20℃で24時間養生後、脱型し、専用密封容器に設置し、40℃の恒温槽にて保管し、所定の材齢毎にダイヤルゲージ法により長さを測定した。表-2に示す水準1、水準2、水準3として、全量ケイ砂骨材とした配合から、○印に相当する粒度をアルカリ反応性骨材に置換した。反応性骨材の粒度がアルカリ骨材反応の膨張に及ぼす影響について把握した。

3. 実験結果及び考察

3.1 高炉スラグ細骨材及び微粉末の抑制効果

反応性骨材を全粒度の半分とし、残りのケイ石骨材の部分に、高炉スラグ細骨材、0.15mm以下の高炉スラグ粉末、混合材としての高炉スラグ微粉末を置換し、モルタルの単位体積当りの高炉スラグの比表面積とモルタルの膨張量の関係を図-1に示す。高炉スラグ(細骨材、粉末及び微粉末)ともに、単位モルタル当りの高炉スラグ比表面積(S_{SL})が大きいほど、モルタルの膨張量は小さく、良い相関を示す。全粒度においても、高炉スラグのアル

カリ骨材反応の抑制効果が大きいことがわかる。

3.2 反応性骨材の粒度の影響

各水準毎の材齢による膨張量の変化を図-1～図-3に示す。また、各粒径ごとの4,8,13,26週の膨張量を図-4～図-6に示す。単粒度の影響(水準1)では、0.6-1.2mm, 1.2-2.5mmの間の粒度の骨材を置換すると、大きな膨張を示す。続いて、0.3-0.6mm, 2.5-5mmであり、0.15-0.3mmの最小径の反応性骨材の膨張への影響は小さい。なお、182日においても膨張量は0.05%であり、0.15-0.3mmの部分だけを置換しても、「無害でない」の判定にはならない。粒度の最も細かいもの、最も粗いもの

表-1 反応性骨材の化学法試験結果

	アルカリ減少量	可溶性シリカ(Sc)(mmol/l)	判定	モルタルバー構成比
全粒度	45	109	無害でない	
0.15-0.3	49	110	無害でない	15%
0.3-0.6	45	77	無害でない	25%
0.6-1.2	45	107	無害でない	25%
1.2-2.5	44	133	無害でない	25%
2.5-5.0	46	130	無害でない	10%

表-2 反応性骨材の水準

水準1					
粒度(mm)	水準				構成
0.15-0.3	○				15%
0.3-0.6		○			25%
0.6-1.2			○		25%
1.2-2.5				○	25%
2.5-5.0				○	10%
水準2					
0.15-0.3	○				15%
0.15-0.6	○	○			25%
0.15-1.2	○	○	○		25%
0.15-2.5	○	○	○	○	25%
0.15-5.0	○	○	○	○	10%
水準3					
2.5-5.0				○	15%
1.2-5.0			○	○	25%
0.6-5.0		○	○	○	25%
0.3-5.0		○	○	○	25%
0.15-5.0	○	○	○	○	10%

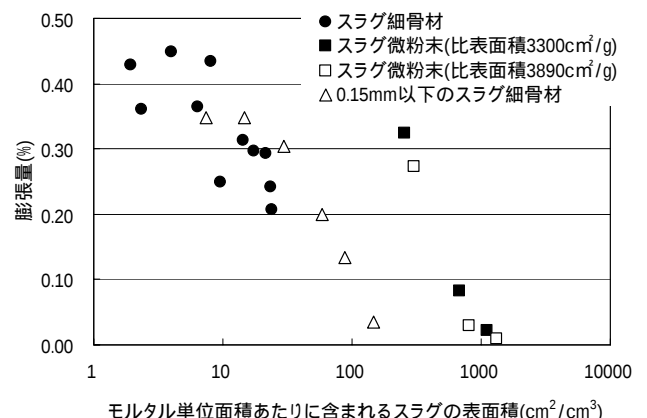


図-1 高炉スラグの比表面積と膨張量

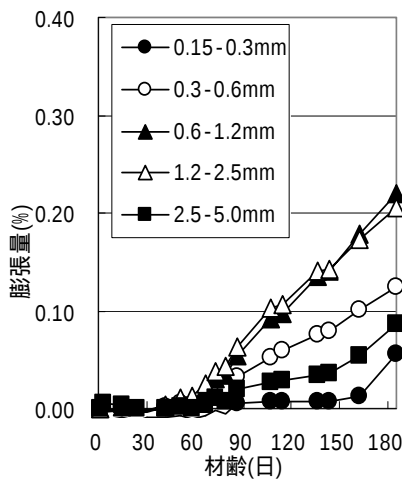


図-2 各粒度の反応性骨材が及ぼす影響

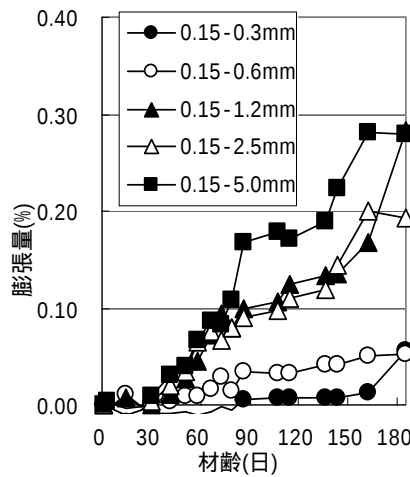


図-3 0.15-0.3mm を含む各粒度と膨張の関係

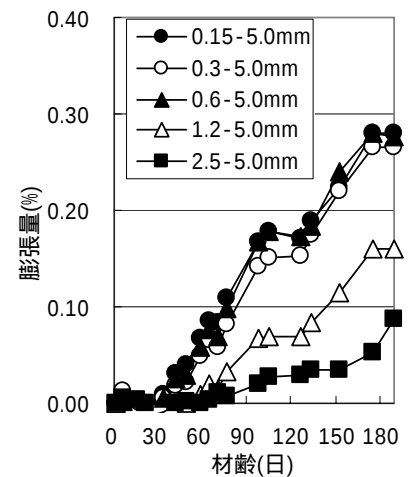


図-4 2.5-5.0mm を含む各粒度と膨張の関係

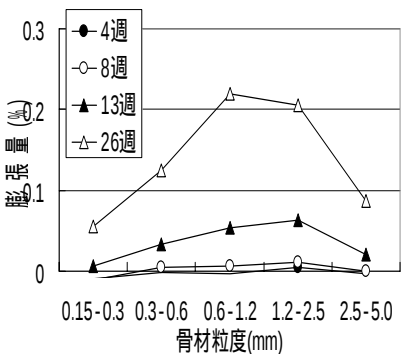


図-5 膨張量と材齢の関係(水準 1)

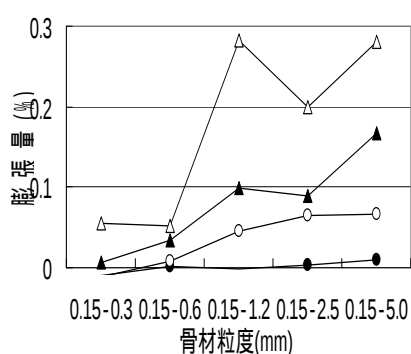


図-6 膨張量と材齢の関係(水準 2)

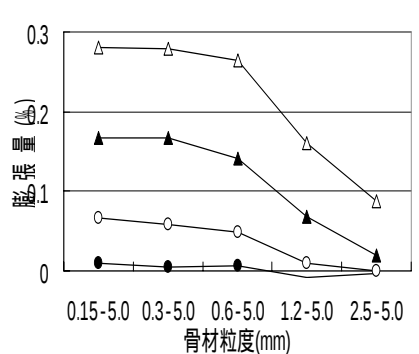


図-7 膨張量と材齢の関係(水準 3)

のみを置換しても、全細骨材に占める構成比が 15% 及び 10% と他の粒度よりも少ないことも関係する。0.15mm の反応性骨材から累積して置換していくと、0.15-0.3mm の反応性骨材だけでは膨張しないが、0.15-0.6mm の範囲まで置換した場合の膨張量は、単粒 0.3-0.6mm を置換した場合よりも低く抑えられる。これは 0.15-0.3mm の小径骨材が何らかの相減効果を果たしたとも考えられるが、今後の検討が必要である。0.15-1.2mm 以上の範囲においては、反応性骨材の膨張は大きくなり、0.15-0.3mm の相減効果は小さくなる。0.6-1.2mm の粒径の反応性骨材の膨張に寄与する影響は大きい。この結果は福島ら¹⁾の報告に一致する。

大径からの累積粒度の影響をみると、図-3 に示すように、全量置換と 0.6-5.0mm の範囲、0.6-2.5mm の範囲と同じであり、0.15-0.3mm の粒度の寄与、2.5-5.0mm の粒度の寄与は比較的小さい。このように、反応性骨材の膨張への影響は粒度による影響も大きく、膨張効果の大きい 0.6-2.5mm の粒度範囲のものを量的に少なくすることも有益である。反応性骨材の粒径が膨張に及ぼす影響などについては、今後の検討課題であり、アルカリ骨材反応の詳細を検討する上でも有効な研究分野である。

4.まとめ

アルカリ反応性骨材及び高炉スラグ骨材を粒度別に篩分けし、各粒度における膨張の影響について検討した。

1) 高炉スラグ細骨材は、モルタル当りの高炉スラグの比表面積が大きいほど、アルカリ骨材反応による膨張は少ない。

2) 0.6-2.5mm 範囲の反応性骨材のモルタルバーへの膨張の影響は大きく、2.5-5.0mm の膨張効果は少ない。また、最も細かな 0.15-0.3mm の反応性骨材は膨張量も少なく、場合によっては膨張を低減する効果がある。骨材の粒度による膨張への影響は大きい。

参考文献

- 1) 福島正人、二村誠二：コンクリート用砕石のアルカリ骨材反応、セメント・コンクリート、No.438, pp.8-15, (1983)