

V-91

粘土鉱物含有骨材を使用したコンクリートに適した新規な混和剤の特性

(株)エヌエムビー中央研究所 正会員 松尾茂美

井手敬善

永峯秀則

1. はじめに

モンモリロナイト等の粘土鉱物を含んだ骨材をコンクリートに用いた場合、その粘土鉱物が有する強いイオン交換性がセメントの初期水和反応に影響を与え、過早凝結等の現象が起こることが知られている。その対応策として、遅延形混和剤の割増し使用や超遅延剤の利用等が行われているが、粘土鉱物の種類や含有量によっては十分な効果が得られない場合もある。

本報告は、粘土鉱物含有骨材を使用したコンクリートに用いる新規な混和剤の特性を、そのカルシウム封鎖量、水和発熱速度および凝結特性の観点から、一般のA E減水剤遅延形に超遅延剤を併用した場合と比較して考察した。

2. 実験概要

2.1 カルシウム封鎖量の測定¹⁾

5%の混和剤溶液 100ml を、pH13 に調整しながら炭酸ナトリウムを指示薬として酢酸カルシウム溶液で滴定し、混和剤 1g により封鎖されたカルシウム量(mg)を測定した。

2.2 水和発熱速度

水/粉体(セメント+ベントナイト)比 50%、粘土鉱物としてベントナイトをセメントに対して 10%外割り添加し、混和剤をセメント重量に対して1.5%使用したセメントの水和発熱速度を微少熱量計を用いて測定した。

2.3 モルタル試験

使用材料を表-1に示す。表-2に示す配合のモルタルの凝結時間を、JIS A 6204 付属書1に準拠して測定した。ただし、粘土鉱物として用いたベントナイトは、細骨材の一部として重量換算で置換した。

混和剤は、一般のA E減水剤遅延形と超遅延剤とを併用した 混和剤A および粘土鉱物含有骨材を使用したコンクリートに用いる新規なA E減水剤と新規な超遅延剤とを併用した 混和剤Bを用いた。

3. 実験結果

3.1 カルシウム封鎖量

一般に、粘土鉱物に起因する過早凝結現象は、粘土鉱物をセメントと練り混ぜた際、液層中のカリウムイオンと粘土鉱物に含有されるカルシウムイオンとの間にイオン交換反応が生じ、これがセメントの初期水和反応に影響を与えているものと考えられている²⁾。混和剤Aおよび混和剤Bのカルシウムイオン封鎖量を図-1に示す。混和剤Bのカルシウムイオン封鎖量は、混和剤Aに比べほぼ4倍と大きく、混和剤Bの方が、カルシウムイオンを封鎖する能力が大きいことがわかる。

表-1. 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント(比重=3.16)
細骨材	大井川水系陸砂(比重=2.58)
粘土鉱物	ベントナイト(300メッシュ、比重=2.60)
混和剤	混和剤A:市販のA E減水剤遅延形(リグニン系) +超遅延剤(ナリル酸) 混和剤B:新規なA E減水剤遅延形(リグニン系) +新規な超遅延剤(7族73系有機酸化合物)

表-2. モルタルの配合

W/C (%)	S/C	単位量(kg/m ³)		
		W	C	S
65	2.5	319	491	1228

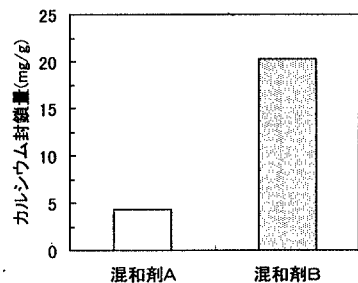


図-1. カルシウム封鎖量

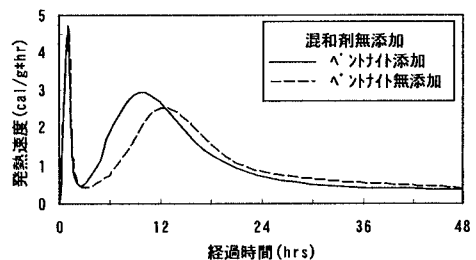


図-2. 水和発熱速度(その1)

キーワード: 粘土鉱物, 超遅延剤, 水和発熱速度, 凝結時間, キレート効果

連絡先: 神奈川県茅ヶ崎市萩園2722 Tel.0467-87-8083, Fax0467-82-6299

これより、混和剤Bは粘土鉱物より放出されるカルシウムイオン濃度の増大に起因する過早凝結現象を抑制する効果が高いと考えられる。

3.2 水和発熱速度

水和発熱速度を図-2、3に示す。一般に、水和発熱曲線のC₃Sの水和反応に起因するピーク(第2ピーク)の出現時間は、凝結特性に最も影響を与えることが知られている。図-2より、ベントナイトを添加した場合の第2ピークの出現時間は、無添加と比べて早くなる。図-3、混和剤Bの第2ピークの出現時間は、混和剤Aと比べ遅延することが認められた。これは、混和剤Bに含まれる成分と、溶出されたカルシウムイオンとキレート化合物を形成し、セメント粒子表面に吸着保護膜を形成するため、水和反応を抑制し、第2ピークの出現時間が遅延したと考えられる³⁾。

3.3 凝結特性

図-4は、混和剤Aおよび混和剤Bを使用した場合のベントナイト添加量と凝結の始発時間の関係を示す。始発時間は、ベントナイトの添加量の増加に伴い早くなる傾向を示すが、その傾向は混和剤Bの方が混和剤Aより小さい。図-5は、骨材に対してベントナイトを5%添加したモルタルの混和剤の使用量と凝結時間の関係を示す。凝結時間は、混和剤Aおよび混和剤B共に使用量の増加に伴い遅延する傾向にあり、その遅延傾向は混和剤Bの方が混和剤Aより大きい。これより、混和剤Bは、混和剤Aと比較して、同一使用量の場合、粘土鉱物に起因する過早凝結現象を抑制できる効果大きいことが認められた。これは、混和剤Bのカルシウムイオン封鎖効果やキレート効果によるものと考えられる。

4. まとめ

粘土鉱物に起因した過早凝結に対して対応可能な新規混和剤のカルシウムイオン封鎖量、水和発熱速度およびモルタルの凝結特性から、以下の知見が得られた。

- (1) 新規混和剤のカルシウムイオン封鎖量は、従来品と比べほぼ4倍と大きく、粘土鉱物より放出されるカルシウムイオンによる、過早凝結現象を抑制する効果が高いと考えられる。
- (2) 新規混和剤を使用したセメントの水和発熱速度曲線における第二ピークおよびモルタルの凝結時間が、一般に使用されるAE減水剤遅延形と超遅延剤を併用した場合と比べ遅延していることより、溶出されたカルシウムイオンとキレート化合物を形成し、セメント粒子表面に吸着保護膜を形成するため、水和反応を抑制する効果が高いと考えられる。
- (1)、(2)より、新規混和剤は、粘土鉱物含有骨材を使用したコンクリートの過早凝結現象を抑制する効果を有することが認められた。

【参考文献】

- 1) H. W. Zussman, Soap Sanit. Chemicals, 24, 57 (1948) .
- 2) 脇坂、藤原、前田、三谷：モンモリロナイト含有骨材とセメントとの鉱物化学的反応，コンクリート工学年次講演論文集，Vol.12，No.1，pp739～744，1990
- 3) 笠井順一：セメント化学概論（その4），コンクリート工学，Vol.22，No.2，pp.50～55，1984

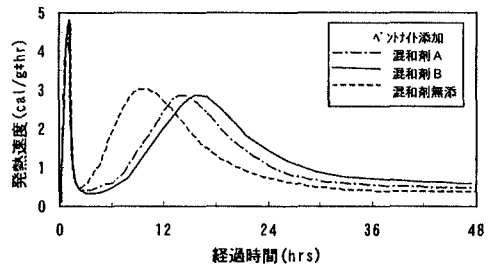


図-3. 水和熱発熱速度(その2)

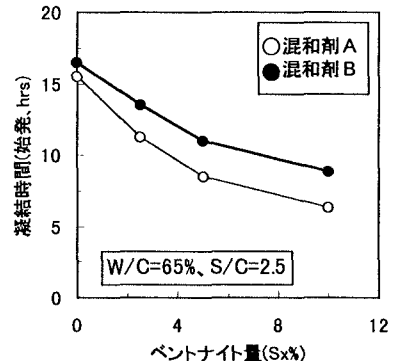


図-4. ベントナイト量の影響

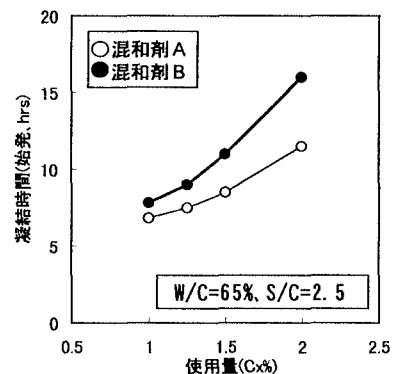


図-5. 使用量と凝結時間の関係