

硬化促進形の混和材料がモルタルの凝結および硬化後の特性に及ぼす影響

首都大学東京 学生会員 ○水谷巧, 正会員 上野敦, 正会員 宇治公隆, 正会員 大野健太郎
太平洋プレコン工業株式会社 正会員 河野亜沙子

1. 目的

近年、コンクリートの硬化促進を目的として、ナノサイズの C-S-H の懸濁液からなる種結晶混和剤（以下、ACX）が開発されている。ACX は従来の硬化促進形の混和剤とは硬化促進のメカニズムが異なり¹⁾、凝結特性、硬化後の特性が異なることも予想される。本研究は、ACX と促進形の AE 減水剤（以下、WRE）を用いたモルタルを対象に、凝結および硬化後の特性への影響を明確にすることを目的としたものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料を表-1 に、モルタルの配合を表-2 に示す。硬化促進形の混和材料として、ACX および WRE を用いた。モルタルの W/C を 30 および 50% とし、ACX の使用量を 0~10% で変化させた。W/C30% の配合では高性能 AE 減水剤標準形を用い、W/C50% の配合では AE 減水剤標準形を用いた。また、WRE は、W/C50% の 1 水準のみに用いた。

2.2 試験条件と方法

モルタルの凝結は、5℃および 20℃環境で試験した。試験方法は、JIS A 1147 に準じたが、5℃環境では、材料温度の調整、凝結試験中の試料の静置に 5℃の恒温槽を用いた。モルタルの圧縮強度は、JSCE-G505 に従い、20℃環境の供試体について試験した。供試体は、20℃の水中養生を行い、材齢 3、7 および 28 日で試験に用いた。また、材齢 3 日、28 日の試料で、水銀圧入法で細孔径分布測定を行った。

3. 結果および考察

3.1 凝結特性

図-1 に W/C50%での凝結試験結果を示す。バー左側に凝結始発時間を、右側に凝結終結時間を示す。温度によらず、ACX の添加量が増えると、凝結始発時間、終結時間が顕著に短くなっている。WRE は、20℃環境においては凝結促進効果が顕著に表れ、ACX10%とほぼ同等だが、5℃環境では、20℃環境の場合ほど顕著ではない。図-2 に W/C30%での凝結試験結果を示す。温度によらず、ACX の使用に伴う凝結促進効果は、W/C50%の結果と同様である。図-3 に W/C50%での各温度の ACX 無添加のものを基準としたときの凝結始発時間比を示す。W/C50%では、ACX5%、10%のものは、20℃環境と 5℃環境で始発時間比がほぼ同等となるとわかる。WRE0.4%では、20℃環境の比よりも 5℃環境の比が大きい。すなわち、W/C50%の場合、ACX は、20℃

キーワード: 種結晶混和剤, 促進形 AE 減水剤, 凝結, 圧縮強度, 細孔径分布

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 Tel : 042-677-1111 (内) 4534

表-1 使用材料

材料	記号	種類
練混ぜ水	W	上水道水
セメント	C	普通エコセメント
細骨材	S	セメント強さ試験用標準砂
種結晶混和剤	ACX	C-S-H種結晶混和剤 (C-S-Hナノ粒子のサスペンション, 粒子サイズ: 数十~数百nm)
AE減水剤促進形	WRE	リグニンスルホン酸化合物ロダン化合物
AE減水剤標準形	WR	リグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体
高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸エーテル系化合物

表-2 モルタルの配合

水準	W/C (%)	単位量 (g/L)						
		W	C	S	ACX	WR	WRE	SP
50-無添加	50	252	508	1526	C×0%	C×0.4%	-	-
50-ACX5%		227			C×5%		-	-
50-ACX10%		201			C×10%		-	-
50-WRE0.4%		252			-	-	C×0.4%	-
30-無添加	30	270	932	1108	C×0%	-	-	C×1%
30-ACX5		224			C×5%	-	-	
30-ACX10		177			C×10%	-	-	

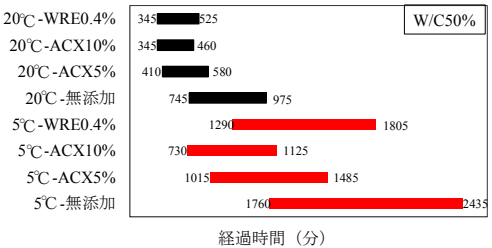


図-1 凝結試験結果 (W/C50%)

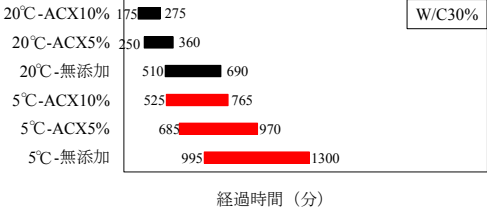


図-2 凝結試験結果 (W/C30%)

および5℃環境ともに同等の凝結促進効果を示すが、WREは5℃環境の場合、この効果が減少することがわかる。図-4にW/C30%における凝結始発時間比を示す。20℃環境と比較して、5℃環境での凝結促進効果が低くなっているが、これは、基準としている5℃のACX無添加の凝結始発時間がW/C50%の場合と比較して顕著に短いことによるものと考えられる。また、W/C50%と比較して、20℃環境でのACX添加量の増加に伴う凝結始発時間の短縮が若干大きく、低水セメント比の場合、ACXによる効果が顕著となる可能性がある。

3.2 圧縮強度

図-5に、各水準でACX無添加のものを基準としたときの圧縮強度比を示す。W/C50%では、ACX5%、10%の圧縮強度は材齢によらず無添加のものよりも高い。WREでは、材齢3日の圧縮強度は無添加のものと同等であるが、材齢7日、28日の圧縮強度は無添加のものより若干高くなった。W/C30%では、ACXの添加によって若干の強度増進はあるが、W/C50%の場合ほどの顕著ではない。すなわち、ACXの圧縮強度増進効果は、低強度のモルタルに顕著に表れることがわかる。また、W/Cによらず、ACX5%の圧縮強度比と10%の圧縮強度比に顕著な差は生じていない。すなわち、ACXを5%以上添加する場合、添加量が圧縮強度に及ぼす影響は小さいとわかる。

3.3 細孔径分布測定結果

図-6に細孔径分布測定結果から算出した50nm以上の細孔容積とACX添加量の関係を示す。W/C50%では、ACXを添加することで材齢3日、28日の50nm以上の細孔容積が減少している。W/C30%では、ACX添加量によらず50nm以上の細孔容積はほぼ同等である。すなわち、ACXの添加量が50nm以上の細孔容積に与える影響は、圧縮強度試験結果と同じく、低強度のモルタルにより顕著に表れることがわかる。WREでは、無添加のものと比べて、50nm以上の細孔容積は若干減少するが、ACXほど顕著ではない。

4 まとめ

- (1) 20℃環境の場合、ACX、WREの使用により凝結始発時間、終結時間が顕著に短くなる。
- (2) W/C50%では、ACXは、20℃環境、5℃環境ともに同等の凝結促進効果を発揮するが、WREは5℃環境の場合、この効果が減少する。
- (3) W/C30%では、W/C50%と比較して、20℃環境でのACX添加量の増加に伴う凝結始発時間の短縮が若干大きく、低水セメント比の場合、凝結促進効果が効果的となる可能性がある。
- (4) ACXの圧縮強度の増進効果および50nm以上の細孔容積に与える影響は、低強度のモルタルにより顕著に表れる。

謝辞：本研究の一部では、東京都コンクリート製品協同組合からの研究助成を受けた。

参考文献

- 1) 小山広光, 井元晴丈, 小泉信一, 土谷正: C-S-H ナノ粒子を含有する早強剤の特性と効果について, コンクリート工学, Vol.53, No.7, pp.614-621, 2015.7

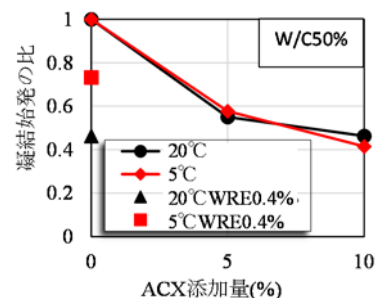


図-3 凝結始発の比 (W/C50%)

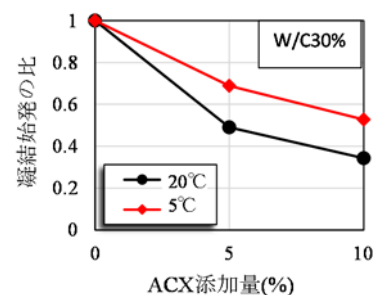


図-4 凝結始発の比 (W/C30%)

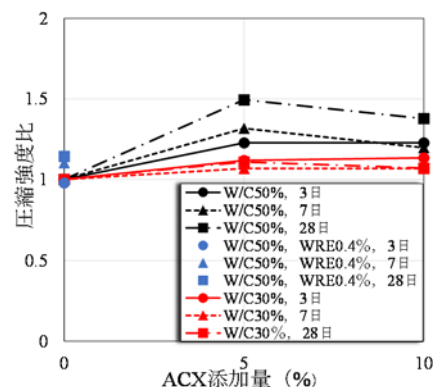


図-5 圧縮強度比

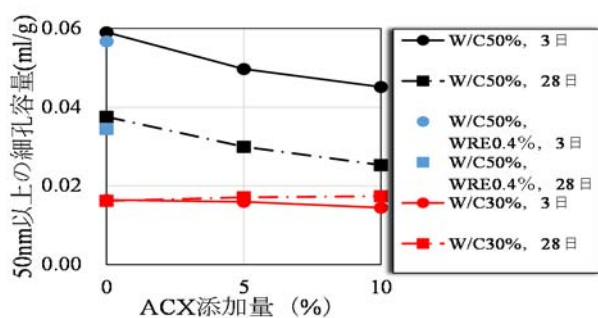


図-6 50nm以上の細孔容積