

高温環境下に適した水中不分離性混和剤に関する実験的検討

鹿島建設(株) 技術研究所 正会員 ○石橋 靖亨, 渡邊 有寿, 柳井 修司

1. はじめに

水中不分離性コンクリートが国内に導入され約 30 年になり、現在までに混和剤メーカーや建設会社によって十数種類の水中不分離性混和剤が実用化されてきた。水中不分離性混和剤は、セルロース系とアクリル系の 2 種に大別されるが、現在使用されているものは、ほとんどがセルロース系となっている。しかしながら、セルロース系水中不分離性混和剤(以下、セルロース系混和剤)を使用した水中不分離性コンクリートは、練上がり温度が 35℃に達するような酷暑期や亜熱帯地域における高温環境下において、水中不分離性が低下すること¹⁾や、空気量が過大となることが既往の実績や研究により判明している。

本検討では、酷暑期や亜熱帯地域などにおける高温環境下での施工を想定した新たな水中不分離性混和剤として、アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸系増粘剤(以下、AMPS 系増粘剤)をとり上げ、その性能を各種実験によって評価した。

2. セルロース系混和剤と AMPS 系増粘剤の水中不分離性混和剤としての基本性能の比較

2-1. AMPS 系増粘剤の特徴

AMPS 系増粘剤は、アクリル系ポリマーの一種であり(図-1: AMPS 構造式)、「コンクリート用水中不分離性混和剤品質規格(案) JSCE-D-104」に合格することを確認している。特徴として、融点が 185~200℃と高く、高温環境下においても優れた粘性と保水性を発揮する。

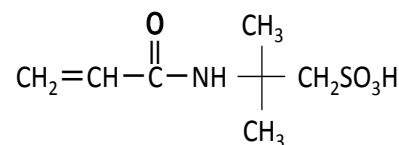


図-1 AMPS 構造式

2-2. 実験概要

(1) 材料および配合

混和剤の性能評価はモルタルを使用して実施した。表-1 に使用材料、表-2 にモルタルの配合を示す。比較用として従来型のセルロース系混和剤についても実験を行い、その添加率は単位水量に対して 0.8 重量%(以下、セルロース系配合)とした。これに対し、AMPS 系増粘剤の添加率は 3.5 重量%(以下、AMPS 系配合)である。モルタルの性状は、練上がり直後のフロー値が目標値(290±20mm)であることを確認した後、(2)に示す試験を実施した。また、目標空気量は 4.5%とした(コンクリート換算で 3.0%相当)。

(2) 試験項目

練上がり温度は 20℃および 35℃を目標とし(試験環境温度は 20℃および 30℃)、ブリーディング率、水中不分離度(懸濁物質質量, pH)、空気量、水中気中強度比、凝結時間の試験を行った。練混ぜにはグラウトミキサ(回転数 750r.p.m, 容量 500)を用い、練混ぜ量は 220, 練混ぜ方法は表-3 に示すとおりとした。

2-3. 実験結果

(1) ブリーディング率

「プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリーディング率および膨張率試験方法(ポリエチレン袋方

キーワード: 酷暑期, 亜熱帯, 高温環境, 水中不分離性混和剤, アクリル系, AMPS

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 042-489-6760

表-1 使用材料

種 類	仕 様
水	上水道水
セメント	普通ポルトランドセメント(密度3.15g/cm ³)
細骨材	珪砂(5号)(密度2.63g/cm ³)
混和剤①	セルロース系水中不分離性混和剤(白色粉末)
混和剤②	AMPS系増粘剤(白色粉末)
減水剤	高性能減水剤(ポリカルボン酸系)
消泡剤	アルコール系

表-2 モルタルの配合

配合名	水 セメント 比 (%)	目標 モルタル フロー (mm)	目標 空気量 (%)	単位量(kg/m ³)				
				水	セメント	細骨材	混和剤 ①・② (W×%)	減水剤 (C×%)
セルロース系	45	290	4.5	510	1134	340	0.8	1.0
AMPS系							3.5	

表-3 練混ぜ方法

手順	セルロース系配合	AMPS系配合
1	セメント、混和剤①、消泡剤を空練りする。	ミキサに水、減水剤を投入する
2	ミキサに水、減水剤を投入する	水を攪拌しながら混和剤②を投入し、スラリー状にする(ままこ防止)
3	ミキサにセメント、砂を投入する	スラリーに、消泡剤、セメント、砂を投入する
4	60秒攪拌 → かき落とし → 180秒攪拌	

法) (案) JSCE-F 522」によりブリーディング率の測定を行った。結果は、セルローズ系配合(練上がり温度 21.6℃, 35.8℃)・AMPS 系配合(練上がり温度 21.8℃, 35.8℃) どちらにおいても 0%であり、両者ともいずれの温度条件下でも同等の結果を示した。

(2) 水中不分離度(懸濁物質質量, pH)

練上がり直後のモルタルを水温 20℃の水中へ落下させ、水中不分離性の目視確認を行った。結果を写真-1 に示す。セルローズ系配合は、練上がり温度が 35℃を超えると水中不分離性が明らかに低下していることが目視確認された。一方、AMPS 系配合は、練上がり温度が 35℃を超えた場合でも濁りは少なく、優れた水中不分離性を示した。また、AMPS 系増粘剤のポテンシャルを確認するために、湯煎によってモルタル温度を 60℃まで昇温した後、水中落下に供したが、極めて高い水中不分離性を保持していた。図-2 に AMPS 系配合の懸濁物質質量と pH の試験結果を示す。この結果から、練上がり温度が 35℃を超えることで水中不分離性がわずかに低下するものの、その度合は小さく、AMPS 系増粘剤は高温環境下においても、高い水中不分離性を発揮できることが確認された。

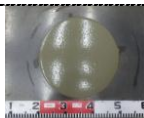
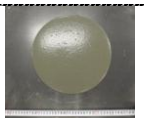
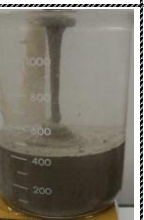
配合	セルローズ系		AMPS系		
練上がり温度(℃)	21.6	35.8	21.8	35.8	(参考) 60.0
モルタルフロー(mm)	303×301	294×290	310×305	306×305	264×258 ※練上がり2時間後
水中不分離性					
					

写真-1 各種モルタルの水中不分離性確認

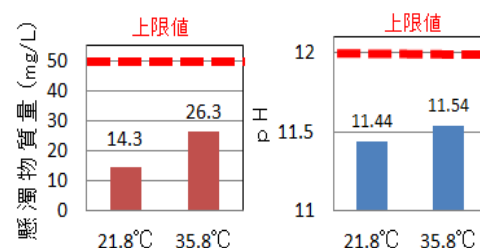


図-2 AMPS 系配合の水中不分離度

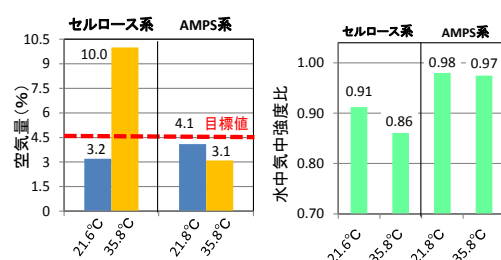


図-3 空気量試験結果

図-4 水中気中強度比

(3) 空気量

図-3 に空気量試験結果を示す。セルローズ系配合は、練上がり温度が高くなると空気量が 10.0%と過大になったが、AMPS 系配合は、高温環境下においても空気量の変化は小さく、目標値を満足した。

(4) 水中気中強度比

図-4 にセルローズ系配合、AMPS 系配合の水中気中強度比を示す。セルローズ系配合は、目標練上がり温度が 20℃の時 0.91 に対し、35℃の時は 0.86 であり、0.05 の低下を示した。一方、AMPS 系配合は、目標練上がり温度が 20℃の時 0.98 に対し、35℃の時は 0.97 であり、強度比がほとんど低下しなかった。以上の結果より、AMPS 系増粘剤は、高温時においても水中打設に伴う強度低下が小さいことが確認された。

(5) 凝結時間

図-5 に凝結時間試験結果を示す(目標練上がり温度 20℃, 環境温度 20℃)。セルローズ系配合と AMPS 系配合を比較すると、AMPS 系配合の始発時間で 2 時間、終結時間で 1 時間遅延し、AMPS 系配合の硬化速度がやや遅れる傾向を示した。ただし、終結は 24 時間以内であり、大幅な凝結遅延は生じなかった。

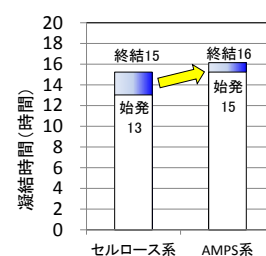


図-5 凝結時間試験結果

3. まとめ

本検討により、AMPS 系増粘剤は、酷暑期や亜熱帯地域を想定した高温環境下においても、優れた水中不分離性を発揮する材料であることが確認された。

参考文献: 1) 土木学会: 水中不分離性コンクリート設計施工指針(案) P88