

気泡安定性に優れた収縮低減剤を使用したコンクリートの諸特性

ポゾリス ソリューションズ(株)	正会員	○三森 耀介
ポゾリス ソリューションズ(株)	正会員	小泉 信一
ポゾリス ソリューションズ(株)	正会員	井元 晴丈
ポゾリス ソリューションズ(株)	正会員	Chandra Kiran Vinukonda

1. はじめに

収縮低減剤は、コンクリート構造物の乾燥収縮によるひび割れを抑制する有効な材料である。近年は、コンクリート用収縮低減剤としてのJIS¹⁾が制定される等、使用するための環境整備が進んでいる。他方、これまで実用されてきた収縮低減剤の中には、コンクリートの空気量の調整が困難なものや、気泡間隔係数を増大させるものがあることが指摘されている。

本報告では、AE剤による気泡形成を阻害しにくい新規収縮低減剤(SRA)を用いたコンクリートの各種性能評価を実施するとともに、気泡組織形成と凍結融解抵抗性に及ぼす影響等について検討を行った。

2. 試験概要

表-1に使用材料を示す。SRAは気泡形成への影響が少ないアルキレングリコール誘導体であり、JISA 6211に適合している。表-2にコンクリートの配合、表-3に試験内容をそれぞれ示す。20℃環境下で、混和剤の使用量一律C×1.0%とし、SRA無添加(SRA0)、SRAを練混ぜ水の一部として添加したSRA=2kg/m³(SRA2)、6kg/m³(SRA6)のフレッシュ性状、圧縮強度および乾燥収縮を比較した。また、SRA0とSRA6の配合に関して、3種類の空気量調整剤(AE1、AE2およびAE3)を用いて空気を連行した供試体を作製し、気泡組織と凍結融解抵抗性を確認した。さらに、収縮低減剤コンクリートを実製造した際に懸念される後バッチコンクリートの空気量の変動やトラックアジテータの洗浄水の泡立ち²⁾に関して、本SRAを使用した場合の影響を実験室内で模擬的に検討した。

3. 試験結果

3.1 フレッシュ性状、圧縮強度、乾燥収縮

表-4にフレッシュ性状の測定結果を示す。SRA2、SRA6ともにSRA0とAdの使用量を変更することなく同等のスランブが得られた。また、所要の空気量を得るために必要なAE1の使用量は、SRAの使用量の増加に従って若干増加する傾向が見られた。

図-1に圧縮強度試験結果を示す。SRAの使用量の増加に伴い低下する傾向が見られたが、材齢が進むにつれてその差は小さくなった。図-2に乾燥収縮試験結果を示す。乾燥材齢26週における収縮低減率は、SRA2で11%、SRA6で約25%となり、SRA使用量の増加に伴い収縮低減効果が高くなる傾向が見られた。

3.2 気泡組織と凍結融解抵抗性

AE剤使用量とフレッシュコンクリート空気量の関係を図-3に示す。また図中の記号はAE剤の種類-SRAのキーワード 乾燥収縮、収縮低減剤、長さ変化、気泡組織、凍結融解抵抗性

連絡先 〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722 ポゾリス ソリューションズ(株) TEL 0467-84-9640

表-1 使用材料

材料	種類および物理的性質
水	上水道水
セメント	普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm ³)
細骨材	大井川水系陸砂(表乾密度 2.59g/cm ³)
粗骨材	青梅産硬質砂岩碎石(表乾密度 2.67g/cm ³)
混和剤	AE 減水剤(Ad)
収縮低減剤	アルキレングリコール誘導体(SRA)
AE 剤	変性ロジン酸化合物系(AE1)
	アルキルエーテル系(AE2)
	変性アルキルカルボン酸化合物系(AE3)

表-2 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				SRA (kg/m ³)
		W	C	S	G	
50.0	47.1	170	340	826	957	0, 2, 6

表-3 試験内容

スランブ	JIS A 1101
空気量	JIS A 1128
コンクリート温度	JIS A 1156
圧縮強度	JIS A 1108, 標準養生
乾燥収縮	JIS A 1129, 基長7日, 測定期間6か月
気泡組織	ASTM C475/C475M
凍結融解	JIS A 1148 A 法
後バッチコンクリートの空気量の変動	SRA0とSRA6を交互に練り混ぜた際の空気量測定
洗浄水の観察	SRA0とSRA6のコンクリートをそれぞれ傾胴ミキサ(100L)に投入し、回転速度20rpmで60秒間攪拌した後に排出。その後、傾胴ミキサに水道水を15L投入して60秒間攪拌後に洗浄水を容器に排出し、起泡状況を観察

表-4 フレッシュ性状の測定結果

記号	Ad (C×%)	SRA (kg/m ³)	AE1 (C×%)	スランブ (cm)	空気量 (%)
SRA0	1.0	-	0.0040	19.5	4.7
SRA2	1.0	2.0	0.0045	19.5	4.8
SRA6	1.0	6.0	0.0060	20.0	4.9

有無を順番に示している。SRA を使用したコンクリートは、いずれの AE 剤を使用した場合も使用量を調整することによって、容易に所要の空気量を得ることができた。図-4 にフレッシュコンクリート空気量と供試体中に存在する気泡径 0.15mm 未満の空気量の関係を示す。坂田らは供試体中の気泡径 0.15mm 未満の空気量と凍結融解抵抗性に相関があることを示しており³⁾、本報告では 0.15mm 未満の空気量に着目して考察を行った。まず AE1-S および AE2-S では、SRA 無添加の AE1, AE2 と同等の空気を連行することで気泡径 0.15mm 未満の空気量も同等量含んでいることが確認できる。また、AE3 における気泡径 0.15mm 未満の空気量は他よりも多く、AE3-S も AE1, AE2 と同等かやや多いことが確認された。図-5 に供試体中に存在する気泡径 0.15mm 未満の空気量と耐久性指数の関係を示す。0.15mm 未満の気泡径の空気量を 0.7%以上確保することで、耐久性指数 90%以上と高い凍結融解抵抗性を有することが確認された。

3.3 後バッチコンクリートの空気量と洗浄水の観察

SRA0 と SRA6 をミキサの洗浄を施すことなく連続で練った際のフレッシュコンクリート空気量を図-6 に時系列で示す。SRA を含む残コンクリートが、後バッチの空気量に及ぼす影響は無いことが確認できる。加えて AE1 を使用した SRA0(空気量 4.9%)と SRA6(空気量 5.0%)を練り混ぜた後のミキサ洗浄水の気泡状況を表-5 に示す。SRA を用いた場合においても、洗浄水の起泡状況に差が見られないことが観察された。

4. まとめ

新規収縮低減剤を用いたコンクリートに関して各種検討を行った結果、1) 2~6kg/m³ で約 10~25%の収縮低減効果があること、2) 各種空気量調整剤と併用しても、硬化コンクリート中の微細気泡が粗大になりにくく、高い凍結融解抵抗性を確保できること、3) SRA が後バッチの空気量に影響を及ぼしにくいこと、および 4) ミキサの洗浄水に気泡が発生しにくいことを確認した。

【参考文献】

- 1) JIS A 6211 : 2020 (コンクリート用収縮低減剤)
- 2) コンクリートよるず研究会：コンクリート用混和剤(材)の選び方・使い方, 2018
- 3) 坂田 昇, 菅俣 匠, 林 大介, 橋本 学：コンクリートの気泡組織と耐凍害性の関係に関する考察, コンクリート工学論文集, Vol.23, No.1, pp.35-47, 2012.1

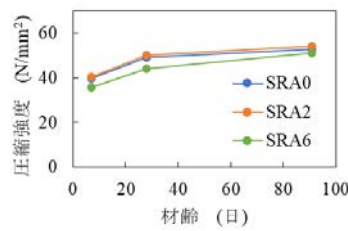


図-1 圧縮強度試験結果

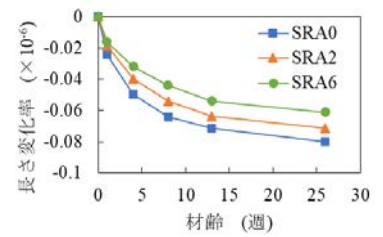


図-2 乾燥収縮試験結果

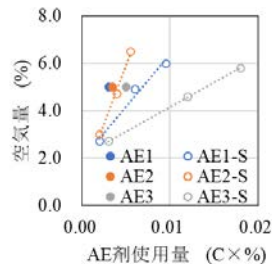


図-3 AE 剤使用量とフレッシュコンクリート空気量

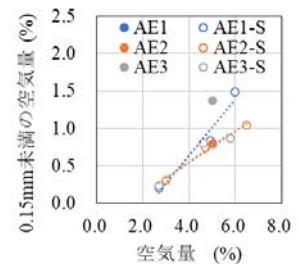


図-4 フレッシュコンクリート空気量と供試体中に存在する気泡径 0.15mm 未満の空気量

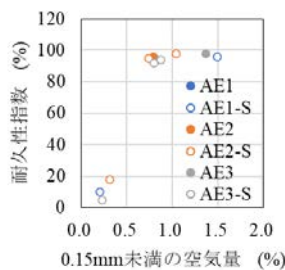


図-5 供試体中に存在する気泡径 0.15mm 未満の空気量と耐久性指数

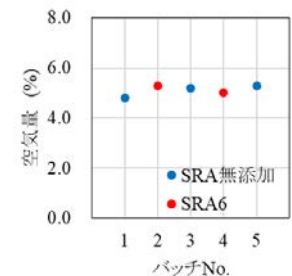


図-6 フレッシュコンクリート空気量

表-5 洗浄水の気泡状態

	AE1	AE1+SRA
0分		
3分後		