

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気泡特性に及ぼす振動締固めの影響

ボゾリス ソリューションズ(株) 正会員 ○三森 耀介

ボゾリス ソリューションズ(株) 正会員 小泉 信一

ボゾリス ソリューションズ(株) 正会員 井元 晴丈

ボゾリス ソリューションズ(株) 正会員 Chandra Kiran Vinukonda

1. 背景

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 JIS 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、コンクリートの凍結融解抵抗性を低下させてしまうものがあること等が指摘されている。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(N))¹⁾を用いたフレッシュコンクリートに振動締固めを行った場合の気泡安定性について評価した。

2. 試験概要

表-1 に使用材料を示す。収縮低減剤は、気泡安定タイプの SRA(N)と従来品の収縮低減剤(SRA(C))を用いた。いずれもアルコール系 ²⁾に分類されるものであるが、SRA(N)は 1)に示すように親水と疎水のバランスを調整することで、コンクリート中の気泡の安定化を図っている。表-2 にコンクリート配合、表-3 に試験内容をそれぞれ示す。試験は、20℃環境下で混和剤の使用量を一律 C×1.0%とし、SRA 無添加(SRA0)、SRA を練混ぜ水の一部として 6kg/m³添加(SRA(N, C))したコンクリートに対して、練混ぜ直後の空気量が 5.0%または 6.0%程度になるよう AE 剤を添加した計 6 水準を評価対象とした。はじめに、振動を与えたコンクリートの空気量変化を評価するべく、練混ぜ 5 分後にコンクリートをエアメータ容器に詰め、振動台(テーブル面 :90cm×90cm, 50Hz)の中心に置き、4 段階(15 秒→15 秒→30 秒→30 秒、計 90 秒)に分けて振動を与え、各段階において、JIS A 1116 によりコンクリート中の空気量を測定した。次に、振動締固めが硬化後の気泡組織に及ぼす影響を確認するため、JIS A 1132 における突き棒を用いて締め固める方法でΦ150mm×300mm の型枠にコンクリートを詰めた後、振動台で振動締固めを 30 秒間施し、供試体を作製した。硬化後、硬化体の上部(上から 5mm)・中央・下部(下から 5mm)の 3 つの位置で空気量と気泡間隔係数を ASTM C457 のリニアトラバース法により測定し、振動締固め前のものと比較して評価した。

3. 試験結果

3. 1 フレッシュ性状の評価

表-4 にフレッシュコンクリートの練混ぜ直後の物性を示す。なお、表中の記号は SRA 種類・練混ぜ直後の目標空

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 2.58g/cm ³)
粗骨材	青梅産硬質砂岩碎石(表乾密度 2.65g/cm ³)
混和剤	AE 減水剤(Ad)
収縮低減剤	気泡安定タイプ(SRA(N) *N : New)
	従来品(SRA(C) *C : Conventional)
AE 剤	変性ロジン酸化合物系(AE1)

表-2 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				SRA (kg/m ³)
		W	C	S	G	
50.0	47.1	170	340	823	950	6.0

表-3 試験内容

スランプ	JIS A 1101
空気量	JIS A 1116
コンクリート温度	JIS A 1156
気泡組織	ASTM C475/C475M

表-4 フレッシュ性状の測定結果

記号	Ad	SRA	AE1	スランプ (cm)	空気量 (%)
	(C×%)	(kg/m ³)	(C×%)		
SRA0-5.0%	1.0	-	0.0050	20.0	4.7
SRA(N)-5.0%	1.0	6.0	0.0055	19.5	5.0
SRA(C)-5.0%	1.0	6.0	0.0025	19.5	4.7
SRA0-6.0%	1.0	-	0.0075	19.5	6.0
SRA(N)-6.0%	1.0	6.0	0.0080	21.0	5.8
SRA(C)-6.0%	1.0	6.0	0.0045	20.0	6.7

キーワード 収縮低減剤, 振動締固め, 気泡組織, 気泡間隔係数, 凍結融解抵抗性

連絡先 〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722

ボゾリス ソリューションズ(株) TEL0467-84-9640

気量を順に示している。所要の空気量を得るために必要な AE 剤使用量は、SRA(N)がやや多く、SRA(C)では少なくなる結果であった。

図-1 に振動締め固めを施したコンクリートの振動時間による空気量の変化を目標空気量ごとに示す。SRA(C)は SRA0 と比較して、振動時間に伴って著しく空気量が減少しているが、SRA(N)は SRA0 と同様の傾きで減少しており、添加による悪影響がないことが確認された。

3. 2 硬化体中の気泡組織評価

図-2, 3 にフレッシュコンクリートと硬化コンクリート中の空気量および硬化コンクリートにおける気泡間隔係数を目標空気量ごとに示す。ここで、図中の”振動前”は突き棒で締め固めた結果,”上中下”は振動台で締め固めた供試体の高さ位置での結果を表している。なお、硬化後の空気量に関しては、凍結融解抵抗性と相関のある気泡径 0.15mm 未満の空気量³⁾(気泡径<0.15mm)も併せて示す。まず、フレッシュと硬化後(振動前)の空気量に着目すると、SRA0 と SRA(N)は空気量の変化が小さいが、SRA(C) は大きく減少している。次に、硬化後の振動前と振動後(上中下)で空気量を比較すると、SRA(C)は空気量が大幅に減少しているが、SRA(N)は SRA0 と同等の減少傾向を示している。また、全空気量の減少量と比較し、気泡径 0.15mm 未満の空気量の減少量が少ないことから、振動により比較的粗大な気泡が抜けていることが推察される。加えて、硬化体の高さ方向で振動による空気量減少傾向を見てみると、SRA0, SRA(N)は底面に近づくにつれ、空気量が段々に減少しているが、SRA(C)は振動前、振動後ともに気泡径 0.15mm 未満を含め空気量が減少したため、高さ方向の差が認められなかった。さらに硬化体の気泡間隔係数を比較すると、締め固めの影響により底面に近づくにつれて気泡間隔係数は大きくなっているが、SRA(N)は SRA0 と同様の傾向を示しており、添加による悪影響は認められなかった。

図-4 に硬化体の空気量と気泡間隔係数の関係を示す。SRA(C)は SRA0 と比べ同一空気量における気泡間隔係数が大きくなっているのに対し、SRA(N)は SRA0 と同等の気泡間隔係数を示した。以上より、SRA(N)を用いたコンクリートに振動を与えても、SRA0 と同様の気泡安定性を示すことが確認され、これは気泡径 0.15mm 未満の微細な空気が SRA0 と同様に安定して存在していることに起因すると考えられた。

4. まとめ

SRA(N)を用いたコンクリートの気泡特性に及ぼす振動締め固めの影響について各種検討を行った結果、振動締め固めによる空気量変化や硬化体の気泡組織は SRA0 と同等の結果が得られ、添加による悪影響がないことを確認した。

【参考文献】

- 1) 井元ら：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収縮特性と凍結融解抵抗性，コンクリート工学論文集，Vol.44, No.1, pp.172-177, 2022.6
- 2) 日本建築学会：膨張材・収縮低減剤を使用したコンクリートに関する技術の現状，pp.186-187, 2013
- 3) 坂田ら：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

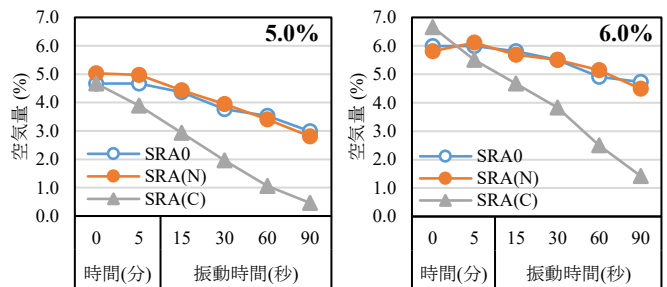


図-1 振動時間による空気量

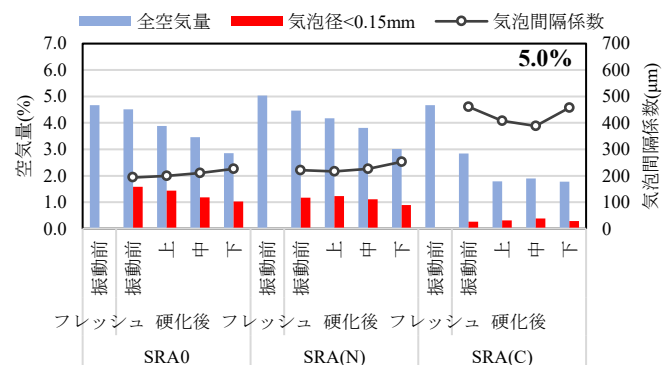


図-2 各種空気量と気泡間隔係数

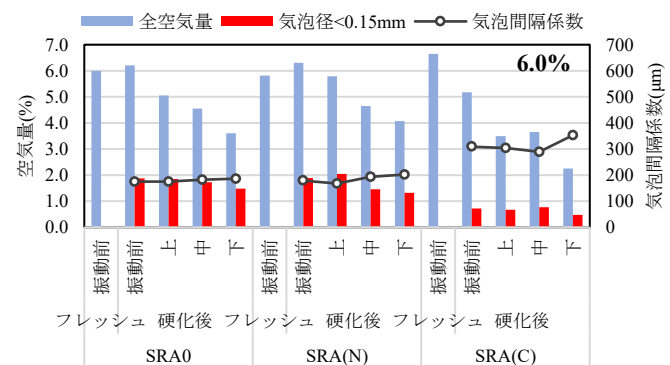


図-3 各種空気量と気泡間隔係数

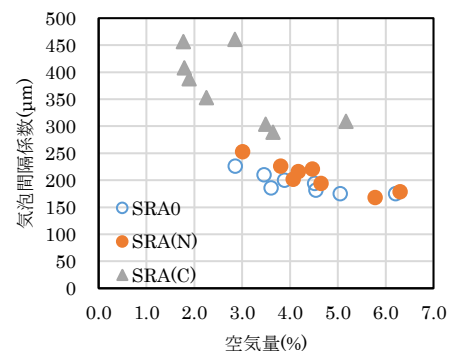


図-4 硬化後空気量と気泡間隔係数