

# 気泡合体の抑制による 自己充填コンクリートの空気量安定

学籍番号：1170158 氏名：毛利匡志 指導教員：大内雅博  
高知工科大学システム工学群建築都市デザイン専攻

要旨：気泡潤滑型自己充填コンクリートには経時変化のない安定した空気が必要である。本研究では、使用する空気連行剤の種類による空気量の経時変化の差を調べた。そして、その原因が空気連行剤の種類によって生じる気泡径分布と気泡どうしの合体の程度の差であることを明らかにした。

**Key Words**：自己充填コンクリート, 空気量の経時変化, 気泡径, 空気連行剤, 比表面積, ブリーディング

## 1. はじめに

気泡潤滑型自己充填コンクリート (air-SCC) は連行空気がフレッシュ時の個体粒子間摩擦を低減する役割を担っている。施工中の自己充填性確保のため、コンクリート製造から最長で2時間程度空気量が安定している必要がある。

本研究では、自己充填コンクリート中のフレッシュモルタルに着目し、使用する空気連行剤（以下、AE剤と略す）の種類により異なる空気量の経時変化の原因を明らかにした。

## 2. 使用する AE 剤の種類により異なる連行気泡径の分布と空気量の経時変化との関係

フレッシュモルタルの練上がり時の気泡径分布と2時間後の空気量との関係を、2種類のAE剤間で比較した。各AE剤について、その添加量や練混ぜ手順・時間を変化させた(表-1、図-1)。モルタルのフロー値が $250 \pm 10$ mmとなるように高性能減水剤（以下、SPと略称）添加量を調整した。空気量は重量法により、練

上がり直後と2時間後に測定した。2時間後の測定の際には1時間59分55秒後に5秒間ミキサーで再練混ぜをした。モルタルの練混ぜにはモルタルミキサーを使用し、練混ぜ量は1.6リットルとした。連行気泡の径は自動気泡解析機 (AVA) (写真-1) により測定した。

表-1 使用材料

材料	概要	記号
水	上水道水	W
セメント	普通ポルトランドセメント	C
細骨材	石灰砕砂 (比重: 2.70, 吸水率: 0.25%, 粗粒率: 2.9)	S
空気連行剤	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤	101
	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤	202
	高アルキルカルボン酸系陰イオン界面活性剤と非イオン界面活性剤の複合体	785
高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物	SP

表-2 モルタル配合(空気を含まない値: 実際には連行空気量に応じて各材料の質量が減る)

W/C	s/m	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )		
		W	C	S
45%	55%	264	586	1474

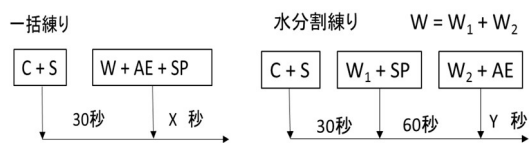


図-1 2種類の練混ぜ方法

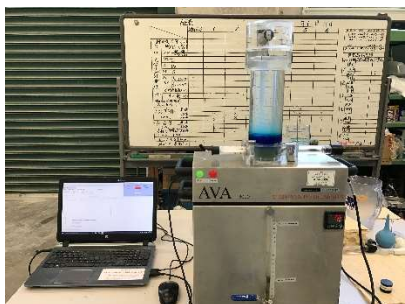


写真-1 気泡自動解析機 (AVA)

既往研究より、フレッシュ時の空気量減少量は大きめの径が支配していることは明らかになっている<sup>1)</sup>。AVAにより測定した径の大きさが1.0mmまたは0.5mmまたは0.3mm以上の空気量と、練混ぜから2時間経過後の空気量の増減量との関係を示す(図-2, 3)。

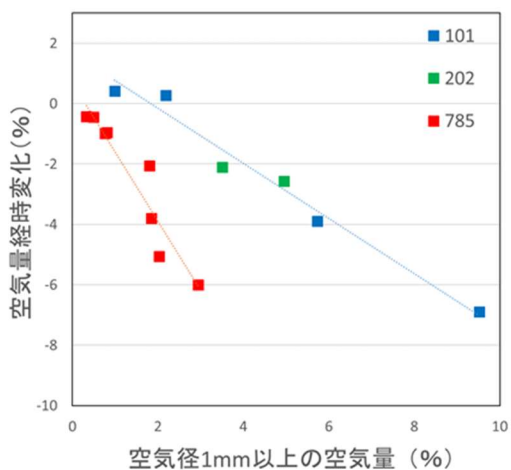


図-2 空気連行剤の種類による1mm以上の空気量と練り上がりから2時間での経時変化との関係

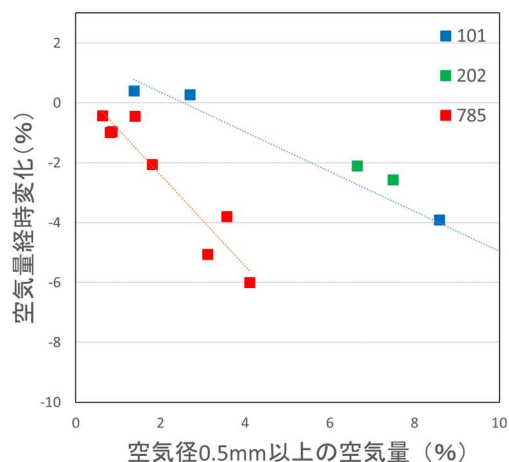


図-3 空気連行剤の種類による0.5mm以上の空気量と練り上がりから2時間での経時変化との関係

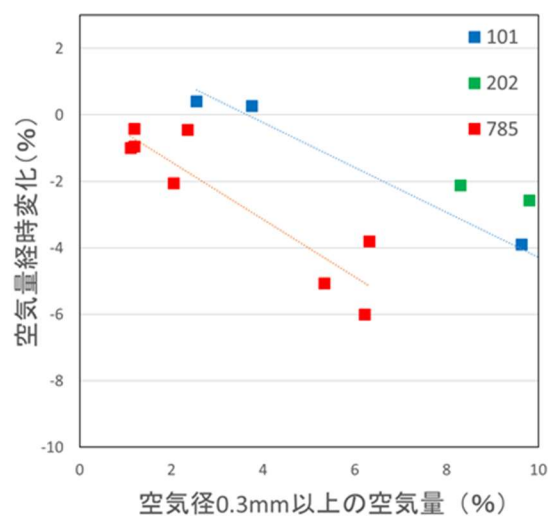


図-4 空気連行剤の種類による0.3mm以上の空気量と練り上がりから2時間での経時変化との関係

AE剤101または202を用いたモルタルでは、径が1mm以上の空気量に対して経時による空気量減少量が下回っていることから、1mm以上の径の空気泡が主に抜けたものと考えた。一方、AE剤785を用いた場合、経時変化による空気減少量が、径が1mm以上の空気量を大

きく上回っていた。

そこで、AE 剤 785 を用いたモルタルについて、対象とする空気径の範囲を下方方向に 0.5mm または 0.3mm にまで拡大すると、それらの量と経時による空気の減少量との値が近づいてきた (図-3, 図-4)。すなわち、AE 剤 785 を用いた場合、他 2 種類の AE 剤を用いた場合よりも細かい空気が抜けやすかったと言える。

### 3. 空気量の経時変化に及ぼすブリーディング量の影響

ブリーディングにより自由水が空気泡を押し上げてコンクリート中から空気が抜ける可能性が指摘されている。さらに、その程度が混和剤により異なることが指摘されている<sup>2)</sup>。

そのことが第 2 章における使用 AE 剤の種類間での空気量減少の差異を生じさせた原因であることを検証するため、各 AE 剤を用いてモルタル中の空気量が 7~8%となるように添加量を調整したものについてブリーディング試験を行った。(図-5)。

その結果、使用した 3 種類の AE 剤間でブリーディング量の差異は確認できたが、試験開始から 120 分後のブリーディング量は多い順に AE 剤 202, 785, 101 を用いた順であった。すなわち、第 2 章での空気減少量の順序とは一致していない結果となった。

この理由は、本研究での自己充填コンクリートの水セメント比は 45%であったのに対し、既往研究<sup>2)</sup>にてブリーディング量を測定した普通コンクリートの水セメント比は 55%と、ブリーディング量が大きく異なっていたためであると考えた。既往研究での水セメント比 55%の普通コンクリートのブリーディング量は約  $0.5\text{cm}^3/\text{cm}^2$  であったのに対し、本研究にて AE 剤 785 を用いたモルタルのブリーディ

ング量は最大でも  $0.05\text{cm}^3/\text{cm}^2$  であったことにより、気泡上昇・気泡量減少に及ぼすブリーディングの影響が極めて小さくしたものと考察した。

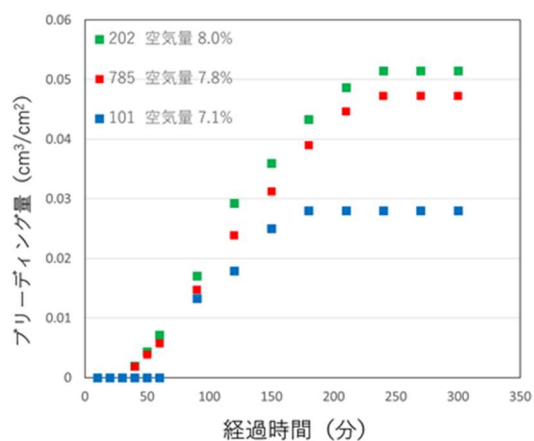


図-5 使用する AE 剤によって異なるブリーディング量

### 4. AE 剤による気泡同士の合体促進

既往研究により、小さめの気泡が合体して大きくなることにより浮上し、空気量減少につながる可能性が報告されている<sup>1)</sup>。

各 AE 剤を用いたモルタルの、練上がり時と 2 時間経過後の気泡分布を比較して示す。(図-6)。AE 剤 101 または 202 を用いた場合、径の大きさが 1mm 以下の気泡には 2 時間での量の変化がほとんどなかったのに対し、AE 剤 785 を用いたモルタルでは、最小の 100-125  $\mu\text{m}$  を含むほとんど全ての級の径の気泡で明らかな減少が見られた (図-7)。なお、減少しなかった径の級では、それより下の大きさの径の気泡の合体によるものと考察した。

以上から、本研究で用いた AE 剤の種類範囲では、AE 剤 785 を用いた場合のみ気泡の合体が生じて気泡の径が大きくなり、気泡の浮上により空気量減少が促進されたものと考察

した。

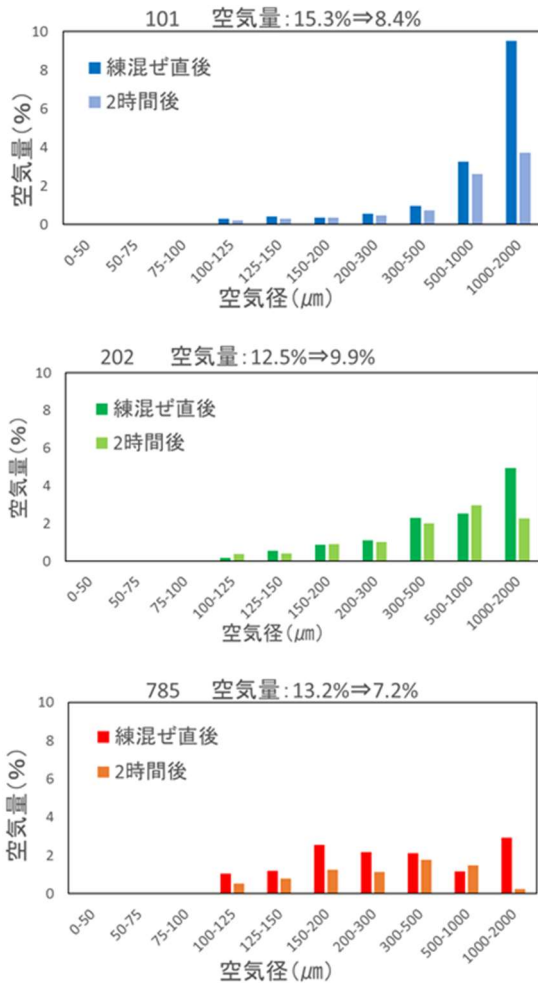


図-6 各 AE 剤を用いたモルタル中の練上がり時と 2 時間経過後の気泡径分布

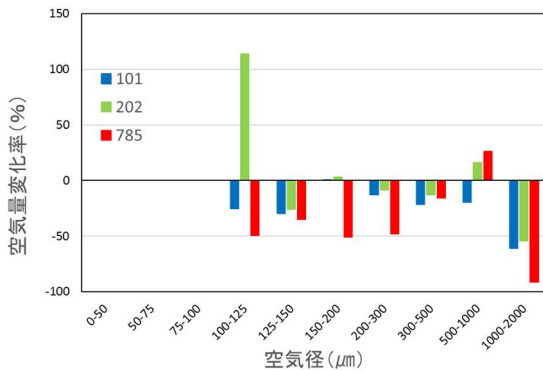


図-7 各 AE 剤を用いたモルタル中の各径の空気量の変化率

## 5. 結論

(1) 使用する AE 剤の種類によって、練り混ぜ時に連行された気泡の径の分布と時間経過による空気量減少との関係が異なっていた。

(2) AE 剤の種類によるブリーディング量の違いは確認できたが、空気量に及ぼすブリーディングの影響は明らかではなかった。

(3) 使用する AE 剤の種類によっては、小さ目の気泡どうしが合体して大きな気泡を形成することにより浮上し、時間経過による大き目の空気量減少の原因となっている可能性を得た。

## 6. 参考文献

- Rath, S., Attachaiyawuth, A., and Ouchi, M.: "Fineness of Air Bubbles Affected by Mixing Procedure in Mortar in Self-compacting Concrete," Proceeding of the Japan Concrete Institute, Vol.38, 2016, pp. 1413-1418
- 作榮二郎, 橋本 学, 林 大介, 菅俣 匠, 坂田 昇: 中庸熱フライアッシュセメントを用いたコンクリートの凍結融解抵抗性に及ぼす空気安定性の影響, コンクリート中の気泡の役割・制御に関する研究委員会, p141-146, 2016