連行空気泡を用いた摩擦緩和による硬質砂岩砕砂の自己充填コンクリートへの適用

高知工科大学　学生会員　○和田 浩輝
高知工科大学　フェロー　大内 雅博

1. はじめに

自己充填コンクリートの普及を妨げる理由の一つとして, 高強度が必要ないにもかかわらず自己充填性と材料分離抵抗性を付与する為に高いセメント量を要し高単価となることがあげられる。その問題を解決する為に, 連行空気泡による摩擦低減効果(ボールベアリング効果)に着目した気泡潤滑型自己充填コンクリート(以下 airSCC と表記)の実用化に取り組んでいる。airSCC の特徴は, 従来の自己充填コンクリート中のセメント量の一部を連行空気泡に置換し, モルタル中の細骨材容積比を高くして, 普通コンクリートと同程度の単位セメント量で従来の自己充填コンクリートと同水準の自己充填性を有することである。

2. 試験概要

スランプフロー試験, 空気量試験, ロート試験, ボックス試験により airSCC のフレッシュ性状試験と, 硬化後の供試体の空気泡の径と分布を測定した。

本研究の目的はコンクリート中の連行空気泡の質や量と自己充填性の関係を明らかにすることである為, その他の影響を排除する為に, スランプフローの値が 650±50mm の範囲になるように高性能 AE 減水剤(以下 SP と表記)の添加量を調整した。自己充填性はボックス試験器(障害物 R1)により測定を行った。

airSCC の空気量は 10%程度であり, エアメータによる圧力法での測定は困難である為, フレッシュ時の空気量はエアメータの容器を用いた質量法を用いた。これらのフレッシュ時の試験は練り上がり直後から同時進行で行った。

硬化コンクリート気泡測定装置「HF-MAC01」のリニアトラバース法により空気泡の粒径分布を求めた。これらの試験方法は ASTM 規格 C 457-71 に準じた。供試体は直径 150mm 高さ 300mm の円柱供試体を使用した。上段を上面 10mm から厚さ 50mm, 中段を上面 150mm から厚さ 50mm, 下段を上面 240mm から厚さ 50mm として切断し, それらの平均を 1 ケース分とした。測定は上中下段それぞれ表・裏の 2 面行い, 配合 1 ケースにつき合計で 6 面の計測を行った。

表-1 に使用材料、**表-2** に airSCC の示方配合を示す。

表-2　airSCC の示方配合（空気なしの場合）

W/C (%)	単位量 (kg/m^3)			
	W	C	S	G
45	185	410	1036	810

練混ぜには二軸強制練りミキサを使用し, 1 バッチ当たり 40 リットルとした。

AE 剤添加前のコンクリートの状態が空気連行性能に及ぼす影響を確認する為, 2 種類の練り混ぜ方法で行った。まず, セメント・細骨材・粗骨材で 30 秒間空練りを行う。その後, 水・SP・AE 剤を一括投入し 180 秒間練混ぜる方法を一括練りとした。空練りの後, 投入量の半分の水と SP を入れ 90 秒間混ぜた後に残りの水と AE 剤を入れ 90 秒間混ぜる方法を分割練りとした。

3. フレッシュ性状の試験結果と考察

SP の種類, 練混ぜ方法, AE 剤の添加量をそれぞれ変化させフレッシュコンクリート試験を行った。

図-1 に練上がり直後の空気量とボックス上昇高さ

表-1 使用材料

材料	概要	記号
セメント	普通ポルトランドセメント(比重:3.15)	C
細骨材	高知県佐之国産　硬質砂岩(比重:2.69, 吸水率:1.00%, 粗粒率:2.64, 微粒分(0.15mm 以下):12.1%)	S
	高知県白木谷産　石灰石砕砂(比重:2.68, 吸水率:0.81%, 粗粒率:2.80, 微粒分(0.15mm 以下):8.5%)	
粗骨材	高知県白木谷産　石灰砕石(比重:2.70, 吸水率:0.25%, 最大寸法:20mm)	G
高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物と増粘性化合物の複合体	SP1
	ポリカルボン酸エーテル系化合物と分子内架橋ポリマーの複合体	SP2
空気連行剤	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤	AE

キーワード　気泡潤滑型自己充填コンクリート, 空気連行剤, 連行空気, 空気泡径, 高性能 AE 減水剤
連絡先　〒782-8502　高知県香美市土佐山田町：電話 0887-57-2411：FAX0887-57-2420

の関係を示す。練混ぜ方法によるボックス上昇高さの違いは見られなかったが，同程度の空気量でもSPの種類によって自己充填性が異なった。また，AE剤の添加量を多くすると SP1 分割練り以外はコンクリートが分離した。

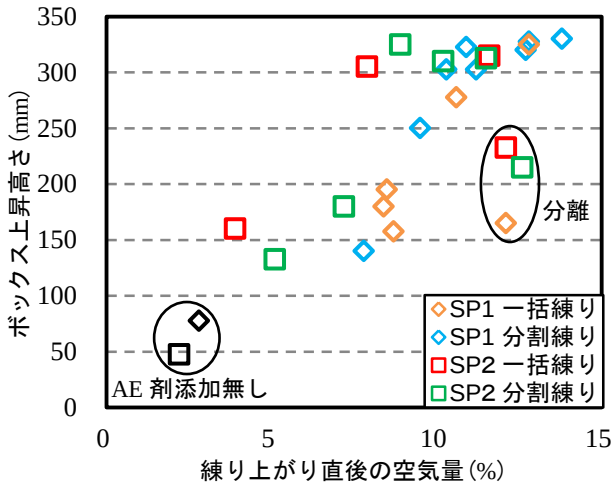

図-1 練上がり直後の空気量とボックス上昇高さの関係

4. 気泡測定の結果

同空気量で自己充填性の違いが見られたものを中心に気泡測定を10ケース分行った。自己充填性との関係を明らかにすることで，自己充填性向上に有効な空気泡と，そうでない空気泡を区別した。

硬質砂岩砕砂では 0.6mm 以下の空気泡径と，石灰石砕砂は 0.2mm 以下の空気泡径と自己充填性に高い相関関係が見られた。空気泡径の間隔ごとの空気量と個数とではボックス上昇高さとの相関がほぼ等しいことから，空気量についてのみの相関係数を示す(図-2)。

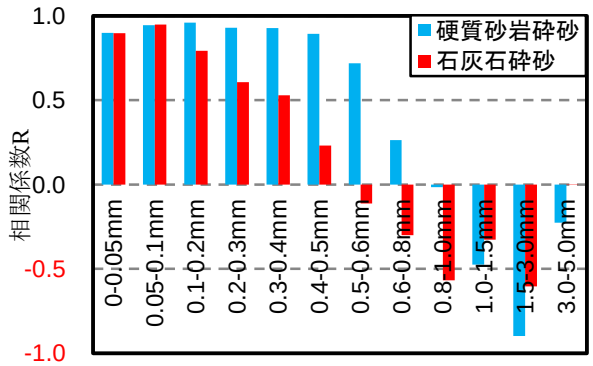

図-2 硬質砂岩砕砂(n=10)と石灰石砕砂(n=11)の空気泡径間隔ごとの空気量とボックス上昇高さの相関係数

さらに，練上がり直後の空気量が同程度の SP1 と SP2 の硬化後の空気量を調べることで比較を行った。図-3から，同程度の空気量でも，SP1 は SP2 と比べて中心平均径の大きい空気が多く連行されたのに対し，SP2 は中心平均径の小さい自己充填性に有効な空気泡が多く連行された。このことから,同空気量でも SP の種類によって連行空気泡の径の大きさが異なり，それによって自己充填性に違いがあると言えそうである。

細骨材の種類が異なると自己充填性向上に有効な空気泡径が異なったが,空気泡と細骨材をそれぞれの粒径ごとに分類し,足し合わせたものを容積比で比較を行った(図-4)。自己充填性向上に有効な空気泡径の範囲は細骨材の種類によって異なるが,高い自己充填性能の airSCC は連行空気泡と細骨材を合計すると同じ粒径分布の傾向があると言えそうである。

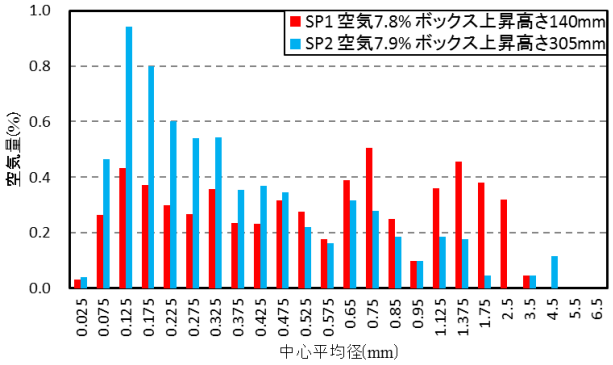

図-3 増粘剤の有無による有効な空気泡の割合

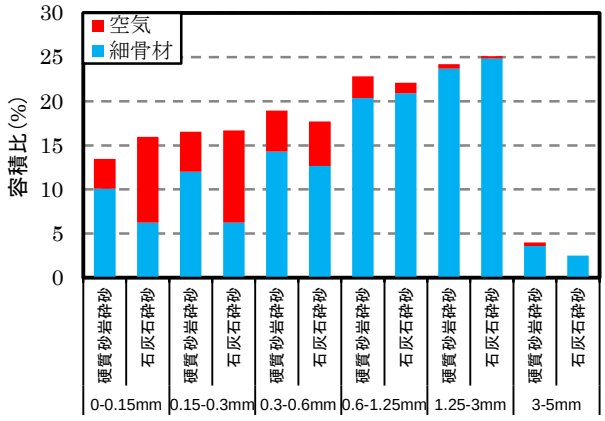

図-4 空気泡径ごとの空気量を砂の粒度分布に割り当てた容積比

5. 結論

(1) 気泡測定により，硬質砂岩は 0.6mm 以下の空気泡と自己充填性の間に高い相関関係が見られた。

(2) 増粘剤を含まない SP の方が小さめの空気泡が多く連行された。

(3) 高い自己充填性の airSCC は連行空気泡と細骨材を合計すると細骨材の種類にかかわらず同じような粒径分布が見られた。

謝辞：気泡測定は BASF ジャパン及び，八洋コンサルタントの御好意により行いしました。心より御礼申し上げます。