

## 砕砂の微粒分量と硬化体中の気泡組織の関係に関する考察

西松建設(株) 正会員 ○椎名貴快 跡部芳昭 高橋 慧  
岩手大学 正会員 小山田哲也  
岩手大学 正会員 羽原俊祐

### 1. はじめに

コンクリートの凍害(スケーリング劣化)対策として、室内試験でのスケーリング量が $0.5\text{kg}/\text{m}^2$ 以下(50サイクル)を満足するように空気量7.0%のコンクリート配合を選定した。しかし、生コン工場での製造時期によってスケーリング試験の結果にバラツキが現れ、その原因として、細骨材(砕砂)中の微粒分量の変動による影響が疑われた。

そこで近年、スケーリング劣化との関連が指摘されている硬化体中の気泡組織に着目して、砕砂の微粒分量と気泡間隔係数、気泡径分布との関係について、モルタル試験で確認した。

### 2. 試験概要

#### (1) 使用材料およびモルタル配合

空気量7.0%のコンクリート配合(24-18-20BB)をベースに、使用材料(表-1)とモルタル配合(表-2)を決定した。結合材には、高炉セメントB種および膨張材を使用し、細骨材には砕砂(石灰石)を100%使用した。混和剤には、高機能タイプのAE減水剤(標準形(I種))のほか、空気量調整のため、AE剤(I種)を用いた。

モルタルの水結合材比W/Bは50%で、目標空気量は10%(コンクリート換算で7.0%)である。砕砂中の微粒分量は、JIS A 5005での最大量が9.0%であることから、3水準(2.3%、4.0%、8.0%)

とした。なお微粒分量の調整には、砕砂をロサンゼルス試験機で乾式粉碎し、 $0.075\text{mm}$ 篩でふるって採取した微粉試料を用いた。試験は $20^\circ\text{C}$ 環境で行い、モルタルの製造は、空気巻き込みによる影響を低減するため、1バッチ2Lでの低速練りとした。

#### (2) 試験項目

表-3に試験項目と方法を示す。モルタルのブリーディング量は、土木学会のポリエチレン袋法で測定した。気泡組織の測定には、水中養生した $\phi 100\text{mm} \times \text{H}200\text{mm}$ の円柱供試体の中央付近(20mm厚)を材齢28日以降に切り出し、下面側(型枠底面側)を研磨して試料中央部の $70\text{mm} \times 70\text{mm}$ 範囲を測定範囲とした。

### 3. 試験結果

#### (1) フレッシュ性状および圧縮強度

表-4にモルタルのフレッシュ性状および28日圧縮強度の結果を示す。一般に、細骨材中の微粒分量が多くなると空気を連行しにくくなるため、AE剤の使用量が増える。本試験では、微粒分量8.0%の場合のみAE剤を+0.2A増やし

表-1 使用材料

材料名	記号	物性値, 主成分
高炉セメントB種	C	密度 $3.04\text{g}/\text{cm}^3$
膨張材	EX	密度 $3.16\text{g}/\text{cm}^3$
砕砂(石灰石)	S	表乾密度 $2.66\text{g}/\text{cm}^3$ 吸水率1.52%, 粗粒率2.75
AE減水剤 (高機能タイプ)	Ad	標準形(I種), リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸エーテルの複合体
AE剤 (フライアッシュ用)	AE	I種, 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
水	W	上水道水

表-2 モルタル配合

W/B (%)	S/B	目標 空気量 (%)	砕砂 微粒分量 (%)	単位量( $\text{kg}/\text{m}^3$ )			
				W	B		S
					C	EX	
50	2.86	10 (7.0)	2.3 4.0 8.0	236	444	29	1352

備考) 目標空気量の()内の数値はコンクリート換算の空気量

表-3 試験項目と試験方法

区分	試験項目	試験方法
フレッシュ モルタル	モルタルフロー	JIS R 5201を参考
	空気量	JIS A 1128に準拠
	モルタル温度	温度計
	ブリーディング量	JSCE-F 522に準拠
硬化体	圧縮強度	$\phi 50\text{mm} \times \text{H}100\text{mm}$
	気泡間隔係数	ASTM C 457(リニアトラバース法)に準拠
	空気量	
	気泡径分布	

キーワード スケーリング, 砕砂, 微粒分量, ブリーディング, 気泡間隔係数, 気泡径分布

連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 西松建設(株)技術研究所 TEL. 03-3502-0247

たが、それ以外はどれも同量で、モルタルフローは同程度を得られた。空気量は微粒分量の少ない 2.3%の配合で多いものの、全てのケースで目標とした 10%を導入できた。ブリーディング量は微粒分量が多いほど減少し、圧縮強度は微粒分量が多いほどやや大きい値となり、既往の見解と同様の結果であった。

## (2) 気泡組織

表-5 および図-1 に硬化モルタル中での気泡径分布の測定結果を示す。気泡間隔係数は、微粒分量が少ないほど値は大きいですが、全て 200 $\mu\text{m}$  以下で、一般的に耐凍害性を有すると判断される範疇であった。また硬化体中の空気量は、微粒分量の値によらず、コンクリート換算で 7.0%台後半の同等量が残っていた。但し、気泡径分布を見ると、砕砂の微粒分量が減少した時、気泡径が 0.30mm 以上の比較的粗大な気泡はわずかに増加する程度だが、通常 AE 剤によって導入される 0.30mm 程度以下の微細な気泡の内、特に 0.01~0.10mm のごく微細な気泡が多く消失していた。この理由として、ペースト分の粘性やブリーディングの影響などが関わっているものと推定される。

## 4. まとめ

砕砂の微粒分量が 8.0%以下 (JIS A 5005 : 最大 9.0%以下) の条件において、同一モルタル配合での微粒分量の多少による気泡組織への影響を試験で確認した。その結果、硬化体中に 7.0%以上の空気量が存在し、かつ気泡間隔係数が 200 $\mu\text{m}$  以下であったとしても、砕砂中の微粒分量によって 0.10mm 未満のごく微細な気泡の量が増減し、硬化体のスケールリング抵抗性に影響が及ぶ可能性が示唆された。

表-4 フレッシュ性状および 28 日圧縮強度の試験結果

砕砂 微粒分量 (%)	混和剤の使用量		フレッシュ性状				圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
	Ad (B×%)	AE	モルタルフロー (mm)	空気量 (%)	モルタル温度 (°C)	ブリーディング量 (ml)	
2.3	0.8	1.2A	228×225	11.4 (8.1)	21	15	37.0
4.0		1.2A	231×230	10.4 (7.3)	21	13	38.0
8.0		1.4A	221×219	10.4 (7.3)	21	7	38.3

備考) AE 剤の使用量 (1A=B×0.004%)、空気量の()内の数値はコンクリート換算の空気量

表-5 硬化モルタル中の気泡分布特性

砕砂 微粒分量 (%)	気泡間隔係数 ( $\mu\text{m}$ )	空気量 (%)	気泡全数 (個)	気泡径の個数 (全体に占める比率)		
				0.01~0.10mm	0.30mm 未満	0.30mm 以上
2.3	190	10.8 (7.6)	721	158 個(22%)	604 個(84%)	117 個(16%)
4.0	179	11.0 (7.8)	768	212 個(28%)	655 個(85%)	113 個(15%)
8.0	176	10.9 (7.7)	782	258 個(33%)	685 個(88%)	97 個(12%)

備考) 空気量の()内の数値はコンクリート換算の空気量

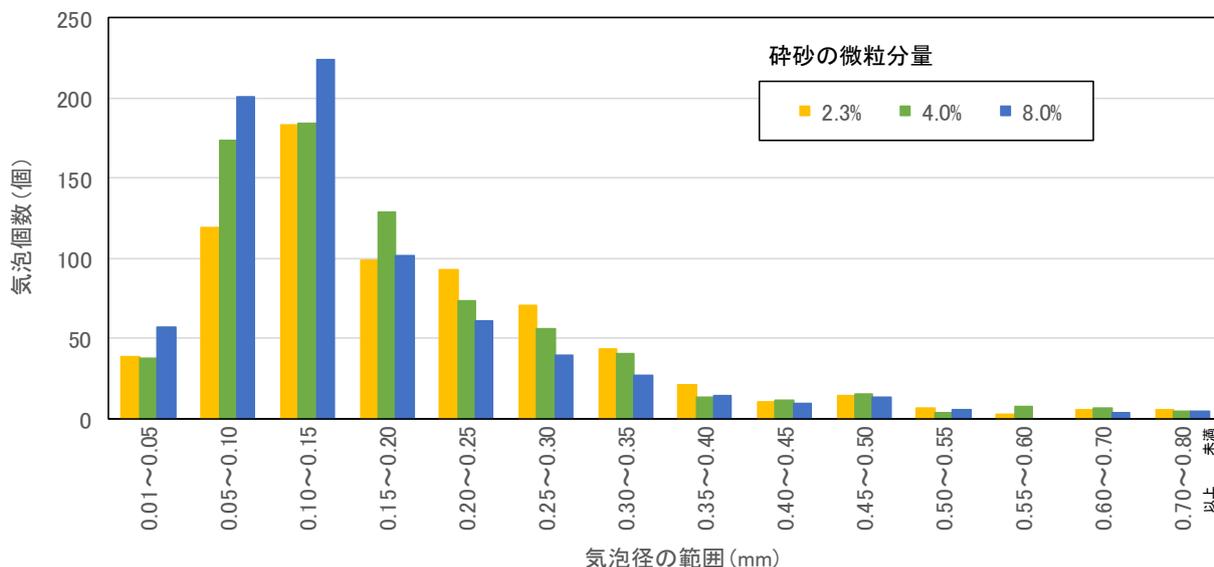


図-1 砕砂の微粒分量が異なるモルタル中の気泡径分布