

コンクリートの表面気泡の発生機構に関する実験的研究

東京理科大学 学生員 ○三田 勝也 東京理科大学 正会員 辻 正哲
 東京理科大学 学生員 中島 裕幸 東京理科大学 学生員 児玉総一郎
 東京理科大学 菅原 佑華

1 はじめに

コンクリート表面に発生する気泡については、気泡が発生しやすい部位すなわち上型枠の存在する場合の発生状況、叩き等による締固めや透水型枠や吸水型枠などによる対策等で若干の検討はされているものの、その発生メカニズムはほとんど解明されていないのが現状である。

本研究では、鉛直面に発生するコンクリートの表面気泡に着目し、表面気泡のメカニズムについて検討を行った。

2 実験概要

コンクリートの表面気泡発生機構を調べることを目的とし、2つのシリーズに分けて実験を行った。シリーズ A では、配合による影響を調べるために、細骨材率を一定とし、W/C を 33, 40 および 50% の 3 段階に変化させ、また、比較のために W/C=50% の場合について、単位水量を増加させて実験を行った。シリーズ B では、表面欠陥の発生機構を明らかにすることを目的に透明型枠を使用し、打込み後の気泡の挙動の観察を行った。なお、いずれのシリーズでも、凝結の影響および粘性の影響を調べるために 3 種類の混和剤を用いた。

2.1 使用材料及び示方配合

セメントには普通ポルトランドセメントを、細骨材には鬼怒川産川砂を、粗骨材には山梨産砕石を、練混ぜ水には上水道水を使用した。混和剤は、天然樹脂酸塩系 AE 剤(以下 A)、セルロース系高流動コンクリート用増粘剤(以下 V)、オキシカルボンサン酸系超遅延剤(以下 R) の 3 種類を用いた。コンクリートの配合、スランプおよび空気量は表-1 に示すとおりである。型枠には 20 のペットボトルを加工したものをを用い、打込みは 2 層に分け各層 15 回突き固め後、型枠表面を突き棒の跡が消えるまで叩いた。

2.2 試験方法

2.2.1 表面気泡測定方法

硬化後の供試体表面を 2 方向からデジタルカメラにて撮影し、それぞれの画像データについて面積計算ソフトを用いて表面気泡面積を算出した。なお、測定範囲は供試体側面部の平坦な部分とした。評価には、表面気泡総面積を、測定範囲の表面積で除した表面気泡面積率を用いた。また、たわしを用いて供試体表面を擦り、表面付近に潜んでいる表面気泡を露出させ測定

表-1 示方配合

No.	W/C(%)	s/a(%)	スランブ (cm)	空気量(%)	単位量 (kg/m³)				(g/m³)		
					W	C	S	G	A	R	V
1	33	45	8.5	3.9	170	510	724	932	102	-	-
2			4.5	2.6						1530	-
3			1.5	2.9						-	510
4			10.5	3.5						-	-
5	40		4.0	10.0	425	755	973	85	1275	-	
6			3.0	3.0					-	510	
7			13.5	4.2					-	-	
8			10.0	2.9					1020	-	
9	50		1.5	2.9	340	786	1013	68	-	510	
10			17.5	3.4					-	-	
11			22.0	3.0					-	-	
12			11.0	3.3					-	573	
					191	382	747	962	76.4	1146	-

※なお、シリーズ A では No.1~9, シリーズ B では No.10~12

の配合を用いた。

した表面気泡面積率と擦る以前の表面気泡面積率との差を、潜在表面気泡面積率とした。

2.2.2 型枠および打込み方法

型枠に高さ約 30cm の 1.5ℓ のペットボトルの上部を切り取り高さ 20cm に加工したものをを用いた。打込みは 2 層に分け各層 15 回突き固めた後、突き棒の跡が消えるまで型枠表面ができるだけ歪まないように軽く叩いた。表面気泡の挙動の観察には、ビデオカメラを用い、2 層目の突き固め・型枠の叩き中及び締固め後約 20 分間の動画を撮影した。撮影範囲は 8cm 四方とし、1 層目と 2 層目の境目が画面下約 1/4 の所となるようにビデオカメラをセットした。

3 実験結果及び考察

3.1 シリーズ A

表面気泡面積率は、図-1 に示すように W/C が小さくなるに従い、増加する傾向にあった。また、混和剤別に見ると、増粘剤により粘性が高くなると表面気泡面積率が高くなっている。特に、粘性の高い W/C=33% では、A+R に比べ表面気泡面積率は A+V では、5.4 倍となっていた。以上のことから、粘性の高いコンクリートほど、表面気泡面積率が大きくなると考えられる。これは、コンクリートの粘性が高くなるほど、気泡が上昇しづらくなるためだと考えられる。図-2 は、スランプと表面気泡面積率の関係を示したものである。A あるいは A+R では、あるスランプから 15cm 程度まではスランプの増大とともに気泡は減少するものの、それよりスランプが大きくなると、逆に気泡が増加する傾向にあった。これは、増粘剤を用いない場合には s/a を一定としたため、単位水量を増し、スランプを大きくすると、材料分離によって、コンクリート中より

キーワード コンクリート, 表面気泡, ブリーディング, 増粘剤, 遅延剤

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 番地 東京理科大学理工学部土木工学科 TEL04-7124-1501

E-mail : saori@rs.noda.tus.ac.jp

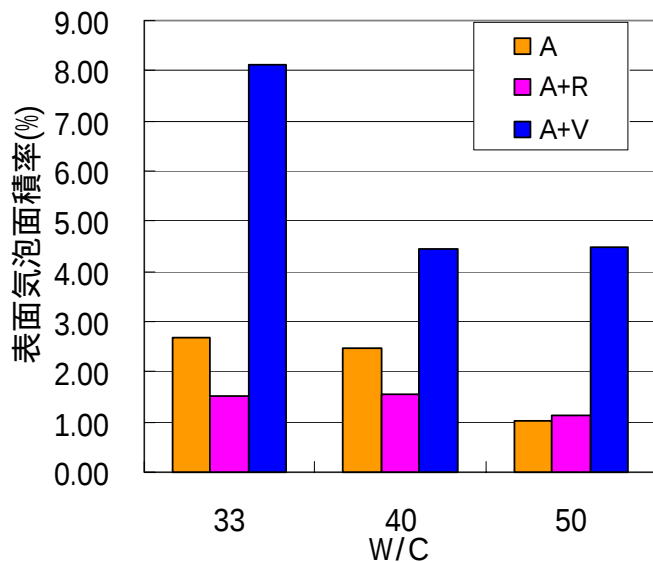


図-1 表面気泡面積率と W/C の関係 (シリーズ A)

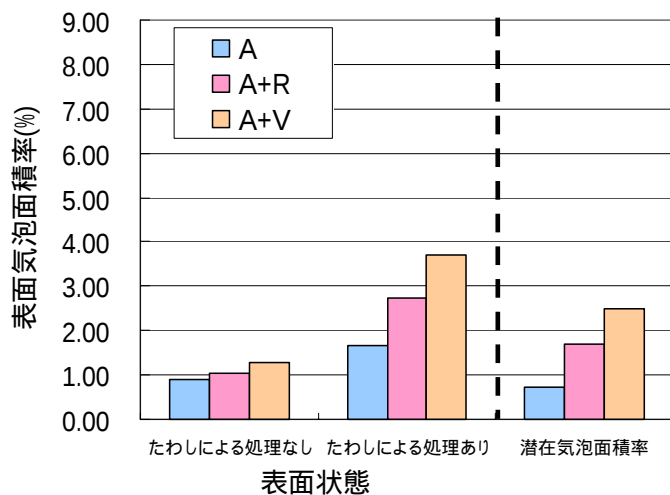


図-3 表面処理の有無による表面気泡面積率および潜在気泡面積率 (シリーズ B)

型枠面に気泡が析出しやすくなったことによると考えられる。

3.2 シリーズ B

ビデオ観察の結果、打込み直後に型枠との界面に残された気泡の内、突固め中に比較的大きな気泡から上昇しコンクリート上面から抜けていくが、そのまま残存するものもあった。型枠の叩きの間は、内部から現れる気泡と逆に内部に隠れる気泡の2種類が確認された。内部から現れた小さい気泡は移動することはなかったが、大きな気泡はブリーディング水の上昇と共に上昇するか、上昇途中にブリーディング水によってノロのようになったセメントペーストの層で覆われ内部に隠れた。また、小さな気泡には、叩きの間に大きな気泡に比べゆっくりと表面に現れるものと、締固め終了後の静置中にブリーディング水とともに型枠面に析出するものがあり、いずれも硬化後まで残存した。しかし、ブリーディング水の通り道とならない型枠面側では、ブリーディング水による細かな表面気泡の発生は見られなかったが、硬化後に表面をたわしで擦るこ

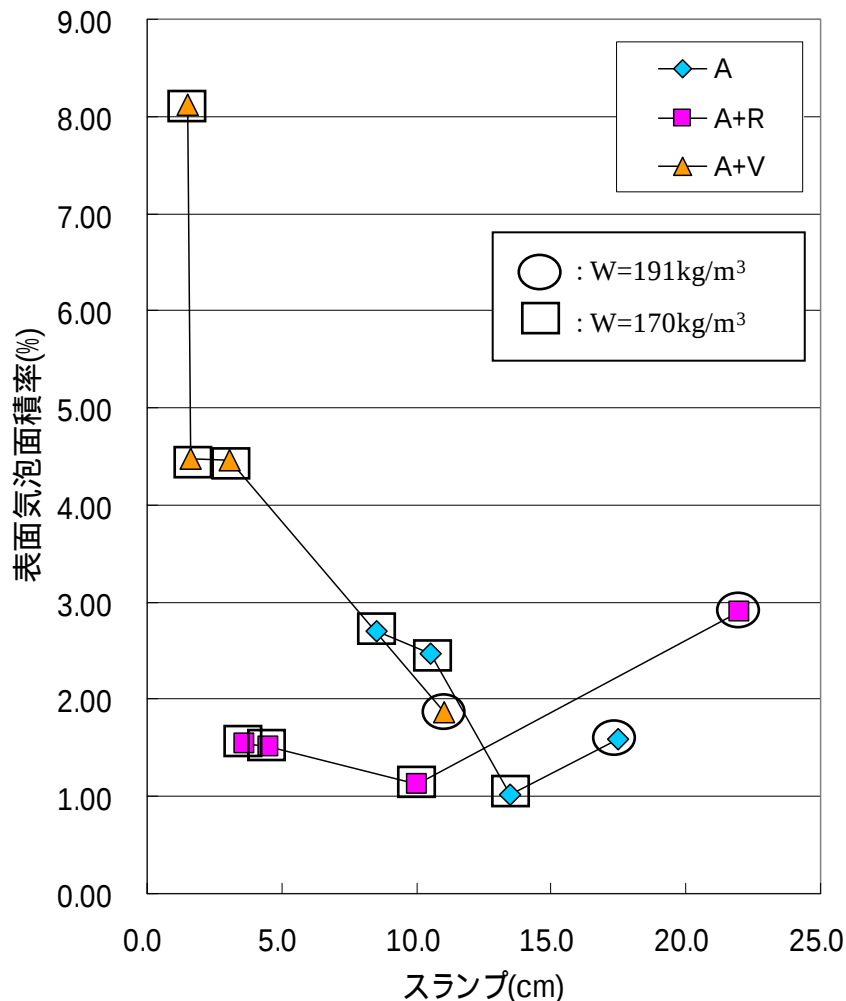


図-2 表面気泡面積率とスランプの関係 (シリーズ A)

とにより現れる気泡が見られた。また、たわしで擦る前と後での表面気泡面積率から算出される潜在気泡面積率は、図-3に示すようにA, A+R, A+Vの順で大きくなっていった。

4. まとめ

本研究の結果以下のことが明らかとなった。

1. 発生する表面気泡は、打込み直後から存在し締固め中に抜けきらず残存するもの、締固め中にコンクリートより析出するもの、締固め後の静置期間中にブリーディング現象とともに析出する比較的小さなものがある。また、締固め終了後の気泡の移動は、ほとんど見られない。
2. コンクリートの粘性が高くなると、気泡は上昇しづらくなり、表面気泡が増加する。また、粘性の高いコンクリートほど、大きな気泡が残存しやすい。
3. 締固め中にコンクリート表面に現れる気泡とコンクリート表面のごく近くに隠れる気泡がある。