

せき板表面の撥水性が微細径を含む表面気泡に与える影響に関する一考察

鹿島建設(株) 正会員 ○吉田祐麻 渡邊賢三

東京大学大学院工学系研究科 フェロー会員 石田哲也 山門健人

1. はじめに

コンクリートの表面気泡はコンクリートの表層品質を表す指標の一つであり¹⁾、コンクリート構造物の耐久性に影響する要因と考えられている。これまでに、表面気泡面積率は、せき板表面の撥水性が高いほど低減することが確認されている²⁾。この理由として、既往の検討³⁾では、せき板表面の撥水性が高いと表面気泡の直径が小さくなる傾向を確認しており、これにより表面気泡面積率が低減すると考えられた。しかし、これまでの検討³⁾は測定方法の制約から、目視判別可能な直径 1mm 以上の表面気泡を測定の対象としており、より小さい直径を有する気泡の影響を考えていない。そこで、本報告では、画像を二値化処理する手法により、直径が 0.04mm 以上の表面気泡まで観測範囲を広げ、せき板表面の撥水性が表面気泡に与える影響を評価した。

2. 実験概要

2.1 供試体の概要

表-1 に使用材料、表-2 にコンクリート配合を示す。コンクリートは、普通ポルトランドセメントを用いた水セメント比 52.0%のものとした。実験要因は、せき板表面の撥水性とし、表-3 に示す静的接触角を有する熱可塑性樹脂シートを貼付することで調整した。表に示す値は、JIS R 3257 に準拠して測定した結果である。供試体寸法は 100×100×100 mm とし、1 つの要因に対して 3 体ずつ作製して、上面と底面を除く 12 面を評価した。コンクリートは 1 層で打ち込み、締固めは突き棒で 10 回突いたのち、JIS R 5201 に準拠したテーブルバイブレータの上に 1 体ずつ設置して、20 秒間の振動を加えた。なお、打ち込んだコンクリートのスランプは 8.5cm、空気量は 3.8%であった。

2.2 表面気泡の評価方法

供試体は、材齢 7 日で脱型後 1 日間上水道水に浸漬させた後、温度 50℃、相対湿度 60%、CO₂ 濃度 20%の中性化環境に暴露し、表面を白華させた。光量一定の条件下において、白華させる前後で評価面を 90×90 mm のサイズで撮影した。2 つの画像で明度のヒストグラムを比較し、明度 60 以下の黒色領域において、明度の変化が認められなかったことから、この黒色領域を表面気泡として二値化処理を行い、図-1 に示すように表面気泡を抽出した⁴⁾。なお、本実験では、直径 0.04mm 以上の表面気泡を測定対象とし、表面気泡面積率は、画像の全体の面積に対する黒色領域の面積の

表-1 使用材料

材料	記号	摘要
水	W	地下水及び上澄水
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度:3.16g/cm ³
細骨材	S*1	S1 砕砂 表乾密度:2.62g/cm ³ , F.M.:3.00
		S2 山砂 表乾密度:2.56 g/cm ³ , F.M.:1.80
粗骨材	G*2	G1 砕石 表乾密度:2.65 g/cm ³ , 実積率:59.5%
		G2 砕石 表乾密度:2.70/cm ³ , 実積率:59.5%
		G3 砕石 表乾密度:2.66/cm ³ , 実積率:59.5%
混和剤	Ad	AE 減水剤 主成分: リグニンスルホン酸化合物, ポリカルボン酸エーテル

*1 : S は S1:S2=70:30 の割合
*2 : G は G1:G2:G3=30:40:30 の割合

表-2 コンクリート配合

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				
	W	C	S	G	Ad
52.0	171	329	770	925	2.80

表-3 実験要因

要因名	静的接触角 (°)
H	93.1
M	71.6
L	57.0

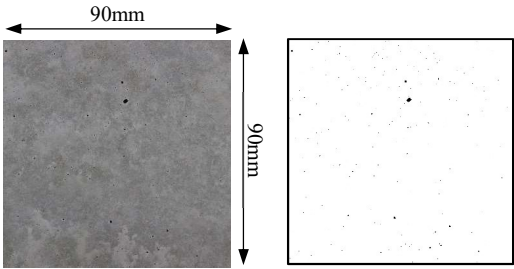


図-1 表面気泡の抽出
(左: 元画像, 右: 二値化処理後)

キーワード: 熱可塑性樹脂シート, 表面気泡, 表面気泡の直径, 表面気泡の個数, 静的接触角

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6733

比として算出した。また、表面気泡が円形であると仮定し、
各々の黒色領域の面積から表面気泡の直径を算出した。

3. 実験結果

図-2に、12面で評価した表面気泡面積率の平均値を示す。
これまでの知見と同様に、表面気泡面積率は、撥水性が高い
ほど、小さくなる傾向であった。また、表面気泡面積率のば
らつきも、撥水性が高いほど小さくなる傾向であった。

図-3に、表面気泡の直径ごとの表面気泡の面積の和をヒ
ストグラムとして示す。直径が1.0mmより小さい表面気泡の
面積は、撥水性が高くなるほど小さくなり、直径1.0mm以上
で検証したこれまでの知見と同様であった。また、表面気泡
の面積の和は撥水性によらず直径0.1mm程度で一度ピーク
となり、縦軸方向の絶対値は異なるものの、ヒストグラムの
形状に大きな差異は確認されなかった。つまり、撥水性が変
化することは、ある直径を有する表面気泡を選択的に低減さ
せてはいないと考えられる。また、1.0mm以上の気泡は離散
的に存在しており、撥水性が高くなるほど、表面気泡の直径
の最大値が小さくなった。

表-4に、表面気泡の個数と気泡直径の平均値を示す。表
面気泡の個数は、撥水性が高くなるほど少なくなった。直径
1.0mm以下の気泡についても同様である。また、表面気泡の
直径の平均値も、撥水性が高くなるほど小さくなる傾向にあ
った。しかし、表面気泡の個数がHに対してLが約3倍とな
っているのに対し、表面気泡の直径の平均値は1.1倍程度で
ある。また、図-3に示したように、撥水性による表面気泡
の直径の選択的な低減は生じていない。以上から、せき板表
面の撥水性が高いほど表面気泡面積率が小さくなるのは、表
面気泡の個数が少なくなるためと考えられる。せき板表面の撥水性が高いほど表面気泡の個数が低減する理由は、
締固め前にせき板表面に生じた表面気泡が締固め時に型枠に沿って上方に移動しやすくなり、合泡しやすくなる作
用があること、コンクリート内部の独立した気泡が表面に現れにくくなることが考えられる。

4. まとめ

本実験により、直径1.0mm以下の表面気泡についても、せき板表面の撥水性が高くなるほど表面気泡の面積は小
さくなり、表面気泡の個数は少なくなった。表面気泡の直径もせき板表面の撥水性が高くなるほど小さくなったが、
ある直径を有する表面気泡を選択的に低減させてはいない。表面気泡の個数が低減することで、表面気泡面積率が
小さくなると考えられる。今後、撥水性が高くなると表面気泡の個数が減少する現象に着目した検討を行い、高い
撥水性を持つせき板表面が表面気泡の低減に寄与する機構について検証する予定である。

参考文献

1) 坂田ら：コンクリート構造物の品質向上と表層品質評価手法，コンクリート工学，Vol.30，No.7，pp.601-606，2012。
2) 石井ら：熱可塑性樹脂シートの有無が表面気泡に与える影響に関する一考察，土木学会第69回年次学術講演会講演概要集，pp.131-132，2014。
3) 吉田ら：実構造物を対象とした熱可塑性樹脂シートの表面気泡低減メカニズムに関する一考察，土木学会第73回年次学術講演会講演概要集，pp.489-490，2018。
4) 吉田ら：せき板表面の撥水性と粗度がコンクリートの表面気泡に与える影響に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.1，2017。

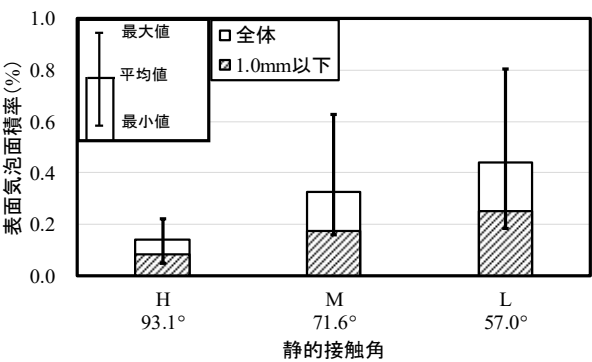


図-2 表面気泡面積率

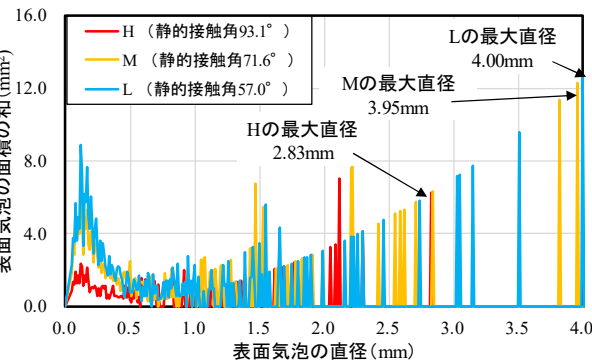


図-3 表面気泡の面積の和のヒストグラム

表-4 表面気泡個数と気泡の直径の平均値

項目	分類	H 93.1°	M 71.6°	L 57.0°
表面気泡の 個数※	1.0mm 以下	3,975	9,975	12,015
	1.0mm より 大きい	28	57	68
直径の平均 (mm)	1.0mm 以下	0.159	0.163	0.170
	1.0mm より 大きい	1.52	1.61	1.70

※12面の評価面の合計値で表す。