

V-204

高流動コンクリートの表面気泡状態が耐凍害性と中性化におよぼす影響

大分工業高等専門学校 正会員 ○一宮 一夫
九州工業大学工学部 正会員 出光 隆
同 上 正会員 山崎 竹博
九州共立大学工学部 正会員 渡辺 明

1. はじめに

筆者らは、高流動コンクリートを用いた工場製品の表面に発生する気泡（以下、表面気泡という）の研究を行ってきた¹⁾²⁾。その結果、離型剤の種類で表面気泡の状態が異なり、水性離型剤には表面気泡を低減する効果があることがわかった。また水性離型剤を使用すると、表面気泡の開口部がセメントペーストの薄皮で覆われた、いわゆる隠れ気泡が発生することを確認した。この隠れ気泡は、美観上は問題とはならないが、表面のセメントペーストの薄皮が極めて脆弱なため、表面気泡同様にコンクリート内部に水や空気を浸透させるとともに、それ自体が劣化の始点ともなると予想される。

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント、比重3.15
高炉スラグ微粉末	ブレン値6000、比重2.91
細骨材	海砂、比重2.51、FM2.90
粗骨材	砕石、最大寸法20mm、比重2.67、FM7.01
高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系

本研究は、表面気泡の量ならびに隠れ気泡の有無などの表面気泡の状態が、コンクリートの耐凍害性や中性化におよぼす影響について検討したものである。

2. 実験概要

表-2 コンクリートの配合

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

本研究の対象が工場製品であること、コンクリートの空気量は表面気泡以上に耐久性に影響をおよぼすことなどを考慮して、AE剤は添加せずに練り上がり直後の空気量が1.5%で一定になるように管理した。また、高流動コンクリートとの比較のために普通コンクリートでも同様な実験を行った。使用材料を表-1に、コンクリートの配合を表-2に示す。

	Gmax (mm)	スランプ ^{a)} (cm)	スランプ ^{b)} (cm)	空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
							W	C	BS	S	G	SP
高流動コンクリート	20	63	—	1.5	31.6	51.6	172	236	327	804	801	5.9
普通コンクリート	20	—	8	1.5	45	41	185	411	—	684	1047	—

2.2 表面気泡の状態と供試体製作方法

図-1に表面気泡の状態を示す。図中の状態1は表面気泡の最大深さhと表面気泡の直径dの比h/dが小さい場合、状態2はh/dが大きく、隠れ気泡がある場合、そして状態3は微小なもの以外の表面気泡はない場合である。表

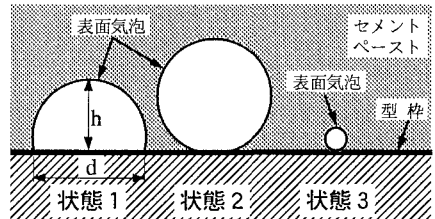


図-1 表面気泡の状態

3に供試体の製作条件、直径1mm以上の表面気泡の面積とコンクリートの面積の比（以下、表面気泡面積比という）、そして供試体表面をグラインダーで研磨後の直径1mm以上の気泡の面積比、を示す。

表-3 供試体製作条件と表面気泡の面積比

種類	コンクリート	離型剤	締固め方法	表面気泡面積比(%)	研磨後の面積比(%)
HFC-状態1	高流動	油性	なし	7.2	5.7
HFC-状態2	高流動	水性	なし	0.6	2.8
HFC-状態3	高流動	水性	25Hz微振動240秒	0.0	0.1
OC-状態1	普通	油性	6層25回棒突き	0.6	—

型枠は、内寸法で高さ50cm、幅30cm、奥行き8cmの鋼製のものを使用した。脱型後の供試体を、凍結融解試験用は8×10×40cmに、中性化試験用は8×15×40cmにコンクリートカッターで切断した。養生は、水中養生10日間に加えて気中養生を2日間行った。

2.3 実験項目

凍結融解試験は、「JIS A 6204 付属書2」（水中凍結融解法）に準じ、凍結融解の繰り返し300サイクル

キーワード 高流動コンクリート・表面気泡・耐久性・コンクリート製品・離型剤
連絡先 〒870-0152 大分市牧1666番地 TEL0975-52-7664 FAX0975-52-7664
〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1 TEL093-884-3114 FAX093-884-3100

まで行った。中性化試験は、温度 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $55 \pm 5\%$ 、炭酸ガス濃度 9.8% の促進中性化試験装置に 8 週間静置し、割裂面の中性化深さをフェノールフタレイン法で測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 凍結融解試験

図-2 に凍結融解試験の結果を示す。一般に A E 剤を添加していない普通コンクリートは、凍結融解に対する抵抗性が低い。本実験の普通コンクリートも 60 サイクル以降で急激に表面劣化が進行し、210 サイクル時では供試体の原型を留めていない。

一方、高流動コンクリートは、相対動弾性係数が 300 サイクルで 60% 以上であり、十分な耐凍害性を有している。表面気泡の状態ごとの相対動弾性係数は、状態 1 が 64% で最も小さく、状態 2 は 75%、状態 3 は 81% である。また、状態 2 の隠れ気泡表面のセメントペーストの薄皮は、凍結融解 30 サイクルで破壊されて気泡は露出した。図-2 のように、表面気泡の状態で耐凍害性が異なるのは、表面気泡の発生量自体の影響と考え、表面研磨後の気泡面積比と比較すると、状態 1 が 5.7%、状態 2 が 2.8%、状態 3 が 0.1% であり、表面研磨後の気泡面積比が小さいものは相対動弾性係数の低下が少ない傾向がある。なお、今回は A E 剤を添加していないが、藤井らの研究³⁾によると、空気量 3% を境に高流動コンクリートの耐凍害性は異なるようである。このことから、空気量 3% 以上の場合については改めて検討する必要がある。

3.2 中性化試験

図-3 に中性化試験の結果を示す。同図より普通コンクリートに比べて高流動コンクリートの中性化深さは小さく、高流動コンクリートは空気が浸透しにくいことがわかる。表面気泡の状態と比較すると、状態 2、状態 3 の中性化深さが 1.2~1.5mm であるのに対し、表面気泡面積比が最も大きい状態 1 はほとんど中性化していない。これは上述の凍結融解試験結果の傾向とは異なるものである。このことより、表面気泡面積比と中性化深さの間には特別な関係はないと考えられる。

なお、中性化速度に影響を及ぼす要因の一つに離型剤の種類があり、離型剤の組成によってはコンクリート表面の水和が阻害されて組織の緻密さが低下し、空気が浸透しやすくなると考えられる⁴⁾。今回使用した離型剤とコンクリート表面の水和との関係については、今後検討する予定である。

4. まとめ

本研究より得られた知見をまとめると次の通りである。

- (1) 表面気泡や隠れ気泡が多いほど耐凍害性は低下する。
- (2) 水性離型剤を使用すると表面気泡の発生は抑制されるが、セメントペーストの薄皮で覆われた隠れ気泡が発生する。この薄皮は極めて脆弱であり、凍結融解試験開始直後に破壊され隠れ気泡は開口する。
- (3) 表面気泡の状態と中性化深さとの間には特別な関係は見受けられない。

なお、本研究を行うにあたり、新日鐵化学(株)高炉セメント技術センターの皆様のご協力をいただきました。紙面を借り深謝いたします。

【参考文献】1) 一宮一夫ほか：高流動コンクリートの打設条件が表面気泡特性に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19, 1997.6, 2) 一宮一夫ほか：高流動コンクリートの表面気泡と型枠の濡れ性の関係、土木学会第52回年次学術講演会講演概要集, pp.588-589, 1997.9, 3) 藤井学：高流動コンクリートの耐久性能に関する研究、平成6年度科学研究費補助金(一般研究(B))研究成果報告書, 平成8年3月 4) 水野俊一ほか：型わくはく離剤に関する研究、コンクリート工学論文集第1巻第2号, pp.15-27, 1990.7

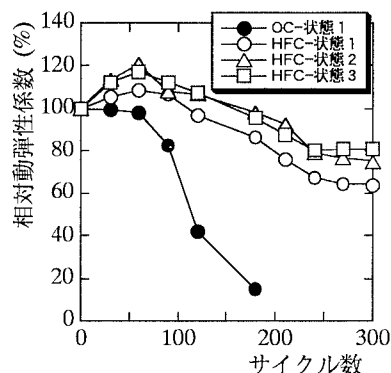


図-2 凍結融解試験結果

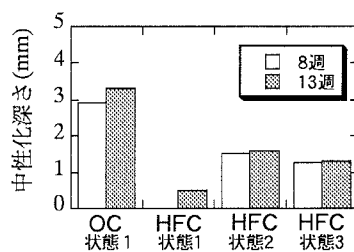


図-3 中性化試験結果