

蒸気養生したフライアッシュ高流動コンクリートの空気量が耐凍害性に与える影響

北電総合設計(株) 正会員 ○齋藤 敏樹

北海道電力(株) 笹岡 満

北電興業(株) 正会員 坂本 久宣

(株)上田商会 石塚 浩章

北電総合設計(株) 森 大祐

1. はじめに

近年、コンクリート二次製品工場では、フライアッシュ高流動コンクリートの採用が増加している。そこで、蒸気養生したフライアッシュ高流動コンクリートの空気量の変動が耐凍害性に与える影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および実験ケース

本実験で使用した材料を表-1に、配合条件を表-2に示す。コンクリートの配合ケースは4ケース、目標空気量を2%未満、3%、4.5%および6%の4水準、蒸気養生方法を2水準とした。蒸気養生パターンを図-1に示す。配合表を表-3に示す。

2.2 実験項目および方法

- (1) フレッシュ性状:コンクリートの練混ぜは JIS A 1138 に準拠した。スランブは JIS A 1150、空気量は JSCE-F 513 に準拠した。
- (2) 圧縮強度試験:圧縮強度試験は JIS A 1108 に準拠し、蒸気養生終了直後、材齢 7, 14, 28 で強度を測定した。供試体は、蒸気養生終了直後に脱型し所定材齢まで水中養生(温度 20±2℃)した。
- (3) 凍結融解試験:凍結融解試験は JIS A 1148 A 法に準拠した。供試体は、蒸気養生終了直後で脱型し材齢 28 日まで水中養生(温度 20±2℃)した。測定は凍結融解 30 サイクル毎に 300 サイクルまで実施した。
- (4) 気泡間隔係数測定:気泡間隔係数は ASTM C 457 に準拠し、リニアトラバー法により測定した。供試体は、幅 100mm、高さ 100mm、

表-1 使用材料

種類	仕様
セメント	OPC
フライアッシュ	FA
細骨材	陸砂
粗骨材	砕石
混和剤	高性能 AE減水剤
	AE剤
練混ぜ水	上水道水

表-2 配合条件

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブフロー (cm)	W/(C+F) (%)	フライアッシュ置換率 (%)	s/a (%)	空気量 (%)
20	70±10	30.9	30.9	52.6	2.0未満 3.0±0.5 4.5±0.5 6.0±0.5

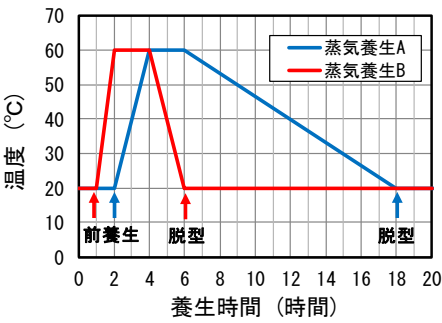


図-1 蒸気養生パターン

表-3 配合表

実 験 ケース	蒸気養生 条件	空 気 量 (%)	水 粉 体 比 W / (C+F) (%)	フライアッシュ 置換率 F / (C+F) (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m³)							フ レ ッ シ ュ 性 状		
						水 W	粉 体		細骨材 S	粗骨材 G	混 和 剤		スランプ*フロー (cm)	空 気 量 (%)	温 度 (℃)
							セメント C	フライ アッシュ F			高性能 減水剤	AE剤 (g/m³)			
1	A	2.0未満	30.9	30.9	52.6	170	380	170	833	759	2.26 (0.41%)	0.0 (0.000%)	78.5	0.8	19.3
2		3.0±0.5				170	380	170	833	759	2.31 (0.42%)	137.5 (0.025%)	70.0	3.4	22.3
3		4.5±0.5				170	380	170	833	759	2.31 (0.42%)	192.5 (0.035%)	72.0	4.7	22.0
4		6.0±0.5				170	380	170	833	759	2.31 (0.42%)	247.5 (0.045%)	73.5	5.8	20.8
5	B	2.0未満				170	380	170	833	759	2.20 (0.40%)	0.0 (0.000%)	79.8	0.8	18.3
6		3.0±0.5				170	380	170	833	759	2.20 (0.40%)	137.5 (0.025%)	78.2	2.8	19.8
7		4.5±0.5				170	380	170	833	759	2.31 (0.42%)	198.0 (0.036%)	76.8	4.7	20.6
8		6.0±0.5				170	380	170	833	759	2.15 (0.39%)	247.5 (0.045%)	75.0	6.4	18.9

キーワード フライアッシュ, 耐久性指数, 空気量, 気泡間隔係数, 凍結融解, 蒸気養生

連絡先 〒060-0031 札幌市中央区北 1 東 3-1-1 北電総合設計(株)技術研究所 TEL 011-222-4458

長さ 400mm の角柱とし、蒸気養生終了直後で脱型し材齢 28 日まで水中養生(温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$)した。材齢 28 日で幅 100mm, 高さ 100mm, 長さ 20mm に切断し、切断面を研磨した後、気泡を測定した。

3. 実験結果

3.1 圧縮強度試験

圧縮強度試験結果を図-2 に示す。圧縮強度はフレッシュ空気量が多くなるほど小さくなる傾向であった。蒸気養生 A と蒸気養生 B では、前養生時間が短く、昇温速度が速い蒸気養生 B が圧縮強度は小さい傾向が認められた。

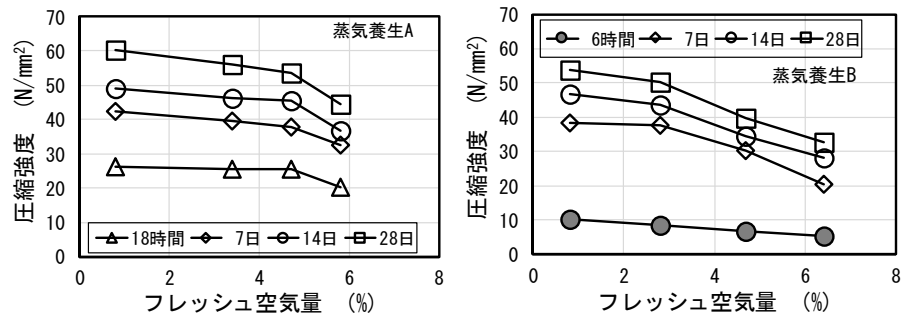


図-2 空気量と圧縮強度

3.2 凍結融解試験

凍結融解試験結果を図-3 に示す。空気量が 2%未満のケース No.1 および No.5 は、蒸気養生条件に拘わらず耐久性指数が 20 以下であった。空気量が 3%以上のケースは、耐久性指数は 85 以上と優れた凍結融解抵抗性であった。

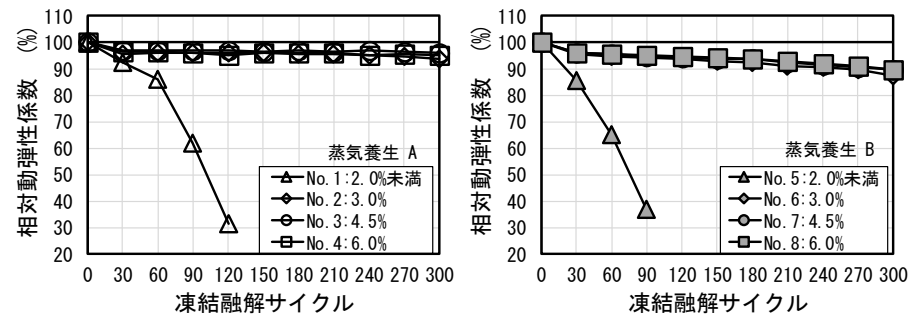


図-3 凍結融解試験結果

3.3 気泡間隔係数測定

気泡分布を図-4 に示す。フレッシュ空気量が多くなるほど気泡弦長 50~250 μm の空気量が多くなることが分かる。蒸気養生 A と蒸気養生 B では、蒸気養生 B の空気量が少ない傾向であった。蒸気養生 B は、前養生時間が短く、昇温速度が速いため、気泡が膨張し消失する気泡が多くなるためと考えられる。硬化後空気量と耐久性指数の関係を図-5 に、気泡間隔係数と耐久性指数の関係を図-6 に示す。耐久性指数が 85%以上となる硬化後空気量は 2%以上であり、気泡間隔係数は 350 μm 以下であることが分かった。本実験条件は、水粉体比が 30.9%と小さく材齢 28 日の圧縮強度が 40N/mm² 程度以上あるため、気泡間隔係数が 350 μm 程度でも耐久性指数が 85 以上になったと考えられる。

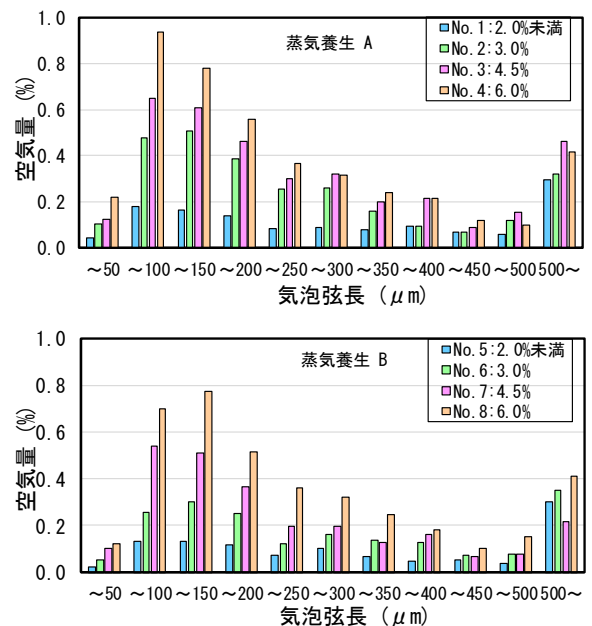


図-4 気泡分布

4. まとめ

蒸気養生方法の違いにより、フレッシュ空気量が同程度であっても硬化後空気量および気泡間隔係数(気泡分布)が異なることが分かった。

本配合条件では、フレッシュ空気量が 3%以上あると優れた凍結融解抵抗性を有することが分かった。

謝辞:(株)フローリックの西氏、猪瀬氏にご協力を頂き感謝致します。

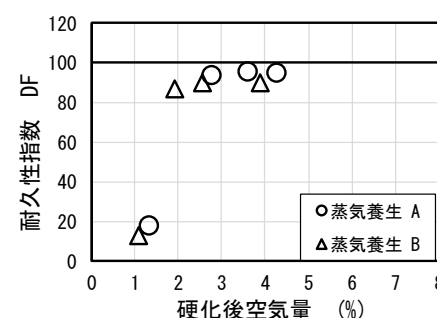


図-5 硬化後空気量と耐久性指数

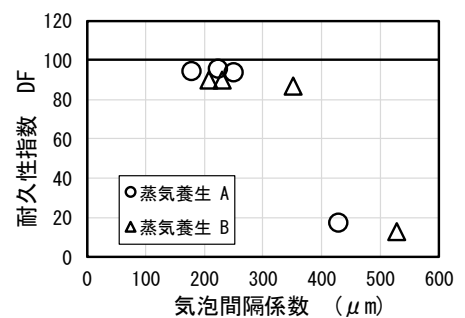


図-6 気泡間隔係数と耐久性指数