

ポゾラン高含有コンクリートの凍結融解抵抗性に関する一考察

長岡技術科学大学*1 学生会員 ○齋藤 祐樹
 (株)大林組*2 正会員 桜井 邦昭
 (株)大林組*2 正会員 近松 竜一

1. はじめに

放射性廃棄物処分場を地下深部に建設する際に、人工バリア材料としてセメント系材料とベントナイトを使用した複合バリアの検討が行われている。しかし、セメント系材料から高アルカリ性の水が溶出し、長期的にはベントナイトや周辺岩盤が変質することが懸念されている。この対策として、普通ポルトランドセメントにフライアッシュとシリカフェームを多量に混入した低アルカリ性セメント(以下「HFSC」と呼称)が開発されている¹⁾。

HFSC はポゾラン材料を多量に使用しており、普通セメント単体のコンクリートとは水和組織が異なり、強度特性および耐久性が相違することが予測される。既往の文献では、フライアッシュを多量に混入したコンクリートは凍結融解抵抗性が劣る場合があることが指摘されている²⁾。そこで、本実験では HFSC コンクリートの凍結融解抵抗性について実験的検討を行った。

2. 実験概要

実験要因を表-1に示す。HFSCコンクリートの空気量の水準を5%、7%、9%の3水準とし、比較用として普通コンクリートの空気量5%の供試体を作成した。使用材料を表-2に示す。HFSCは重量比でOPC40%、シリカフェーム20%、フライアッシュ40%から構成されたHFSC424を使用した。実験に用いたコンクリートの配合を表-3に示す。目標とする空気量となるようにAE剤添加量を調整した。

コンクリートの練混ぜには、2軸強制練りミキサを使用し、練り混ぜ量は50Lとした。練混ぜ方法は、骨材およびセメントを投入し空練りした後、予め混和剤を希釈した水を投入した後、90秒間練り混ぜた。

コンクリートの空気量試験はJIS A 1128、圧縮強度試験はJIS A 1108、凍結融解試験はJIS A 1148-2001の水中急速凍結融解試験法に準拠した。気泡分布はφ10×20cm

表-1 実験要因

セメント種類	検討要因	水準
HFSC	空気量	5.0・7.0・9.0%
OPC		5.0%

表-2 使用材料

種類	記号	密度 (g/cm ³)	備考
普通セメント	OPC	3.16	(株)太平洋セメント
シリカフェーム	SF	2.22	(株)エルケム
フライアッシュ	FA	2.23	(株)北電興業
細骨材	S	2.63	木更津産陸砂
粗骨材	G	2.65	青梅産碎石 2005
高性能AE減水剤	SP	—	PNT1038
AE剤	AE	—	マイクロエア No.775S

表-3 コンクリートの配合

配合名	セメント種類	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							空気量 (%)	
				W	B			S	G	SP (B×%)		AE (B×%)
					OPC	SF	FA					
HFSC5.0	HFSC 424	27.5	48.0	154	224	112	224	731	797	2.00	0.003	5.0
HFSC7.0					560	0	0	787	859	1.45	0.009	7.0
HFSC9.0					560	0	0	787	859	1.45	0.024	8.7
OPC5.0	OPC				560	0	0	787	859	1.45	0.006	5.2

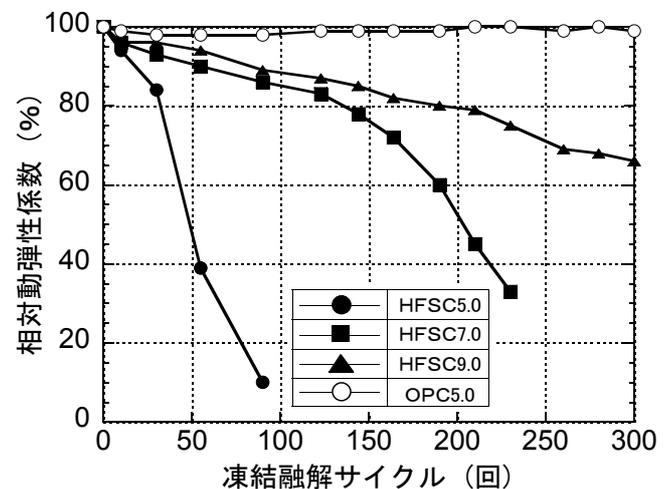


図-1 凍結融解試験結果

の円柱供試体を切断した断面について面積比法により測定し、気泡間隔係数を算出した。

3. 実験結果および考察

凍結融解試験結果を図-1に示す。HFSCコンクリートでは、凍結融解サイクル数の増加に伴い相対動弾性

キーワード 放射性廃棄物処分場、低アルカリセメント、ポゾラン、凍結融解試験、気泡間隔係数

連絡先 *1 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL 0258-46-6000 (代表)

*2 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所 TEL 0424-95-0930

係数が低下し、空気量5%、7%の供試体は耐久性指数が60以下となった。また比較用のOPCコンクリートの空気量5%の供試体は相対動弾性係数の低下は認められなかった。HFSCコンクリートはOPCコンクリートに比べて耐凍害性の確保のために空気量を多く混入する必要がある結果となった。圧縮強度と空気量の関係を図-2に示す。図中に各ケースの耐久性指数を併記したが、各種HFSCコンクリートの凍結融解抵抗性は、ある程度の強度レベルが確保されていれば、強度が高いことよりも凍結時の膨張圧を緩和する空隙量を多く確保することが必要であることを示している。

HFSCコンクリートとOPCコンクリートの気泡分布の測定結果を図-3に示す。フレッシュコンクリートの空気量が同程度の場合、HFSCコンクリートはOPCコンクリートに比べて気泡数は少なくなり、気泡間隔係数は大きくなった。

図-4に気泡間隔係数と耐久性指数の関係を示す。気泡間隔係数が約190 μm と同程度の場合でも、空気量やセメント種類の違いにより、耐久性指数に相違が認められた。コンクリート標準示方書では、凍害を受けるコンクリートは空気量を4~7%確保することとされており³⁾、また文献によれば気泡間隔係数250 μm 以下であれば、十分な耐凍害性があるとされている⁴⁾。しかし、実験結果からHFSCコンクリートはそれらの指標の値を確保した場合にも十分な耐凍害性が確保できないことが確認された。HFSCでは水酸化カルシウムを生成しないことやCSHのカルシウムシリカモル比が小さいこと¹⁾等も影響していると思われるが、原因を明らかにすることはできなかった。

4. まとめ

HFSCコンクリートの凍結融解抵抗性について以下の知見が得られた。

- (1)空気量を約9%まで混入すればHFSCコンクリートでも凍結融解抵抗性を確保できる。
- (2)HFSCコンクリートでは同程度の空気量ではOPCコンクリートに比べ、気泡数が少なく気泡間隔係数が大きくなる傾向がある。

参考文献

1)入矢桂史郎ほか：ポゾランを高含有した低アルカリ性コンクリートの開発，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.25，No.1，pp.185-190，2003
 2)成田建ほか：フライアッシュを多量に使用した高流

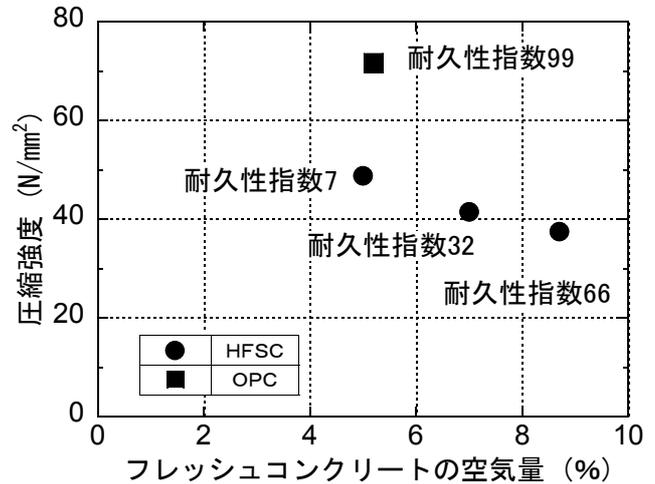


図-2 圧縮強度とフレッシュコンクリートの空気量の関係

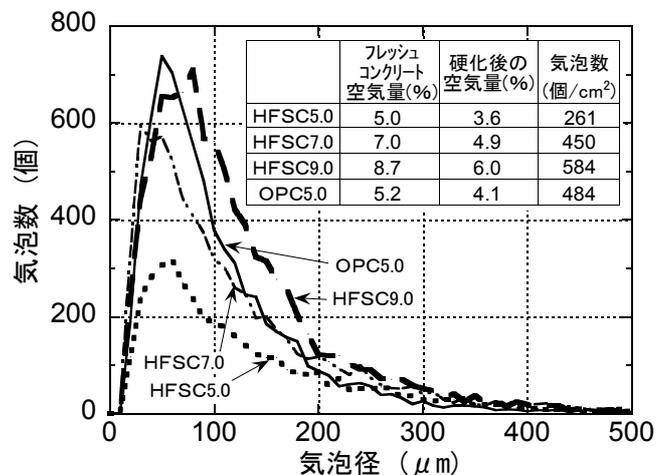


図-3 コンクリートの気泡分布測定結果

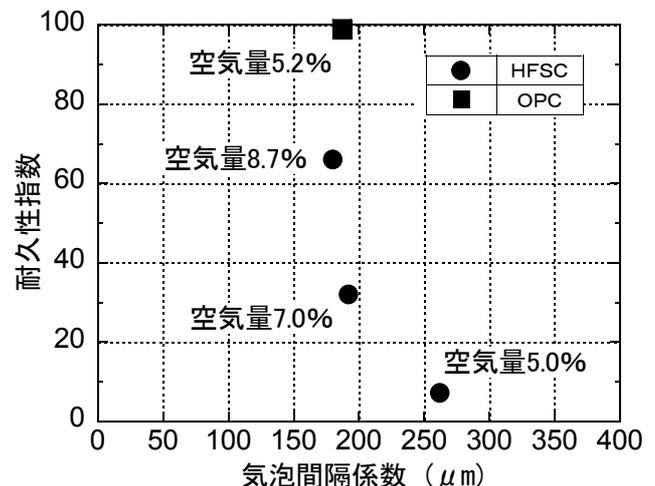


図-4 気泡間隔係数と耐久性指数の関係

動コンクリートの配合設計法と性状に関する研究，コンクリート工学論文集，vol.14，no.1，p.43-56，2003
 3)土木学会：コンクリート標準示方書〔規準編〕JIS規格集，pp.449，2005年制定
 4)J.E. Backstrom: Origin, Evolution, and Effects of the Air Void System in Concrete. Part 2, J. ACI, 30-2, Aug. 1958