

低熱ポルトランドセメントフライアッシュ系コンクリートの物質透過性と気泡状態による緻密度評価

八戸工業高等専門学校 学生会員 ○阿部恭征

八戸工業高等専門学校 正会員 庭瀬一仁

八戸工業大学 正会員 迫井裕樹

1 はじめに

わが国の社会基盤整備において、コンクリート構造物の耐久性の改善は、重要な課題のひとつである。この課題は、コンクリートを緻密な組織とし、外部からの劣化因子の侵入を抑制することで対策できる。そこで、本研究の対象材料は、既往研究¹⁾で緻密な組織とされている低熱ポルトランドセメントフライアッシュ系コンクリート(以下、LPC-FA系コンクリート)とした。供試体は、W/Bが45%、60%、75%、空気量が2.5%、5.0%、7.5%のLPC-FA系コンクリートにより作製し、養生期間を28日、91日、365日とした。実験は、実効拡散係数を電気泳動試験(JSCE-G571)により、細孔径分布を水銀圧入試験により、空気量をマニュアルリニアトラバース法(ASTM C 457)により測定した。以上の試験結果により、配合と材齢の相違が供試体内の空隙構造へ与える影響を検討した。

2 試験概要

2.1 供試体配合

コンクリートの示方配合を表1に示す。W/Bが45%、60%、75%、空気量が2.5%、5.0%、7.5%のLPC-FA系コンクリートの円柱供試体(φ5cm×20cm)と角柱供試体(10cm×10cm×40cm)を作製した。

2.2 実効拡散係数

実効拡散係数は、28日、91日、365日の養生期間を経た円柱供試体を厚さ5cmにカットし、電気泳動によるコンクリート中の塩化物イオンの実効拡散係数測定試験方法によって求めた。

2.3 空気量

空気量は、28日、91日、365日の養生期間を経た角柱供試体を厚さ5cmにカットし、マニュアルリニアトラバース法により測定した。

2.4 細孔径分布

細孔径分布は、供試体を28日、91日、365日の養生期間を経た後、2.5~5.0mmの粒度に粉砕、調整し、アセトン処理および炉乾燥処理を繰り返し、水銀圧入法により測定した。

3 各試験結果と考察

3.1 水銀圧入試験

水銀圧入法を用いて測定した各養生期間における供試体の細孔径分布図を図1、図2、図3に示す。28日養生と91日養生を比較すると、91日養生は細孔径60nm~500nmの細孔容積が減少し、4nm~20nmの細孔容積が増加した。91日養生と365日養生を比較すると、グラフにおけるピークのポイントが、いずれの配合条件においても40nmから30nmへとスライドし、全体的に細孔容積が低下した。

表1 コンクリートの示方配合

W/B (%)	C _{max} (mm)	s/a (%)	Slump flow (cm)	Air (%)	単位数 (kg/m ³)							
					W	粉体P		LS	S	G	SP	AS
						結合材B						
45	20	53.4	65±5.0	2.5	160	249	107	178	883	780	0.95	-
				5					846	747		0.06
				7.5					811	716		0.15
60	20	53.4	65±5.0	2.5	156	186	80	265	886	780	0.95	0.005 ※
				5								0.06
				7.5								0.03
75	20	53.4	65±5.0	2.5	155	148	64	318	887	780	0.95	-
				5								0.015
				7.5								0.09

LPC:低熱ポルトランドセメント, FA:フライアッシュ, LEX:膨張材, LS:石灰石微粉末, SP:高性能 AE 減水剤, AS:空気量調整剤※消泡剤

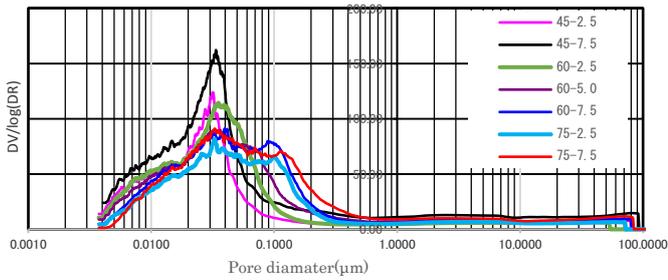


図1 細孔径分布図(28日)

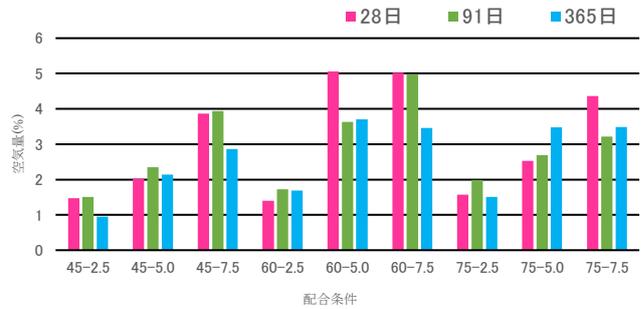


図4 空気量

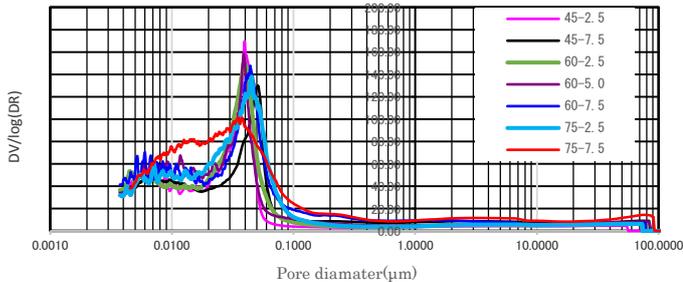


図2 細孔径分布図(91日)

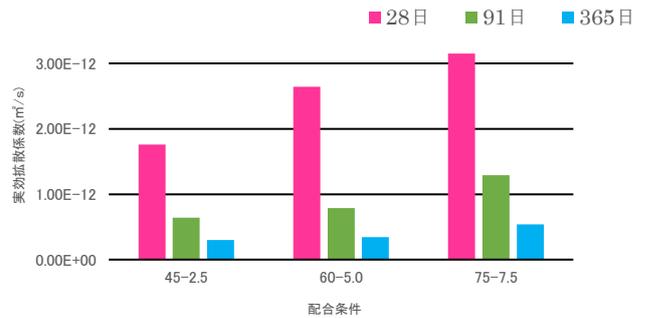


図5 実効拡散係数

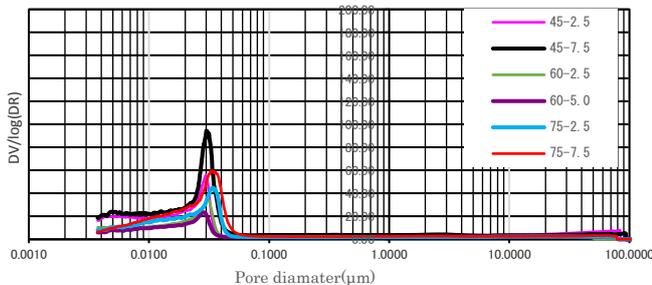


図3 細孔径分布図(365日)

度減少した。これより、実効拡散係数は、養生期間の経過に対して、漸近的な減少を示すことが分かる。実効拡散係数が28日から91日で大きく減少し、365日で減少量が小さくなったのは、実効拡散係数に大きく影響する細孔径50nm~1μmの細孔の大半が、91日の時点で50nmを下回ったことが原因と考えられる。

3.2 気泡測定

マニュアルリニアトラバース法を用いて測定した各配合条件の空気量を図4に示す。空気量は、養生期間に依らず、配合条件ごとに同程度の値となった。これは、この試験の空気量の測定が、細孔径が10μm以下の細孔容積が測定できていないことから、緻密化による影響が反映されないことによるものと考えられる。

3.3 電気泳動による実効拡散係数測定試験

図5に最も緻密であるW/B45%-Air2.5%、最も空隙の多いW/B75%-Air7.5%および中間的なW/B60%-Air5.0%の3供試体の実効拡散係数について、それぞれの条件における養生期間による変化を比較した。28日から91日での実効拡散係数は、65%程度減少し、91日から365日での実効拡散係数はさらに20%程

4 まとめ

- 1) 細孔径分布は、材齢に伴い全体的に細孔容積が減少するとともに、ピークとなる径が小さい径へとシフトした。
- 2) 気泡測定による空気量は、材齢による変化が小さく、フレッシュ時の空気量に応じて変化した。
- 3) 実効拡散係数は、細孔径分布の傾向と整合して材齢に伴い減少した。
- 4) 一方、空気量に変化せず実効拡散係数が小さくなっているのは、拡散係数に影響の大きい50nm~1μmが気泡測定では測定範囲外になっていることによるものと考えられる。

5 参考文献

庭瀬一仁, 杉橋直之, 枝松良展, 坂井悦郎: 低レベル放射性廃棄物処分施設における異なるフライアッシュを用いたセメント系材料の品質と非破壊試験の適用性に関する検討, コンクリート工学論文集, Vol. 23, No. 1, Jan. 2012