

高温養生がフライアッシュ多量置換硬化体の細孔構造と遮塩性に及ぼす影響

広島大学 正会員 河合研至
 広島大学 学生会員 山本誠
 広島大学 学生会員 ○藤原佑亮

1. はじめに

近年、石炭火力発電所の副産物として排出されるフライアッシュの有効利用率は、年々増加しているが、まだ埋立て処分されているものも多い。現在、世界では環境問題が頻繁に取り上げられ、資源のリサイクルへの意識の高まりやフライアッシュの有効利用の観点からコンクリートへの多量使用が望まれている。しかしフライアッシュの多量使用は、細孔構造がポーラスになり強度の低下等様々な問題が生じる。そこで本研究では、フライアッシュの置換率増加に伴いポーラスになる細孔構造と低下する遮塩性を改善するために高温養生を用い、実験的検討を行った。

2. 実験概要

フライアッシュ置換率を変化させ、既往の研究¹⁾によって良好な結果が得られたアルカリ刺激剤 (KOH)、水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) を添加した硬化体を作製し、2通りの養生を行い、細孔径分布測定、硬化体組成分析、拡散試験を行い比較検討した。

2.1 配合

表1の配合条件でコンクリート、モルタル、セメントペースト供試体を作製した。水結合材比(W/B)を55%、フライアッシュ(FA)置換率を0、30、60%とした。以下、記号で F60KCa(フライアッシュ置換率60%、アルカリ刺激剤 KOH、水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 添加)と表記する。スランプおよび空気量の目標値は、それぞれ $10.0 \pm 2.0\text{cm}$ および $4.0 \pm 1.0\%$ とし、混和剤の添加により調整を行った。

2.2 養生方法

図1に養生方法を示す。打込み2日後に脱型を行い、養生には高温養生と水中養生の2通りを用いた。高温養生では、 20°C の水に浸漬させ 60°C まで昇温速度 3°C/hr で昇温させた。昇温後、所定の材齢まで 60°C を保持し、自然冷却を行った。また水中養生では、所定の材齢まで 20°C の水に浸漬させた。

2.3 測定項目

- 1) 細孔径分布：ポロシメーターを用いて、水銀圧入法によりモルタル硬化体の細孔構造を測定した。
- 2) 硬化体組成：セメントペーストの測定材齢を2、4、7、14、28、56日とし、TG-DTAによりセメントペーストの水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 含有量を測定した。
- 3) 拡散係数：材齢28日の円柱コンクリート供試体を $\phi 100 \times 20\text{mm}$ の大きさにカットし、図2の拡散セルを作製した。セルには純水と塩化ナトリウム水溶液をセットし、1、2、4、7、14、

表1 配合条件

配合	FA置換率	KOH	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
PL	0%	-	-
F30	30%	-	-
F30K	30%	○	-
F60	60%	-	-
F60K	60%	○	-
F60KCa	60%	○	○

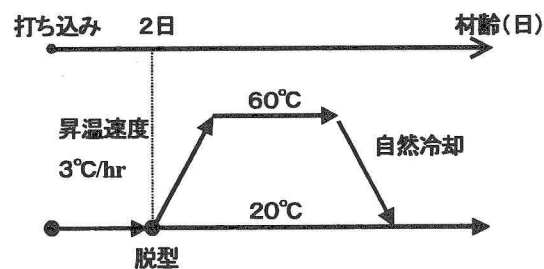


図1 養生方法

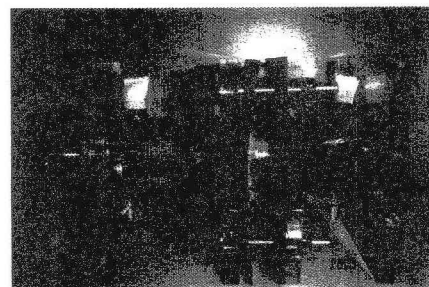


図2 拡散セルの写真

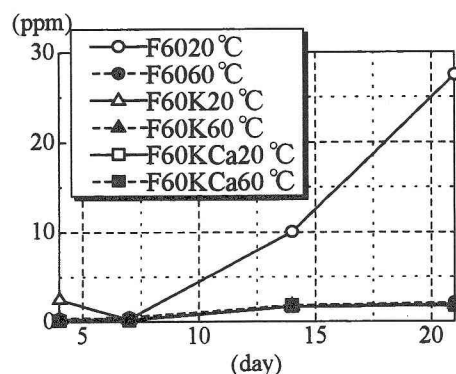


図3 塩化物イオン濃度の経時変化

21 日と溶液を採取した。採取した溶液をイオンクロマトアナライザーによって分析し、その Cl^- 濃度の経時変化から供試体の拡散係数を算出した。

3 結果及び考察

3.1 拡散試験

図 3 に F60、F60K、F60KCa の塩化物イオン濃度の経時変化を示す。F60 においては、初期から塩化物イオンの拡散が顕著に認められたが、それ以外の供試体は、21 日までの範囲で塩化物イオンの拡散はほとんど認められなかった。図 3 から F60 を 60°C 養生することにより、遮塩性が向上することが示された。また表 2 より高温養生を用いることによって、拡散しにくくなることが示された。アルカリ刺激剤である水酸化カリウム (KOH) を添加した F60K の 20°C 養生も F60 の 20°C 水中養生と比較すると、遮塩性が向上した。

3.2 硬化体組成

図 4 に水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 含有量の経時変化を示す。 20°C 養生では、材齢 14 日以降に水酸化カルシウムを消費している。しかしフライアッシュ置換した 60°C 養生では全て初期材齢から $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が消費されており、ポゾラン反応が早い段階から起こったことが示唆される。またこれは 60°C 養生における初期材齢の大幅な強度増進に寄与していると考えられる

3.3 細孔構造

図 5 は材齢 7 日におけるフライアッシュ置換率 60% の 3 配合の累積細孔容積である。3 配合とも 60°C 養生は 20°C 養生より緻密化していることが確認できた。図 6 の材齢 7 日のモルタル圧縮強度を見ても分かるように、 20°C 養生より 60°C 養生の方が強度が大幅に増進している。

4. 結論

- 1) フライアッシュ置換率 60% の 20°C 養生では遮塩性が低下するが、高温養生を用いると遮塩性が向上することが確認された。
- 2) 水酸化カルシウム量の定量結果より、フライアッシュ多量置換硬化体のポゾラン反応促進には高温養生が効果的であることが示された。
- 3) フライアッシュ多量置換硬化体に高温養生を用いると、細孔構造が緻密になり初期強度が大幅に増進することが確認できた。

参考文献

- 1) 松本 高明；フライアッシュを多量使用したコンクリートの水和ならびに力学特性、広島大学大学院 平成 12 年度修士論文

表 2 フライアッシュ置換率 60% の拡散係数

	拡散係数 (cm^2/sec)
F60 20°C 養生	$2.56\text{E}-08$
F60 60°C 養生	$1.68\text{E}-09$

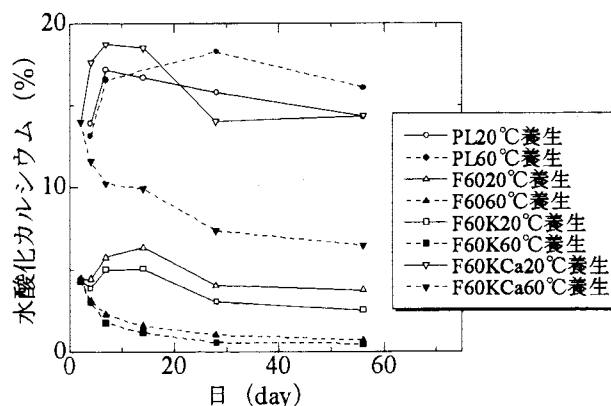


図 4 水酸化カルシウム含有量の経時変化

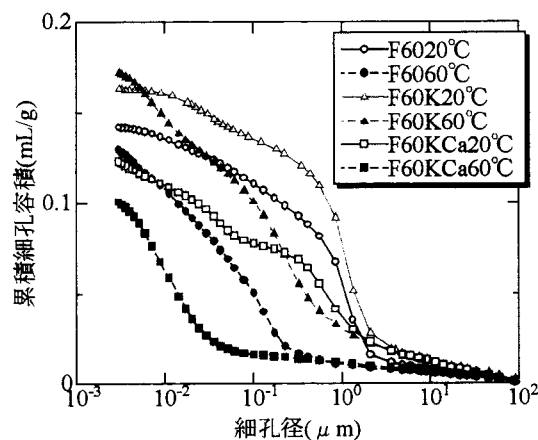


図 5 材齢 7 日の累積細孔容積

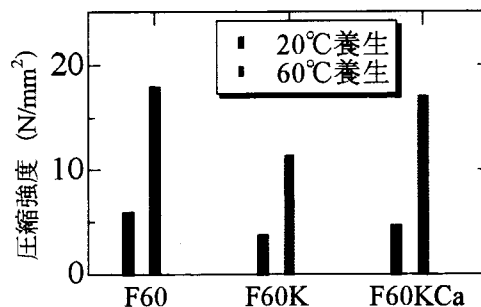


図 6 材齢 7 日のモルタル圧縮強度