

舞鶴工業高等専門学校専攻科 学生員 ○梶原 治
舞鶴工業高等専門学校 フェロー 岡本 寛昭

1. はじめに

京都府舞鶴市には平成 16 年 8 月より石炭火力発電所の 1 号機（出力 90 万 KW）が稼動する予定であるが、これに伴い多量のフライアッシュが排出される。その排出量は年間 26 万トンに達すると推定される。環境協定¹⁾が締結されており、そのすべてを舞鶴市外で処理することが決められているが、ゼロエミッションの観点から、排出地内で処理するべきであると考えられる。一方、フライアッシュの有効利用について考えると、現在主としてセメント原材料としての利用が中心である。しかし、近年、建設工事の減少のためセメント生産量が減少しており、新しい用途開発が急務となっている。

本研究は、地域性をふまえフライアッシュの有効利用として新しいセメント系混合物を開発することを目的に、第一段階としてセメントにフライアッシュを混合した際の初期水和反応特性について基礎的検討を行った。さらにフライアッシュとセメントの初期水和反応に添加剤が及ぼす影響についても検討を加える。

2. フライアッシュの特性とセメント系混合物の製法

本研究において用いたフライアッシュの成分と特性は、表-1 に示すとおりである。種別は JIS II 種である。本研究で想定した材料は、断熱、透水、吸着などの環境改善材料の開発に焦点をあてる。製法としては、フライアッシュをセメントで結合させたセメント系混合物に添加剤を加えることにより機能性を付加したモルタルである。その製法は図-1 に示すとおりである。ここでは、添加剤として反応性の高い苛性ソーダ（水酸化ナトリウム、NaOH、PH14）を用いる。

表-1 フライアッシュ成分

主成分	シリカ	50～70%
	アルミナ	15～30%
	カーボン	1～10%
平均粒形	20 μ m	
密度	2.10 g/cm ³	

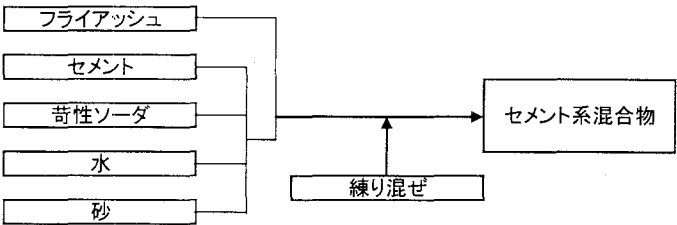


図-1 想定しているセメント系混合物の製造方法

3. セメント水和におけるフライアッシュと苛性ソーダの反応について

ポルトランドセメントの水和反応におけるフライアッシュと苛性ソーダについて考える。セメントの水和反応は、まず水酸化カルシウム（Ca(OH)₂）とエトリンガイトが発生する。これにフライアッシュと苛性ソーダが加わると最終的には CSH 系水和物とカルシウムアルミネート（C₄AH₁₃）が生成すると考えられる。これらの化学反応式の概要は図-2 に示すとおりである。苛性ソーダを加えることによりカルシウムアルミネートの発生を促進できると考えられる。この過程では発熱と膨張を引き起こし、ポーラス構造を実現できると考えられる。

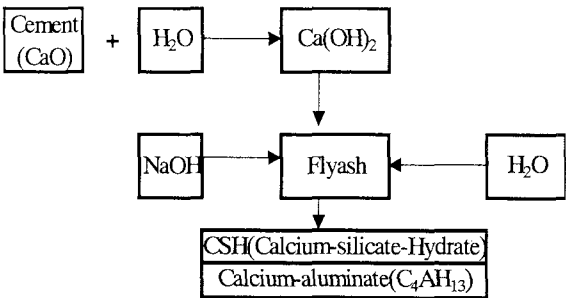


図-2 フライアッシュが及ぼす化学反応

4. 実験概要

本研究では、初期水和反応特性を検討する手段として断熱状態下の発熱に伴う温度変化に着目した。断熱状態の実験は図-3のような断熱温度試験装置を用いた。容器寸法はφ100×140mm(容量 1.1ℓ)である。測定時間は練り混ぜ直後から 48 時間とし、室温 20℃での温度を測定した。苛性ソーダは粒状で密度 2.13g/cm³である。配合については W/C(水セメント比)=40%と一定にし、フライアッシュセメント比を F/C(容積比)で、苛性ソーダセメント比を N/C(容積比)で表す。

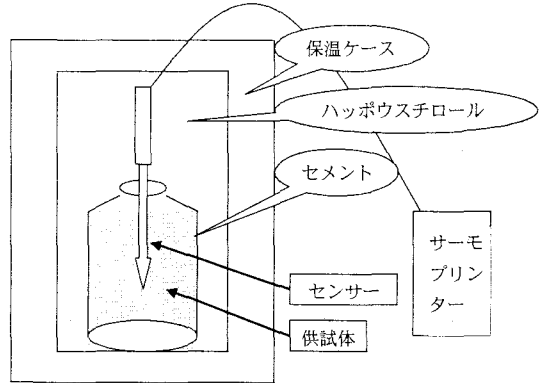


図-3 断熱温度試験装置

(1) F/C=0, N/C=0 (2) F/C=0, N/C=3 (3) F/C=0, N/C=5 (4) F/C=30, N/C=0 (5) F/C=30, N/C=3 (6) F/C=30, N/C=5 とした。

5. 実験結果および考察

図-4 に断熱温度変化の実験結果を示す。セメントペーストと比較すると、フライアッシュはセメントペーストとほぼ同じ曲線が得られた。苛性ソーダは急速な曲線が得られた。

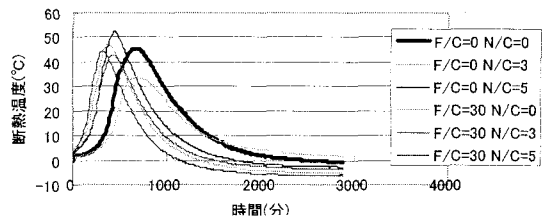


図-4 断熱温度変化

図-5 に断熱温度変化のピーク温度を示す。セメントとフライアッシュを比較するとフライアッシュのピーク温度は低くなった。苛性ソーダを加えるとピーク温度は高くなった。また、苛性ソーダの添加率を高くするとピーク温度は高くなった。

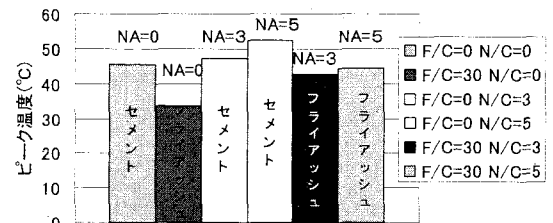


図-5 ピーク温度

図-6 にピーク温度到達時間を示す。セメントペーストとフライアッシュはほぼ同じ到達時間となった。苛性ソーダは到達時間がかなり早くなった。

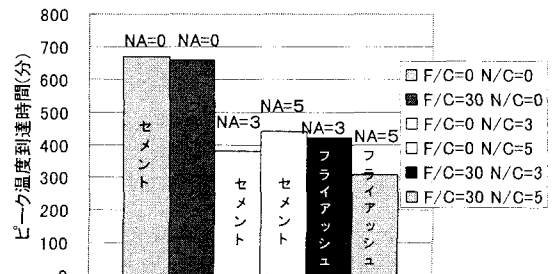


図-6 ピーク温度到達時間

以上からフライアッシュを混入すると、ピーク温度到達時間が少し早くなる。また、ピーク温度が低くなることから初期の水和反応が低下していることもわかった。

6. 結論

本研究より、フライアッシュを混入すると水和反応が抑制され、苛性ソーダを加えると促進されることが明らかになった。今後、添加剤として苛性ソーダ以外の検討を行い、ブリージング特性や硬化性状について検討を加える予定である。

謝辞：試料を提供いただいた関電化工(株)に感謝します。

参考文献 1) 京都府、舞鶴市との環境保全協定、関西電力、1995.11