

## フライアッシュの活性度改善に関する研究

岐阜工業高等専門学校 学生会員 坂倉 正浩

岐阜工業高等専門学校 正会員 犬飼 利嗣 岩瀬 裕之

### 1. はじめに

フライアッシュ(以下, FAという)の有効利用を拡大する観点から, 犬飼らはFAの活性度を改善し, セメントの代替材とすることを目的として研究を進めてきた. その結果, FAを微粉碎し添加剤としてNaOHを添加することで, 普通ポルトランドセメントと同等の圧縮強さを呈する可能性があることを示唆した<sup>1)</sup>. しかし, その一方で, 活性度の改善効果を安定的に得るには, 初期材齢の段階から与えられるCa(OH)<sub>2</sub>の影響が極めて重要であるとし, SO<sub>4</sub>による影響も検討する必要があることを指摘している<sup>2)</sup>.

本研究では, FAの活性度の改善効果を安定的に得るために, 添加剤としてCa(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)を加え, FAの活性度の改善効果に及ぼす影響を活性度指数により検討した.

### 2. NaOHとCa(OH)<sub>2</sub>およびCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)が活性度に及ぼす影響(実験1)

#### 2.1 実験概要

表-1に, 実験要因を示す. 添加剤には試薬を用い, Ca(OH)<sub>2</sub>およびCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)は外割で, NaOHは0.1molの濃度として練混ぜ水に溶解して添加した.

実験方法は, 表-2に示した材料を用い, JIS A 6201 附属書2「フライアッシュのモルタルによるフロー値比および活性度指数の試験方法」に準じて行った. ただし, 圧縮強さの試験材齢は28日のみとした.

#### 2.2 実験結果および考察

図-1に, NaOHとCa(OH)<sub>2</sub>およびCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)が活性度に及ぼす影響を示す. 図から分かるように, NaOHによる活性度の改善効果は3%しかなく, 既報の結果<sup>1)</sup>を再現するに至っていない. 一方, NaOHに加え, Ca(OH)<sub>2</sub>やCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)を添加した供試体では, いずれも活性度は改善されず2~6%低下している. これは, 文献2)で得た知見とは異なる傾向と考えられ, Ca(OH)<sub>2</sub>やCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)は組み合わせて添加する必要があると推察し, 実験2として検討することとした.

### 3. NaOHとCa(OH)<sub>2</sub>およびCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)の組合せが活性度に及ぼす影響(実験2)

#### 3.1 実験概要

表-3に, 実験要因を示す. Ca(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)は外割で, NaOHは0.1molの濃度として練混ぜ水に溶解して添加した. モルタルの使用材料および実験方法は, 実験1と同様とした. ただし, 圧縮強さの試験材齢は7日とし, 活性度の改善効果を早期に評価することとした.

#### 3.2 実験結果および考察

図-2に, NaOHとCa(OH)<sub>2</sub>およびCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)の組合せが活性度に及ぼす影響を示す. 図から分かるよう

表-1 実験要因(実験1)

| FA                            | 添加剤 (FA×wt%)  |                          |                        | 供試体の記号     |
|-------------------------------|---------------|--------------------------|------------------------|------------|
|                               | NaOH (NH)     | Ca(OH) <sub>2</sub> (CO) | CaSO <sub>4</sub> (CS) |            |
| JIS II 種<br>微粉碎7000<br>(7000) | -             | 0                        | 0                      | 7000       |
|                               | 0.1mol<br>水溶液 | 2.5                      | 0                      | 7000-NH    |
|                               |               | 0                        | 2.5                    | 7000-NH-CS |
|                               |               | 0                        | 0                      | 7000-NH-CO |
| FAなし                          | -             | -                        | -                      | OPC        |

表-2 モルタルの使用材料(実験1-3)

| 材料名  | 種類  |
|------|---|
| セメント | 研究用セメント   |
| FA   | JIS II 種: 微粉碎7000(比表面積: 7014cm <sup>2</sup> /g)                   |
| 砂    | 標準砂   |
| 水    | 上水道水  |
| 添加剤  | NaOH, Ca(OH) <sub>2</sub> , CaSO <sub>4</sub> (2H <sub>2</sub> O) |

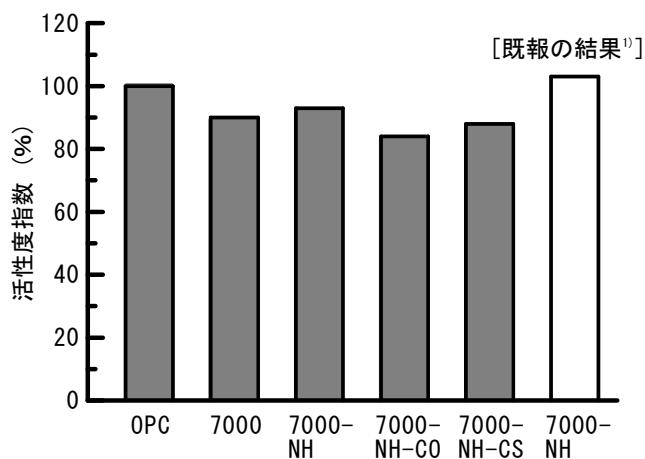


図-1 NaOHとCa(OH)<sub>2</sub>およびCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)が活性度に及ぼす影響(実験1)

に、NaOHにCa(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)の組合せを加えた供試体は、その添加量がFAの7.5wt%になると活性度が6%改善されている。しかし、供試体OPCと同等の活性度を得るには至っていない。また、添加量がFAの10wt%になると、活性度の改善効果は3%に低下している。これは、Ca(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)の組合せ方、すなわち、添加量によるものと考えられ、Ca(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)のみを対象にその影響を検討する必要があると推察し、実験3として検討することとした。

#### 4. Ca(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)の組合せが活性度に及ぼす影響(実験3)

##### 4.1 実験概要

表-4に、実験要因を示す。Ca(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)は外割で添加した。モルタルの使用材料および実験方法は、実験2と同様とした。ただし、練混ぜ水はいずれも上水道水とした。

##### 4.2 実験結果および考察

図-3に、Ca(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)の組合せが活性度に及ぼす影響を示す。図から分かるように、Ca(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)の組み合わせた供試体の活性度は、その添加量が増加すると減少する傾向にはあるが、添加量が少ない範囲では著しい改善効果がみられる。とくに、添加量がFAの2.5wt%で活性度の改善効果が著しく、供試体OPCと同等以上の活性度となっている。これは、実験2とは異なる傾向ではあるが、FAの活性度の改善効果を安定的に得るためには新たな知見であると考えられる。

#### 5. まとめ

本研究では、FAの活性度の改善効果を安定的に得るために、一連して実験的な検討を行った。その結果、NaOHとの関連は明確ではないものの、Ca(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)の組合せに方によっては活性度が著しく改善されるという新たな知見を得た。

今後は、Ca(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)の組合せ方、およびNaOHとの関連について、詳細に検討していきたいと考えている。

#### 【参考文献】

- 1) 犬飼利嗣ほか：フライアッシュの活性度改善に関する基礎的研究(その1～3)，日本建築学会大会(九州)学術講演梗概集，A-1，pp.399-404，2007.8
- 2) 犬飼利嗣ほか：フライアッシュの活性度改善に関する基礎的研究(その4)，日本建築学会大会(中国)学術講演梗概集，A-1，pp.653-654，2008.9

表-3 実験要因(実験2)

| FA                           | 添加剤 (FA×wt%)  |                          |                        | 供試体の記号          |
|------------------------------|---------------|--------------------------|------------------------|-----------------|
|                              | NaOH (NH)     | Ca(OH) <sub>2</sub> (CO) | CaSO <sub>4</sub> (CS) |                 |
| JIS II種<br>微粉碎7000<br>(7000) | -             | 0                        | 0                      | 7000            |
|                              | 0.1mol<br>水溶液 | 0                        | 0                      | 7000-NH         |
|                              |               | 2.5                      | 2.5                    | 7000-NH-2.5COCS |
|                              |               | 5                        | 5                      | 7000-NH-5COCS   |
|                              |               | 7.5                      | 7.5                    | 7000-NH-7.5COCS |
| 10                           | 10            | 7000-NH-10COCS           |                        |                 |
| FAなし                         | -             | -                        | -                      | OPC             |

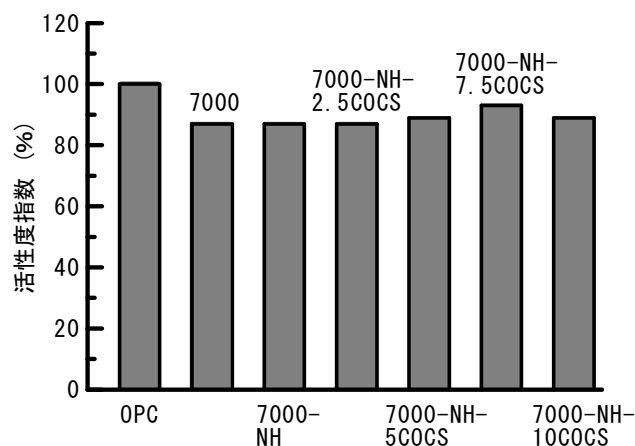


図-2 NaOHとCa(OH)<sub>2</sub>およびCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)の組合せが活性度に及ぼす影響(実験2)

表-4 実験要因(実験3)

| FA                           | 添加剤の添加量 (g)              |                        | 供試体の記号       |
|------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------|
|                              | Ca(OH) <sub>2</sub> (CO) | CaSO <sub>4</sub> (CS) |              |
| JIS II種<br>微粉碎7000<br>(7000) | 0                        | 0                      | 7000         |
|                              | 2.5                      | 2.5                    | 7000-2.5COCS |
|                              | 5                        | 5                      | 7000-5COCS   |
|                              | 7.5                      | 7.5                    | 7000-7.5COCS |
|                              | 10                       | 10                     | 7000-10COCS  |
| FAなし                         | -                        | -                      | OPC          |

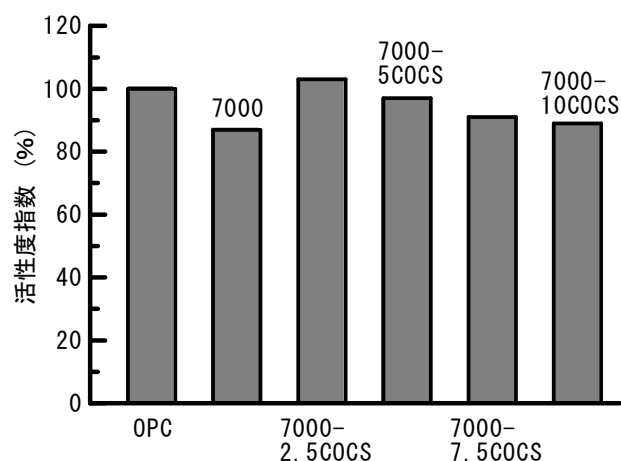


図-3 Ca(OH)<sub>2</sub>とCaSO<sub>4</sub>(2H<sub>2</sub>O)の組合せが活性度に及ぼす影響(実験3)