

徳島大学工学部 学生会員 ○Shahizan Shahaludin

日本興業(株) 正会員 山地 功二

徳島大学工学部 正会員 橋本 親典

徳島大学工学部 正会員 石丸 啓輔

## 1. はじめに

1999年4月に JIS A 6201 “コンクリート用フライアッシュ”の規格改正に伴い、粉末度および強熱減量の分類を主体にⅠ，Ⅱ，ⅢおよびⅣ種フライアッシュが規定され、石炭灰のコンクリートへの積極的な有効利用が望まれている。また石炭灰のうちⅢおよびⅣ種フライアッシュについては強度特性および耐久性の報告例が少なく、今後検討する必要がある。

本研究は、Ⅳ種フライアッシュのコンクリートへの有効利用および多量使用を目的に生コン工場で最も需要の多い普通コンクリートの配合（18-8-40，21-8-25）をベースにしてⅣ種フライアッシュを混入したコンクリートを製造し、硬化コンクリートの強度特性および耐久性について実験的に検討したものである。

## 2. 試験概要

### 2.1 使用材料

Ⅳ種フライアッシュ（比重 2.17，強減量 1.3%）は、四国の火力発電所から副産されたものを使用した。セメントは普通ポルトランドセメント（比重 3.15，28 日圧縮強さ  $57.6\text{N/mm}^2$ ）を用い、粗骨材は徳島県阿南市下大野町産玉砕石（最大寸法 40mm，比重 2.63，吸水率 0.75%，実績率 59%，最大寸法 25mm，比重 2.63，吸水率 0.83%，実績率 60%），細骨材は徳島県阿南市下大野町産川砂（比重 2.63，吸水率 1.73%，F.M.3.11）および愛媛県越智郡伯方町産海砂（比重 2.58，吸水 2.20%，F.M.1.93）を 7:3 の割合で混合したものを用いた。なお、海砂は粒度調整用として使用した。また混和剤は、普通コンクリートにリグニンスルホン酸系の AE 減水剤および AE 剤を用い、Ⅳ種フライアッシュ混入コンクリートにはポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤およびアルキルカルボン酸系の AE 剤を使用した。

### 2.2 コンクリートの配合

使用したコンクリートの配合は、生コンクリート工場で最も出荷実績の多い普通コンクリートの配合をベースに呼び強度 18 および  $21\text{N/mm}^2$ ，粗骨材の最大寸法 40 および 25 とし、目標スランプ  $8\pm 2.5\text{cm}$ ，目標空気量  $4.5\pm 1.5\%$  とした。Ⅳ種フライアッシュは全細骨材容積に対し 0，10，20 および 30% 代替し、練り上がり後のコンクリートのワーカビリティを考慮しながら最適細骨材率を選定し、配合修正を行った。以下，“呼び強度－スランプ－粗骨材の最大寸法（Ⅳ種フライアッシュの代替率）”と略記する。使用したコンクリートの配合を表-1 に示す。

表-1 コンクリートの配合

| 種類          | W/C<br>(%) | s/a<br>(%) | 単位量(kg/m <sup>2</sup> ) |           |     |    |     |     |          |           | 高性能 AE<br>減水剤 | AE剤  |
|-------------|------------|------------|-------------------------|-----------|-----|----|-----|-----|----------|-----------|---------------|------|
|             |            |            | 水<br>W                  | セメント<br>C | 細骨材 |    |     | 粗骨材 |          |           |               |      |
|             |            |            |                         |           | IV種 | FA | 川砂  | 海砂  | (25-5)mm | (40-20)mm |               |      |
| 18-8-40(0)  | 62.0       | 42.7       | 146                     | 235       | 0   |    | 573 | 246 | 775      | 332       | C×1.0%*       | 4.5A |
| 18-8-40(10) | 66.4       | 40.7       | 154                     | 232       | 64  |    | 487 | 209 | 794      | 340       | C×0.4%        | 13A  |
| 18-8-40(20) | 66.5       | 38.7       | 151                     | 227       | 123 |    | 414 | 177 | 826      | 354       | C×0.8%        | 15A  |
| 18-8-40(30) | 66.5       | 38         | 150                     | 225       | 182 |    | 357 | 153 | 838      | 359       | C×1.2%        | 16A  |
| 21-8-25(0)  | 56.0       | 43.2       | 153                     | 273       | 0   |    | 565 | 242 | 1069     | 0         | C×1.0%*       | 3.5A |
| 21-8-25(10) | 59.8       | 40.2       | 158                     | 264       | 62  |    | 473 | 203 | 1122     | 0         | C×0.5%        | 15A  |
| 21-8-25(20) | 59.7       | 40.2       | 160                     | 268       | 124 |    | 419 | 179 | 1117     | 0         | C×0.6%        | 15A  |
| 21-8-25(30) | 60.0       | 39.2       | 163                     | 271       | 180 |    | 355 | 152 | 1130     | 0         | C×0.8%        | 15A  |

注) \*印は AE 減水剤

2.3 試験項目

フレッシュコンクリートの性質としてスランプ試験 (JIS A 1101) および空気量試験 (JIS A 1128), また硬化コンクリートは圧縮強度試験 (JIS A 1128), 耐摩耗性試験 (ASTM C 779 の B 法) 凍結融解試験 (JSCE-G501-1986) および透水試験 (アメリカ開拓局のインプット法) を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 高性能 AE 減水剤の使用量

本研究で使用したⅣ種フライアッシュの代替率と高性能 AE 減水剤との関係を馬越ら<sup>1)</sup>の研究で使用したⅢ種フライアッシュ (強熱減量 6.45%) の代替率と高性能 AE 減水剤の関係を比較して図 - 1 に示す。図 - 1 にみられるようにⅢ種フライアッシュのものと比較すると同一条件であれば高性能 AE 減水剤の使用量を大幅に低減でき, 経済的なコンクリートを製造することが可能である。

3.2 圧縮強度試験結果

21-8-25 シリーズの 20℃標準養生下での材齢 7, 28 および 91 日における圧縮強度を図 - 3 に示す。普通コンクリートと比較するとフライアッシュ代替率および材齢が増加するにつれて高い強度発現を有している。フライアッシュの微粉末効果とポゾラン反応による強度発現と考えられ, 材齢が長期になるにつれて一層の強度増加が見込まれる。

3.3 耐摩耗性試験結果

21-8-25 シリーズの材齢 28 および 91 日における耐摩耗性試験結果について, 摩耗回数 10000 回転時におけるすりへり深さを図 - 3 に示す。Ⅳ種フライアッシュの代替率が増加することによりすりへり深さが減少し, 耐摩耗性を改善する効果が確認できる。

3.4 透水試験結果

21-8-25 シリーズの水密性の調査における透水試験結果をとして拡散係数を求めて図 - 4 に示す。Ⅳ種フライアッシュ混入コンクリートは, 普通コンクリートと比較して拡散係数が小さく水密性が向上する。

4. まとめ

Ⅳ種フライアッシュ混入コンクリートは養生に注意行えば, 普通コンクリートに比べるとレディーミクスコンクリートとして製造可能で利用価値があると考えられる。

参考文献

1)馬越唯好・橋本親典・山地功二：Ⅲ種フライアッシュを多量に用いたコンクリートの実構造物施工、Vol.21、No.2、pp139-144、1999

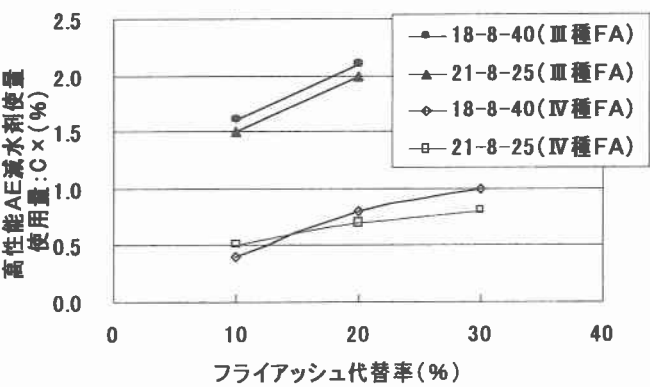


図 - 1 フライアッシュ代替率と高性能 AE 剤減水剤との関係

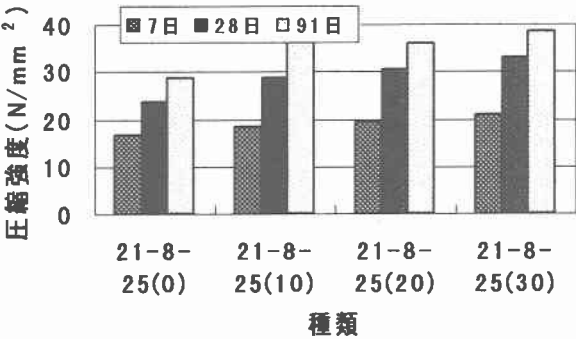


図 - 2 圧縮強度試験結果 (21-8-25 シリーズ)

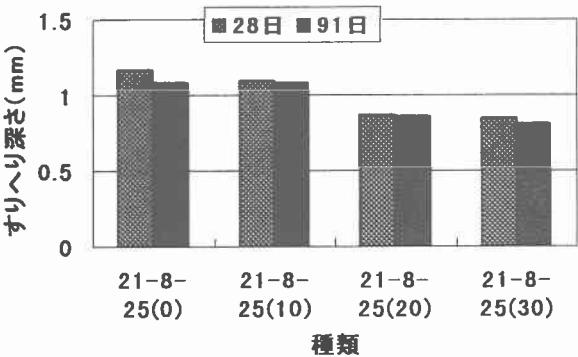


図 - 3 材齢 28 日と 91 日での 10000 回転時のすりへり量

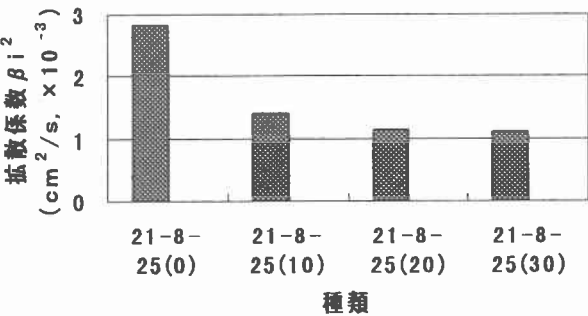


図 - 4 21-8-25 シリーズの透水性試験結果