

# 細骨材としてフライアッシュ・高炉スラグを用いたコンクリートに関する一実験

法政大学大学院 学生員 松島 利弥  
 法政大学工学部 フェロー 満木 泰郎  
 法政大学工学部 正員 田中 弘  
 法政大学大学院 学生員 久保田 敏弘

## 1. まえがき

近年、石炭火力発電所の増・新設にともない産出される石炭灰の量は年々増加の傾向にある。また、高炉スラグも、産業副産物として多量に発生している。これらフライアッシュおよび高炉スラグは、JIS 化が進み、利用範囲が広がっているが使用は、十分とはいえない。一方、骨材資源は枯渇気味の地域もあり、フライアッシュ、高炉スラグを細骨材として有効に利用するのが望まれている。

本実験は、フライアッシュと高炉スラグを細骨材として有効利用することを目的として、フライアッシュ、高炉スラグ混合物を細骨材の代替材として用いた場合のコンクリートの配合設計、力学的特性およびはりの曲げ特性について行ったものである。

## 2. 実験概要

(1) 配合設計：コンクリートの配合は、目標のスランプおよび空気量を各々 12 cm、2 %、単位水量一定とした条件で試し練りにより決定した。通常の配合設計

では粗骨材最大寸法、目標スランプ、空気量を与えられ、単位水量、細骨材率が仮定でき、これをもとに配合を仮定し、配合修正を行う。しかし、本コンクリートは微粉体量が多いためこの方法を適用する事ができなかった。このため配合のベースとして過去の研究から配合を仮定し、この配合の高性能 AE 減水剤量を調整する方法により配合を決定した。

(2) 力学的特性：決定した配合（表 1）を用いて材齢 7 日、28 日、91 日において圧縮強度試験を行った。また、材齢 28 日においては曲げ強度および引張試験を行った。

(3) 鉄筋コンクリートはりの曲げ特性：細骨材としてスラグ・フライアッシュを用いたコンクリート（以下 SFC と呼ぶ）の適用の 1 つとして、単鉄筋および復鉄筋のコンクリートはりの繰り返し曲げ試験を行った。

表 1 結果の一覧

| 配合    | $w/c$<br>(%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> )( AE 減水剤のみ g/m <sup>3</sup> ) |     |     |      |           | $f'_c$<br>(MPa) | $E_c$<br>(10 <sup>4</sup> MPa) |
|-------|--------------|------------------------------------------------------|-----|-----|------|-----------|-----------------|--------------------------------|
|       |              | C                                                    | F   | S   | G    | AE<br>減水剤 |                 |                                |
| 1FS70 | 70           | 249                                                  | 270 | 581 | 1026 | 0.7       | 35.0            | 2.99                           |
| 2FS70 |              |                                                      | 345 | 454 | 1064 | 0.9       | 38.3            | 2.92                           |
| 3FS70 |              |                                                      | 442 | 269 | 1132 | 1.0       | 40.9            | 2.81                           |
| 1FS65 | 65           | 269                                                  | 262 | 562 | 1037 | 1.5       | 33.1            | 2.90                           |
| 2FS65 |              |                                                      | 334 | 440 | 1073 | 2.7       | 36.5            | 2.77                           |
| 3FS65 |              |                                                      | 417 | 254 | 1159 | 2.7       | 37.9            | 2.56                           |
| 1FS60 | 60           | 291                                                  | 254 | 545 | 1044 | 1.6       | 32.6            | 3.07                           |
| 2FS60 |              |                                                      | 323 | 425 | 1082 | 2.1       | 34.9            | 2.83                           |
| 3FS60 |              |                                                      | 413 | 252 | 1147 | 2.8       | 36.1            | 2.72                           |
| 0NS70 | 70           | 249                                                  | 869 |     | 1026 | 3.1       | 29.9            | 2.75                           |
| 0NS65 | 65           | 269                                                  | 842 |     | 1037 | 3.0       | 30.2            | 3.07                           |
| 0NS60 | 60           | 291                                                  | 816 |     | 1044 | 2.9       | 30.8            | 2.90                           |

は比較用川砂細骨材を使用 \* 単位水量はすべて 175 kg/m<sup>3</sup>

## 3. 使用材料

使用したフライアッシュは、電発コールテック社製であり、比重 2.27、強熱減量 0.9 %、ブレン法による粉末度が 3120 cm<sup>2</sup>/kg のものである。使用したスラグは、新日鐵製高炉水さいスラグであり、比重 2.68、吸水率 3.48 %、粗粒率 3.36 の 0.3 ~ 5 mm の粒径のものである。セメントは、太平洋セメント社製の早強ポルトランドセメント、比較用の細骨材は鬼怒川産川砂（比重 2.59、吸水量 2.09 %、粗粒率 2.45）粗骨材は、岩瀬産碎石（比重 2.63、吸水率 1.03 %、粗骨材最大寸法 25 mm）を使用した。

キーワード：フライアッシュ、高炉スラグ、配合

連絡先：〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3 - 7 - 2 TEL042-387-6286 FAX042-387-6124

#### 4. 実験結果及び考察

(1) **配合設計**：提案した配合を高性能 AE 減水剤量で調整する方法は細骨材としてフライアッシュと高炉スラグを用いたコンクリートでは、有効であることがわかった。また、高性能 AE 減水剤の決定は、モルタルフロー試験の結果をベースとするのが合理的である。

(2) **力学的特性**：材齢初期で脱型可能となるよう、材齢7日の目標圧縮強度を10MPaと設定した。粉体を多量に使用するという条件のもとで水セメント比を大きくせざるを得なかったが、この目標は達成できた。圧縮強度と材齢との関係については(図-1) 材齢7日では細骨材として川砂を用いたコンクリート(以下川砂コンクリートと呼ぶ)の圧縮強度がSFCの圧縮強度を上回るが、材齢28・91日においてはSFCがいずれも川砂コンクリートを上回ることがわかった。このことから、材齢28日以降においてフライアッシュおよび高炉スラグの活性が利用できると考えた。川砂コンクリートおよびSFCの応力-ひずみ曲線より(図-2) 川砂コンクリートとSFCの圧縮強度は同一ではないが、SFCの破壊は川砂コンクリートに比較してブリットルである。また、圧縮強度と弾性係数の関係は、実験に用いた川砂コンクリートとSFCではほぼ同等の関係にある(図-3) 圧縮強度と引張強度の関係は、普通のコンクリートもほぼ同様の関係がある。

(3) **鉄筋コンクリートはりの曲げ特性**：単鉄筋および複鉄筋の長方形はりの曲げ繰り返し実験の結果から、SFCは川砂コンクリートとほぼ同等の挙動をすることがわかった。

#### 5. まとめ

以上の結果から、細骨材としてフライアッシュ+高炉スラグを用いたコンクリートの配合設計法を提案し、2、3の力学的性質を明らかにした。実用化のためには、力学的性質以外の諸性質について今後明らかにする必要がある。

謝辞：本実験の実施に当たり野田朗史、木村直之両君に多大の協力を戴いた。記して感謝します。

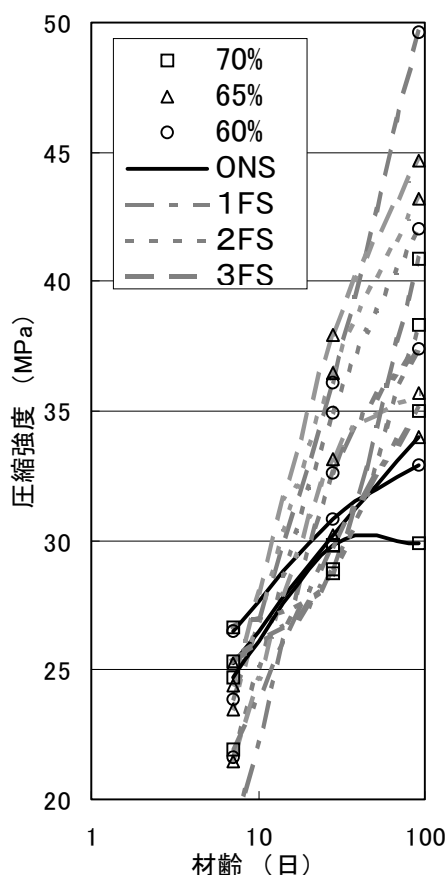


図-1 圧縮強度-材齢の関係

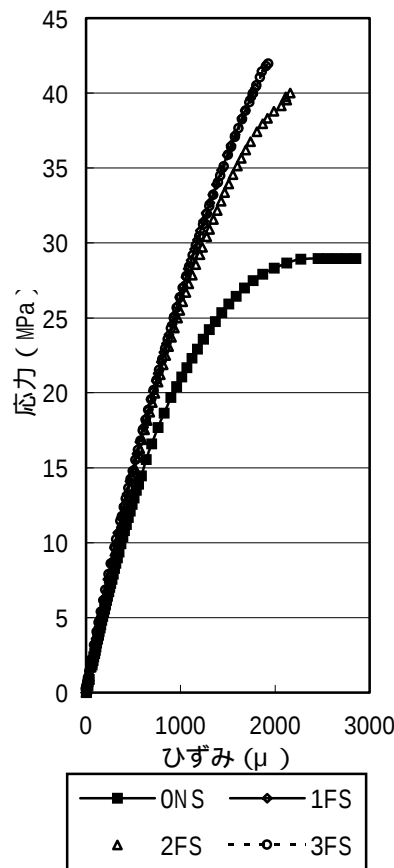


図-2 応力-ひずみ曲線

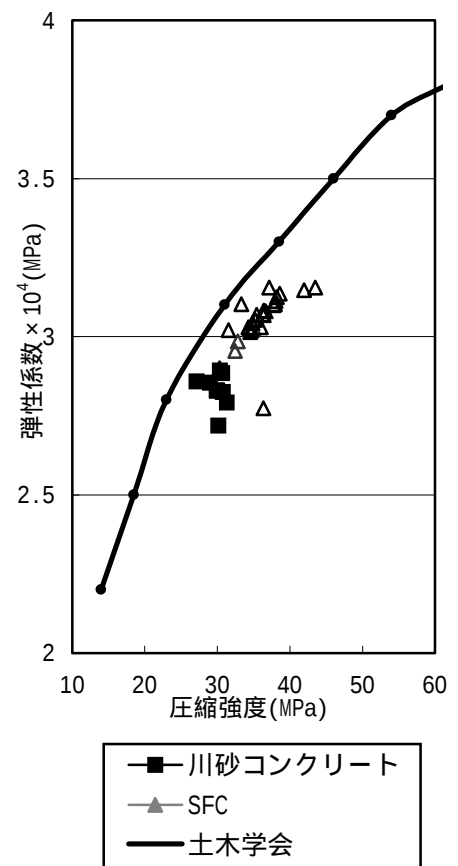


図-3 弾性係数-圧縮強度の関係