

## 石炭灰を用いた高流動コンクリートの試験打設

中国電力（株） 賛助会員 福島 恒和  
 中国電力（株） 賛助会員 ○池田 陵志  
 広島工業大学 正会員 伊藤 秀敏

### 1. まえがき

中国電力（株）技術研究センターでは、石炭灰と砕砂を用いた高流動コンクリートのフレッシュ性状・強度発現性ならびに耐久性について実験的に調べ、性能評価を行ってきた。その結果、配合によっては一般的な粉体系の高流動コンクリートと同等の性能を有していることが判明した。さらに、コンクリート構造物の要求機能に応じて石炭灰の混入率を調整することができるので、産業副産物である石炭灰の有効利用につながるものと考えられる。一方、石炭灰を用いた2成分系高流動コンクリートの実施工例はほとんどないので実用化を図るには設備およびコスト等に不明な点が残されている。

このような事を踏まえ、本報告は、当研究センター内の沈殿槽を、この種の高流動コンクリートで試験施工を行ない、実施工上の問題点・コスト面について検討したものである。

### 2. 試験施工の経緯

この試験施工に用いた高流動コンクリート性状の評価は、当研究センターにおいて表1に示す結合材の配分領域と配合条件を設定し検討してきた。その結果、単位結合材料  $550\text{kg/m}^3$  とした場合、セメント量および石炭灰量をそれぞれ  $300\text{kg/m}^3$ 、 $250\text{kg/m}^3$  とした配合が沈殿槽として具備すべき条件を満足することが判明した。なお、高流動コンクリートの流動性ならびに分離抵抗性については、スランプフロー・O ロート流下試験ならびに模型充填試験により確認している。また、図1はこれら配合条件における圧縮強度の試験結果を示したものである。圧縮強度は石炭灰置換率を増加させると、いずれの材齢においても低下する傾向にあるが、石炭灰置換率 200、 $250\text{kg/m}^3$  の領域では大差がなく、材齢 28 日で  $60\sim 70\text{N/mm}^2$  に達しており十分な強度を有している。

表1 石炭灰を用いた高流動コンクリートの配合

| 水結合材比<br>(%) | 細骨材率<br>(%)   | 単位粉体量( $\text{kg/m}^3$ ) |         |         | 単位水量<br>( $\text{kg/m}^3$ ) | 高性能 AE 減水剤<br>添加率(550×%) | AE 剤<br>添加率(550×%) |
|--------------|---|--------------------------|---------|---------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|
|              |   | セメント+石炭灰                 | セメント    | 石炭灰     |                             |                          |                    |
| 31           | 48  | 550                      | 100~350 | 450~200 | 170                         | 2.0 前後 ~                 | 0.01 前後            |
| 配合条件         | スランプフロー値 70cm を目標とし、高性能 AE 減水剤の添加率を調整する。空気量 5.0% を目標とし高性能 AE 減水剤で連行できない空気量は AE 剤により増加させる。 |                          |         |         |                             |                          |                    |

### 3. 試験施工の概要

この種の高流動コンクリートフレッシュ性状ならびに強度発現性・耐久性に関する試験結果<sup>(1)</sup>から勘案して、指示配合では、単位セメント量および石炭灰量はそれぞれ  $300\text{kg/m}^3$ 、 $250\text{kg/m}^3$  とした。なお、石炭灰以外の材料は、従来から生コンプラントで使用していたものであるから試験施工前に室内試験を行なってフレッシュ性状に関する所要の条件を満足するように混和剤の添加量で調整した。その結果、運搬時間によるスランプフロー値の変化を考慮して、この試験施工では、表2に示す石炭灰使用高流動コンクリートの配合に決定した。なお、練り混ぜ時間はプラントミキサーの負荷値の測定より 300 秒（一般的なコンクリートでは約 30 秒）とした。また、型枠にかかる側圧を懸念し、午前・午後の2回に分けてコンクリートを製造・搬入した。

図2に示す沈殿槽にこのコンクリートを一個所から打設した。打設中は当研究センター職員4名の立ち会いのもとに、充填状況、材料分離有無等について入念に目視観察した。延長約3mの隅々まで充填することができ、材料

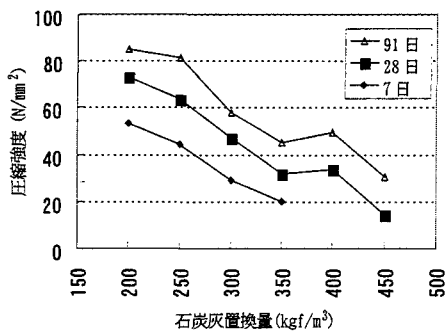


図1 石炭灰置換量と圧縮強度の関係

分離は観察されなかった。また、脱型後、充填性の確認、表面状況を観察したが異常は認められなかった。図3は試験施工に用いた高流動コンクリートの各養生条件下における強度発現性を示したものであり、いずれの養生条件下においても十分な強度である。

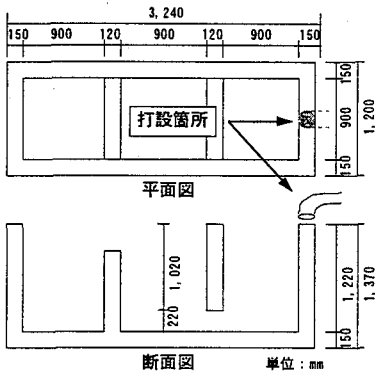


図2 沈殿槽

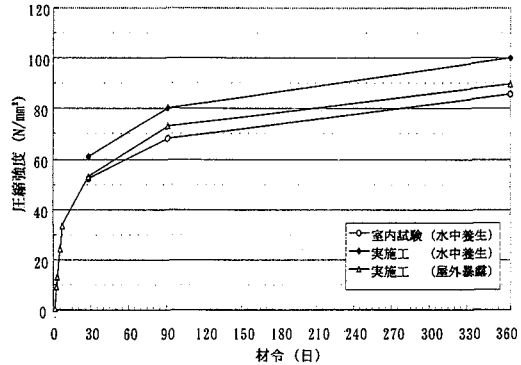


図3 室内試験および実施工の圧縮強度

4. 経済性および今後の課題

経済性の比較については表2~4のように増粘剤系高流動コンクリート（圧縮強度 40N/mm<sup>2</sup> スランプフロー 60cm）および普通コンクリート（呼び強度 40N/mm<sup>2</sup>, スランプ 18cm）との材料費、製造費について行った。今回の石炭灰使用高流動コンクリートは1日最大 200m<sup>3</sup> 製造できると仮定して 1m<sup>3</sup>あたりの工場・サイロ使用料を今回の打設費用より推定した結果、表3,4のとおりとなった。製造にかかる合計金額を比較すると増粘剤系高流動コンクリートより石炭灰使用のものは安くなっている。今後、石炭灰にかかる費用および大量使用による工場・サイロ使用料の低減が図れれば普通コンクリートと同等のコストに抑えることができると考えられる。

表2 コンクリートの各材料重量 (kg/m<sup>3</sup>)

|          | セメント | 石炭灰 | 水   | 細骨材 | 粗骨材 | 高性能 AE 減水剤 | AE 減水剤 | 増粘剤  | AE 剤 |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|------------|--------|------|------|
| 石炭灰使用高流動 | 300  | 250 | 170 | 718 | 771 | 10.45      | 0      | 0    | 0.05 |
| 増粘剤系高流動  | 385  | 0   | 185 | 872 | 820 | 11.55      | 0      | 0.56 | 0.06 |
| 普通コンクリート | 522  | 0   | 193 | 643 | 909 | 0          | 1.305  | 0    | 0    |

表3 コンクリート材料費用

| 材料          | セメント  | 石炭灰 輸送費 | 石炭灰 原粉~JIS 灰 | 細骨材   | 粗骨材   | 高性能 AE 減水剤 | AE 減水剤 | 増粘剤   | AE 剤 | 合計 (円)         |
|-------------|-------|---------|--------------|-------|-------|------------|--------|-------|------|----------------|
| 材料単価 (円/kg) | 10.2  | 5.7     | 0.8 ~ 2.5    | 2.07  | 1.93  | 320        | 211    | 4,000 | 680  |                |
| 石炭灰使用高流動    | 3,060 | 1,430   | 200~ 630     | 1,510 | 1,500 | 3,340      | 0      | 0     | 30   | 11,070~ 11,500 |
| 増粘剤系高流動     | 3,900 | 0       | 0            | 1,800 | 1,600 | 3,400      | 0      | 2,200 | 40   | 12,940         |
| 普通コンクリート    | 5,300 | 0       | 0            | 1,330 | 1,750 | 0          | 280    | 0     | 0    | 8,660          |

表4 コンクリート製造費用

|          | 材料費合計         | 工場使用料 | サイロ使用料 | 練り手間  | ポンプ車費 | 合計 (円)        |
|----------|---------------|-------|--------|-------|-------|---------------|
| 石炭灰使用高流動 | 11,070~11,500 | 720   | 750    | 2,800 | 2,000 | 17,340~17,770 |
| 増粘剤系高流動  | 12,940        | 720   | 0      | 2,800 | 2,000 | 18,460        |
| 普通コンクリート | 8,660         | 0     | 0      | 2,800 | 2,000 | 13,460        |

【参考文献】：中村・伊藤；石炭灰と砕砂を用いた高流動コンクリートの耐久性，土木学会第51回年次学術講演会講演概要集 No.5 pp.628~629