

竹原火力発電所新 1 号機設備更新工事に用いるコンクリートの耐久性評価に関する報告

電源開発株式会社    正会員    ○鷲尾    朝昭  
正会員    石川    嘉崇  
正会員    石川    学  
今岡    知武

1. はじめに

電源開発株式会社竹原火力発電所では、高経年化対応や地球温暖化問題への積極的対応のために、平成 26 年 3 月から新 1 号機設備更新工事を開始した。現在は、平成 32 年 9 月予定の運転開始に向けて、各種工事が実施されている。設備更新工事では、フライアッシュの有効利用、塩害耐久性の向上の観点から、建築工事、土木工事合わせて、約 15 万 m<sup>3</sup> のフライアッシュコンクリートを使用する予定である。さらに、環境負荷低減を目的として、設備更新工事の一部で高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートを使用している。本報告では、高炉スラグ細骨材を使用した場合のフライアッシュコンクリートの性状把握、及び設備更新工事に用いるコンクリートの耐久性評価を目的とした一連の試験結果を報告する。

2. 使用材料および配合

使用材料を表-1 に示す。セメントは普通ポルトランドセメントとし、フライアッシュは竹原火力発電所製の JIS II 種灰を用いた。細骨材は、砕砂と高炉スラグ細骨材とし、S1 : S2 = 7 : 3 の比率で混合した。また、粗骨材は粒径幅に応じて 3 種類を混合し、G1 : G2 : G3 = 9 : 10 : 6 の割合とした。スランプ 12cm、空気量 4.5% の目標を満たすよう AE 減水剤、AE 剤を適量混合した。

コンクリートの配合を表-2 に示す。フライアッシュ置換率を 0%、18%、25% の 3 水準とした。設備更新工事にコンクリートの供給を行う東広島地区生コ

表-1 使用材料

| 項目    | 種類                                  | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|-------|-------------------------------------|----------------------------|
| OPC : | 普通ポルトランドセメント                        | 3.16                       |
| FA :  | 竹原火力産 JIS II 種灰                     | 2.23                       |
| S1 :  | 東広島市黒瀬町産砕砂                          | 2.57                       |
| S2 :  | JFE 産高炉スラグ細骨材(BFS)                  | 2.76                       |
| G1 :  | 三原市西野町産砕石(2010)                     | 2.63                       |
| G2 :  | 津久見市個小園町産石灰石砕石(2005)                | 2.71                       |
| G3 :  | 三原市西野町産砕石(1505)                     | 2.63                       |
| 混和剤 : | AE 減水剤標準形 (I 種) 4 倍希釈<br>AE 剤 (I 種) | -                          |

ンクリート協同組合に所属する 3 工場（うち高炉スラグ細骨材を用いているのが 2 工場）の試験練り結果、及び JIS 配合を参考に、同程度の強度性状となるよう配合を決定した。

3. フレッシュ性状試験

フレッシュ性状を確認するため、スランプ試験 (JIS A 1101)、空気量試験 (JIS A 1128) を実施した。いずれの配合も、スランプ 12±2.5cm、空気量 4.5±1.5% の範囲内であった。一般に、高炉スラグ細骨材を用いると微粒分が少なくコンクリートの流動性が低下するとされている<sup>1)</sup>が、一般的な AE 減水剤の使用量で所定のスランプが得られた。

4. 強度性状試験

強度性状を把握するため、圧縮強度試験 (JIS A 1108)、静弾性係数試験 (JIS A 1149)、引張強度試験 (JIS A 1113) を実施した。試験材齢は、圧縮強度試

表-2 コンクリートの配合

| 配合<br>No. | F/(C+F)<br>(%) | W/(C+F)<br>(%) | s/a<br>(%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |    |            |             |              |              |              | AE 減水剤<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | スランプ <sup>1)</sup><br>(cm) | 空気量<br>(%) |
|-----------|----------------|----------------|------------|--------------------------|-----|----|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|----------------------------|------------|
|           |                |                |            | W                        | C   | F  | S1<br>(砕砂) | S2<br>(BFS) | G1<br>(2010) | G2<br>(2005) | G3<br>(1505) |                                |                            |            |
| No.1      | 0              | 49.4           | 46.1       | 175                      | 354 | 0  | 555        | 254         | 342          | 390          | 226          | 3.54                           | 13.5                       | 4.6        |
| No.2      | 18             | 45.1           | 44.7       | 173                      | 315 | 69 | 524        | 240         | 342          | 390          | 226          | 3.26                           | 12.5                       | 4.2        |
| No.3      | 25             | 45.1           | 44.4       | 173                      | 288 | 96 | 519        | 237         | 342          | 390          | 226          | 3.26                           | 14.0                       | 4.6        |

キーワード    フライアッシュ、高炉スラグ細骨材、火力発電所、建設  
連絡先    〒253-0041    神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎 1-9-88    電源開発(株) 茅ヶ崎研究所    TEL 0467-88-7854

験および静弾性係数試験では3日、7日、28日、91日の4材齢、引張強度試験は7日、28日、91日の3材齢とした。

圧縮強度試験の結果を図-1に示す。材齢28日では、No.1, No.2, No.3は、それぞれ $37\text{N/mm}^2$ ,  $34\text{N/mm}^2$ ,  $31\text{N/mm}^2$ であった。材齢28日から材齢91日までの強度増進に着目すると、No.1, No.2, No.3は、それぞれ3%, 18%, 23%の強度が増進しており、フライアッシュ置換率が高いほど強度増進が大きいことが確認された。圧縮強度と静弾性係数の関係を図-2に示す。土木学会の静弾性係数算定式と比較すると、圧縮強度が $20\text{N/mm}^2$ から $30\text{N/mm}^2$ の範囲では試験結果と同等の値であったが、 $30\text{N/mm}^2$ から $40\text{N/mm}^2$ の範囲では、試験結果が高い値であった。圧縮強度と引張強度の関係を図-3に示す。いずれの試験結果も土木学会の算定式を上回る値であった。

## 5. 電気泳動試験

電気泳動試験(JSCE-G 571-2013)を行い、フライアッシュを置換したことによる、塩化物イオン浸透抵抗性の評価を行った。

電気泳動試験結果を図-4に示す。塩化物イオン実効拡散係数はNo.2がNo.1の25%程度、No.3がNo.1の10%程度の値であり、フライアッシュ置換率を高くすることで、塩化物イオン浸透抵抗性が向上することを確認した。

## 6. まとめ

竹原火力発電所新1号機設備更新工事に用いるコンクリートの諸物性を確認した。また、高炉スラグ細骨材を用いたフライアッシュコンクリートについての強度特性や塩化物イオン浸透抵抗性を明らかにした。

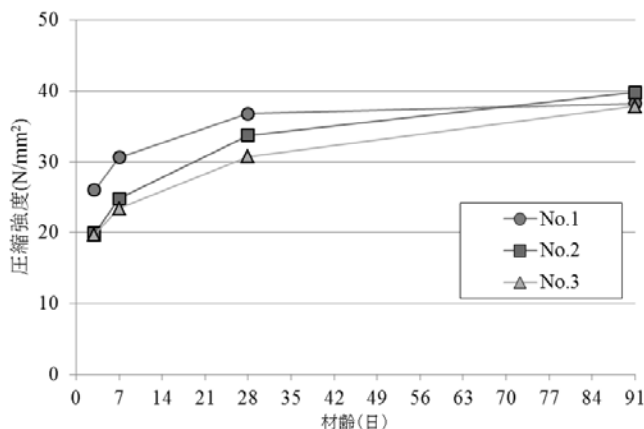


図-1 圧縮強度試験結果

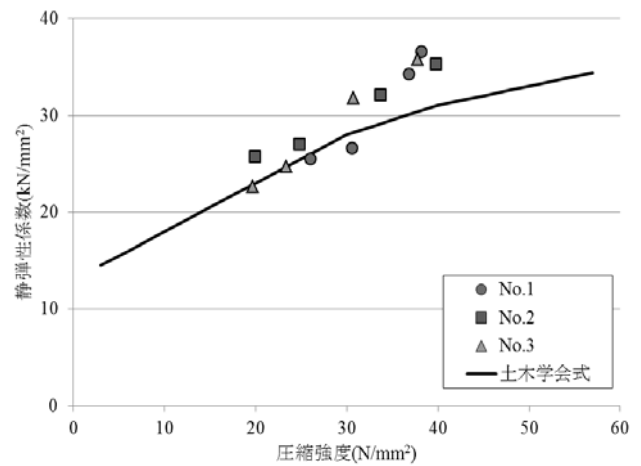


図-2 圧縮強度と静弾性係数の関係

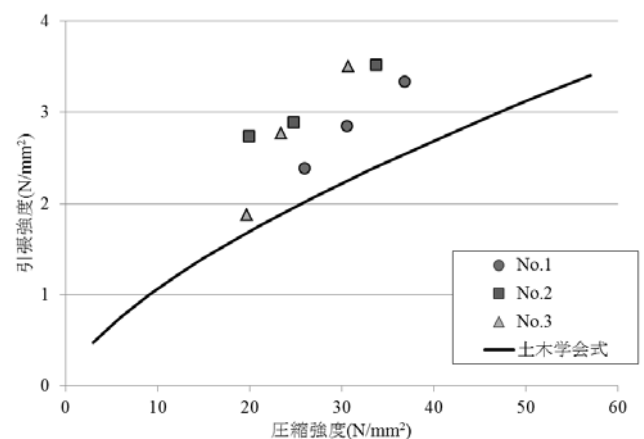


図-3 圧縮強度と引張強度の関係

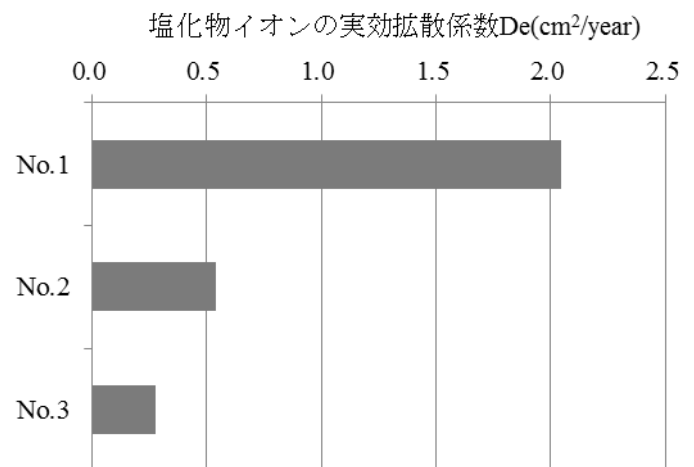


図-4 電気泳動試験結果

## 参考文献

- 1) 吉澤千秋, 峯秀和, 石川嘉崇, 阿部道彦: 高炉スラグ細骨材とフライアッシュを使用したコンクリートの性質, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, pp.64-69, 2014