

フライアッシュコンクリートの早期強度の評価に関する一検討

岡山県 正会員 原山允伯

愛媛大学 正会員 氏家勲、学生会員 高須賀大祐

1. はじめに

コンクリート構造物の建設工事においてコンクリート打設後の早期強度を適切に把握することは、施工の工程管理の点から非常に重要である。既往の研究において、マチュリティに基づく等価材齢とゴーラル曲線を組み合わせたコンクリートの早期強度の推定式が提案された。一方、石炭火力発電所の副産物であるフライアッシュの有効利用促進のため、本研究では、フライアッシュをセメントの一部と置換したコンクリート（以下、フライアッシュコンクリートと呼ぶ）の早期強度の推定方法について検討したものである。

2. 実験概要

実験には普通ポルトランドセメント、細骨材（砕砂）、粗骨材（砕石）、フライアッシュ（四国電力橘火力発電所）を使用した。混和剤として、AE 減水剤と空気量調整剤の AE 助剤を用いた。フライアッシュの混入率は 0%、10%、20%、30% の 4 種類の配合で $\phi 10 \times 20$ cm の圧縮供試体を作製し約 20℃での封かん養生とし、材齢 1, 3, 5, 7, 14, 21, 28 において 3 体ずつ圧縮強度試験を実施した。なお、スランブと空気量の範囲は $8 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$ 、 $4\% \pm 1\%$ とした。

3. 実験結果および考察

得られた圧縮強度を図 1 に示す。材齢の増加およびフライアッシュの混入割合が少なくなるにつれて圧縮強度は増加している。

既往の研究より以下に示す普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートにおける早期強度の推定式が提案されている¹⁾。

$$f_{c,t} = \frac{a \cdot f_{c,28} \cdot t_m}{b + t_m} \quad (1)$$

ここで $f_{c,t}$, $f_{c,28}$: 任意及び材齢 28 日でのコンクリート強度, t_m : マチュリティによる等価材齢

$t_m = \sum \{(T + 10) / 30\} \Delta t$ (T : 養生温度, Δt : 養生温度 T での時間), 係数 a , b : $a = (b + 28) / 28$ 、

$b = 7.55(W/C) - 0.10$

上式をフライアッシュコンクリートについても同様に強度推定に利用できるかどうかを検討する。係数 b を決定する W/C の値として、水粉体比と実質の水セメント比の両者の精度について評価を行った結果を図 2 と図 3 に示す。平均自乗平方誤差や標準偏差を比較すると実質の水セメント比を用いると精度よく強度推定できるという結果が得られた。

係数 a および b は実質の水セメント比を用いると良いことが分かったので、式 (1) において材齢 28 日でのコンクリート強度を精度よく推定できれば、フライアッシュコンクリートの強度推定ができることとなる。図 4 はセメント水比と強度の関係を示す。図 4 にはフライアッシュコンクリートの実質の水セメント比

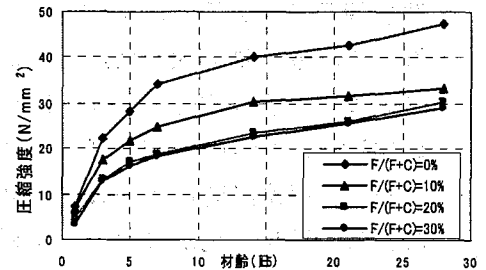


図-1 圧縮強度試験結果

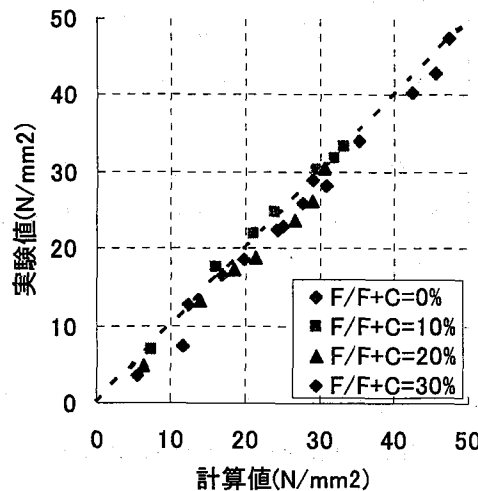


図2 強度推定式を用いた強度推定の比較(実質水セメント比)

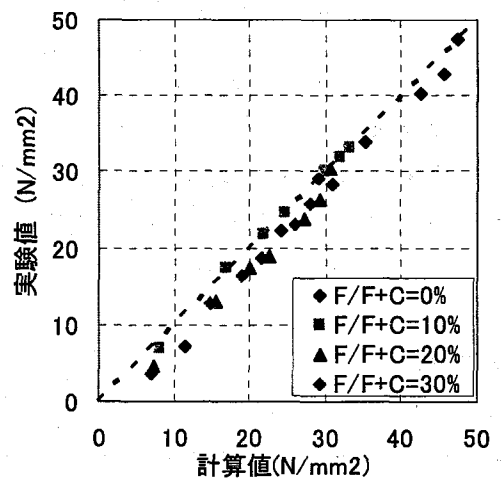


図3 強度推定式を用いた強度推定の比較(水粉体比)

と材齢 28 日強度もプロットしている。実質のセメント水比から図 4 に示すフライアッシュ無混入のコンクリートのセメント水比と強度の関係を用いて $f_{c,28}$ を評価して、式 (1) より強度推定を行った。推定結果を図 5 に示す。ある程度の精度をも

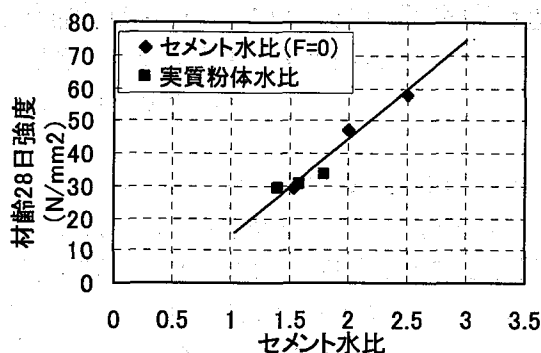


図4 セメント水比・実質粉体水比と材齢 28 日強度の関係

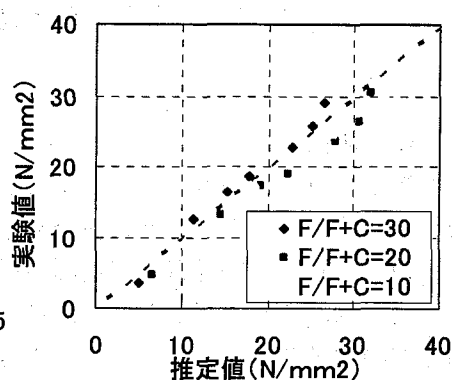


図5 セメント水比を用いた強度推定の比較

って推定できている。

図 5 は早期材齢ということでフライアッシュのポゾラン反応を無視したものである。しかしながら、材齢 28 日においてもフライアッシュを混入した影響が圧縮強度に現れるものと思われる。そこで、フライアッシュの品質を示す指標に活性度指数があり、本研究では試験成績表より 0.84 (百分率表記) である。本研究で得られた普通コンクリートの圧縮強度の実測値を 1 とした時の各種フライアッシュコンクリートの圧縮強度比の関係および活性度指数との関係を図 6 に示す。この結果より活性度指数と実測値には大きな開きがあるため活性度指数を用いた強度推定は難しいと思われる。同じく図 6 より、材齢ごとの普通コンクリートに対する圧縮強度比にはおおよそ同様の傾向が読取れることから、平均的な傾向と思われる材齢 14 日の曲線を用いて強度推定を試み、結果の評価を図 7 に示す。この方法により得られた推定強度値は図 5 に示したセメント水比と強度の関係を用いた強度推定よりも精度が高いものである。ただし、フライアッシュ混入による材齢 28 日の圧縮強度の低下の関係については、水セメント比やフライアッシュの種類を変えて実験を行い、一般性のある関係を得る必要がある。

4. まとめ

(1) 既往の強度推定式を用いたフライアッシュコンクリートの強度推定には実質の水セメント比を用いると精度よく推定できるとと思われる。

(2) 普通コンクリートのセメント水比と強度の比例関係を用いた強度推定法は適用可能であると思われる。

(3) 材齢ごとの普通コンクリートと各フライアッシュコンクリートの強度比に基づいての強度推定はセメント水比と強度の関係を用いた推定方法より精度よく推定できた。

参考文献：1) 氏家勲・大野浩二：各種成長曲線によるコンクリートの早期強度推定に関する検討，土木学会論文集 No. 798/VI-68, 51-61, 2005. 9

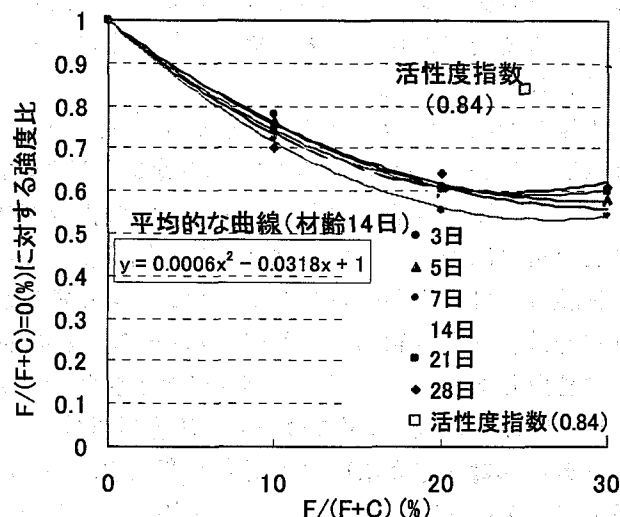


図6 活性度指数と各圧縮強度の比較

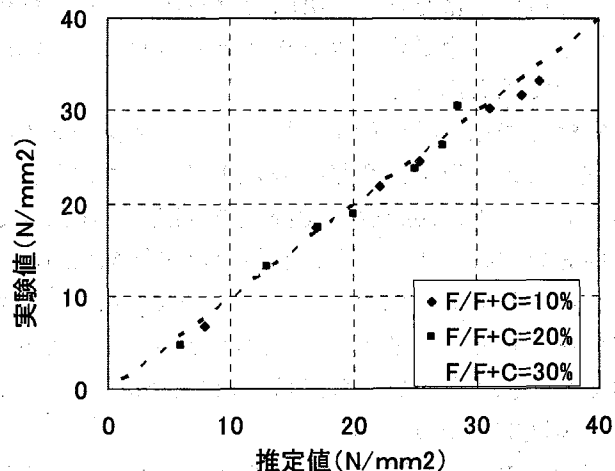


図7 材齢14日の曲線からの強度推定値