

V-27 フライアッシュⅡ種多量使用高流動コンクリートの基本物性

四国電力(株)高松支店土木建築課 正会員 ○村尾 肇
 四国電力(株)土木建築部 正会員 石井 光裕
 四国電力(株)土木建築部 正会員 岩原 廣彦
 四国電力(株)土木建築部 正会員 加地 貴

1. はじめに

石炭灰の有効利用技術開発の一環として、フライアッシュⅡ種の多量使用により骨材使用量を低減し、かつ骨材に碎石、砕砂を用いた自己充てん性を有する高流動コンクリートの研究開発を実施している。

これまでの研究で所要の自己充てん性を有するコンクリートの配合を確認しており、本稿では、フライアッシュⅡ種多量使用高流動コンクリートの基本物性の把握を目的に、強度および弾性係数測定試験を実施したので、その結果を報告する。

2. 実験概要

これまでに、スランプフロー $65\pm 5\text{cm}$ 、空気量 $4\pm 1\%$ に設定した種々の配合での自己充てん性確認試験を実施し、単位水量 $165\sim 185\text{kg/m}^3$ 、粉体容積 $0.21\sim 0.29\text{m}^3/\text{m}^3$ (単位セメント量 $140\sim 340\text{kg/m}^3$ 、フライアッシュⅡ種使用量 $227\sim 573\text{kg/m}^3$)の範囲で、ランク1(高密度配筋に相当)の自己充てん性を有する配合(27配合)を確認している。使用材料およびランク1の自己充てん性を確認した配合一覧を表-1、表-2に示す。この配合のコンクリートの強度および弾性係数測定試験を実施し、基本物性を確認した。

3. 硬化コンクリートの基本物性

3.1 圧縮強度

27配合について圧縮強度試験(JIS A 1108)を実施した。ここでは、単位水量を 175kg/m^3 とした場合を図-1に示す。

圧縮強度は、セメント量の増加に伴い大きくなり、同一セメント量であればフライアッシュ使用量の増加に伴い大きくなる。また、単位水量が少ないもののほど圧縮強度は大きくなる。今回、27配合の圧縮強度試験結果から、圧縮強度を材料使用量から簡易に推定することを試みた。一般に、コンクリートの圧縮強度は、セメント水比から推定可能であるが、本高流動コンクリートは同一セメント量であってもフライアッシュ使用量の違いにより強度発現が異なることから、式(1)により圧縮強度を整理した。その結果を図-2に示す。

$$f'c = b \cdot (C + a \cdot F) / W + c \quad (1)$$

ここに、 $f'c$ ：圧縮強度(N/mm^2)、 C ：単位セメント量(kg/m^3)、

F ：フライアッシュ使用量(kg/m^3)、 W ：単位水量(kg/m^3)、

表-1 使用材料

材 料	種 類	物 性 等
セメント	普通 ポルトランドセメント	密度： 3.16g/cm^3 、比表面積： $3,270\sim 3,340\text{cm}^2/\text{g}$ 、 強熱減量： $1.68\sim 1.91\%$ 、28日圧縮強さ： $61.3\sim 61.8\text{N/mm}^2$
混和材	フライアッシュ (Ⅱ種相当品)	密度： $2.22\sim 2.33\text{g/cm}^3$ 、比表面積： $3,380\sim 3,580\text{cm}^2/\text{g}$ 、 強熱減量： $1.93\sim 2.29\%$
細骨材	砕 砂	香川県高松市産、最大寸法： 5mm 、 表乾密度： $2.56\sim 2.66\text{g/cm}^3$ 、絶対密度： $2.50\sim 2.59\text{g/cm}^3$ 、 吸水率： $1.26\sim 2.32\%$ 、F.M.： $2.58\sim 3.07$
粗骨材	砕 石	香川県高松市産、粗骨材の最大寸法： 25mm 、 表乾密度： $2.60\sim 2.66\text{g/cm}^3$ 、絶対密度： $2.56\sim 2.63\text{g/cm}^3$ 、 吸水率： $0.73\sim 1.63\%$ 、F.M.： $6.70\sim 6.80$
混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル系

表-2 ランク1の自己充てん性確認配合一覧

単位水量		kg/m ³	W=165			W=175			W=185		
粉体容積		m ³ /m ³	0.21	0.25	0.29	0.21	0.25	0.29	0.21	0.25	0.29
細骨材率		%	53	48	43	53	48	43	53	48	43
単位 セメント 量	140	kg/m ³	373	473	573	373	473	573	373	473	573
	240		300	400	500	300	400	500	300	400	500
	340		227	327	427	227	327	427	227	327	427

表内数値は、Ⅱ種フライアッシュ使用量(kg/m^3)

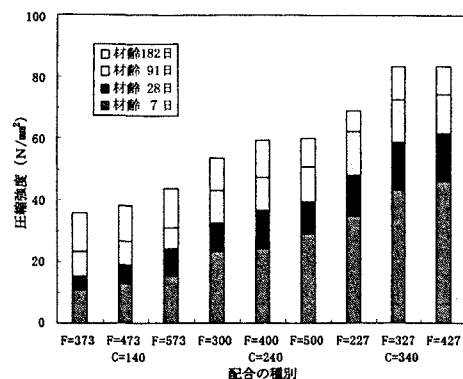


図-1 圧縮強度試験結果(W=175kg/m³)

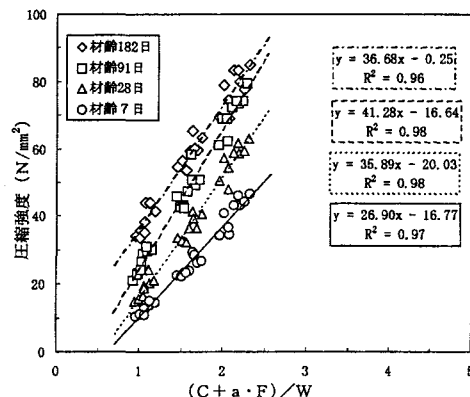


図-2 $(C+a \cdot F)/W$ と圧縮強度の関係

a, b, c : 定数

$(C + a \cdot F)/W$ と圧縮強度の間には、高い相関関係が認められ、水、セメント及びフライアッシュ使用量から、圧縮強度が概ね推定可能であることがわかった。なお、この場合の定数aの値は0.1程度となった。

3.2 引張強度

27 配合について割裂引張強度試験 (JIS A 1113) を実施した。ここでは、単位水量を $175\text{kg}/\text{m}^3$ とした場合を図-3に示す。

セメント量、フライアッシュ使用量及び単位水量の違いと引張強度の関係は、ばらつきがあるものの圧縮強度の場合と同様の傾向を示している。

また、圧縮強度と引張強度の関係を図-4に示す。

一般に、引張強度は、圧縮強度が $40\text{N}/\text{mm}^2$ 程度まではその $1/10 \sim 1/13$ であり、高強度コンクリートではその比が $1/20$ に近づく¹⁾とされている。本高流動コンクリートについても、それと同様の傾向であり、圧縮強度から概ね推定可能と思われる。

3.3 静弾性係数

27 配合について静弾性係数を測定 (JIS A 1149) し、各材齢 (7, 28, 91, 182 日) の圧縮強度と静弾性係数の関係を整理した。その結果を図-5に示す。

静弾性係数は、圧縮強度から指数曲線により近似することが可能である。また、普通コンクリート²⁾と比較した場合、同一圧縮強度の下では、静弾性係数が普通コンクリートよりも小さい。これは、フライアッシュ多量使用及び粗骨材量の低下に伴う単位体積重量の低下が一因と思われる。

3.4 動弾性係数

動弾性係数についても、圧縮強度と動弾性係数の関係を整理した。その結果を図-6に示す。

動弾性係数についても、圧縮強度から指数曲線により近似することが可能である。

4. まとめ

フライアッシュⅡ種多量使用高流動コンクリートの基本物性を把握する実験を実施した。その結果、圧縮強度は材料使用量から、また、引張強度、静弾性係数および動弾性係数は圧縮強度から概ね推定可能であり、構造物の要求性能に応じた配合を選定する際の基礎資料として活用できるものと思われる。現在、本高流動コンクリートの耐久性に関する性能の把握を行っており、配合設計時の基礎資料となるよう検討を行っている。

【参考文献】

- (1) (社)日本コンクリート工学協会編：コンクリート便覧, pp231, 1996. 2
- (2) (社)土木学会：コンクリート標準示方書—構造性能照査編—, pp28, 2002. 3

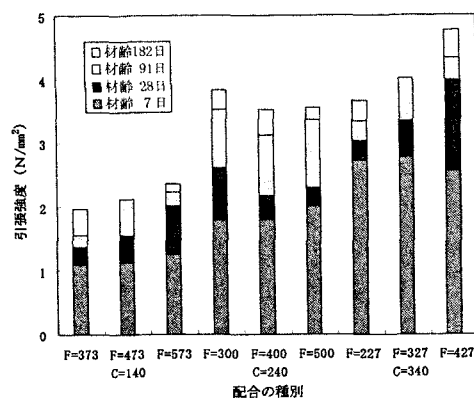


図-3 引張強度試験結果 ($W=175\text{kg}/\text{m}^3$)

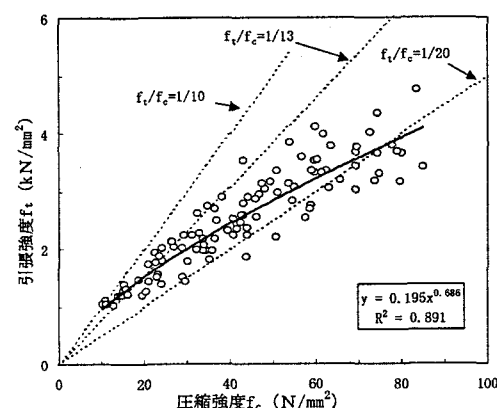


図-4 圧縮強度と引張強度の関係

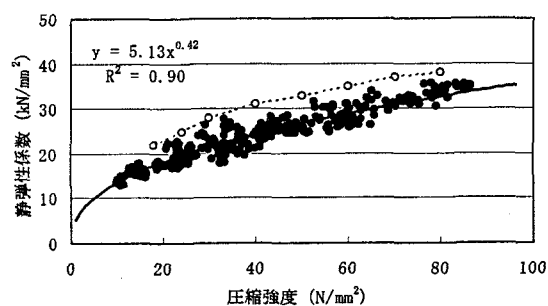


図-5 圧縮強度と静弾性係数の関係

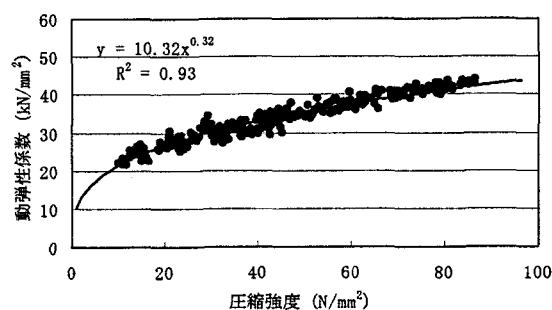


図-6 圧縮強度と動弾性係数の関係