

小沢コンクリート工業 正 伊藤昌昭
東京工業大学 正 長滝重義
同上 正 馬場政教

1. よえがき

従来、高強度パイルなどに代表される高強度コンクリート製品の大部分は、前養生としての蒸気養生後、オートクレーブ養生を行なうことにより製造されている。一方、クローズドフォームシステム(密閉型枠工法)は、前養生を行なわず、かつ簡易な装置・設備によってオートクレーブ養生と同じ効果を得ようとするものであり、プレストレスを導入する場合も最終強度到達後にプレストレスを与えられ、オートクレーブ養生に比し、コンクリートのクリープによるプレストレスの損失が少なくなる。¹⁾ 本研究はこれらの観点から、クローズドフォームシステムの有利性に着目して、この工法を高強度コンクリート製造法として適用すべく、強度発現性状の検討と応用法の一例として、耐薬品性に関しても、比較検討を行なったものである。

2. 実験概要

実験材料は、普通ポルトランドセメント、富士川産川砂および西多摩産碎石を用い、シリカ質材料としては珪石粉(SiO_2 96.9%)・フライアッシュ(SiO_2 53.4%)、高性能減水剤としては、 β -ナフタレンスルホン酸塩系のものを用いた。配合は水結合材比30%、単位セメント量 $=450 \text{ kg/m}^3$ としスランブは、 $6 \pm 2 \text{ cm}$ である。養生方法は表-1に示す。強度試験用供試体は $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ ・振動締固め、外圧強さ用および耐薬品性試験用供試体は、 $\phi 20 \times 4 \times 30 \text{ cm}$ ・遠心締固め(高速回転-30g・2分)である。

3. 実験結果と考察

3-1 強度発現性状

図-1・2に、セメントに珪石粉を混入して、 $\text{Si}/(\text{C}+\text{Si})$ を0,10,20,30%と変化させた場合の圧縮強度との関係を示す。0%のときCF養生はAC養生に比し強度が小さくなっているが、珪石粉の混入とともにその強度は増加し、AC養生と同等もしくは、それ以上の値となり、特に 150°C という水熱反応の生じにくい温度においても強度低下は、ほばない。表-1に、両養生法における、 180°C ・珪石粉混入率0,20%の時の、水和生成物の同定

表-1 各種養生条件

養生方法	記号	前置時間(h)	昇温速度($^\circ\text{C}/\text{h}$)	最高温度($^\circ\text{C}$) -保持時間(h)
蒸気養生	SC	3	20	60-3
オートクレーブ養生	AC	SC後	40	180・150-6
クローズドフォーム養生	CF	1.5	40	180・150-6
標準養生	ST	20 $^\circ\text{C}$ 水中 28日		

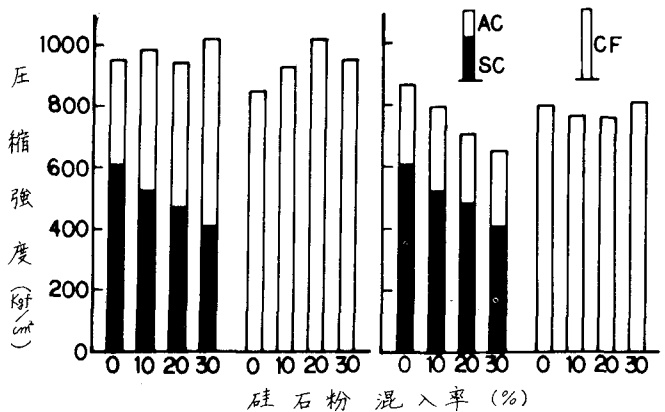


図-1 (最高温度 180°C) 図-2 (最高温度 150°C)
珪石粉混入率と圧縮強度との関係

表-2 X線回折法による水和生成物の同定結果

養生方法	珪石粉混入率	未反応セメント	未反応石英	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	CSH	Tobermorite	Tricalcium silicate hydrate	$\alpha\text{-C}_2\text{S}$ hydrate	C_3AH_6
AC	0	++		+++	+				+
	20	++	+++	+	+				+
CF	0	++		+++	+		++	+	+
	20	++	+		+	+			+

結果を示す。CF養生で珪石粉無混入のものはAC養生の場合と異なり、強度発現性の小さい高石灰型の水和物が生成している。しかし、珪石粉を混入した場合には、カルシウムシリケート水和物は低石灰型のものとなっている。このような反応性をいかに目的で、産業副産物であるフライアッシュを高混入率とした場合の圧縮強度を図-3に示す。混入率60%においても、CF養生はAC養生と同等の約600 kg/cm²の高強度を示している。しかしながら、この場合SC養生後の強度が約200 kg/cm²であることからプレストレスを導入して、AC養生を行なうことは困難であると考えられるが、CF養生は最高強度到達後にプレストレスの導入を行なうので、この配合においても、PC製品の製造が可能であると考えられる。図-4は、このような高混入率の一般的な性質を示すために、混入率を0.45%とした場合の細孔径分布を示したものであるが、CF養生はAC養生に比し、トータル・ポア・ボリューム(T・P・V)は増加しているものの、小さな径の割合が非常に多くなっており、この2つの強度的に相反する要因のために同程度の強度になったものと考えられるが、ここにおいてもシリカ分に対する反応性の良さを伺い知ることができる。

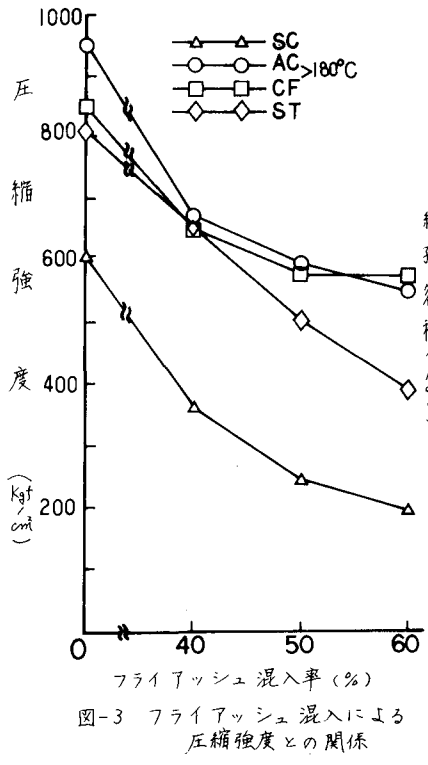


図-3 フライアッシュ 混入による圧縮強度との関係

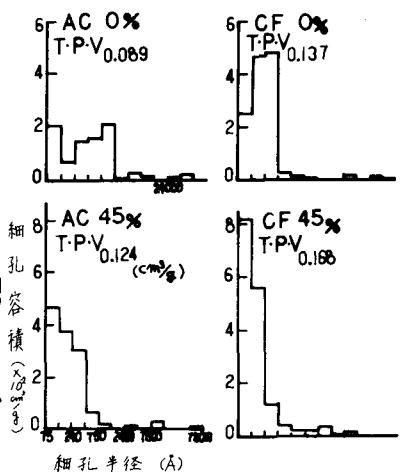


図-4 セメントペーストの細孔径

表-3 遠心力成形供試体の外圧強度

養生条件	外圧強度 (kg/cm²)
S C	4656
A C	8467
C F	7933
S T	9900

3-2 耐薬品性

表-3に外圧強度を、図-5に5%塩酸に供試体を浸せさせた場合の単位面積当りの重量減少を示す。円筒供試体の内側だけが塩酸に接するようにしたもの(内側)と同様に外側だけのもの(外側)では、塩酸に接する面積が異なるために重量減少を、それぞれの面積で除することにより値の整理を行なった。結果は内側の重量減少が大きく、セメント分が遠心締固め中に分離してくるにより、酸に対して弱くなっていると考えられるが、CF・AC養生ともに他の2つの養生法に比べ、内側の耐酸性が著しく改善されている。これに関しては、今後シリカ質材料を混入するなどして実験を進める必要があると考えられる。

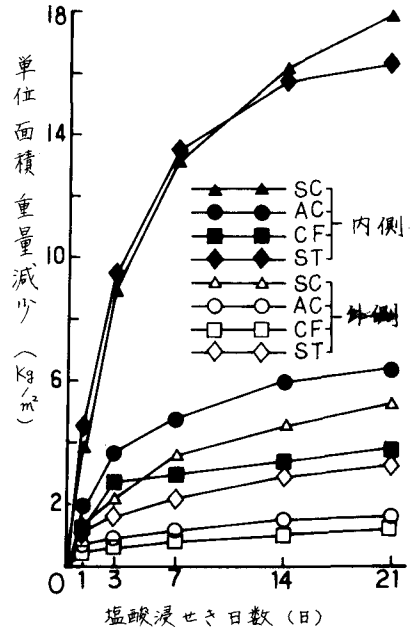


図-5 耐酸性試験結果

最後に、本研究に対し、

昭和55年度吉田研究奨励金が授与されたことを深く感謝いたします。

一参考文献一 1) 瀬原, 川浪・鶴田 セメント技術年報 33, 145 (1979)