

高強度コンクリートの封緘養生下における強度特性

Strength Properties of High-Strength Concrete under Sealed-Curing

室蘭工業大学建設システム工学科 正会員 菅田 紀之 (Noriyuki Sugata)
室蘭工業大学大学院建設システム工学専攻 ○学生員 相澤 義徳 (Yoshinori Aizawa)

1. はじめに

近年、構造材料に求められる性能は多様化かつ高度化してきており、圧縮強度が 80 N/mm^2 を超える高強度コンクリートの研究も行われ実用化が進められてきている。このようなコンクリートでは、結合材の使用量が多いため自己収縮および水和発熱量が大きく、収縮応力および温度応力により発生するひび割れが問題となる場合がある。このひび割れの発生を予測するためには、材齢数日までの若材齢時における力学的性質を把握する必要がある。しかしながら、若材齢時、特に材齢1日程度までの力学的性質に関する研究は少なく、予測に必要な情報が不足しているのが現状である。

そこで本研究では、封緘養生した高強度コンクリートの終結直後から材齢28日までの強度特性を明らかにすることを目的として強度試験を行い、その結果を検討した。また、普通コンクリートとの比較も行った。

2. 実験の概要

2.1 コンクリートの使用材料と配合

本研究で使用したコンクリートの配合を表-1に示す。結合材として普通ポルトランドセメント(C)およびシリカフェウム(SF)、細骨材(S)として陸砂、粗骨材(G)として砕石2005を用いた。高強度コンクリートでは水結合材比(W/B, $B=C+SF$)を25%、シリカフェウム置換率(SF/B)を0%、10%および20%とした。また、細骨材率(s/a)を41.7%、単位水量(W)を 140 kg/m^3 として、目標スランプフロー60cm、目標空気量1.5%が得られるように配合を決定した。混和剤にはポリカルボン酸系の高性能AE減水剤(SP)を用いた。普通コンクリートでは水セメント比(W/C)を55%とした。また、細骨材率(s/a)を45%、単位水量(W)を 153 kg/m^3 として、目標スランプ8cm、目標空気量4.5%が得られるように配合を決定した。混和剤には天然樹脂酸塩系のAE剤(AE)を用いた。

2.2 試験方法

コンクリートの強度試験は、直径100mm、高さ200mmの円柱供試体を用いて行った。試験材齢は終結直後(終結後1.5~2時間)、12時間、16時間、24時間、3日、7日および28日である。供試体の養生は材齢28日まで温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ に制御された恒温室内で封緘養生とした。圧縮試験において、供試体の軸方向および直径方向に埋め

表-1 コンクリートの配合

実験 ケース	W/B (%)	SF/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)						
				W	C	SF	S	G	SP	AE
25-0	25	0	41.7	140	560	0	748	1031	4.37	—
25-10		10			504	56	740	1019	7	—
25-20		20			448	112	731	1007	8.96	—
普通	55	—	45	153	279	—	853	1050	—	0.042

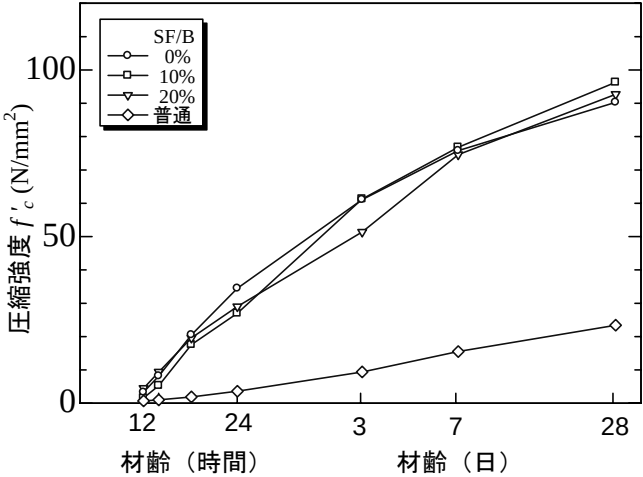


図-1 材齢と圧縮強度の関係

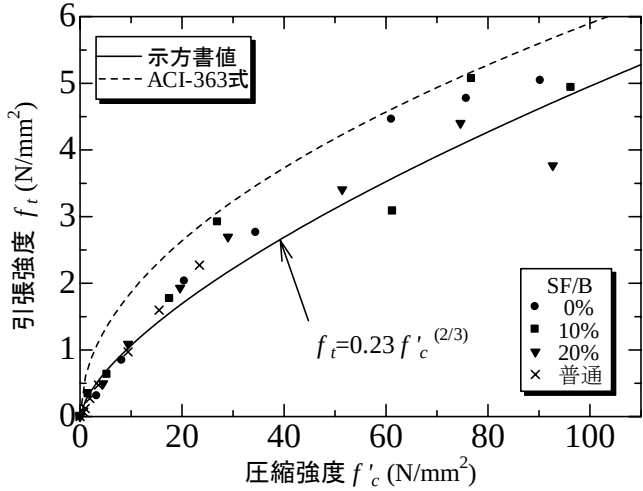


図-2 圧縮強度と引張強度の関係

込んだひずみゲージによりひずみを測定し、弾性係数およびポアソン比を算定した。なお、供試体の端面処理は、

高強度コンクリートでは材齢 16 時間まで、普通コンクリートでは 24 時間までの試験を硬質石膏によるキャッピング仕上げとした。それ以降のものでは研磨機による研磨仕上げとした。引張強度は割裂引張強度試験方法により求めた。

3. 実験結果および考察

3.1 強度

図-1 は、材齢と圧縮強度の関係を示している。高強度コンクリートの強度の増加傾向は SF 置換率によって異なり、材齢 24 時間までは 0 % の強度が一番大きく次いで 20 %、10 % の順になっている。材齢 7 日では 10 % の強度が一番大きく次いで 0 %、20 % の順になっているが、材齢 28 日では 10 % の強度が一番大きく次いで 20 %、0 % の順になっている。このように SF 置換率が大きいと強度の増加時期が遅くなる傾向があることがわかる。材齢 28 日の圧縮強度は $90.3 \text{ N/mm}^2 \sim 96.3 \text{ N/mm}^2$ であった。

3.2 引張強度

図-2 は、圧縮強度と引張強度の関係を示している。図中の実線は土木学会コンクリート標準示方書の式¹⁾、破線は ACI-363 委員会の関係式²⁾である。圧縮強度が $10 \text{ N/mm}^2 \sim 40 \text{ N/mm}^2$ の範囲で実験結果のほうがやや大きい。圧縮強度と引張強度の関係はシリカフェーム置換率によらず全体的に見て一定の関係となっており、高強度コンクリートと普通コンクリートの結果はほぼ一致していた。また、実験結果は全体的に ACI-363 の式よりも小さくなっている。

3.2 弾性係数

図-3 は、圧縮強度と弾性係数の関係を示している。実線は土木学会コンクリート標準示方書¹⁾のコンクリートの圧縮強度と弾性係数の関係を示したもので、破線は ACI-363 委員会の関係式²⁾である。図より、高強度コンクリートの圧縮強度と弾性係数はほぼ一定の関係になっているといえる。また、普通コンクリートの実験結果は圧縮強度 $10 \text{ N/mm}^2 \sim 25 \text{ N/mm}^2$ の範囲で高強度コンクリートより大きく、ACI-363 式に近い値になっている。しかしながら、高強度コンクリートの実験結果は示方書の関係および ACI-363 式より 5 kN/mm^2 以上小さくなっていることがわかる。点線は実験結果の近似曲線を示している。

3.3 ポアソン比

図-4 は、圧縮強度とポアソン比の関係を示している。実線は実験結果の近似直線を示している。図よりばらつきが大きいものの圧縮強度が大きくなるにつれてポアソン比も大きくなっていることがわかる。圧縮強度が 0 N/mm^2 のときのポアソン比は 0.2 程度、圧縮強度が 100 N/mm^2 のときのポアソン比は 0.3 程度である。

4. まとめ

本研究では、シリカフェームを用いた高強度コンクリートの終結直後から材齢 28 日までの強度特性を明らかにすることを目的として強度試験を行った。その結果をまとめると次のようになる。

(1) SF 置換率が大きいほど圧縮強度の増加時期が遅く

なる。

- (2) 圧縮強度と引張強度の関係は、シリカフェーム置換率によらず一つの曲線で表すことができる。引張強度は土木学会コンクリート標準示方書の式よりも若干大きい。また、高強度コンクリートと普通コンクリートの結果はほぼ一致する。
- (3) 圧縮強度と弾性係数の関係は、シリカフェーム置換率によらず一つの曲線で表すことができる。弾性係数はコンクリート標準示方書および ACI の値よりも小さく、ACI の曲線をほぼ平行移動した分布である。また、普通コンクリートでは ACI の曲線に近い値を示す。
- (4) ポアソン比は圧縮強度が大きくなると大きくなる傾向にあり、その値は 0.2 から 0.3 程度である。

参考文献

- 1) 土木学会：2002 年制定コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]、土木学会、2002。
- 2) ACI Committee 363: State-of-the-Art Report on High-Strength Concrete, ACI, 1992。

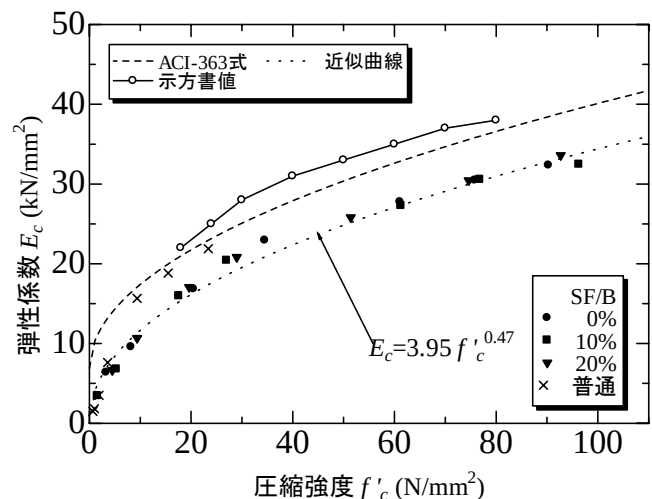


図-3 圧縮強度と弾性係数の関係

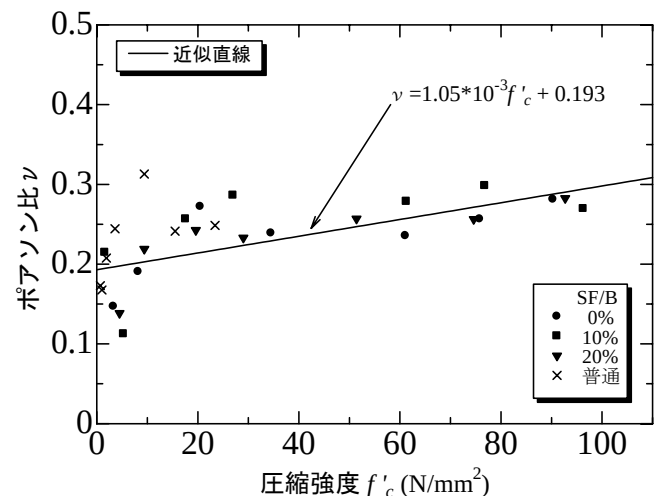


図-4 圧縮強度とポアソン比の関係