

高強度コンクリートの若材齢時からの強度特性について

Strength Properties of High-Strength Concrete from Final Set

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 田中 健司 (Kenji Tanaka)

1. はじめに

近年、圧縮強度が 80 N/mm² を超えるような高強度コンクリートの実用化が進められてきている。しかしながら、このような高強度コンクリートでは、結合材量が多く水和発熱量および自己収縮量が多くなるため、それらの影響によるひび割れの発生が問題になる場合がある。このひび割れの発生を解析的に精度よく予測するためには熱特性や収縮特性のほか、若材齢時からの強度特性に関する情報が必要となる。

そこで本研究では、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、凝結試験および強度試験を行い、それらの特性に関する検討を行った。

2. 実験の概要

実験に用いた高強度コンクリートの配合を表-1に示す。表に示すように水結合材比(W/B)が 25 %で、シリカフェーム置換率(SF/B)が 0 %、5 %、10 %および 20 %である 4 種類のコンクリートを用いた。使用した結合材は普通ポルトランドセメント(C)およびシリカフェーム (SF, 比表面積=230,000 cm²/g, 平均直径=0.2 μm, 密度=2.2), 細骨材(S)は陸砂, 粗骨材(G)は砕石 2005, 混和剤(SP)はポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤である。目標スランプフローを 60 cm, 目標空気を 1.5 %として配合を決定している。試験に用いた供試体は直径 10 cm, 高さ 20 cm の円柱供試体であり, 供試体軸方向および半径方向に埋込み型ひずみゲージを配置した。強度試験を行った材齢は終結直後 (終結後 1 ~ 1.5 時間), 12 時間, 16 時間, 24 時間, 3 日, 7 日および 28 日である。

3. 実験結果

3.1 凝結

凝結試験の結果を表-2に示す。凝結の始発および終結は、シリカフェーム置換率が多くなるほど遅くなっていることがわかる。また、シリカフェームを使用しないコンクリートでは、始発から終結までに 2 時間以上を要しているが、シリカフェームを使用したコンクリートでは 1 時間半程度であることがわかる。

3.2 圧縮強度

材齢と圧縮強度の関係を図-1に示す。強度発現性状はシリカフェーム置換率によって異なり、材齢 24 時間までは、シリカフェーム置換率が小さいほど強度が大きくなっている。材齢 3 日ではシリカフェーム置換率が 0 %の強度と 5 %の強度はほぼ等しくなっていることがわか

る。材齢 7 日および 28 日では、シリカフェーム置換率が 10 %の強度が最も大きく、次いで 0 %, 5 %, 20 %の順となっている。しかしながら、シリカフェーム置換率が 0 %の強度, 5%の強度および 10 %の強度の間の差は小さいことがわかる。

3.3 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 委員会の式²⁾を示している。図より、圧

表-1 コンクリートの配合

W/B (%)	SF/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	SF	S	G	SP
25	0	41.7	140	560	0	749	1032	4.4
	5	41.7	140	532	28	744	1025	5.3
	10	41.7	140	504	56	740	1019	7.0
	20	41.7	140	448	112	731	1007	7.8

表-2 凝結試験結果

SF/B (%)	始発時間	終結時間
0	4:23	6:41
5	5:25	7:04
10	6:50	8:17
20	7:27	8:51

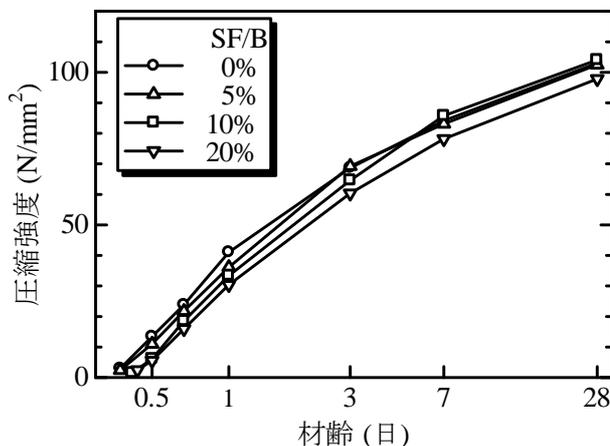


図-1 材齢と圧縮強度の関係

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可能であるといえる。実験結果と各式を比較すると、実験結果は土木学会の式より若干大きめの傾向を示していることがわかる。特に、圧縮強度が 50 N/mm² 以下の場合にその傾向が強い。また、実験結果は ACI-363 の式より全強度域において小さくなっている。

3.4 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。図中の実線は、コンクリート標準示方書の値¹⁾、破線は ACI 363 委員会の式²⁾を示している。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可能であるといえる。実験結果と各式等の値を比較すると、実験結果はコンクリート示方書の値および ACI 363 の値より小さくなっていることがわかる。また、ACI 363 の曲線を縦軸方向に 5 kN/mm² 程度平行移動した分布になっていることがわかる。

3.5 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。図より、低強度域においてポアソン比のばらつきが大きくなっていることがわかる。これは、低強度時においては、コンクリートとひずみゲージとの間の付着力が小さく、コンクリートの変形にひずみゲージが十分に追従できなかったこと、ひずみレベルが小さいことによる測定誤差の影響が大きく現れたことによるものと考えられる。圧縮強度とポアソン比の関係の近似直線は、図のように強度が大きくなるに従いポアソン比も若干大きくなるというものである。圧縮強度が 0 N/mm² に近い場合のポアソン比は 0.21 程度、圧縮強度が 100 N/mm² 程度の場合のポアソン比は 0.25 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凝結試験および強度試験を行った。その結果をまとめると次のようになる。

- (1) 凝結の始発および終結は、シリカフェーム置換率が多いほど遅くなる。
- (2) 材齢 3 日程度までの圧縮強度は、シリカフェーム置換率が小さいほど大きい。材齢 7 日以降における圧縮強度はシリカフェーム置換率が 10 % の場合に最も大きい。
- (3) 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。
- (4) 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。
- (5) 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 0.21 から 0.25 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。

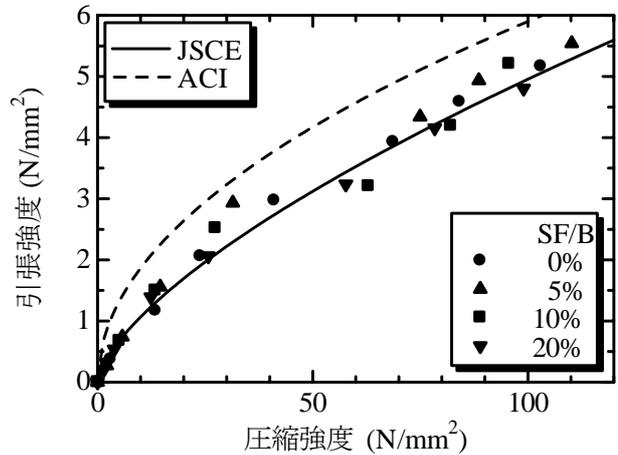


図-2 圧縮強度と引張強度の関係

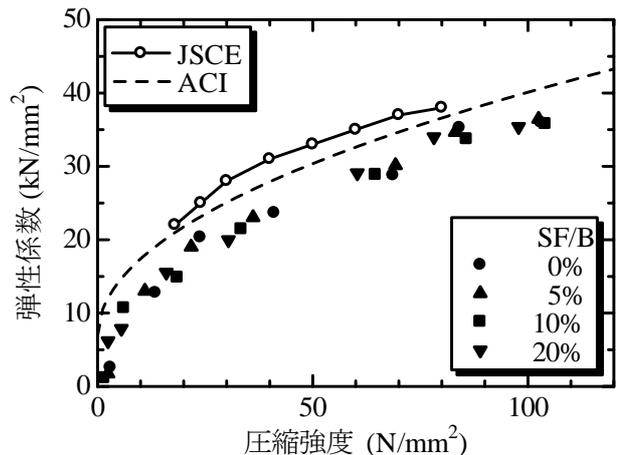


図-3 圧縮強度と弾性係数の関係

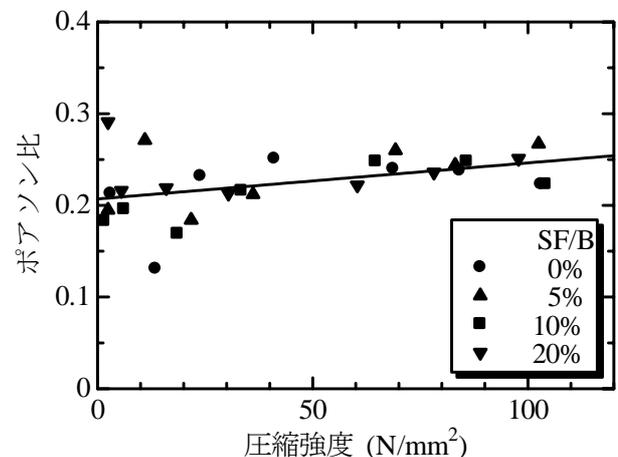


図-4 圧縮強度とポアソン比の関係