

製品用シリカフュームコンクリートの諸性質に対する蒸気養生の影響

徳島大学工学部 正会員 河野 清

徳島大学工学部 正会員 川口 修宏

徳島大学工学部 正会員○石丸 啓輔

1. まえがき

シリカフュームは、コンクリート用混和材として強度・水密性の改善に効果のある超微粒子の産業副産物であり、各方面への利用が検討されている。コンクリート工場製品の用途を拡大するためには、製品用コンクリートの品質向上が必要であり、混和材としてシリカフュームを使用することは有効であると思われる。

そこで本研究では、製品用コンクリートにシリカフュームを混和材として使用した場合の基礎的資料を得ることを目的として、シリカフュームをセメントの一部に0～20%の範囲で代替し、蒸気養生を行い、標準養生と比較して圧縮強度、動弾性係数、乾燥収縮、水密性などの諸性質を調査した。

2. 実験概要

実験に使用した材料を表-1に、配合を表-2に示す。コンクリートの練りまぜには、強制練りミキサを用い、練り上がり直後にフレッシュコンクリートの試験として、スランプ試験(JIS A 1101)、空気量試験(JIS A 1128)を行った。供試体は、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 、 $\phi 15 \times 30\text{cm}$ の円柱型枠および $10 \times 10 \times 40$

表-1 使用材料

分類	材 料	主 要 な 性 質
結合材	普通セメント	比重 3.15, 比表面積(ブレン法) 3130 cm^2/g
	シリカフューム	比重 2.20, 比表面積(BET法) 155000 cm^2/g , SiO_2 88.5%
細骨材	吉野川産川砂	比重 2.61, 吸水率 1.31%, 粗粒率 2.81
粗骨材	吉野川産川砂利	比重 2.62, 吸水率 1.39%, 粗粒率 6.57, 最大寸法 20mm
混和剤	製品用高性能減水剤	高縮合トリアジン系

表-2 コンクリートの配合

配合種類	粗骨材 最大寸法 Ms (mm)	目 標 スランプ Sl (cm)	目 標 空 気 量 Air (%)	水結合材 比 W/(C+Sf) (%)	細 骨 材 率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					混和剤 (cc/m ³)
						水 W	セメント C	シリカ フューム Sf	細 骨 材 S	粗 骨 材 G	
Sf 0	20	8 $\pm$ 1	2	53	48	169	320	—	888	966	4800
Sf 5				53		169	304	16	886	963	4800
Sf10				53		171	288	32	881	958	4800
Sf15				56		178	272	48	869	946	4800
Sf20				58		185	256	64	858	933	4800

cmのはり型枠にコンクリートを詰め、振動台で振動締固め成形し、図-1に示す条件で蒸気養生(65℃、80℃)および標準養生を行った。蒸気養生後は20℃水中養生とした。硬化コンクリートの試験としては、圧縮強度試験(JIS A 1108)、動弾性係数試験(JIS A 1117)、長さ変化試験(JIS A 1129)および透水試験を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 シリカフューム代替率と圧縮強度との関係

シリカフューム代替率が各材令の圧縮強度に及ぼす影響を図-2に示す。20℃標準養生では、代替率5%と10%のものが、材令3日および7日において、高い圧縮強度を示している。また、材令14日、28日では、代替率10～20%の

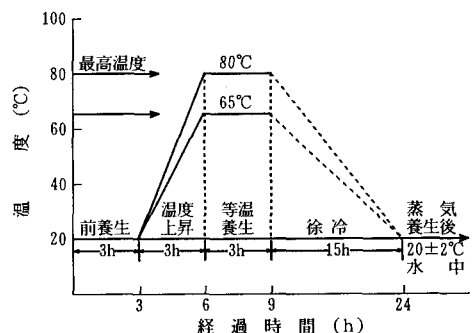


図-1 蒸気養生条件

コンクリートの強度増進が著しい。これは、シリカフュームは、粉末度が非常に大きく、 SiO_2 含有率が高いのでコンクリート中の細孔を充填し内部組織をち密にするマイクロファイラー効果、および優れたポゾラン反応による効果のためと思われる。蒸気養生を行うと、材令7日までは、温度が高いほど圧縮強度が高くなる傾向があるが、材令14日、28日の強度増進は、逆に低くなっている。これは、コンクリートを蒸気養生すれば水和反応は促進されるが、皮膜形成による水和阻害やコンクリート材料の熱膨張、高温による結晶粒の粗大化が起るためと思われる。

3.2 動弾性係数への影響

シリカフューム代替率が動弾性係数へ及ぼす影響を示した図-3に見られるように、代替率5%ではプレーンコンクリートと大差ないが、代替率が増すにつれて動弾性係数が低下する傾向がある。また、蒸気養生を行うと初期材令の値は標準養生のものより高くなるが、その増進率が低くなり、材令28日では、蒸気養生が少し低い値を示し、養生温度が高いほどその傾向は著しい。

3.3 乾燥収縮への影響

養生条件とシリカフューム代替率の乾燥収縮への影響を図-4に示す。シリカフュームの代替率が大きくなるほど乾燥収縮は大きくなる傾向がある。これは、超微粒子のシリカフュームの使用でブリージングが減少することの影響であると思われる。蒸気養生すると乾燥収縮は減少しており、乾燥収縮の抑制に蒸気養生は有効であると考えられる。

3.4 水密性への影響

シリカフューム代替率の透水係数(材令28日)への影響を図-5に示す。シリカフューム代替率が大きいほど透水係数は小さくなり、水密性が増加する傾向がある。これは、前述のマイクロファイラー効果により、コンクリートの内部組織がち密になっているためと思われる。しかし、蒸気養生すると、透水係数は多少大きくなっている。

4. まとめ

シリカフュームを製品用の硬練りコンクリートに使用すると、圧縮強度の改善や水密性の向上に有効である。とくに水密性の改善には、高い代替率の方が効果があり、蒸気養生による初期材令での強度発現、乾燥収縮の抑制などにも効果がある。なお、蒸気養生を行うと標準養生に比べて、透水係数が大きくなるので、水密性を必要とする製品にシリカフュームの使用は有効である。

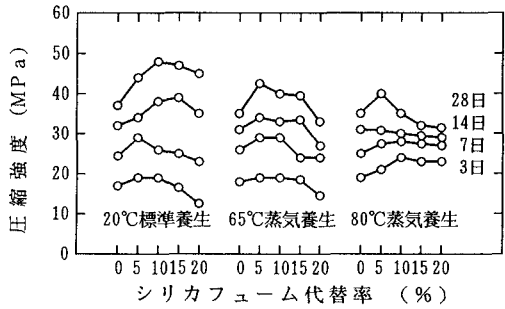


図-2 シリカフューム代替率と圧縮強度

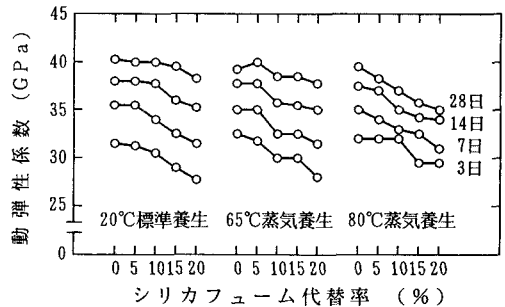


図-3 シリカフューム代替率と動弾性係数

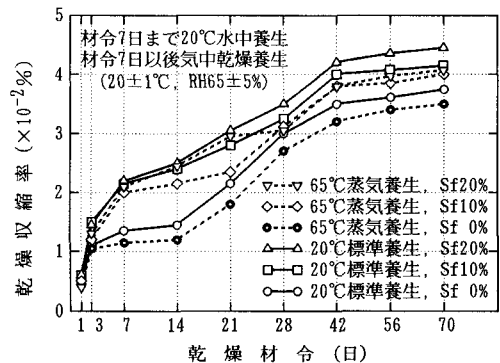


図-4 養生条件とシリカフュームコンクリートの乾燥収縮

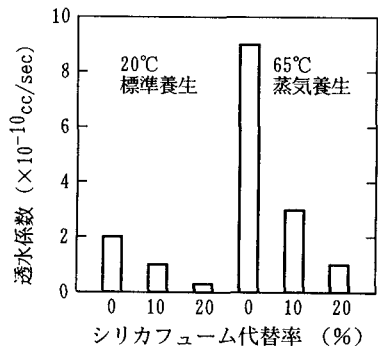


図-5 シリカフューム代替率の透水係数への影響