

製品用コンクリートへのシリカフュームの利用に関する検討

徳島大学正員河野清
徳島大学学生員○栗飯原史朗
村本建設 大西修

1. まえがき

シリカフュームは、コンクリートの混和材として強度・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改善が必要であり、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、蒸気養生を行った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、各種養生条件での圧縮強度、乾燥収縮および水密性について比較・検討を行った。

2. 実験概要

実験での使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。コンクリートの練りまぜは、強制練りミキサで行い、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

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) $3130\text{cm}^2/\text{g}$
	シリカフューム	比重 2.20 比表面積(BET) $155000\text{cm}^2/\text{g}$ SiO_2 含有率 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 1.38% 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 Ns (mm)	目録スランプ SI (cm)	目録空気量 AIR (%)	水結合材比 W/(C+Sf) (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					高性能減水剤
						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±1	2	53	48	169	320	—	888	966	4800
Sf 5				53		169	304	16	886	963	
Sf 10				53		171	288	32	881	958	
Sf 15				56		178	272	48	869	946	
Sf 20				58		185	256	64	858	933	

柱形枠および $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ のはり形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に示す各種の方法で所定の材令まで養生した。硬化コンクリートの試験としては、圧縮強度試験(JIS A 1108)、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と圧縮強度との関係を図-2に示す。20℃常温では、代替率5% 10%のものが、材令 3日において、高い圧縮強度を示している。また、材令 7日以降では、代替率 15% 20%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

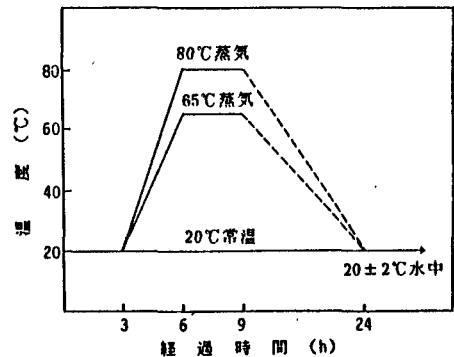


図-1 養生方法

密にすること、優れたポゾラン反応を示すことなどのためと思われる。養生方法についてみると、材令 3 日では、温度が高いほど圧縮強度が高くなる傾向があるが、材令 7 日以降の強度増進は、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、皮膜形成による結晶内部の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こるためと思われる。

3.2 乾燥収縮への影響

乾燥材令と乾燥収縮率との関係を図-3に示す。この図からわかるように、シリカフュームの使用により乾燥収縮は大きくなっており、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フ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。

3.3 水密性への影響

シリカフューム代替率と透水係数（材令 28 日）との関係を図-4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、先にも述べたように、コンクリートの内部組織が緻密になっているためと思われる。しかし、蒸気養生すると、透水係数は大きくなっており、水密性に悪影響をおよぼしていると思われる。

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・水密性の改善に有効であるといえる。初期材令の強度発現には、低い代替率が、長期材令での強度増進・水密性には、高い代替率の方が効果あると思われる。蒸気養生は、初期材令での強度発現・乾燥収縮の抑制には効果があるが、シリカフュームを使用しても強度増進・水密性が減少する傾向がある。

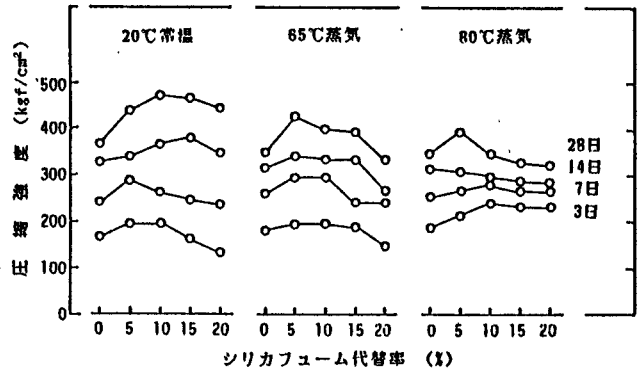


図-2 シリカフューム代替率と圧縮強度との関係

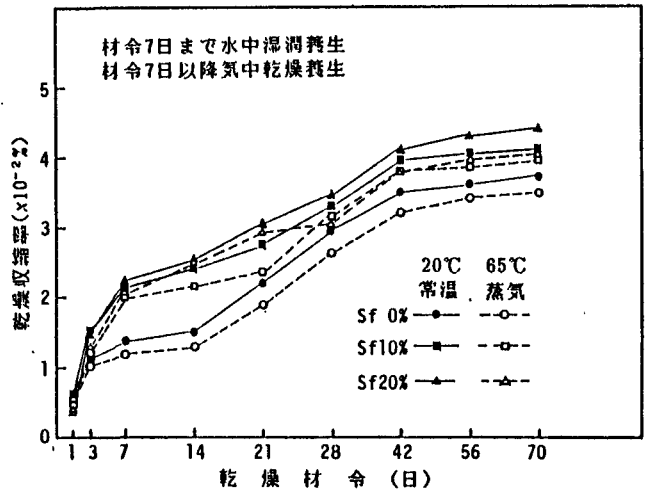


図-3 乾燥材令と乾燥収縮率との関係

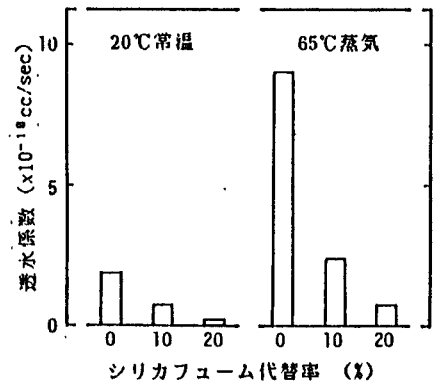


図-4 シリカフューム代替率と透水係数との関係