

V-292 シリカフュームおよび高炉スラグ微粉末の製品用コンクリートへの使用

徳島大学 正員 河野 清
 徳島大学 学生員○粟飯原 史朗
 村本建設(株) 大西 修

1. まえがき

シリカフュームおよび高炉スラグ微粉末は、コンクリート用混和材として強度、水密性、耐海水性等の改善に効果のある産業副産物である。コンクリート製品の品質向上と用途拡大のためにも、その有効利用について十分に調査、研究をすすめる必要がある。

したがって、国産でSiO₂含有量の比較的高いシリカフュームと粉末度の異なる2種の高炉スラグ微粉末とをセメントに代替使用した硬練りコンクリートを標準養生ならびに蒸気養生し、圧縮強度、乾燥収縮、水密性等におよぼす影響について検討を行った。

2. 実験の概要

実験で使用した各材料の主な性質を表-1に示す。シリカフュームおよび高炉スラグ微粉末混入率の異なる表-2に示す配合を用い、強制練りミキサによってコンクリートの練りまぜを行った。練りまぜ後、スランブ試験(JIS A 1101)および空気量試験(JIS A 1128)をフレッシュコンクリートについて行ったのち、φ10×20cm円柱型枠、

表-1 使用材料と主な性質

分類	材 料	主 要 な 性 質
結合材	普通セメント	比重 3.15 プレーン比表面積 3130cm ² /g
	シリカフューム	比重 2.20 BET法比表面積 155000cm ² /g SiO ₂ 含有率 88.5%
	高炉スラグ微粉末 標準品	比重 2.91 プレーン比表面積 3800cm ² /g
	高炉スラグ微粉末 高粉末度	比重 2.91 プレーン比表面積 7800cm ² /g
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	高性能減水剤	高縮合トリアジン系
	標準形減水剤	リグニンスルホンサン酸塩系

* CaO 44.2%, SiO₂ 33.9%, Al₂O₃ 15.5%

表-2 コンクリートの配合

配合種類	粗骨材最大寸法 Ms (mm)	目スランブ Sl (cm)	目空気量 Air (%)	水結合材比 W/C (%)	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	高炉 スラグ Sg	細骨材 S	粗骨材 G	高性能 減水剤	標準形 減水剤
Sf-0	20	8±1	2	53	48	169	320	—	—	888	966	4800	—
Sf-5				53		169	304	16	—	886	963	4800	—
Sf-10				53		171	288	32	—	881	958	4800	—
Sf-15				56		178	272	48	—	869	946	4800	—
Sf-20				58		185	256	64	—	858	933	4800	—
Sg-0	20	8±1	2	53	48	169	320	—	—	888	966	—	1600
Sg-30				53		168	224	—	96	887	965	—	1600
Sg-60				53		168	128	—	192	883	960	—	1600
Sg-30				53		170	224	—	96	884	962	—	1600
Sg-60				54		172	128	—	192	878	955	—	1600

注) Sf: シリカフューム Sg: 標準粉末度高炉スラグ微粉末 Sg: 高粉末度高炉スラグ微粉末

φ15×30cm中空円柱型枠および□10×10×40cmはり型枠に詰め、20℃標準養生と最高温度の異なる2種の蒸気養生(前養生+温度上昇+等温養生+徐冷期間=3(20℃)+3(15℃/h, 20℃/h)+3(65℃, 80℃)+13h)を行った。蒸気養生後は、所定材令まで20℃水中養生を行った。

硬化コンクリートについては、圧縮強度試験(JIS A 1108)、張張強度試験(JIS A 1113)、長さ変化試験(JIS A 1128)および透水試験を行って、混和材の影響を調査した。

3. 実験結果の考察

(1) 養生条件と圧縮強度

図-1、図-2にみられるように、シリカフュームをセメント対し5~15%代替すると、材令14日以後の強度発

現が良好である。蒸気養生を行うと、初期強度発現は良いが、シリカフュームを用いても長期材令への増進率が低下し、標準養生より低くなる。高炉スラグ微粉末を用いた場合は、図-3、図-4にみられるように材令28日以後の強度の伸びが良く、80℃蒸気養生による強度発現への悪影響がみられない。代替率 30%の配合では、高粉末スラグを用いたものが標準粉末スラグ比べて、明かに各材令の強度が改善されている。

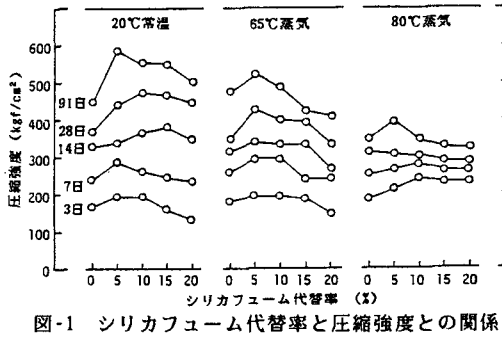


図-1 シリカフューム代替率と圧縮強度との関係

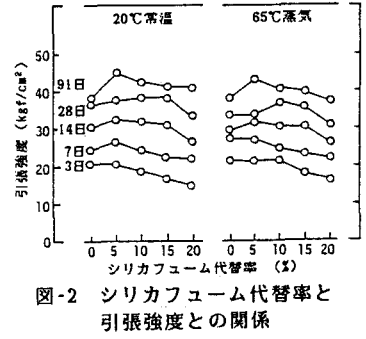


図-2 シリカフューム代替率と引張強度との関係

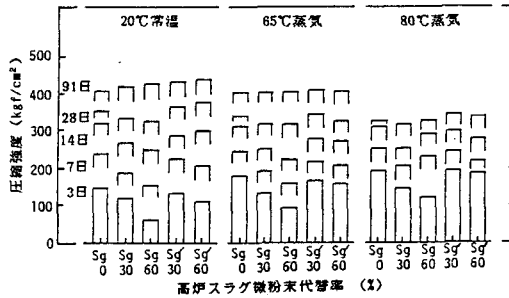


図-3 高炉スラグ微粉末代替率と圧縮強度との関係

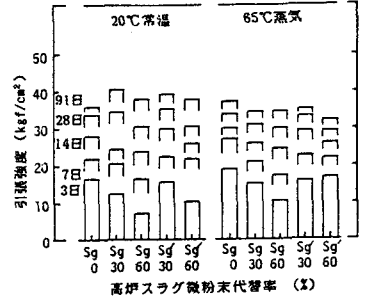


図-4 高炉スラグ微粉末代替率と引張強度との関係

(2) 乾燥収縮への影響

図-5に示したようにシリカフュームを用いると、用いないコンクリートに比べて乾燥収縮は大となるが、蒸気養生を行うことによって低減することができる。高炉スラグ微粉末を加えると同様に乾燥収縮は増加する（図-6参照）。

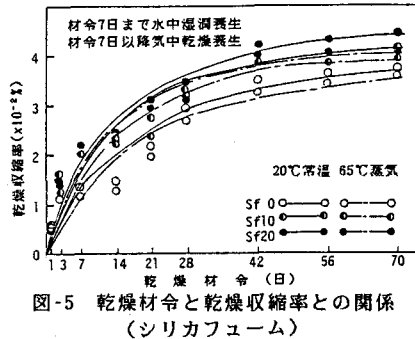


図-5 乾燥材令と乾燥収縮率との関係（シリカフューム）

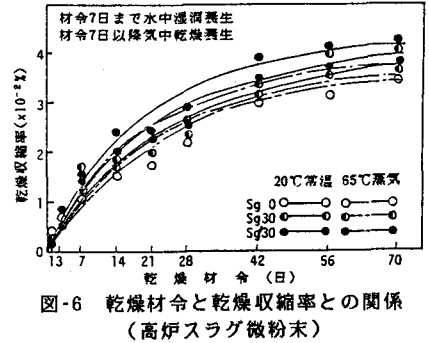


図-6 乾燥材令と乾燥収縮率との関係（高炉スラグ微粉末）

(3) 水密性への影響

シリカフュームをセメントに代替すると、透水係数はかなり小となり水密性が改善される。蒸気養生を行った場合、図-7のように透水係数が大となる傾向がある。高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートは、標準形減水剤を用いて比較しているが、高炉スラグ微粉末を用いることによって透水係数は用いないコンクリートより小となっている。

4. まとめ

製品用コンクリートにシリカフュームを5~10%使用すると、圧縮強度水密性等が改善され、水密性を要するコンクリート製品に使用可能であり、高炉スラグ微粉末についても蒸気養生した場合の強度が改善され使用可能といえる。高炉スラグ微粉末の効果については他のメーカーのものも加えてさらに検討する必要がある。

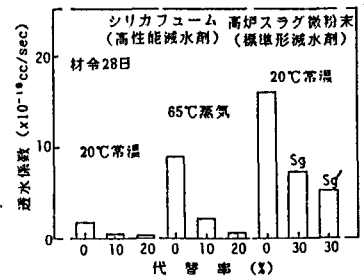


図-7 代替率と透水係数との関係