

シリカフェームを用いた製品用硬練りコンクリートに対する蒸気養生の影響

河南工業高等専門学校 正会員 ○堀井克章
 徳島大学工学部 正会員 河野 清
 河南工業高等専門学校 正会員 天羽和夫
 株式会社石川組 石川誠一

1. まえがき

フェロシリコンやメタルシリコンの製造時に排出されるシリカフェームは、 SiO_2 含有率の高い非結晶質超微粉末であり、優れたポゾラン質混和材として注目されている産業副産物である。

本研究は、蒸気養生を行う製品用硬練りコンクリートにシリカフェームを利用する際の基礎的資料を得ることを目的として、シリカフェームを混和材としてセメントの一部に代替使用し、フレッシュ及び硬化コンクリートの諸性質に及ぼすシリカフェームの影響と硬化コンクリートの諸性状に及ぼす蒸気養生の影響について標準養生や低温養生と比較して実験的に検討したものである。

2. 実験概要

(1) コンクリートの使用材料及び配合

本実験で使用した材料及び配合を表-1及び表-2にそれぞれ示す。配合設計は、各結合材の比重を考慮し、結合材ペースト容積と骨材容積との比も一定として行った。

(2) コンクリートの試験

練りまぜには強制練りミキサーを用い、寸法細・粗骨材と結合材を投入して30秒間攪拌し、次に混和剤を添加した水を投入して150秒間練りまぜを行った。

練りまぜ終了後直ちに、スランプ試験(JIS A 1101)及び空気量試験(JIS A 1123)を行った。また各配合のコンクリートについて、VB試験(BS 1881)、締め固め係数(CF)試験(BS 1881)及びブリージング試験(JIS A 1123)を行い、日をかえて3回行った。

硬化コンクリートの試験用中10×20cm円柱供試体及び10×10×40cmはり供試体は、各型枠にコンクリートを詰め、振動台(振動数600rpm、振幅1mm)

で20秒間締め固めて作製し、恒温室、蒸気養生槽及び低温養生槽へ移して、図-1に示す各種方法で養生を行った。所定材令で、動弾性係数試験(JIS A 1127、ソニッフ法)及び圧縮強度試験(JIS A 1108)は円柱供試体を、また乾燥収縮に関する長さ変化率試験(JIS A 1129、コンパレータ法)ははり供試体を、各条件についてそれぞれ3個用いて行った。

3. 試験結果及び考察

(1) フレッシュコンクリート

フレッシュコンクリートの各試験結果を表-3及び図-2に示す。

超微粉末のシリカフェームをコンクリートに利用すると、粘着力が増してワーカビリティは悪化するが、表-2の配合及び表-3のスランプ及びVB値から明らかに、シリカフェーム代替率の増加に伴い、多量使用の可能な高強度減水剤の使用量を増すことで、同程度のスランプ及びVB値が得られる。このことから、シリカフェームを用いたコンクリートのワーカビリティの改善に高強度減水剤の利用が有効であるといえる。なおCF値は、

表-1 使用材料

分類	材料	性質
結合材	普通セメント	比重3.15、ブレン値3200cm ² /g
	シリカフェーム	比重2.27、ブレン値22700cm ² /g、 SiO_2 含有率78.0%
細骨材	川砂	表層比重2.64、吸水率1.35%、粗粒率2.90
粗骨材	砕石	表層比重2.58、吸水率2.06%、粗粒率6.35最大粒径
混和剤	高強度減水剤	比重1.13、塊状、高練合トリジン系
	AE抑制剤	—

表-2 コンクリートの配合

配合 シリカ 代替率 %	細骨材 最大径 (mm)	目盛 スランプ (cm)	目盛 空気量 (%)	水 配合 材比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg/m³)				単位量(cc/m³)		
						水	結合材 セメント	細骨材	粗骨材	高強度 減水剤	AE抑制剤	
Sr0%	20	5	5	50	47	150	300	0	875	964	4500	35-50
Sr10%					148	265	30			6638		
Sr20%					145	233	58			6730		

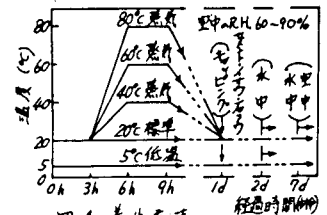


図-1 養生方法

表-3 フレッシュコンクリートの試験結果

配合	終止が温度 (°C)	スランプ (cm)	空気量 (%)	VB値	CF値
Sr0%	標準	4.1~6.2	4.4~5.8	12.9~16.0	0.86~0.87
Sr10%	標準	4.6~5.5	4.2~5.2	12.8~15.0	0.87~0.91
Sr20%	標準	4.6~5.8	4.2~5.4	11.2~16.4	0.89~0.91

シリカフェーム代替率の増加に伴い、若干増加する傾向がある。

図2から明らかなようにコンクリートのブリージング率は、シリカフェーム代替率の増加に伴い、著しく減少する傾向がある。シリカフェームを20%代替使用したコンクリートの最終ブリージング率は、これを用いないものの約20分の1にまで小さくなる。これは、シリカフェームが超微粉末であるために保水性が良くペーストの凝集力が強いことなどによるものと思われる。しかしブリージングの終了時間は、シリカフェームを用いたコンクリートの方がこれを用いないものに対して1.5時間程度長くなる傾向を示す。これは、シリカフェームを使用することにより、コンクリートの凝結が若干遅延することによるものと思われる。

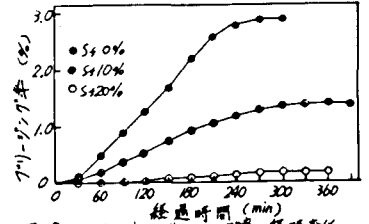


図-2 コンクリートのブリージング率の経時変化

(2) 硬化コンクリート

硬化コンクリートの各試験結果を図-3、4及び5に示す。

図-3から明らかなようにコンクリートの圧縮強度は、全般的に見てシリカフェームを用いたものの方がこれを用いないものに対して大きく増加する傾向がある。これは、シリカフェームがSiO₂含有率の高い非結晶質超微粉末であり、優れたポゾラン反応を示すこと、ブリージングが減少して内部組織も緻密になることなどによるものと思われる。この強度改善の効果は、比較的高温で蒸気養生した場合の初期材令及び20℃の常温で比較的最長期間養生した場合に顕著となる。シリカフェームを20%代替使用し、最高温度80℃の蒸気養生を行うことにより、材令1日で約400kgf/cm²の高強度が得られ、これは、シリカフェームを用いずに同じ養生を行ったコンクリートの強度の約1.5倍に相当する値であり、蒸気養生はシリカフェームを用いたコンクリートの初期強度発現にきわめて有効であるといえる。なおシリカフェームを用いたコンクリートについても、材令1日以降の材令に伴う強度の伸びは、養生温度の低いものほど大きくなること、7日間の湿潤養生の後に3週間空气中で乾燥させたものの方が、湿潤養生を続けたものに対して75~20%高い強度を示すことなど通常のコンクリートと同様な現象も見られる。

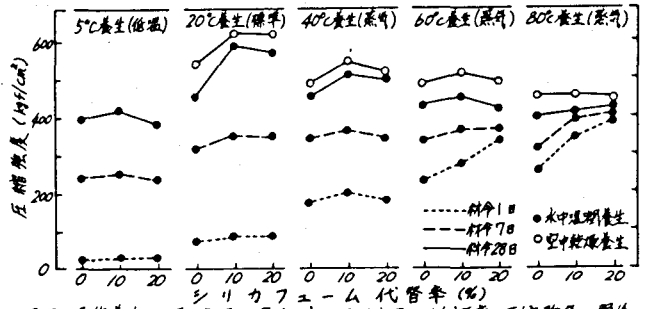


図-3 各種養生を行ったコンクリートのシリカフェーム代替率と圧縮強度との関係

図-4から明らかなようにコンクリートの圧縮強度と動弾性係数との間には高い相関があり、両者の関係を指数式で示すことができ、動弾性係数をコンクリートの強度の推定に利用することは十分可能であるといえる。

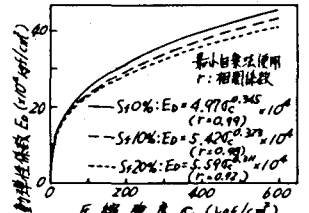


図-4 圧縮強度と動弾性係数との関係

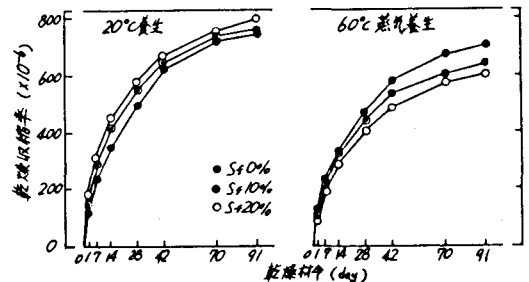


図-5 コンクリートの乾燥収縮率の経時変化

図-4から明らかなようにコンクリートの圧縮強度と動弾性係数との間には高い相関があり、両者の関係を指数式で示すことができ、動弾性係数をコンクリートの強度の推定に利用することは十分可能であるといえる。

図-5から明らかなようにコンクリートの乾燥収縮率は、シリカフェーム代替率の増加に伴い、20℃養生の場合には若干増加する傾向を示すものの、蒸気養生の場合には逆に減少する傾向を示す。さらに20℃養生に比べて蒸気養生したコンクリートの乾燥収縮率の方が小さい値を示しており、ここでも蒸気養生の効果が認められる。

4. おわりに

本研究より、製品用硬練りコンクリートの品質改善に、シリカフェームを高強度減水剤とあわせて利用することの効果があり、蒸気養生を行うことにより、その使用効果が一層顕著になることが認められたが、今後も、長期材令での試験用供試体を作製してあり、調査を継続していく予定である。