

V-206

シリカフュームコンクリートの
内部組織と塩素イオン透過性

金沢大学 学生員○浅野篤郎 金沢大学 学生員 三原守弘
金沢大学 正会員 鳥居和之 金沢大学 正会員 川村満紀

1. まえがき シリカフュームコンクリートは、シリカフュームのポゾラン反応の進行により、比較的早期に緻密で、かつ不連続な内部組織が形成されるので、コンクリート内部への塩素イオンの浸透の抑制により鉄筋腐食を防止する効果が期待できる。一方、シリカフュームコンクリートは、シリカフューム置換率が大きくなると、コンクリートの伸び能力も小さくなるので、厳しい環境条件下におかれるとコンクリート中に微細なひびわれが発生する可能性があり、このことがコンクリートの塩素イオン透過性に影響を及ぼすことも予想される。

本研究は、シリカフュームコンクリートの細孔構造および気泡組織を調べるとともに、シリカフュームコンクリートの塩素イオン透過性に及ぼす配合、養生および環境作用の影響について検討したものである。

2. 実験概要 細骨材および粗骨材は、川砂（比重：2.61、吸水率：1.3%）および碎石（比重：2.69、吸水率：0.8%、最大寸法：20mm）である。使用セメントは普通ポルトランドセメントであり、シリカフュームは市販品（比重：2.33、BET比表面積：24.2m²/g、SiO₂含有量：90.9%）を使用した。コンクリートの配合は、単位結合材量（300kg/m³）細骨材率（38%）および水・結合材比（55%）を一定にし、シリカフュームの重量置換率を5%、10%および15%とした。コンクリートは、所定のスランプ（8±1cm）および空気量（4±1%）が得られるように、AE剤量（Y社、天然樹脂酸塩）および高性能減水剤（K社、ナフタリンスルホン酸高縮合物）の使用量を試験練りにより決定した。養生条件は、水中養生28日継続（略号W）と水中養生3日後、材令28日まで気中養生継続（略号A）の2種類である。養生後の環境条件は、水中養生継続、湿度60%の室内での気中養生継続、および気中養生と水中養生の2週間ごとの繰り返しの3種類である。測定項目は、細孔径分布（水銀圧入式ポロシメータ、直径10cm、高さ20cmの円柱供試体の中心部より採取したモルタル試料使用）、気泡組織の観察¹⁾（画像解析装置による気泡径分布および気泡表面間距離の測定（測定領域40×75mm）、写真-1参照）および塩素イオン透過性²⁾（急速試験法（AASHTO T-277））である。

3. 実験結果および考察 **3-1 細孔径分布および気泡組織の特徴** シリカフュームコンクリートの細孔径分布を図-1に示す。シリカフュームコンクリートでは、毛細管空隙の充填・閉塞および遊離石灰の減少により、コンクリートの内部組織は緻密かつ均質になる。シリカフューム置換率が10%まではシリカフューム置換率に比例して、コンクリートの全細孔量が減少するとともに、細孔径分布が細かい径の方向に移行する傾向が認められる。しかし、シリカフューム置換率が15%になると、全細孔量の減少および細孔径分布の細かい径へ移行は小さくなり、そのような傾向は水中養生28日のものよりも水中3日のものにおいて特に顕著になる。このため、シリカフュームコンクリートの強度は、図-2に示すよう

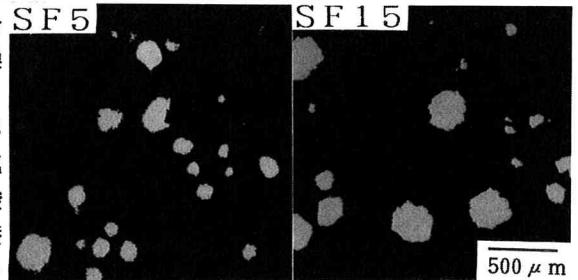


写真-1 気泡部分の2値画像

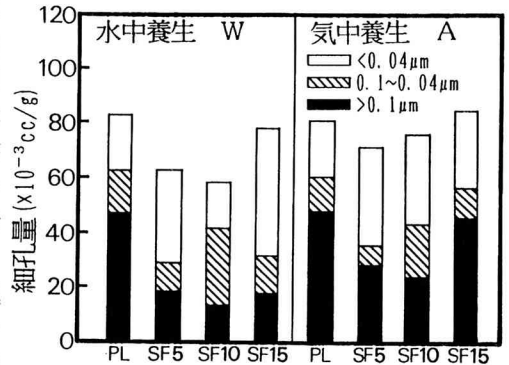


図-1 全細孔量および細孔径分布

表-1 気泡組織の特徴

	気泡の個数	平均気泡径 (μm)	気泡表面間距離 (μm)
PL	2148	58	286
SF 5	1148	62	408
SF 10	633	69	564
SF 15	778	81	452

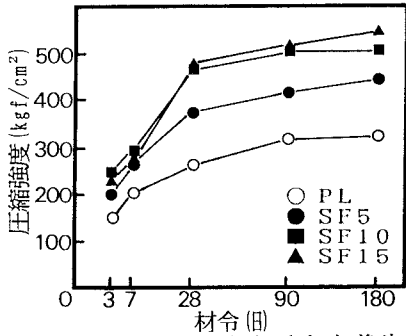


図-2 圧縮強度 (水中養生)

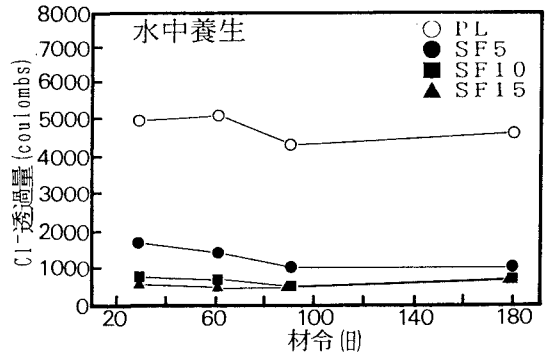


図-3 塩素イオン透過性 (水中養生)

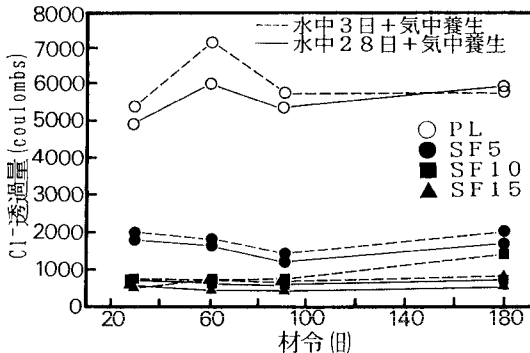


図-4 塩素イオン透過性 (気中養生)

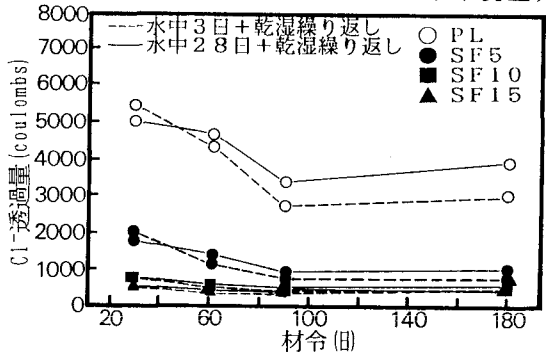


図-5 塩素イオン透過性 (乾湿)

にシリカフェーム置換率が10%以内ではシリカフェーム置換率に比例しての強度発現がみられるが、シリカフェーム置換率が10%を超えると頭打ちになる傾向がある。シリカフェームコンクリートの気泡組織の特徴を表-1に示す。シリカフェームコンクリートでは、フレッシュコンクリートの粘性の増加および高性能減水剤の多量使用の影響により、コンクリートの気泡組織が不安定となり、このためシリカフェーム置換率が大きくなるにつれて硬化コンクリートの気泡の個数の減少および気泡径分布において 100 μ m以上の大きな径の気泡の増大が認められる。**3-2 塩素イオン透過性の経時変化** シリカフェームコンクリートの塩素イオン透過性の経時変化を図-3～5に示す。シリカフェームコンクリートの塩素イオン透過性は、図-3に示すように28日材令にて既にシリカフェーム置換率5%ではブレンコンクリートの約1/3程度、シリカフェーム置換率10%以上では1000クーロン以下 (AASHTO T-277 (Very Low)) に相当する) となり、この値では実用上塩素イオンがほとんど透過しないものと判断できる。また、シリカフェームコンクリートの水和反応は比較的早期に進行するので、養生条件が塩素イオン透過性に及ぼす影響もブレンコンクリートと比較して小さい。一方、乾燥養生継続の影響については、図-4に示すように乾燥が長期にわたるとシリカフェームコンクリートの塩素イオン透過性は多少増加する傾向にあるが、その影響は比較的小さいことが明らかになった。また、乾燥・湿潤の繰り返しの影響については、図-5に示すようにコンクリートの配合および養生条件に関係なく水中養生継続および乾燥養生継続と比較して塩素イオン透過量が減少しており、とくにブレンコンクリートでは乾燥・湿潤の繰り返しは塩素イオン透過量の低減に及ぼす効果大きいことが明らかになった。このように、シリカフェームコンクリートでは、初期材令から塩素イオン透過性を大きく低減できるとともに、シリカフェーム置換率が15%程度までのものは乾燥収縮や乾燥・湿潤の繰り返しによる体積変化に対しても良好なひびわれ抵抗性を有していることが確認された。

4. まとめ シリカフェームコンクリートでは、初期材令から緻密で、かつ均質な内部組織が形成されるので、養生条件に関係なく塩素イオン透過性の大きな低減効果が期待できる。本実験における配合条件では、シリカフェーム置換率10%程度が強度発現および塩素イオン透過性の面から最適な置換率であると言える。

参考文献 1) S.Chatterji, et al., Cement & Concrete Research, Vol.7, No.4, 1977.

2) D.Whiting, FHWA/RD-81/119, 1981.