

鉄筋の発錆に及ぼすシリカフュームの影響について

福岡大学 ○正員 添田 政司
 福岡大学 正員 大和 竹史
 福岡大学 正員 江本 幸雄

1. まえがき

シリカフュームを用いたコンクリートは、緻密な内部組織のため著しい強度改善や耐凍害性や耐薬品性さらに外部から浸透する塩素イオンの抑制効果に優れることを筆者らは今までに明らかにしてきた。⁽¹⁾ しかしながら、中性化促進試験を行なった結果ではシリカフューム(SFと略記)混入率が増加するにつれて中性化深さが大きくなることを指摘した。⁽²⁾ これは、SFのポズラン反応によりコンクリート中のpH値が、混入率の増加に伴い著しく低下することに起因しており、このようにpH値が低下すれば、鉄筋の不動態皮膜を破壊する塩化物イオンの限界値の低下や、固定化されない塩化物イオンの増加のために鉄筋腐食の危険性が増加するものと考えられる。そこで本研究では、中性化試験や塩水噴霧試験を行ないSFの混入率や種類がモルタル中の鉄筋の発錆に及ぼす影響をpH値や発錆面積率を測定することにより実験的に検討したものである。

2. 実験概要

表-1 シリカフュームの物理的および化学的性質

使用材料は、セメントには普通ポルトランドセメント(比重3.16)を、細骨材には標準砂(豊浦産)を用いた。SFは国内産(A)と外国産(B)を用いそれらの比重

記号	比重	単位容積 重量(kg/m ³)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	CaO (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	P, II
国内産	2.24	—	89.5	0.4	0.9	1.5	0.2	—	—	8.67
外国産	2.26	600	93.1	0.7	1.2	0.8	0.2	1.0	0.5	7.15

および化学成分を表-1に示す。モルタルの配合は質量比でセメント1, 標準砂2, 水セメント比0.65と一定にし, SFをセメント重量の内割りで10%, 20%および30%混入した。なお, SFを混入したものは, フロー値が一定(260±10)になるように高性能減水剤(マイティー150)で調整した。供試体は4×4×16cmの角柱を使用した。鉄筋はφ6mmのみがき丸鋼を使用し, かぶり10mmの位置に供試体につき2本配置した。試験方法は, 劣化要因の影響を検討するため, 中性化促進試験と塩水噴霧試験の期間を変えたものを組み合わせて実施し, モルタルの中性化深さ, 塩水浸透深さ, pHおよび鉄筋の発錆面積を測定した。表-2に試験フロー, 試験条件並びに測定項目を示す。

3. 結果および考察

図-1は中性化試験および塩水噴霧試験のそれぞれの試験期間後のSF混入率と中性化深さおよび塩素イオン浸透深さの関係を示したものである。既報⁽²⁾での結果とほぼ同様に中性化深さは, 中性化期間が長くなる程大きくなる傾向が認められた。SFの混入率で比較した場合は, 中性化期間28日の0%と10%ではほぼ同程度であるが, 混入率が20%および30%になると無混入に比べて2~3倍程度大きくなる傾向にあった。塩素イオンの浸透深さでは, 中性化深さとは逆にSF混入率が多くなる程浸透深さは小さくなる傾向が認められ, 塩素イオンの浸透が浸透深さにして約1/2に抑制された。

表-2 試験フローおよび測定項目

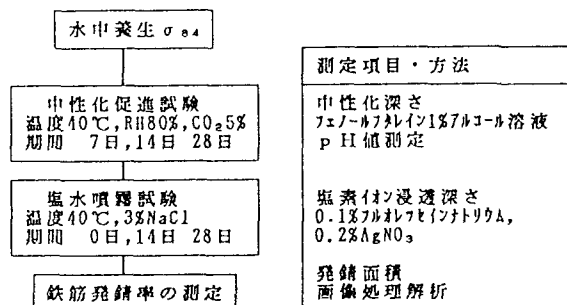


図-2は各試験終了時における供試体表面(0~5mm)でのSF混入率とpHの関係を示したものである。

図より、中性化期間の進行に伴いSF混入率が多いもの程さらに塩水噴霧期間が長い程pHの低下が顕著に認められる。特にSF30%のpHは、中性化28日、塩水噴霧28日で約9まで低下した。一方、SF0%および10%では中性化期間や塩水噴霧期間の進行に伴うpHの低下は認められず、pHは12.3~12.6でほぼ同程度であった。これは図-1のSF0%および10%での中性化深さが、中性化期間28日においても約2mmでしかないためにpHの低下が認められなかったものと思われる。

図-3はSF混入率と鉄筋の発錆率の関係を示したものである。中性化期間7日においては塩水噴霧による顕著な差は認められなかった。しかし中性化期間が進につれて発錆率は大きくなり中性化期間28日目では塩水噴霧期間の進行によっても増大し、SF20%で55%、SF30%で64%の発錆率になった。しかしながら、SF0%および10%の発錆率は最大でそれぞれ7%および15%程度であった。

図-4は塩水噴霧28日目におけるpHと鉄筋の発錆率の関係を示したものである。図よりpHと鉄筋の発錆率は相関性が認められるようである。特にSF混入率が20%以上になるとpHの低下が著しくなり発錆率も大きくなっている。SFの種類による顕著な差は本実験内では認められなかった。これらのことより、SFを使用した場合の鉄筋の発錆に及ぼす要因としては、SFの外部から浸透する塩分の抑制効果よりも、モルタル中に含まれるアルカリ性成分の溶出によるpHの低下のほうが著しく大きな影響を及ぼしているものと考えられる。

参考文献 (1)大和他；コンクリートの強度および耐久性に及ぼすシリカフュームの影響；土木学会第43回年次講演会
(2)添田他；コンクリートの化学的抵抗性に及ぼすシリカフュームの影響；セメント技術年報 42巻

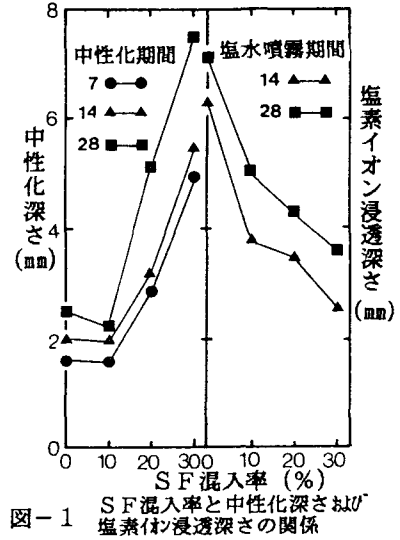


図-1 SF混入率と中性化深さおよび塩素イオン浸透深さの関係

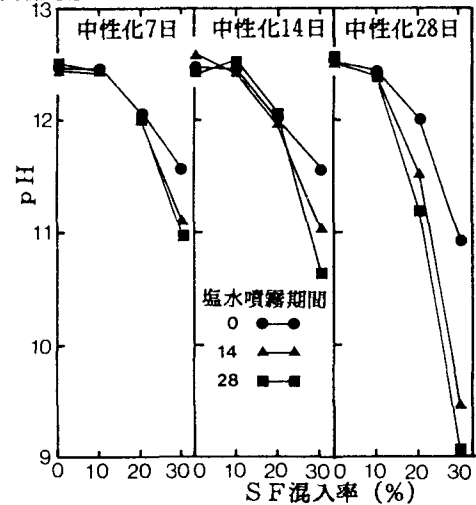


図-2 SF混入率とpHの関係

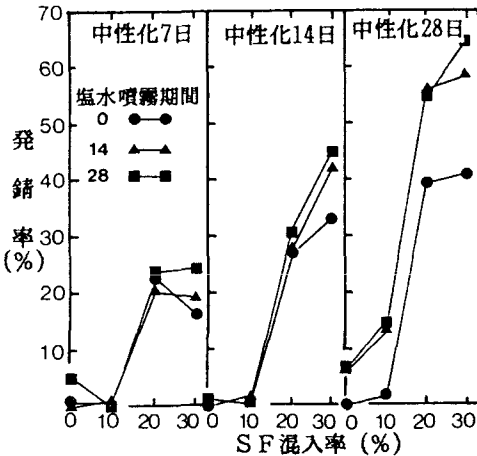


図-3 SF混入率と発錆率の関係

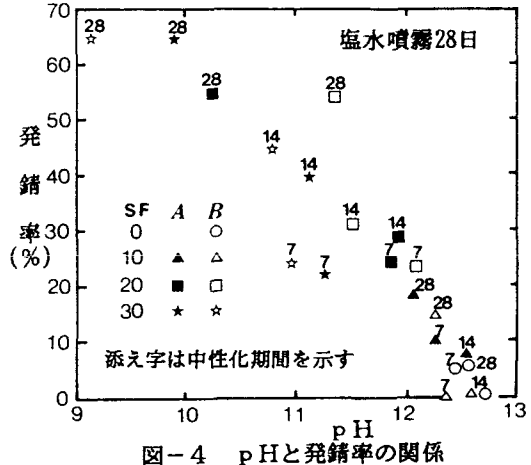


図-4 pHと発錆率の関係