

# V-110 シリカフェームコンクリート供試体の 海洋環境下での暴露試験

機動建設工業㈱ 正会員 崔 義秀

立命館大学 正会員 尼崎省二 高木宣章

京都大学 正会員 宮川豊章

1. はじめに シリカフェームコンクリートは、緻密な内部組織のため電気抵抗は非常に大きく<sup>1)</sup>、透気性が低下するためカソード反応が生じにくいと考えられている。反面、シリカフェーム(SFと略記)の混入による空隙溶液中のpH値の低下、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、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との報告<sup>2)</sup>もある。しかし、SFコンクリート中の鉄筋腐食に関する研究、特に実海洋環境下へのSFコンクリート供試体の暴露試験に関する研究は少ないのが現状である。若手コンクリート研究会・海洋コンクリート構造物ワーキンググループ(代表：京都大学・小林和夫)では、SFコンクリートを含めた各種コンクリート供試体の暴露実験<sup>3)</sup>において、継続的にひびわれ調査、自然電位、分極抵抗、コンクリートの音速などの測定を行い、鉄筋腐食が進行した供試体は、曲げ載荷試験を実施した後、コンクリートの細孔径分布、塩素イオン量の測定、鉄筋の腐食状況の観察などを行なっている。

本研究は、当研究会の暴露実験のうち、SFコンクリート供試体の自然電位、ひびわれ状況、鉄筋の腐食度を中心に実験検討したものである。

2. 実験概要 実験要因とシリーズ名を各々表1、2に示す。使用材料は、高炉セメントB種(比重 3.05)、国内産SF(比重 2.22, 比表面積 207,000 cm<sup>2</sup>/g)、野洲川産川砂(比重 2.56, FM=3.11)、野洲川産川砂利(比重 2.60, MS=25mm)である。鉄筋は黒皮付き異形丸鋼(SD30, D10)を使用した。コンクリートの配合を表3に示す。SFはセメント重量に対する内割でスラリーとして混入し、SFによるワーカビリティの低下は高性能減水剤により調整した。人工海水は、JIS A 6205-1982 に規定されている塩分溶液を使用した。供試体は 12x12x118 cm であり、各シリーズとも暴露用2本、強度用1本である。材令24日までの気中養生後、明石市西岡地区(瀬戸内海に面し海象条件は穏やかであるが潮位差が大きい)に設置した。コンクリートの塩素イオン量は、風乾試料(0.15 mm以下)を希釈、煮沸、冷却後、市販の塩分計で簡易測定した。

3. 実験結果および考察 材令28日(気中養生)におけるコンクリートの諸強度を表4に、電位の経時変化の一例を図1に示す。ここで、腐食度はH(赤さびの盛り上がったもの)、L(わずかに腐食の認められるもの)、M(HとMの中間)の3段階に評価している。SFコンクリートの電位はSF無混入コンクリートに比較してかなり卑となる<sup>1)</sup>が

表 1 実験要因

|       |           |
|-------|-----------|
| 水結合材比 | 40, 60 %  |
| SF量   | 0, 30 %   |
| かぶり   | 10, 25 mm |
| 練混ぜ水  | 水道水, 人工海水 |

注) SF : シリカフェーム

表 2 シリーズ名

| シリーズ | W/(C+SF)<br>(%) | 練混ぜ水 | かぶり<br>(mm) | SF量<br>(%) |
|------|-----------------|------|-------------|------------|
| 1    | 40              | 人工海水 | 10          | 0          |
| 2    | 40              | 人工海水 | 10          | 30         |
| 3    | 60              | 水道水  | 10          | 0          |
| 4    | 60              | 水道水  | 10          | 30         |
| 5    | 60              | 人工海水 | 10          | 0          |
| 6    | 60              | 人工海水 | 10          | 30         |
| 7    | 60              | 人工海水 | 25          | 30         |

表 4 コンクリートの諸強度

| シリーズ | 圧縮強度<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 弾性係数<br>(x10 <sup>4</sup> kgf/cm <sup>2</sup> ) |
|------|--------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1    | 365                            | 36.4                                            |
| 2    | 556                            | 36.8                                            |
| 3    | 278                            | 32.1                                            |
| 4    | 486                            | 37.5                                            |
| 5    | 255                            | 33.9                                            |
| 6, 7 | 500                            | 36.0                                            |

表 3 コンクリートの示方配合

| シリーズ | W/(C+SF)<br>(%) | s/a<br>(%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |      | 混和材料 (%) |     | スラング<br>(cm) | 空気量<br>(%) |
|------|-----------------|------------|--------------------------|-----|-----|-----|------|----------|-----|--------------|------------|
|      |                 |            | W                        | C   | SF  | S   | G    | AE 剤     | SP  |              |            |
| 1    | 40              | 39         | 150                      | 375 | 0   | 666 | 1058 | 0.07     | 0.5 | 6.2          | 3.3        |
| 2    | 40              | 39         | 150                      | 263 | 112 | 693 | 1101 | 0.07     | 3.5 | 8.5          | 2.2        |
| 3    | 60              | 43         | 150                      | 250 | 0   | 779 | 1049 | 0.045    | 0   | 6.0          | 4.0        |
| 4    | 60              | 43         | 150                      | 175 | 75  | 813 | 1095 | 0.045    | 2.5 | 6.0          | 1.5        |
| 5    | 60              | 43         | 150                      | 250 | 0   | 779 | 1049 | 0.045    | 0   | 8.5          | 5.8        |
| 6, 7 | 60              | 43         | 150                      | 175 | 75  | 813 | 1095 | 0.045    | 4.0 | 7.0          | 1.8        |

注) SP : 高性能減水剤 混和剤は (C+SF) 重量に対して使用

暴露9ヶ月ではスパーサー部のひびわれを除くと全シリーズとも鉄筋腐食によるひびわれは観察されていない。暴露1年11ヶ月における電位は9ヶ月より更に卑となり、かぶり10mmの供試体全てに鉄筋腐食による軸方向ひびわれが観察された。水結合材比60%、水道水練りしたSFコンクリート(図1d)は、SF無混入コンクリート(図1c)よりひびわれ幅および腐食度が幾分小さい傾向にあるが、腐食は進行している。特に、水結合材比が小さく、人工海水練りしたSFコンクリート(図1b)の鉄筋腐食が著しい傾向にある。これは、かぶりが10mmと非常に小さいために気象作用の影響を受けやすいこと、あるいはPageらの指摘するSFの混入によるpH値の低下に伴う不動態皮膜を破壊する塩化物イオン量の限界値の低下、固定化されない塩素イオン量の増加などが原因として考えられる。かぶり25mmのSFコンクリート(図1g)の電位は、鉄筋腐食を生じた供試体と同程度の卑な値であるが、鉄筋腐食によるひびわれは暴露2年11ヶ月まで観察されていない。コンクリートの塩素イオン量の一例を図2に示す。コンクリート表面に近い区

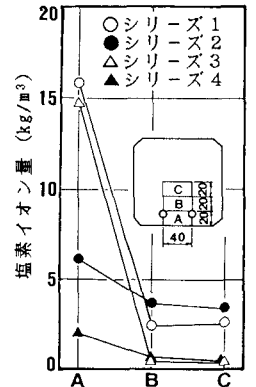
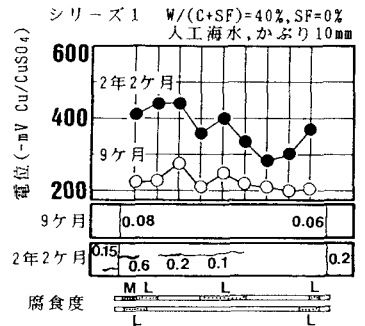
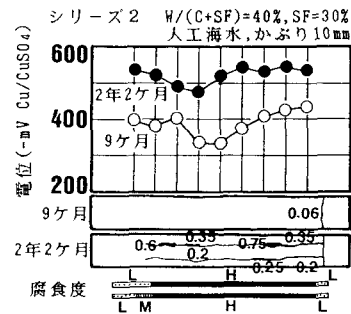


図2 コンクリートの塩素イオン量

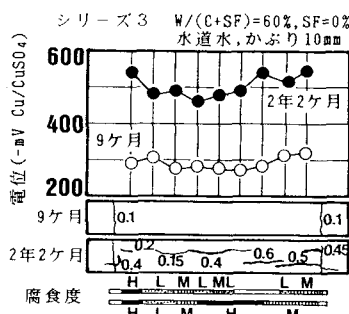
間は、SFの混入により外部から浸透する塩素イオンが顕著に減少するが、かぶり10mmではその効果は少なく鉄筋腐食は進行している。  
参考文献 1) 明石、高木、宮川、崔, “シリカフェムコンクリート中に埋め込んだ鉄筋の腐食に関する実験的研究”, セメント技術年報 41, pp.177~180, 1987  
2) C.L.Page and Ø.Vennesland, “Pore solution composition and chloride binding capacity of silica-fume cement pastes”, Material and Structures, Vol.16, No.91, pp.19~25, 1983  
3) 小林和夫, “海洋コンクリート構造物の耐久性について”, 土木学会関西支部昭和60年度共同研究グループ報告書, pp.1~16, 1986



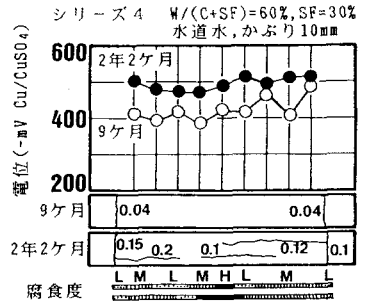
a) シリーズ1



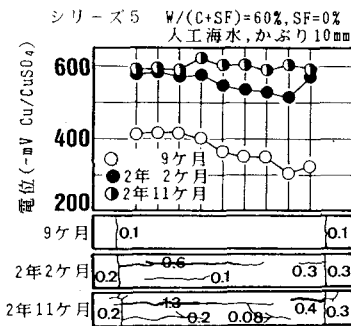
b) シリーズ2



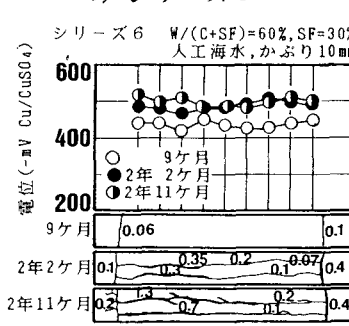
c) シリーズ3



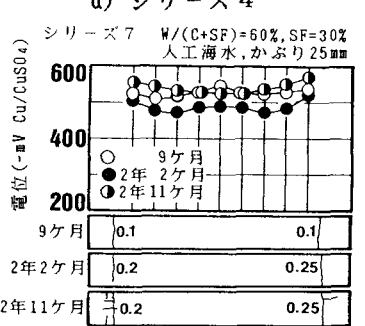
d) シリーズ4



e) シリーズ5



f) シリーズ6



g) シリーズ7

図1 電位、ひびわれ幅の経時変化および鉄筋の腐食度 (ひびわれ幅の単位 mm)