

# 海洋飛沫帯に 5 年間暴露した鉄筋コンクリート梁の性状(III)

## —鋼繊維補強コンクリートの防食効果—

Behavior of Reinforced Concrete Beams Exposed in Marine Splash Zone for Five Years (III)

—Effect of Steel Fiber Reinforced Concrete on Prevention of Rebar Corrosion—

小林 一 輔\*・星野 富夫\*・辻 恒平\*

Kazusuke KOBAYASHI, Tomio HOSHINO and Kohei TSUJI

### 1. は し が き

前報<sup>1)</sup>では海洋環境に建設される鉄筋コンクリート構造物の防食方法のうち、1種防食の効果に関して、水セメント比、かぶりおよび高炉水砕スラグ微粉末使用などが鉄筋腐食に及ぼす影響について報告した。本文では、鋼繊維補強コンクリート(SFRC)中に埋め込まれた鉄筋の腐食性状を、5年間にわたる暴露試験結果に基づいてとりまとめたものである。

### 2. SFRCの使用材料と配合

鋼繊維は $\phi 0.5\text{mm} \times 30\text{mm}$ の異形カットワイヤーならびに $\square 0.5 \times 0.5 \times 30\text{mm}$ のせん断ファイバーを使用した。コンクリートへの体積混入率 $V_f$ はいずれも1.5%であり、コンクリートの配合は、水セメント比50%、 $s/a$ :69%、単位セメント量:460kgとした。なお、比較に用いた普通コンクリートの配合は水セメント比が50%および40%、 $s/a$ が45%と43%であって単位セメント量はそれぞれ392kgおよび490kgとした。鉄筋をはじめとする使用材料やその他の条件および供試体に関しては既報<sup>2)</sup>に示したとおりである。

### 3. 暴露試験結果

#### (1) 供試体の外観およびクラックの状況

写真-1に5年暴露後のSFRC供試体の外観を示す。このようにコンクリート表面の鋼繊維の腐食による錆汁が観察されたが、破断面の観察では表面から1mm以上の深さで鋼繊維の腐食はほとんど認められなかった。

図-1は同一供試体の暴露前、1年後、3年後、5年後に表面で観察されたクラックの経年変化を示すスケッチの一例である。比較のため示した普通コンクリートの表面には暴露1年目より鉄筋位置に沿った縦クラックが認められたが、SFRC供試体の場合、暴露前に普通コンクリートと同一荷重(かぶり2cmの場合1.8t, 同3cmの場合1.6t)で導入したクラックのパターンがその後ほとんど変化していないことがわかった。

#### (2) 鉄筋の腐食状況

図-1には5年暴露後の供試体より取りだした鉄筋の腐食位置もあわせて示しているが、腐食はいずれも暴露前に導入したコンクリートのひびわれ部分に限定されている。腐食形態は、鉄筋のごく表面に限定された点状の錆の集合である。腐食の程度を調べる1つの方法として

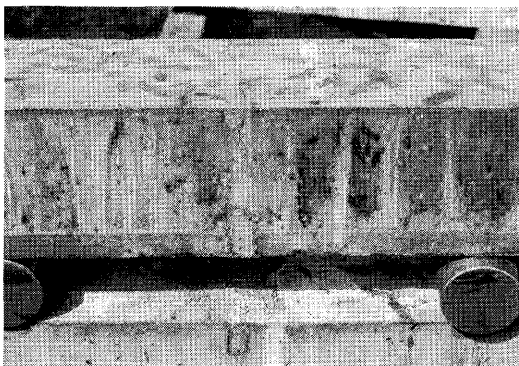


写真-1 鋼繊維補強コンクリートの外観(海洋暴露5年：C種)

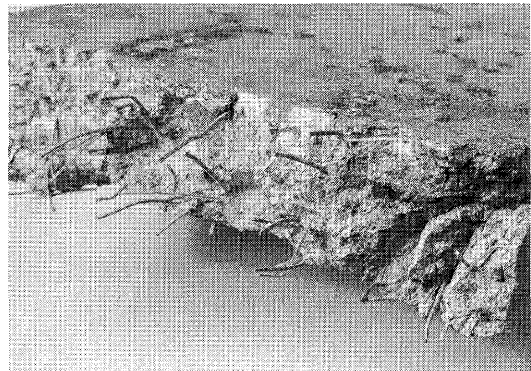


写真-2 鋼繊維補強コンクリートの破断面  
(海洋暴露5年：S種)

\*東京大学生産技術研究所 第5部

研 究 速 報

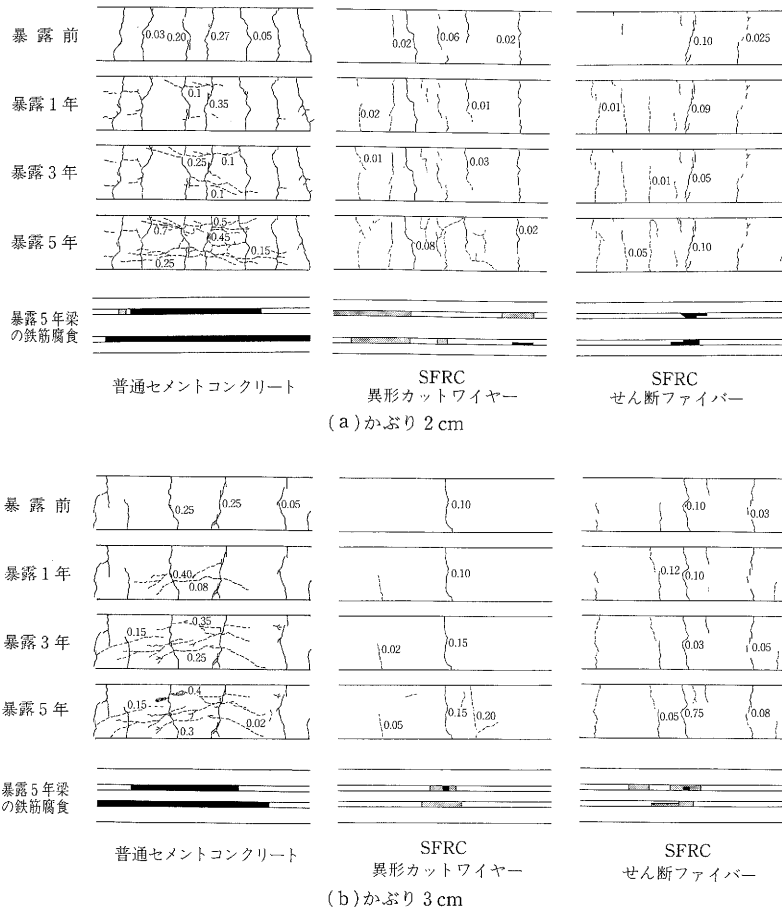


図-1 供試体表面のひびわれの経時変化と鉄筋腐食(W/C=50%)

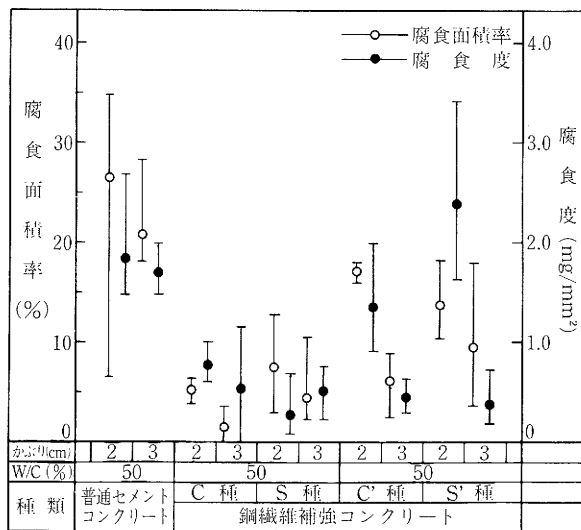


図-2 鉄筋の腐食面積率および腐食度

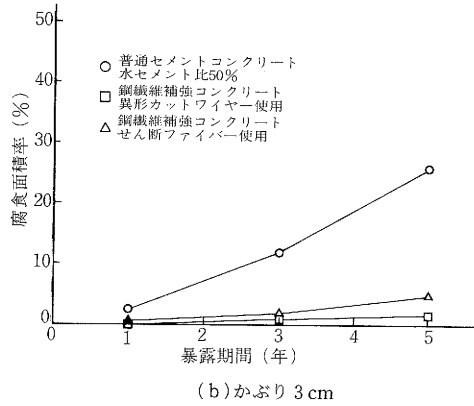
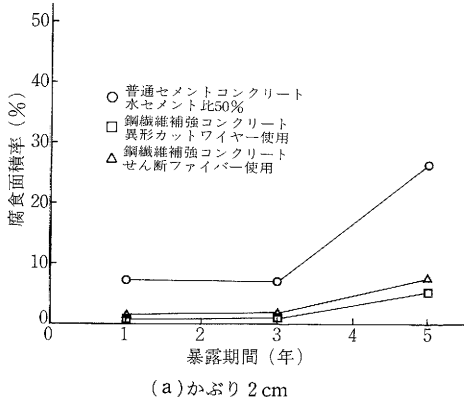


図-3 腐食面積率の経時変化

腐食減量をその腐食面積で除して腐食度とした値を腐食面積率とともに図-2に示す。ここで、腐食度は平均腐食深さに相当する次元 (mg/mm<sup>2</sup>) をもつが、SFRCの腐食度は普通コンクリートのそれに較べて1/2ないし1/3であり、これは腐食が鉄筋の表面層に限定されていることを裏付ける結果でもある。せん断ファイバー (S) を用いたSFRCと異形カットワイヤー (C) を用いたそれとの防食効果を比較すると、前者のほうが鉄筋の腐食面積率がやや大きいにもかかわらず腐食度は小さく、後者の場合よりも浅い腐食であることがわかる。図-2の中でSFRC (C) は供試体に初期ひびわれを導入する際にひびわれ幅を普通コンクリートと同じ0.2~0.3mmにするため、約6% (かぶり3cm) ないし17% (かぶり2cm) の割増し荷重を行ったものであるが、SFRC (C) と比べてかぶり2cmの供試体の腐食面積率が3倍程度になっているものの、同3cmでは大きな違いは見られない。また、このSFRC (C) 中の鉄筋の腐食面積率は普通コンクリート中の鉄筋の場合の約1/2であり、同一ひびわれ幅におけるSFRCの防食性が明らかである。一方、SFRC (S) は荷重条件がSFRC (C) と同一であるが、ステンレス鋼のせん断ファイバーを混入しており、かぶり2cmの供試体の場合、鉄筋の腐食面積率はSFRC (C) に比べ小さいにもかかわらず腐食度は大きい値を示した。これは、ステンレス鋼自身が耐食性であるため、鉄筋に対して犠牲アノードとして寄与しなかったためと考えられる<sup>3)</sup>。

図-3は腐食面積率の経時変化を示したものであるが、普通コンクリートに比べSFRCの場合の増加がわずかであることがわかる。

また、供試体の塩分含有率の測定結果を図-4に示す。試料は、コンクリートドリルを用いて表面から内部に向かって順次採取したものである。この図より、コンクリート中の塩分量は供試体の中心部分では鋼繊維の種類や普

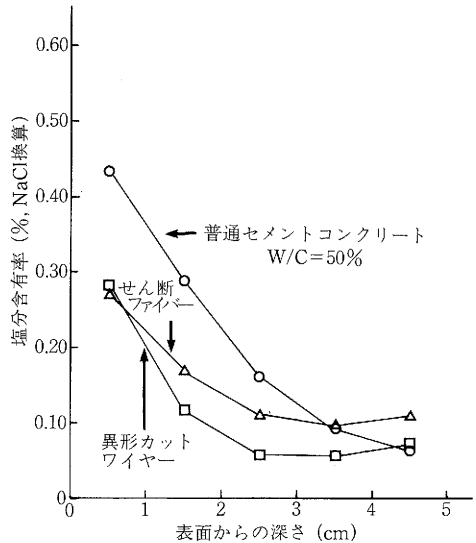


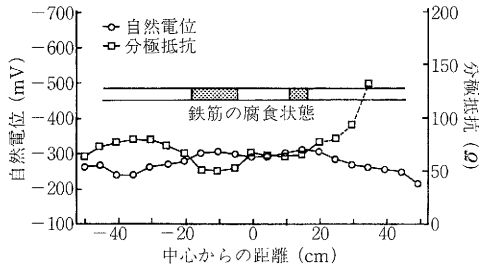
図-4 暴露5年後のコンクリート中の塩分含有率(全塩分) 鋼繊維補強コンクリート (W/C=50%, Vf=1.5%)

通コンクリートとの間では大きな相違は見られないが、供試体の表面近傍においてはSFRCの方が普通コンクリートに較べて低い値を示している。

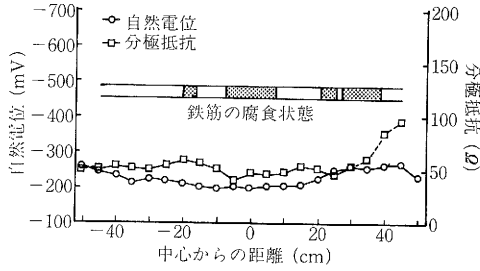
(3) SFRC中における鉄筋の自然電位および分極抵抗の分布特性

SFRC内部の鉄筋の自然電位の測定および分極抵抗の測定を行い、その後鉄筋を取り出して腐食位置との対応を調べた。普通コンクリートの場合には、図-5(c)に示すようにかぶり2cmのときの腐食位置の自然電位は約-450~-500mV、分極抵抗は10Ω以下であり、かぶり3cmのときには腐食位置の自然電位は-400~-450mV、分極抵抗は10~20Ωを示し、腐食位置との対応が得られているが、SFRCの場合には図-5(a)および(b)

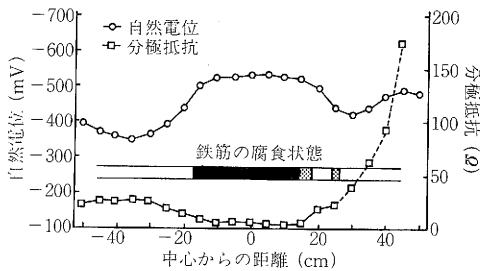
研究速報



(a)SFRC: 異形カットワイヤー



(b)SFRC: せん断ファイバー



(c) 普通セメントコンクリート

図-5 鉄筋の自然電位および分極抵抗(海洋暴露5年)

に示すように腐食位置における自然電位の変化は認められず、おおむね-150~-300mVの間において平坦な測定結果を得た。分極抵抗も50Ω以上であり腐食位置とは対応づけられないことが明らかとなった。

(1989年8月24日受理)

参考文献

- 1) 小林, 星野: 生産研究, Vol. 41 No. 7 (1989)
- 2) 小林, 魚本, 辻, 星野, 西村: 生産研究, Vol. 37 No. 12, 547~549 (1985)
- 3) 辻, 星野, 小林: 生産研究, Vol. 41 No. 10 (1989)