

SFRC 中の鉄筋腐食に及ぼすひび割れ幅とかぶりの影響に関する実験的研究

関西大学 学生会員 ○中道 優太
 関西大学 正会員 上田 尚史

1. はじめに

これまでに、鋼繊維がコンクリート中の鉄筋に対して、腐食抑制効果を有することが明らかにされている¹⁾が、主にコンクリートにひび割れが発生するまでを対象としており、ひび割れ後の鋼繊維による鉄筋の腐食抑制効果は明らかにされていない。著者ら²⁾は、ひび割れを有する鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）において、鋼繊維による鉄筋の腐食抑制効果について検討し、ひび割れ後においても鋼繊維混入による若干の防食効果を確認した。ただし、限られた条件での検討であるため、更なる検討が望まれる。そこで本研究では、かぶりの違いがひび割れた SFRC 中の鉄筋腐食に及ぼす影響について検討した。

2. 供試体概要

表-1 に本研究の配合を示す。以下、繊維未混入の供試体を NC 供試体、ポリビニルアルコール（以下、PVA）繊維を混入した供試体を PVA 供試体、鋼繊維を混入した供試体を SF 供試体と称す。いずれのケースも水セメント比（W/C）を 50.0%、細骨材率（s/a）を 55.4% とした。繊維には、長さ 30mm、直径 0.62mm の鋼繊維と長さ 30mm、直径 0.66mm の PVA 繊維を使用し、繊維混入率（ V_f ）を 1.0vol% とした。供試体は 100mm×100mm×400mm の角柱供試体とし、かぶりを 45mm とし長さ 340mm の D10 の鉄筋を 1 本配置した。その際、鉄筋端部からの腐食を防ぐため、鉄筋の両端から 85mm をエポキシ樹脂により被覆した。

実験要因は繊維の有無、繊維の種類の違い、残留ひび割れ幅の違いおよび劣化促進期間の違いとし、各要因に対して 3 体ずつ作製した。残留ひび割れ幅は 0.1mm、0.2mm および 0.4mm の 3 水準とした。劣化促進期間は

1ヶ月、3ヶ月および6ヶ月とし、劣化促進後に鉄筋の腐食状況を確認した。

3. 実験方法

供試体は打設後 24 時間で脱型し、材齢 28 日目まで水中養生を行った。材齢 86 日目まで気中養生を行い、その間、材齢 50 日目に 3 点曲げ載荷により所定の残留ひび割れを導入した。ひび割れ幅は、パイ型ひずみゲージを用いて測定した。その後、材齢 87 日目より乾湿繰返し試験を開始した。乾湿繰返し試験は、20℃、60%RH の恒温恒湿室内にて行い、濃度 8.0% の NaCl 溶液に 7 日間浸漬させることと、7 日間気中にて乾燥させることを繰り返した。

乾湿繰返しを所定の期間行った後、供試体を鉄筋に沿って割裂し、鉄筋の腐食面積率および質量減少率により腐食状況を確認した²⁾。

4. 実験結果

図-1 に各ひび割れ幅における劣化促進と腐食面積率の関係を示す。なお、白抜きプロットと点線は、既往の研究におけるかぶり 20mm の実験結果²⁾である。図より、NC 供試体においては、劣化促進期間の経過およびひび割れ幅の増加に伴い、腐食面積率は大きくなる傾向にある。SF 供試体および PVA 供試体では、劣化促進期間の経過に伴い、腐食面積率は増加するが、ひび割れ幅が増加しても各劣化促進期間における腐食面積率は概ね同程度である。かぶりの違いを繊維の有無で比較すると、NC 供試体では、各ひび割れ幅における劣化促進期間 6 ヶ月の腐食面積率は、かぶりを大きくすることで小さくなる。しかし、SF 供試体および PVA 供試体の腐食面積率では、かぶりの違いによる顕著な差は確認されなかった。

表-1 各コンクリートの計画配合

名称	V_f (Vol%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
				W	C	S	G	SF	PVA
NC 供試体	—	50.0	55.4	200	400	864	745	—	—
SF 供試体	1.0					891	717	79	—
PVA 供試体	1.0					—	13		

キーワード 鋼繊維補強コンクリート、残留ひび割れ、鉄筋腐食

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3 丁目 3-35 関西大学理工学研究科環境都市工学専攻 TEL 06-6368-0899

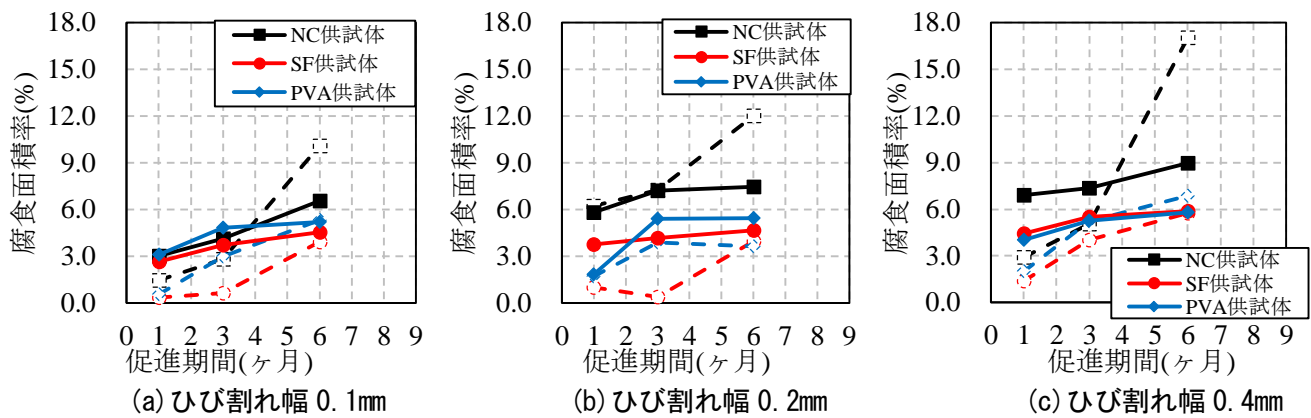


図-1 劣化促進期間と腐食面積率の関係

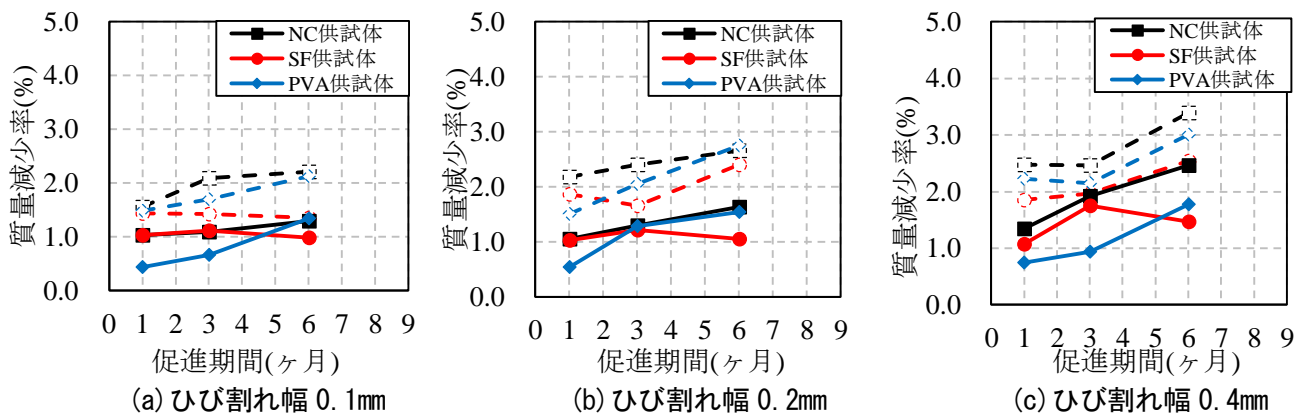


図-2 劣化促進期間と質量減少率の関係

図-2 に各ひび割れ幅における劣化促進期間と質量減少率の関係を示す。なお、図には腐食面積率と同様に、既往の研究の実験結果²⁾を白抜きプロットと点線で併記している。図より、NC 供試体および PVA 供試体においては、劣化促進期間が経過するにつれ、ひび割れ幅が大きくなるにつれ、質量減少率は増加する傾向にある。SF 供試体においては、いずれのひび割れ幅においても、劣化促進期間の経過に伴う質量減少率の増加は、ほかの供試体に比べて小さいことが確認できる。かぶりの違いに着目すると、ひび割れ幅 0.1mm および 0.2mm における SF 供試体の質量減少率を見ると、かぶりを大きくすることで劣化促進期間の経過に伴う質量減少率の増加が抑えられていることがわかる。すなわち、ひび割れ幅が小さい範囲においては、鋼繊維の混入による鉄筋の腐食抑制効果があると考えられる。

ここで、鉄筋の腐食状況は、ひび割れを架橋している部分を中心に軸方向に広がっていた。さらに、明確な孔食は確認できなかった。このことより、腐食面積率が大きい鉄筋は質量減少率も大きくなる腐食形態であるといえる。なお、SF 供試体において鋼繊維自身の腐食を確認したところ、供試体表面付近の鋼繊維は錆びていたが、鉄筋周辺の鋼繊維に錆は確認されなかった。

5. 結論

本研究では、ひび割れを有する繊維補強コンクリートにおける鉄筋の防食効果について、鉄筋腐食をかぶりの違いと関連付けながら実験的検討を行った。

- (1)鋼繊維を混入してもひび割れを有したコンクリート中の鉄筋は腐食する。また、繊維を混入することで繊維未混入コンクリートより鉄筋の腐食抑制効果があることが確認された。
- (2)鉄筋腐食について腐食面積率の観点では、繊維混入コンクリートにおいて、かぶりの違いが鉄筋の腐食面積に及ぼす影響は小さいことが確認された。
- (3)鉄筋腐食について質量減少率の観点では、かぶりを大きくすることで鋼繊維を混入したコンクリート中の鉄筋の質量減少率は、劣化促進期間が経過してもほとんど増加しないことが確認された。

参考文献

- (1) 松元ら：鋼繊維を用いた鉄筋コンクリートの塩害環境における耐久性に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol32，No. 1，2010。
- (2) 中道ら：ひび割れを有する鋼繊維補強コンクリート中の鉄筋腐食の評価，アップグレード論文報告集，第19巻，p193-198，2019。