

鉄筋腐食が炭素繊維シート横拘束コンクリートの圧縮耐荷特性に与える影響

京都大学 学生会員○鈴木 太朗 正会員 山本 貴士
正会員 服部 篤史 フェロー 宮川 豊章

1. 研究目的

本研究では、鉄筋腐食 RC 曲げ部材を連続繊維シートで靱性(巻立て)補強することを想定して、その曲げ圧縮部コンクリートに着目し、腐食鉄筋、腐食ひび割れあるいは断面修復部が巻立て補強(以下、補強)された連続繊維シート横拘束コンクリートの圧縮耐荷特性に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

供試体の形状、寸法および配筋を図 1 に、一覧を表 1 に示す。供試体は円柱 150^Φ×300^H mm とし、軸筋に 4-D10(SD295A, 鉄筋比 $p=1.61\%$)をかぶり 15mm で配置した。既存部横拘束筋には丸鋼スパイラル筋(SR235, $\phi 6\text{mm}$, 外径 132mm)を体積比 $\rho_v=1.0\%$ で用いた。コンクリートの配合は $W/C=60\%$, 目標配合強度 $f_{cr}=30\text{N/mm}^2$ とした。

不連続面の種類として、腐食ひび割れと断面修復面の影響について検討した。腐食ひび割れは、電食による軸筋および既存部横拘束筋の強制的な腐食により発生させ、積算電流密度を 2 段階とすることにより幅を変化させた。図 1 に示すように、軸筋 4 本(+)と銅板(-)を直流電源に接続し、軸筋に接したスパイラル筋にも電流が流れる回路とした。断面修復は、軸筋内側の既存部コンクリート(図 1 の点線囲み部分)をあらかじめ作成し、その周囲に健全鉄筋で作製した鉄筋かごを設置して、モルタル($W/C=60\%$, $C:S=1:2$)を打ち継ぐことによりモデル化した。打継面は凝結遅延剤を用いたコアコンクリート表面の骨材洗出しで粗骨材を露出させた。

補強には、炭素繊維シート(200 g/m^2 , $b_{CF}=32\text{ mm}$, $f_{CF}=3430\text{ N/mm}^2$, $E_{CF}=2.3\times 10^5\text{ N/mm}^2$)を体積比 $\rho_v=0.2\%$ (ゼブラ状巻立て), 0.3% (1 層巻立て)で用いた。補強の概要を $\rho_v=0.2\%$ について図 2 に示す。

載荷は、単調一軸圧縮試験とし、ポストピーク以降荷重が最大荷重の 2/3 になるまで行った。応力は、荷重を原断面積(直径 150mm)で除して求めた。また、軸方向ひずみは、供試体高さの中央部 200mm を変位測定区間として算出した。

3. 実験結果および考察

3. 1 ヤング係数 E_{cc}

腐食ひび割れがヤング係数に与える影響を図 3 に示す。結果のばらつきが大きく、腐食ひび割れ幅との明確な関係は得られなかった。既存部横拘束筋にも軸筋を介して腐食電流を通電したため、電流経路が複雑になり、腐食ひび割れの顕在化する方向(軸あるいは横方向)が混在した可能性がある。このため、腐

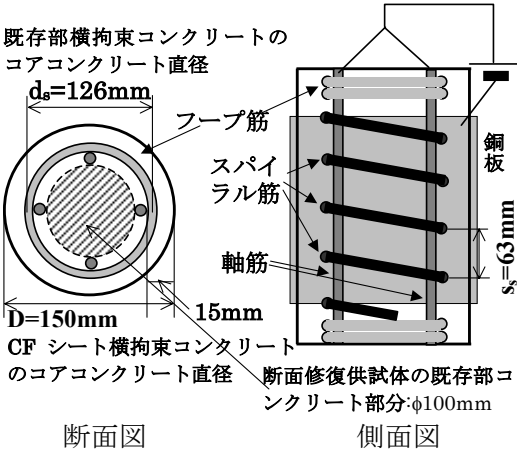


図 1 供試体の形状、寸法および配筋

表 1 供試体一覧

供試体名	不連続面の種類	炭素繊維シート 体積比 ρ_v (%)	コンクリートの強度試験結果		破壊形式
			強度 f_{cc} N/mm ²	ヤング係数 $\times 10^4\text{ N/mm}^2$	
C-S	健全(無修復)	無補強	36.1	2.8	圧潰
C-SC1		0.20%			シート破断
C-SC2		0.30%			シート破断
C-A	腐食 ひび割れ	無補強			圧潰
C-AC1		段階1 ひび割れ幅 平均0.03mm			シート破断
C-AC2		0.20%			シート破断
C-D		0.30%			シート破断
C-DC1		段階2 ひび割れ幅 平均0.15mm			圧潰
C-DC2		0.20%			シート破断
C-P	断面修復	無補強	コア34.4 修復28.2 平均31.0	コア2.80 修復2.30	圧潰
C-PC2		0.30%			シート破断

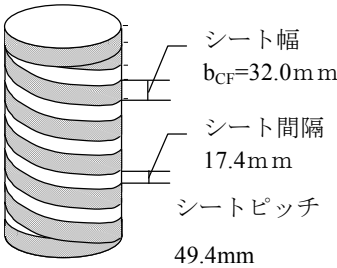


図 2 補強概要($p_v=0.2\%$)

キーワード：鉄筋腐食，腐食ひび割れ，断面修復，横拘束コンクリート，炭素繊維シート

連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5102 FAX 075-752-1745

食ひび割れを起因とした局所的な軟化領域が変位測定区間に存在して変位の測定値にばらつきが生じたと考えられる。このことは、軸方向の腐食ひび割れのみを対象とした既往研究¹⁾で、ばらつきが比較的小さくなっていることから推察できる。

断面修復がヤング係数に与える影響を図4に示す。補強の有無に関わらず断面修復によってヤング係数が低下した。弾性領域を対象とすると断面修復供試体のヤング係数 E_{cc} は、既存部コンクリート、断面修復モルタルおよび軸筋のそれぞれの断面積 A 、ヤング係数 E を用いて $E_{cc} = (\sum E \cdot A) / (\sum A)$ と表される。材料試験値から無修復および断面修復供試体の E_{cc} を求めると、図4に示すように、材料特性のみを考慮した場合、ヤング係数の低下が実験結果よりも小さくなった。すなわち、断面修復によるヤング係数の低下には、材料特性に加えて打継面の影響が含まれていると考えられる。

3. 2 最大応力 f_{cc}

腐食ひび割れが最大応力比(=最大応力 f_{cc} / コンクリートの圧縮強度 f_{co})に与える影響を図5に示す。また、各供試体の破壊形式を表1にあわせて示す。ひび割れ幅の増加にともない最大応力が低下する傾向にある。同一腐食ひび割れ幅における補強供試体の最大応力は、概ね無補強よりも大きくなったが、ばらつきが大きく最大応力の特性値が低下すると考えられる。軸および横方向の混在した腐食ひび割れによって、コアコンクリートの損傷状態が供試体の場所ごとに異なったことがばらつきの一因として考えられる。このことは、鉄筋腐食部材に連続繊維シートを用いた巻立て補強を適用する場合、曲げ圧縮部横拘束コンクリートの圧縮強度の設計値に関する材料係数に対して、腐食の影響を考慮し大きくする必要がある可能性を示している。

断面修復が最大応力比に与える影響を図6に示す。補強によって断面修復供試体の最大応力は増加するが、無修復を補強したものよりも小さい。強度およびヤング係数の小さい修復モルタルが断面内に存在し、無修復に比べ最大荷重を原断面積で除した平均的な最大応力が低下したと考えられる。ただし、ヤング係数同様、打継面の影響も含まれていると考えられるが、これらの影響を明らかにするには更なる検討が必要である。

4. 結論

(1) 腐食ひび割れとヤング係数の関係は、ばらつきが大きく明確な関係は得られなかった。軸あるいは横方向の腐食ひび割れの混在によって、変位の測定値にばらつきが生じたと考えられる。これに対し、軸方向打継面となる断面修復面の存在によって、巻立て補強の有無に関わらずヤング係数が低下した。

(2) 腐食ひび割れおよび断面修復面の存在によって炭素繊維シート横拘束コンクリートの最大応力は低下した。軸あるいは横方向の混在した腐食ひび割れを有する供試体を巻立て補強した場合、最大応力がばらつき、その特性値が低下する可能性がある。したがって、鉄筋腐食部材に連続繊維シート巻立て補強を適用する場合、曲げ圧縮部横拘束コンクリートの圧縮強度の設計値に関する材料係数に対して、腐食の影響を考慮し大きくする必要があると考えられる。

参考文献 1) 福田ら：横拘束コンクリートの一軸圧縮耐荷特性に与える鉄筋腐食の影響，第58回年次学術講演会講演概要集，V-050，pp.99-100，2003.9.

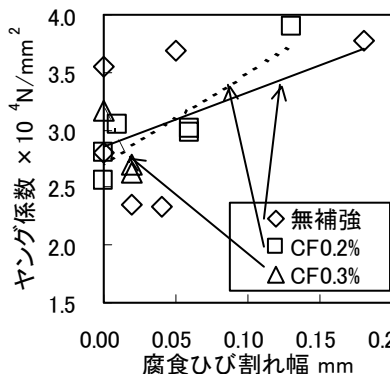


図3 ヤング係数
(腐食ひび割れの影響)

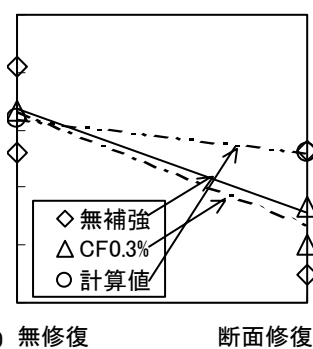


図4 ヤング係数
(断面修復の影響)

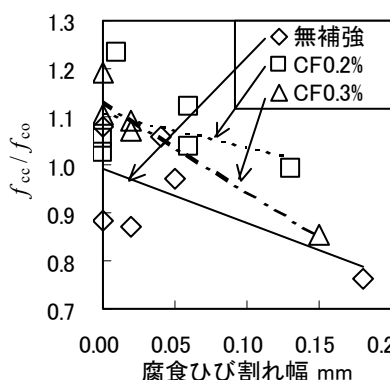


図5 最大応力比
(腐食ひび割れの影響)

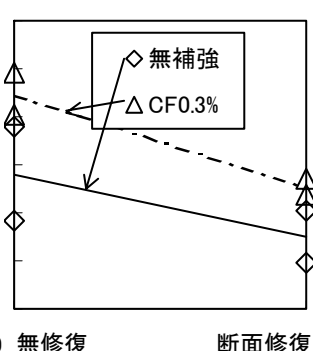


図6 最大応力比
(断面修復の影響)