

鉄筋腐食が炭素繊維シート横拘束コンクリートの一軸圧縮特性に与える影響

京都大学 学生会員○三井 知子 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、RC 曲げ部材中の鉄筋腐食のうち曲げ圧縮部の軸筋、横拘束筋の腐食とこれらにともなう腐食ひび割れの生じた部材に対して、炭素繊維シートの巻立てによるじん性補強(横拘束補強)を適用することを想定し、曲げ圧縮部を構成する炭素繊維シート横拘束コンクリートの一軸圧縮特性に与える鉄筋腐食の影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体の形状・寸法と配筋図を図1に示す。直径150mm、高さ300mmの円柱供試体とした。載荷時のコンクリート強度は38.5~40.1 N/mm²であった。

2.2 実験要因

(1) 腐食対象鉄筋 軸筋を腐食対象とした供試体(図1(a))では、軸筋に異形鉄筋(SD295A, D10)をかぶり15mmで4本(鉄筋比 $p=1.61\%$)用い、上下端部に支圧補強のため丸鋼フープ筋(SR235, $\phi 6\text{mm}$)を用い

た以外は横拘束筋を配さなかった。横拘束筋を腐食対象とした供試体(図1(b))では、横拘束筋に丸鋼スパイラル筋(SR235, $\phi 6\text{mm}$)を、横拘束筋の中心線で囲まれたコアコンクリートの直径 $d_s=126\text{mm}$ に対する横拘束筋体積比 $\rho_s=1.14\%$ (横拘束筋の配置間隔 $s_s=63\text{mm}$)で用いた。組立て用に竹ひごを用い、軸筋は配さなかった。

(2) 腐食量 鉄筋の腐食は電食で模擬し、腐食量は腐食前後の鉄筋の質量差を腐食前の質量で除した質量減少率で表した。軸筋および横拘束筋の目標質量減少率は、20%~30%とした。

(3) 炭素繊維シートの横拘束補強量 炭素繊維シート(目付量 200 g/m², $f_{CF}=3430\text{ N/mm}^2$, $E_{CF}=2.3 \times 10^5\text{ N/mm}^2$)の横拘束補強量は、コアコンクリート($D=150\text{mm}$)に対する横拘束筋体積比 ρ_{CF} で表し、補強なしの $\rho_{CF}=0\%$ 、および図1に示すように、幅300mmのシートを供試体の全面に1層巻き立てた $\rho_{CF}=0.3\%$ とした。シートのラップ長50mmとし、上下端部の50mmは二重巻きとした。

2.3 測定項目および載荷方法

載荷は単調一軸圧縮試験とし、荷重および試験区間(供試体高さ中央200mm)の縦変形量を測定した。以下、この間の縦ひずみをひずみと表す。

3. 実験結果および考察

3.1 腐食ひび割れ状況

供試体の内部の腐食ひび割れ経路を図2に示す。腐食ひび割れ経路は載荷終了時にかぶりをはく落した供試体内部を目視観察し、赤褐色の錆汁跡から推定した。軸筋腐食では、かぶり方向(図2-I)、かぶり内を円周方向もしくはやや角度を持ってかぶり方向(図2-II)に進展する腐食ひび割れが見られた。横拘束筋腐食では、かぶり方向(図2-I)およびかぶり内を供試体上下方向(図2-II)に進展する腐食ひび割れに加え、コアコンクリート内部に進展するもの(図2-III)が見られた。横拘束筋腐食の方がひび割れ幅は小さいものの、微細

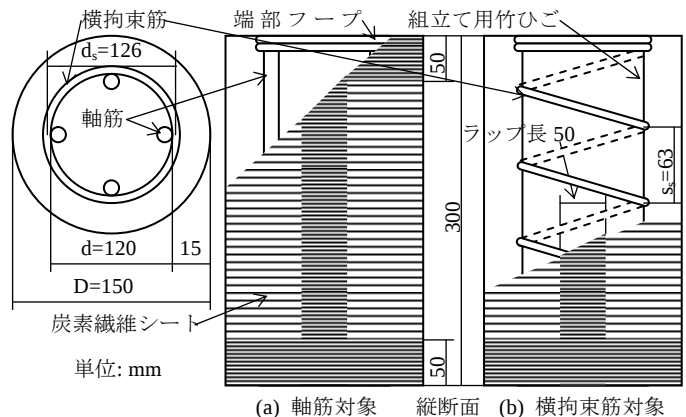


図1 供試体形状・寸法および配筋図

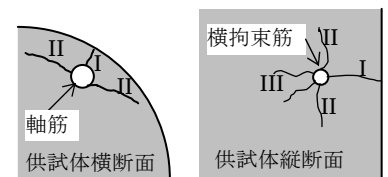


図2 腐食ひび割れ経路

キーワード：鉄筋腐食、横拘束コンクリート、炭素繊維シート、一軸圧縮特性

連絡先：〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 TEL: 075-383-3173 FAX: 075-383-3177

なひび割れが多方向に進展する傾向にあった。

3.2 最大応力

(1) 軸筋腐食の影響

原断面積($D=150\text{mm}$)および断面面積($d=120\text{mm}$)から求めた最大応力と質量減少率の関係を図3に示す。なお、シート補強ありの供試体の最大応力は、応力-ひずみ関係の初期勾配からひずみが大きく増加して二次勾配に転ずる点¹⁾として求めた。シート補強の有無に拘らず、軸筋の腐食によって、腐食ひび割れを含む原断面積から求めた最大応力が低下した。しかし、軸筋の腐食した供試体にシート補強を適用すると、健全に適用した場合と同程度の最大応力の増加量となった。このことから、最大応力に対する炭素繊維シートの横拘束補強効果は、軸筋が腐食した部材への適用においても期待できるといえる。一方、軸筋かぶりを除いた断面面積を用いて(健全供試体は原断面積から)求めた場合では、シート補強の有無に拘らず、最大応力の低下は見られず、むしろ増加している。一軸圧縮耐荷力に対して、腐食ひび割れを生じたかぶりの耐荷力も多少考慮できると考えられる。

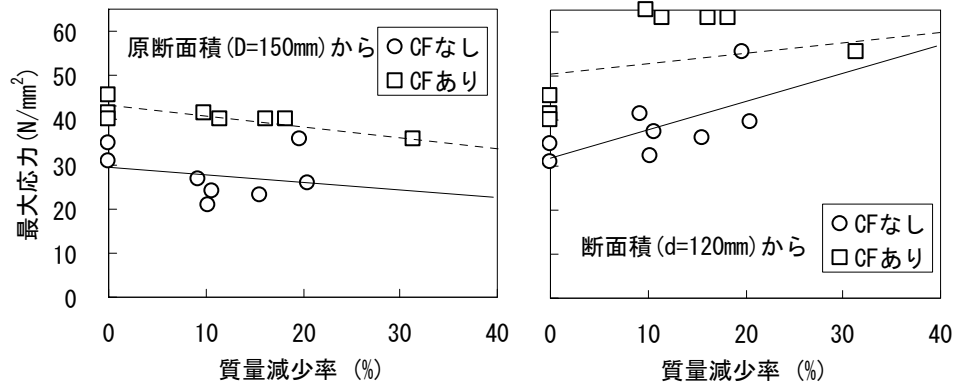


図3 最大応力と質量減少率の関係(軸筋腐食)

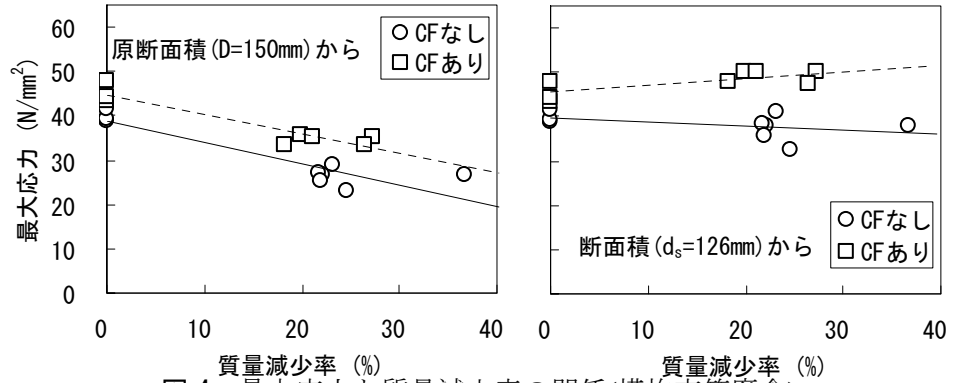


図4 最大応力と質量減少率の関係(横拘束筋腐食)

(2) 横拘束筋腐食の影響

原断面積およびコアコンクリート断面面積($d_s=126\text{mm}$)から求めた最大応力と質量減少率の関係を図4に示す。シート補強の有無に拘らず、横拘束筋の腐食によって、腐食ひび割れを含む原断面積から求めた最大応力が低下した。しかし、横拘束筋の腐食した供試体にシート補強を適用すると、健全に適用した場合と同程度の最大応力の増加量となった。このことから、最大応力に対する炭素繊維シートの横拘束補強効果は、横拘束筋が腐食した部材への適用においても期待できるといえる。一方、コアコンクリート断面面積(健全供試体は原断面積から)から求めた場合では、最大応力の顕著な低下は見られない。ただし、横拘束筋が腐食した場合の最大応力の低下の割合は、軸筋が腐食した場合よりも若干大きい。3.1で述べたように、微細な腐食ひび割れが多方向に進展したため、腐食ひび割れを生じたかぶりおよびコアコンクリートの一部の見かけ上の強度低下が大きかったと考えられる。

4. まとめ

鉄筋の腐食した横拘束コンクリートでは、断面の腐食ひび割れ発生領域の耐荷力が低下し、シート補強の有無に拘らず、原断面積から求めた最大応力が低下する。また、最大応力の低下の割合は、今回の横拘束筋腐食で見られたような微細な腐食ひび割れが多方向に進展した場合に大きい。一方、腐食したものにシート補強を適用すると、健全に適用した場合と同程度の最大応力の増加量が得られ、最大応力に対する炭素繊維シートの横拘束補強効果は、鉄筋が腐食した部材への適用においても期待できる。

参考文献

- 1) 細谷学, 川島一彦: 炭素繊維シートで横拘束したコンクリート柱の応力度～ひずみ関係に及ぼす既存帯鉄筋の影響とその定式化, 土木学会論文集, No.620/V-43, pp.25-42, 1999