

腐食を模擬した切削鉄筋の座屈性状

筑波大学システム情報系 正会員○金久保利之 筑波大学理工学群 学生会員 武田 惇志
 筑波大学システム情報系 正会員 八十島 章 筑波大学大学院 学生会員 鈴木 健二
 鉄道総合技術研究所 正会員 大屋戸理明

1. はじめに

圧縮側鉄筋の腐食によって周辺コンクリートにひび割れが発生し、さらに腐食鉄筋の座屈により鉄筋コンクリート部材が脆性的に破壊する可能性が指摘されている¹⁾。本研究では、鉄筋単体の座屈性状に着目し、腐食鉄筋を模擬した切削鉄筋の座屈試験を行う。

2. 実験概要

使用した鋼材は異形鉄筋 D13 で、健全鉄筋および切削鉄筋に対して、両端を固定条件とした座屈試験を行った。健全鉄筋の実験因子は座屈長で、 $6d$ 、 $8d$ 、 $12d$ 、 $16d$ 、 $20d$ 、 $24d$ 、 $32d$ 、 $40d$ (d は公称径) の計 8 種とした。切削鉄筋では、座屈長 ($8d$ 、 $16d$ 、 $32d$)、切削箇所 (1箇所切削:Cシリーズ, 2箇所切削:UDシリーズ) および切削率 (対健全鉄筋断面積で 15%、30%、45%) とした。試験体一覧を表 1 に示す。引張試験の結果は、引張強度 707MPa、降伏強度 565MPa、弾性係数 196GPa である。

加力には 500kN 万能試験機を用いて、単調圧縮载荷を行った。加力・測定方法を図 1 に示す。試験機のヘッドに試験体固定用のジグを取り付け、ジグ内に鉄筋の端部 $8d$ を挿入することで境界条件を固定とした。ジグの孔の径は 13.5mm とし、鉄筋端部を研磨して孔と鉄筋の間に隙間が生じないようにした。計測項目は、軸圧縮力および試験区間の 3 箇所における軸方向変位である。

3. 鉄筋の腐食模擬方法

切削鉄筋を図 2 に示す。切削率は、切削断面積を公称断面積 126.7mm^2 で除した値とし、断面切削量は同断面図に示すように、腹部の最小径に対する切削深さによって決定した。切削の領域は、既往の電食梁試験体¹⁾の腐食鉄筋の 3D スキャナによる断面積分布の計測結果を参考にして、鉄筋軸方向に 26mm ($2d$) の領域とした。

表 1 試験体一覧

試験体名	座屈長 (mm)	切削率(%)		
		C	U	D
健全 (各 3 体)	78,104,156,208,260,312,416,520	-	-	-
C15	104, 208, 416	15	-	-
C30		30	-	-
C45		45	-	-
U0D15		-	-	15
U0D30		-	-	30
U0D45		-	-	45
U15D15		-	15	15
U15D30		-	15	30
U15D45		-	15	45
U30D30		-	30	30
U30D45		-	30	45
U45D45		-	45	45

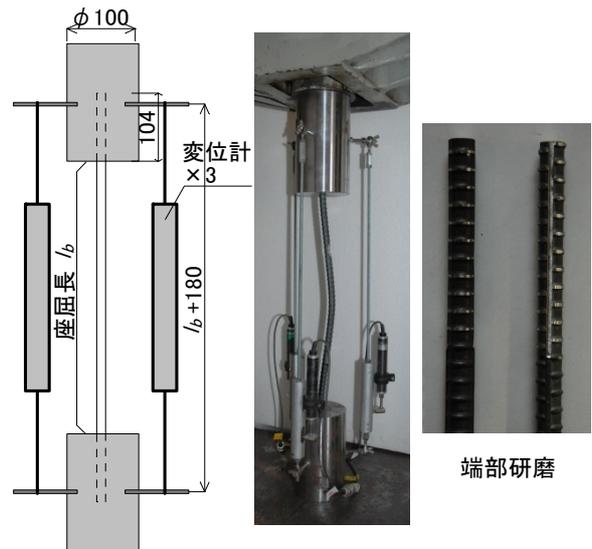


図 1 加力・測定方法 (単位: mm)

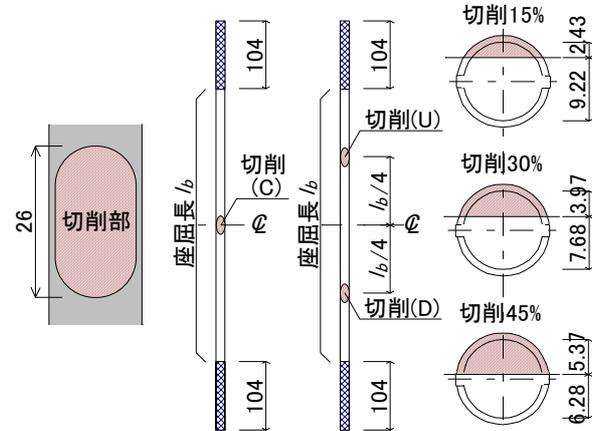


図 2 切削鉄筋試験体 (単位: mm)

キーワード 鉄筋腐食, 座屈, 弾性座屈, 塑性座屈, 断面減少

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 TEL 029-853-5045

4. 実験結果

健全鉄筋の最大荷重と細長比の関係を図 3 に示す。計算に用いた断面二次モーメントは、腹部の最小径を短径とする断面積等価な楕円 ($1,277\text{mm}^4$) と、最小径による真円 (904mm^4) とした。後者により、細長比がおおむね 100 以下で降伏、それ以上において Euler 座屈で座屈荷重を評価できている。座屈長 $32d$ (416mm) の切削鉄筋の加力後の様子を図 4 に示す。32d の場合、切削率 15% では切削箇所に関係なく座屈形状が決定している。その他の切削鉄筋では、切削率が大きい箇所が腹となる座屈が生じた。

5. 切削鉄筋の座屈荷重と応力-歪関係

切削鉄筋の座屈荷重を、(1)切削位置の断面減少を考慮した断面二次モーメントによる Euler 座屈荷重、(2)切削断面の偏心荷重による全塑性モーメントを考慮した降伏荷重で評価した。なお、UD シリーズでは、切削率の大きい方の箇所の断面を考慮した。座屈長 $16d$ (208mm) の切削鉄筋の切削率と、座屈荷重の健全鉄筋の実験値に対する比の関係を図 5 に示す。他の座屈長でも同様で、(1)および(2)による座屈荷重の最小値により切削鉄筋の座屈荷重が評価できると考えられる。

座屈長 $16d$ (208mm) の切削鉄筋の応力-歪関係を図 6 に示す。座屈荷重は前述の方法により求め、最大応力以降の応力-歪関係を、固定-固定条件の健全鉄筋の座屈解析結果から提案された中村らの式²⁾と比較した。歪が大きいと実験結果との乖離が大きくなるが、降伏で耐力が決定する場合、安全側に評価できている。

6. まとめ

- (1) 腐食を模擬した切削鉄筋の座屈荷重は、切削断面を考慮した断面二次モーメントによる Euler 座屈荷重と切削断面の偏心荷重による全塑性モーメントを考慮した降伏荷重の最小値で評価できた。
- (2) 切削鉄筋の座屈応力-歪関係は、既往の健全鉄筋のモデルで安全側に評価できた。

謝辞：本研究は科学研究費助成事業（基盤研究(C)課題番号 24560593）によっている。

文献：1) 鈴木健二ほか：圧縮鉄筋が腐食した RC 梁部材の曲げ挙動, JCI, 鉄筋腐食したコンクリート構造物の構造・耐久性性能評価の体系化シンポジウム論文集, pp.259-264, 2013.11 2) 中村光ほか：鉄筋の座屈が RC 構造のポストピーク挙動に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.14, No.2, pp.337-342, 1992

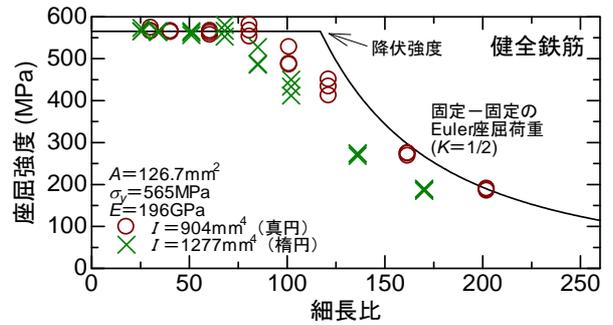


図 3 健全鉄筋の座屈荷重-細長比関係



図 4 切削鉄筋の座屈形状 (32d-UD シリーズ)

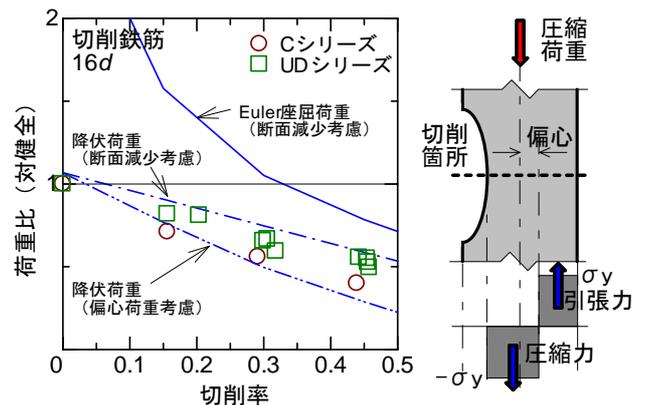


図 5 切削鉄筋の塑性座屈荷重 (座屈長 16d)

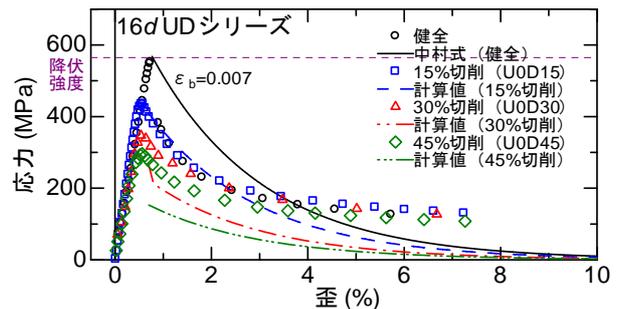
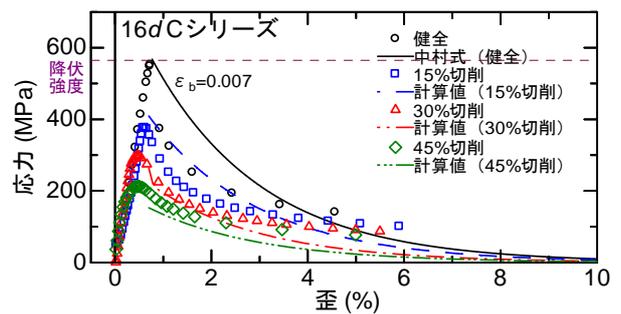


図 6 切削鉄筋の応力-歪関係 (座屈長 16d)