

鉄筋の腐食を模擬した RC 柱の構造性能に関する研究

その 1 切削鉄筋の力学的性状

鉄道総合技術研究所 正会員 ○大屋戸理明 筑波大学 学生会員 齋藤 祐哉

筑波大学 学生会員 八十島 章 筑波大学 正会員 金久保利之

間組 正会員 村上 祐治 筑波大学 正会員 山本 泰彦

1. はじめに

近年、鉄筋コンクリート（RC）構造物の鋼材腐食による構造性能の低下を定量的に把握する試みがなされている。既往の研究では腐食した RC 部材を自然暴露や電食により作製し、載荷試験に供することで部材の性能を評価しているが、このような方法では鉄筋の断面欠損量にばらつきが生じ、かつ歪の測定が困難であるため、構造性能を検討することが難しい場合がある。そこで本研究では、切削した鉄筋や細径の丸鋼を用いることで腐食の位置や程度をコントロールし、構造性能の低下を定量的に把握することを主目的とする。本報ではそのための基礎的な実験として、切削鉄筋の力学的性状について検討する。

2. 腐食を模擬した切削鉄筋

自然暴露や電食により腐食した鉄筋形状を非接触方式 3D スキャナにより測定し、断面積を軸方向に長さ 1mm 間隔で算出することで、腐食鉄筋の断面積の分布を調査した（表 1）¹⁾。測定に供した鉄筋（D13）は、約 15%の平均断面減少率であり、局所的には最大約 30%の断面減少が生じていることが確認されている。

この結果を考慮し、実際の腐食鉄筋を模擬して作製した切削鉄筋の概要を図 1 に示す。鉄筋の腐食想定長さを 100mm とし、一次切削として腐食想定部全体にわたり平均的に断面積を 15%切削した後、二次切削として局所的に断面積が 30%減じるように切削した。元の鉄筋は D16 および D10 を用い、一次切削深さは D16 が 3.3mm、D10 が 2.1mm であり、二次切削深さは D16 が 5.5mm、D10 が 3.3mm である。D16、D10 については異なるロットの試験片（D16-1、D16-2 および D10-1、D10-2）について、それぞれ切削していない健全供試体と切削供試体を用意し、各々について 3 本ずつの引張試験を行った。

3. 材料試験結果

引張試験における計測位置を図 2 に示す。切削鉄筋の歪の計測には、二次切削部、一次切削部の裏表および一次切削開始部に貼り付けた歪ゲージ、ならびに検長 50mm の伸び計を用いた。また、平均の歪を測定するため、検長が鉄筋径の 16 倍となるように取り付けた変位計により移動量を測定した。試験結果を表 2 に示す。値は 3 本の供試体の試験結果の平均値を示し、応力は引張力を鉄筋の公称断面積で除して求めた。歪は、変形 1 を検長で除した変位 1 歪、変形 2 を検長で除した変位 2 歪および各々の歪ゲージによる歪について求め、降伏強度、弾性係数については、変位 1 歪、変位 2 歪および歪 1 と歪 2 の平均歪による歪から各々算出している。なお、健全においては歪 1 と歪 2 の平均歪のみを用いている。

表 1 腐食鉄筋の断面特性

	$A(\text{mm}^2)$	$A_m(\text{mm}^2)$	C	C_m
暴露	100	86.5	0.173	0.285
電食	99.3	84.6	0.179	0.301

A：断面積平均値 A_m ：最小断面積

A_n ：健全鉄筋の断面積 $A_n=121\text{mm}^2$

C：平均断面減少率 $C=(A_n-A)/A_n$

C_m ：最大断面減少率 $C_m=(A_n-A_m)/A_n$

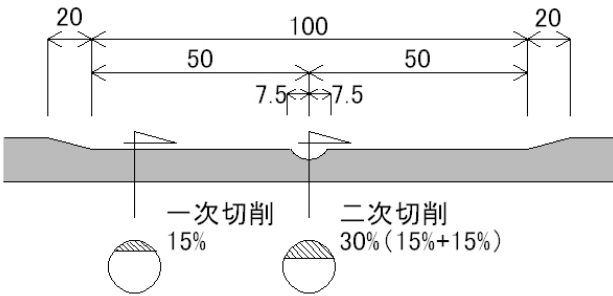


図 1 切削鉄筋の概要

キーワード 電食、断面欠損、降伏強度、剛性

連絡先 〒185-8540 東京都分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7281

鉄筋の代表的な応力-歪関係を図3に、切削鉄筋(D16C-1, D10C-1)の変形1による応力-歪関係を図4に示す。なお各歪ゲージによる歪の降伏時期は代表的な結果をプロットしている。

D16の場合、二次切削している部分の歪1が早期に降伏に達し、線形性を失う。歪2は曲げの影響のため歪1より遅れて降伏し、歪2が降伏すると全体の剛性が低下する。その後直ちに二次切削部は歪硬化領域に達すると考えられ、さらに荷重が増大すると一次切削部の歪3および歪4が降伏を開始する。若干の降伏棚の領域を示したあと一次切削部も歪硬化領域に入り、その後非切削部も降伏すると考えられる。

D10の場合、一次切削部の降伏まではD16と同様の経過をたどるが、健全鉄筋の降伏比がD16と異なることから、非切削部が十分に降伏せずに破断したものと考えられる。

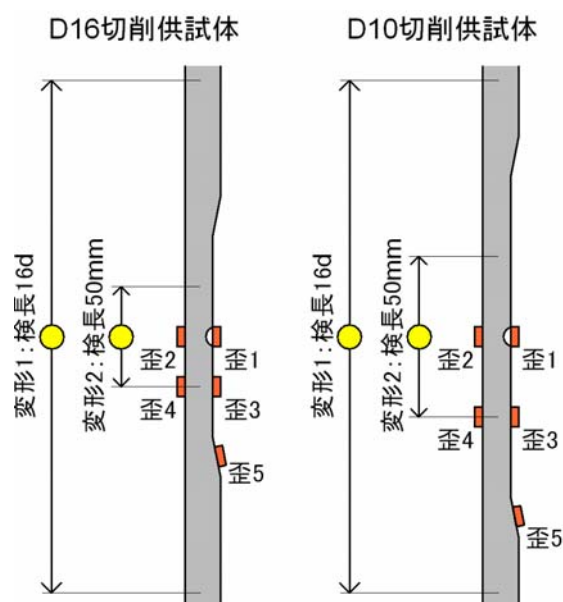


図2 計測位置

表2 材料試験結果

種別		名称	引張強度 (MPa)	降伏強度 (MPa)			弾性係数 (GPa)		
				変形 1 歪算出	変形 2 歪算出	歪 1, 2 算出	変形 1 歪算出	変形 2 歪算出	歪 1, 2 算出
D16	健全	D16-1	586	383			180		
		D16-2	577	383			169		
	切削	D16C-1	416	304*	247*	211*	177*	173*	107*
		D16C-2	419	314*	290*	214*	147*	237*	100*
D10	健全	D10-1	516	366			180		
		D10-2	515	371			173		
	切削	D10C-1	343	267*	248*	206*	159*	188*	111*
		D10C-2	386	293*	267*	249*	138*	242*	131*
φ9 健全		φ9	448	338			198		
φ6 健全		φ6	496	348			213		

*0.2%オフセット耐力

4. まとめ

腐食鉄筋の断面積分布を考慮し、腐食を模擬した切削鉄筋の力学的性状を引張試験により検討した。その結果、鉄筋の降伏は二次切削部から始まり、その後は一次切削部から非切削部へ進展することが確認され、全体として弾性限界、引張強度の低下や破断伸びの低下が生じ、腐食鉄筋の力学的性状を模擬できることが確認できた。

参考文献

- 1) 大屋戸理明, 佐藤勉: 鉄筋が腐食したコンクリート部材の曲げ耐力の評価, 鉄道総研報告, Vol.19, No.12, pp.21-26, 2005.12

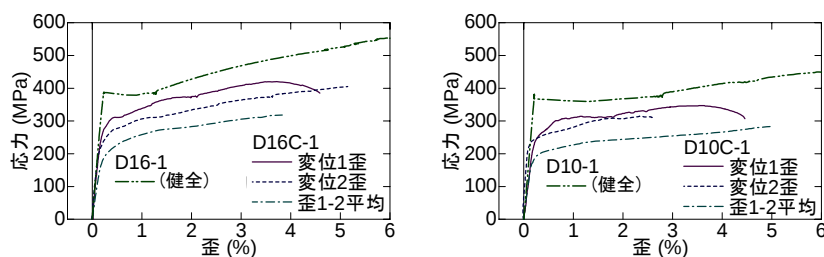


図3 鉄筋の応力-歪関係

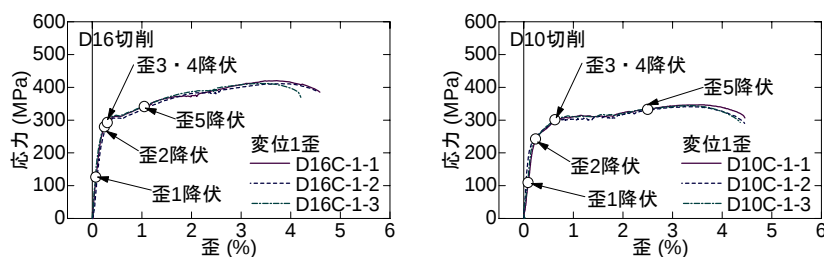


図4 切削鉄筋の変形1による応力-歪関係