

熱可塑性樹脂を用いた鉄筋の断面形状計測方法に関する基礎的研究

佐賀大学 学生会員○ 本山慎一郎 正会員 伊藤幸広  
正会員 石橋孝治 正会員 山内直利  
(株) 計測リサーチコンサルタント 正会員 岡本卓慈  
(株) K&T こんさるたんと 正会員 肥田研一

1. はじめに

RC構造物の鉄筋腐食が進行すると耐荷・耐震性能が低下し、倒壊、崩落などの重大な事故が発生する恐れがある。そのため、塩害などでひび割れが生じた構造物では、腐食した鉄筋の断面欠損量を計測する必要がある。現在鉄筋の断面欠損量を評価する方法としては、ノギスを用いて、錆を除去した鉄筋の断面寸法を直接計測する方法と、鉄筋を切り出し、薬品により徐錆した後、その質量から平均的な断面欠損量を評価する方法がある。しかし前者は精度が低く、また後者は構造物に大きな損傷を与えるといった問題がある。

本研究は、はつり出した鉄筋を熱可塑性樹脂により原位置で型取りし、切断した樹脂の断面形状を画像解析により計測するという簡易な方法について基礎的研究を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および装置

腐食鉄筋を型取りする熱可塑性樹脂には、軟化温度約70℃のポリエチレン樹脂を用いた。樹脂は常温でゴム弾性があり、カッターナイフで切削可能なものである。その樹脂の特性を表-1に示す。

樹脂の軟化には、シリコンラバーヒーターを内蔵した写真-1に示す樹脂加熱装置を用いた。装置内には樹脂の軟化用容器となる半割りパイプ2個をセットできる構造になっている。鉄筋の型取りは、軟化した樹脂が入った2つの半割パイプで鉄筋を挟み込み行うものである。なお、樹脂が硬化する間、樹脂が変形しないようにパイプを固定する装置として、写真-2のようなクリップ装置を作製し用いた。クリップ装置には樹脂の温度を素早く下げることが目的とした冷却ファンや、樹脂の硬化の状態を把握するための温度センサを取り付けた。

表-1 熱可塑性樹脂の特性

種類	ポリエチレン樹脂 (エチレンα-オレフィンコポリマー)
密度	0.88g/cm <sup>3</sup>
軟化温度	70℃
色	樹脂の色は無色半透明であるが、酸化クロム・グリーンを質量で5%添加し、緑色に着色
線膨張係数	2.2×10 <sup>-4</sup> /℃
再利用	50回以上繰り返し利用可
引火点	200℃以上



写真-1 樹脂加熱装置



写真-2 クリップ装置

2.2 測定手順

本方法による鉄筋の断面形状の測定までの手順は、図-1の通りとなる。なお、実構造物では鉄筋をはつり出し、錆を取り除く作業が事前に必要となる。手順としては、樹脂加熱装置により軟化させた樹脂を半割パイプごと鉄筋を挟み込むように押し付け、クリップ装置により固定する。次に、樹脂の温度が20℃まで下がった時点で(10分程度)クリップ装置を取り外し、硬化した樹脂をカッターにより切断し鉄筋から取り外す。その後、樹脂を任意の断面でカットし、フラットベッドスキャナ上に置き断面の画像を取得する。最後に画像解析ソフトを用いてスキャニングした画像より鉄筋の直径や断面積を算出する。

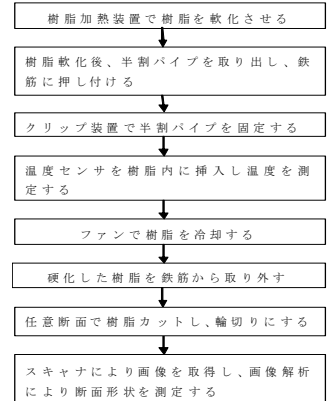


図-1 測定手順

キーワード：鉄筋，腐食，熱可塑性樹脂，スキャナ

連絡先：〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄1 佐賀大学大学院都市工学専攻 TEL 0952-28-8874

2.3 実験方法

本方法による鉄筋断面の計測精度を検証するために、丸鋼及び異形鉄筋の模擬鉄筋を製作し、樹脂による計測値とノギスによる実測値とを比較した。模擬丸鋼は3種類であり、直径はそれぞれ9mm、16mmおよび22mmである。模擬異形鉄筋は16mmおよび22mmの2種類である。なお、模擬異形鉄筋はノギスでの直径測定が可能となるように図-2に示すようなリブのない節のみ形状とした。各模擬鉄筋とも樹脂により3回試験を行い、1回の樹脂供試体について模擬丸鋼の場合は8断面を計測し、模擬異形鉄筋の場合は節部を3断面、節と節の間の断面を3断面それぞれ切断し画像解析により直径および断面積を求めた。

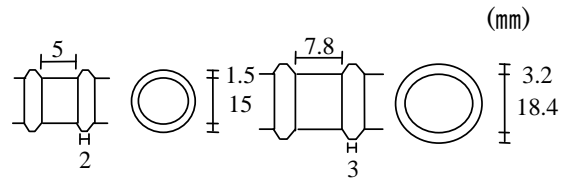


図-2 模擬異形鉄筋の形状

表-2 模擬丸鋼の計測結果

種類	呼び径	供試体NO	樹脂による計測値					ノギスの実測値		計測誤差(%)		
			直径(mm)				断面積(mm <sup>2</sup> )		直径(mm)	断面積(mm <sup>2</sup> )	直径	断面積
			直径①	直径②	平均直径	標準偏差	断面積	標準偏差				
模擬丸鋼	φ9	1	8.89	9.02	8.96	0.06	62.25	1.08	8.94	62.70	0.2	-0.6
		2	8.90	8.97	8.94	0.12	61.97	2.18			0	-1.1
		3	8.88	9.04	8.96	0.10	62.49	2.27			0.2	-0.3
	φ16	1	15.98	16.21	16.08	0.07	201.39	2.15	16.01	201.31	0.4	0
		2	15.97	16.34	16.16	0.15	202.08	3.17			0.9	0.4
		3	16.03	16.24	16.11	0.14	202.37	3.72			0.6	0.5
	φ22	1	21.91	22.37	22.14	0.17	381.02	4.25	22.07	382.56	0.3	-0.4
		2	21.95	22.49	22.22	0.20	382.85	3.00			0.7	0.1
		3	21.92	22.41	22.17	0.15	381.60	3.00			0.5	-0.2

表-3 模擬異形鉄筋の計測結果

種類	呼び径	供試体NO	樹脂による計測値				ノギスの実測値		計測誤差(%)	
			直径(mm)			断面積(mm <sup>2</sup> )	直径(mm)	断面積(mm <sup>2</sup> )	直径	断面積
			直径①	直径②	平均直径					
模擬異形鉄筋	D 16	1	16.45	16.64	16.55	221.01	16.5	213.5	0.4	-1.2
		2	16.41	16.52	16.47	210.80			-0.1	-1.3
		3	14.44	16.58	16.51	210.91			0.1	-1.2
	D 22	1	21.87	21.87	21.77	367.11	21.6	365.6	0.9	0.4
		2	21.67	21.91	21.79	367.06			1	0.4
		3	21.73	21.98	21.85	369.80			1.3	1.1

3. 実験結果および考察

模擬丸鋼の計測結果を表-2に、模擬異形鉄筋の計測結果を表-3に示す。また、模擬丸鋼を型取りし切断した樹脂の横断面のスキニング画像を写真-3に示す。鉄筋から樹脂を取り外す際、縦断方向に切断するが、写真のようにホチキスの針で止めることにより横断面の形状が保持できる。模擬丸鋼の計測結果より、いずれの直径の鉄筋においても、ノギスによる直径実測値に対する樹脂による計測値の誤差は、最大でも0.9%と高い精度が得られた。また、断面積においても計測誤差は最大で-1.1%であった。模擬異形鉄筋の計測結果は、節部と節と節の間の断面の計測をそれぞれ3回ずつ行い、平均値を示したものであるが、ノギスによる直径実測値との誤差は最大で1.3%であり、断面積のそれは-1.3%といずれも実用上問題の無い精度が得られた。模擬丸鋼に対して模擬異形鉄筋の計測誤差が大きくなった理由としては、樹脂の節部の切断において直径の最も大きい断面を切断できなかったことによると考えられる。



写真-3 樹脂の断面画像

4. まとめ

熱可塑性樹脂により腐食鉄筋を型取りし画像解析により断面計測を行う方法は、操作が簡易であり高い計測精度が得られた。また実構造物で本方法を用いる場合には、従来法よりもはつり面積を小さくできるという利点もある。