

鉄筋の腐食が梁の打撃応答特性に及ぼす影響に関する基礎的研究

防衛大学校 学生員 ○ ソラウィット・ユーカム
防衛大学校 正会員 黒田一郎、山本佳士、古屋信明

1. はじめに

鉄筋が腐食した鉄筋コンクリート構造物の維持管理においては、部材の現時点および将来の残存耐荷性能の把握が必要であるが、検査の経済性、実用性を勘案すると、非破壊検査に依存することになる。その非破壊検査手法の一つとして、鉄筋コンクリート部材の打撃応答を分析することによって鉄筋腐食の影響を検出する手法があり、近年いくつかの研究成果が報告されている。それらの研究においては、鉄筋コンクリート梁供試体を支承ないし砂層の上に設置した上で打撃を与える手法が採用されており、支承条件の影響が排除されていない。そこで、本研究では、中空に吊り下げた梁供試体の梁軸方向に打撃応答を与えることによって、支承の影響を受けない条件下での梁の打撃応答特性を検討することとした。

2. 実験供試体

実験に供した鉄筋コンクリート梁供試体の諸元を図-1 に、一覧を表-1 にそれぞれ示す。供試体の寸法は、全長 1460mm の L シリーズ供試体と全長が短い 1000mm の S シリーズ供試体の 2 種類であり、断面はいずれも幅 80mm×全高さ 140mm である。両シリーズとも、引張鉄筋は D13(SD345)を有効高さ 113mm で 2 本配し、スターラップは D6(SD295A)を 100mm 間隔で配置している。

これらの供試体に、経年劣化による腐食を模擬して引張鉄筋へ直流電流を通電し、電食によって腐食させた。その際の目標腐食率を表-1 に併せて示す。目標腐食率は、既往の研究¹⁾を参考として通電した電流値と通電時間を元に算出したものであり、電食によって失われる鉄筋の重量比率を表わす。

なお、本研究においては、引張鉄筋の腐食の影響を抽出するために、スターラップと引張鉄筋の接触部には電気的な絶縁処置を施し、スターラップの腐食を防止することとした。

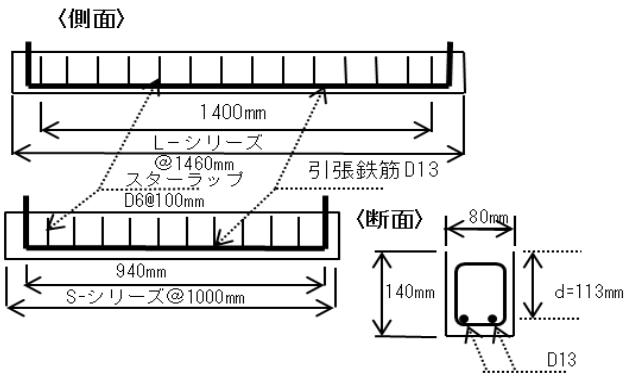


図-1 供試体諸元

表-1 供試体一覧と R_A 値

シリーズ	供試体名	目標腐食率 (%)	R_A 値		R_A 値の比率 (電食後/電食前)
			電食前	電食後	
L	LA	0	0.719		
	LB	5	0.782	0.667	0.853
	LC	10	0.662	0.544	0.822
S	SA	0	0.338		
	SB	5	0.238	0.146	0.613
	SC	10	0.947	0.681	0.719

3. 検査手法

検査手法は、鋼球の衝突とハンマーによる打撃を試みた。鋼球は直径 30mm と 20mm の 2 種類であり、図-2 に示すような振り子機構によって梁端部へ衝突させた。振り子の長さと振れ幅を調整することによって衝突時の鋼球の衝突速度を制御している。ハンマーによる打撃は手動で行ない、打撃位置は鋼球と同じく梁端部である。供試体は両端面から 100mm の位置で鋼ワイヤーによって中空に吊り下げられており(図-2 参照)、打撃による梁の移動量が微小である限り、打撃が導入される梁軸方向には反力は無いものとみなし得る

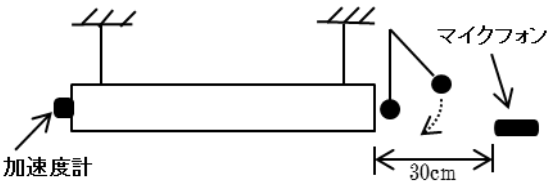


図-2 鋼球による打撃

キーワード 鉄筋腐食 非破壊検査 加速度 打撃応答

打撃を与えたのと反対側の梁端部に加速度計を接着し、梁軸方向の振動加速度を計測した。また、打撃部位から 300mm 離れた位置でマイクロフォンによる打音の計測も行なっている。加速度計とマイクロフォンによる計測データは、A/D 変換器付きデータロガーを用いてサンプリング速度 200kc/s にて集録し、その後、FFT 解析によって振動特性のスペクトル分析に供した。図-3 に集録された波形の例を、図-4 に FFT 解析によって得られたスペクトル（振幅スペクトル）の例を示す。

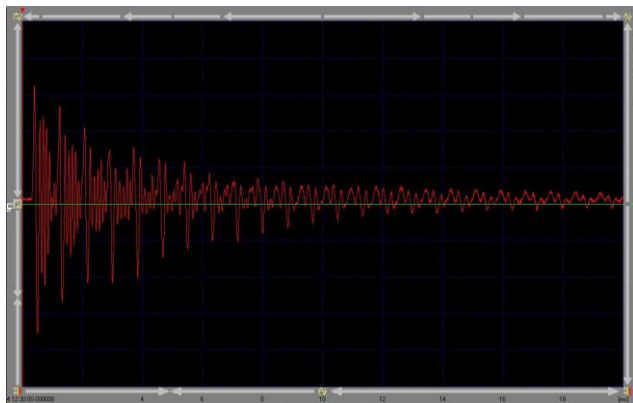


図-3 振動波形の一例

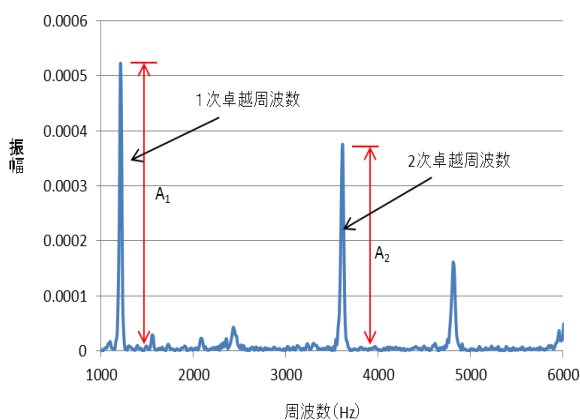


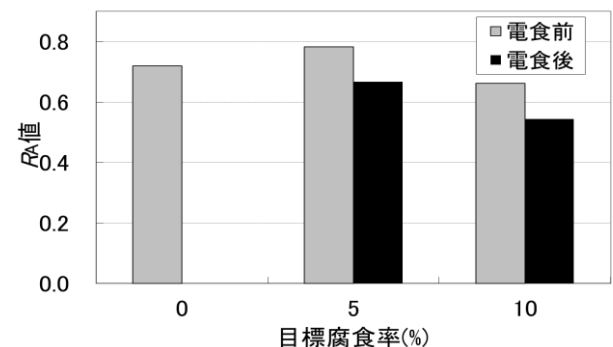
図-4 振動スペクトルの一例

4. 分析結果

図-4 に示す振幅スペクトルには、いくつかの卓越する周波数が認められる。そこで、それらの卓越した周波数の内、最も低周波側のものを第 1 卓越周波数と呼ぶこととし、以降、周波数が高くなるにつれて第 2、第 3、…とする。そして、第 N 番目の卓越周波数の振幅ピーク値を振幅 A_N と定義する。鉄筋が腐食することによって鉄筋近傍のコンクリートにひび割れが生じるならば、材料としてのコンクリートの減衰特性が増すことが予想され、その結果

として振幅ピーク値 $A_1, A_2, A_3, \dots$ に影響が出ると考えた。そこで、周波数の異なる第 1 卓越周波数の振幅ピーク値 A_1 と第 2 卓越周波数の A_2 の比を振幅比率 $R_A (=A_2/A_1)$ と定義し、電食の前後においてこの R_A 値がどのように変化するかに直目した。ここで、 R_A 値が小さければ小さい程、低い周波数の振動に比べて高い周波数の振動がより強く減衰されるローパス型の減衰特性が強いことを表わしていると解釈できる。

図-5 に L シリーズ供試体の電食前後の R_A 値の一例を示す。紙面の都合から、直径 30mm の鋼球を使用して、速度 1.98m/s で衝突させた場合の加速度計による振幅スペクトル(サンプル長さ 0.164 秒)のみを示す。目標腐食率 5%、10%ともに電食することによって R_A 値が減少していることがわかる。また、前掲の表-1 に S シリーズ供試体も含めて R_A 値とその変化率をまとめて併記した。供試体の寸法によらず、電食することによって、高い周波数の減衰が強くなっていることが確認できる。

図-5 R_A の値 (L -シリーズ)

5. まとめ

支承の影響を排除した条件下において、打撃応答特性の測定と分析を行なった結果、鉄筋コンクリート梁供試体の振動減衰特性が、鉄筋が腐食することによって変化することを確認した。今後は、支承条件を現実の鉄筋コンクリート構造部材に近づけた実験も行ない、本検査手法に及ぼす支承条件の影響についても検討を重ねる必要がある。

6. 参考文献

- 1) 田森清美, 丸山久一, 小田川昌史, 橋本親典: 鉄筋の発錆によるコンクリートのひび割れ性状に関する基礎研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.10, No.2, pp.505-510, 1988