

## 共振振動数変化率による RC 梁の鉄筋腐食判定の検討

東京都市大学 学生会員 ○堀田 進乃介  
東京都市大学 正会員 栗原 哲彦

### 1. はじめに

臨海部の RC 構造物は、海風や海水の付着による塩分浸透により内部の鉄筋が腐食し、ひび割れ・剥落といった塩害による劣化現象が多々発生する。塩害への対策として、内部鉄筋の腐食状況の早期確認が重要となる。現在一般的に行われる腐食状態の検査方法はコンクリートをはつり、内部鉄筋を露出させることで確認する方法である。しかし、本来は構造物にわずかな損傷も与えることなく検査ができることが望ましい。そこで本研究は、コンクリート表面から腐食劣化が確認できる前の段階で、鉄筋腐食を完全非破壊検査で検知することを目的とし、振動試験による鉄筋腐食判定の検討を行った。

### 2. 実験概要

#### 2-1. 供試体概要

供試体の概要を図-1に示す。供試体は幅 100mm×高さ 100mm×長さ 500mm のはり部材で、D19 異形鉄筋を供試体断面中央に 1 本配置した。コンクリートの配合を表-1に示す。本研究では腐食の進行度ごとに振動試験を行い、結果を比較検討するため、腐食の尺度として腐食レベルを設定した。コンクリート表面に劣化が確認できる段階を基準 (100%) とし腐食レベル 30%、60%、90%に供試体を 3 本ずつ分類した (表-2)。

#### 2-2. 電食試験概要

電食試験の概略図を図-2に示す。水槽内の液体は濃度 3%の塩化ナトリウム水溶液で最大電圧 30V、最大電流 0.1A に設定し電食試験を行う。内部鉄筋の部分的な腐食を再現するため、既存の研究を参考に試験を行う。供試体は直接水溶液に触れておらず吸水スポンジから水溶液が供給される。スポンジは幅 20mm、奥行き 100mm で供試体中央に当てる。試験は電流量を記録し各腐食レベルの目標積算電流量に至るまで行った。

#### 2-3. 振動試験概要

振動試験は、供試体上面から鉄球を落下させ打撃波を供試体下面で受信する打撃振動試験を行った。試験は、電食試験前の健全状態の供試体と電食試験後の供試体に

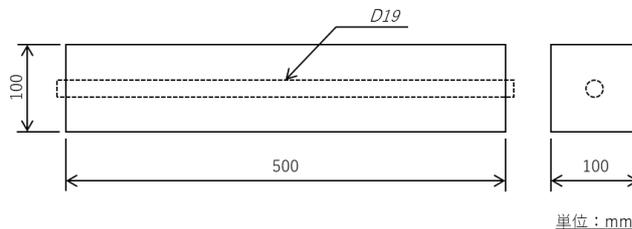


図-1 供試体概略図

表-1 コンクリート配合

単位量(kg/m <sup>3</sup> )					
W	C	S	G	Ad <sub>1</sub>	Ad <sub>2</sub>
174	348	682	1037	3.48	3.48

W : 水道水 1.00g/cm<sup>3</sup>(混和剤を含む),  
C : 早強ポルトランドセメント 表乾密度 3.14g/cm<sup>3</sup>,  
S : 細骨材 表乾密度 2.46g/cm<sup>3</sup> 粗粒率 2.18  
G : 粗骨材 表乾密度 2.67g/cm<sup>3</sup> 最大寸法 20mm  
Ad<sub>1</sub>: AE減衰剤 25%希釈, Ad<sub>2</sub>: 補助AE剤 1%希釈

表-2 供試体分類表

腐食レベル (%)	30	60	90
目標積算電流量 (A・s)	6577.7	13155.4	19733.2
供試体名	1-30	1-60	1-90
	2-30	2-60	3-90
	3-30	3-60	3-90

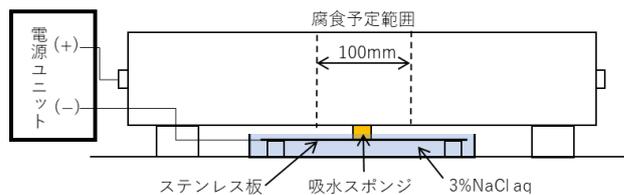


図-2 電食試験概略図

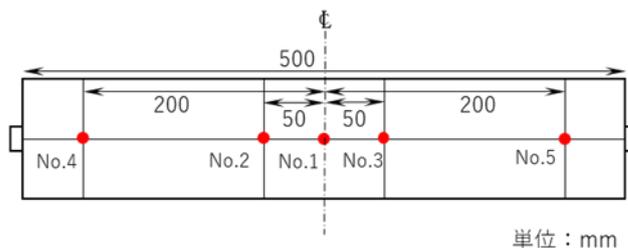


図-3 振動試験試験点

キーワード 塩害, 鉄筋腐食, 電食試験, 振動試験, 共振周波数

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 E-mail : nkuri@tcu.ac.jp

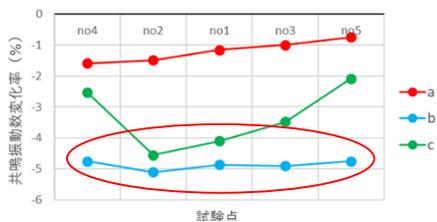


図-4 1-30 振動試験結果

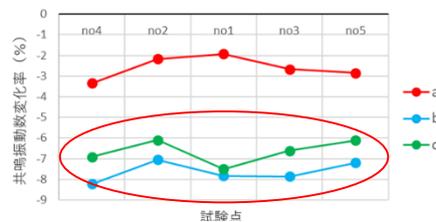


図-5 1-60 振動試験結果

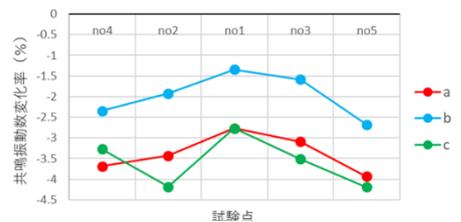


図-6 1-90 振動試験結果

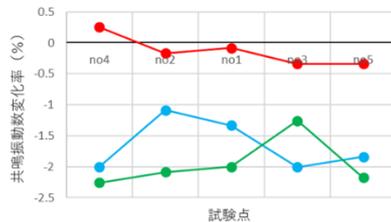


図-7 2-30 振動試験結果

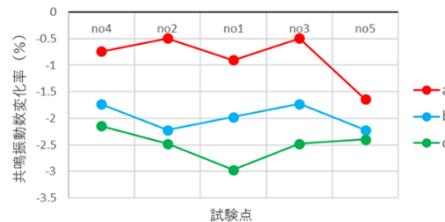


図-8 2-60 振動試験結果



図-9 2-90 振動試験結果

対して行う。受信センサには加速度計を利用した。得られた加速度データをリアルタイム高速フーリエ変換し、供試体の振幅 (dB) が最大ピークをむかえた周波数を共振周波数 (Hz) とし記録する。鉄球を落下させる試験点は図-3のように設定した。なお、加速度計は供試体下面中央部に設置した。また、腐食の進展がどの方向で活発になるのか判断できないため、電食を行ったはりの下部に加え、はりの側面部についても加速度計を設置し試験を行った。電食を行った梁の下部を a 面、側面部を b 面、c 面と設定した。

### 3. 実験結果

電食試験終了後、供試体の目視確認を行った。1-30, 1-60, 1-90, 2-30, 2-60 については鉄筋腐食の劣化性状は確認できなかった。2-90 では直径 3mm 程度のさび汁流出のような痕跡が c 面の試験点 No.1 と No.3 の間で確認できたが、ひび割れは確認できなかった。振動試験の結果を図-4 から図-9 に示す。全ての試験において共振振動数の低下傾向が確認された。なお、1-30 および 1-60 の結果の一部において極端に大きな共振振動数の低下 (図-4, 図-5 赤丸箇所) が確認された。これは鉄球落下に伴う試験点の微弱な損傷が加速度計に影響を与えるためと考えられた。1-90 以降は鉄球落下点を試験点からややずらすことで極端な低下は見られなくなっている。試験面に着目すると 2-30, 2-60 は側面である b 面、c 面の方が電食面である a 面よりも大きな変化率の低下をしているが 2-90 では側面部と同等の変化率の低下が a 面についても確認できた。これは 1-90 からも確認できる。ここから共振振動数の低下は塩化物イオンの侵入面の側面から起こり、鉄筋腐食の進展に伴い塩化物イオン侵入面の共振振動数の低下が顕在化すると考えられる。

この振動数の低下が鉄筋腐食の進行度からどの程度影響を受けてのことなのか現時点では不明であるため、今後確認してゆく必要がある。続いて各試験点に着目する。試験全体を通して顕著な傾向などは確認できず腐食箇所の特定は困難である。しかし、共振振動数の低下は確認できるため、より寸法の大きな供試体を対象として試験を行った際には腐食が疑わしい範囲の推定が可能になることも考えられる。さび汁の痕跡が確認できた 2-90 について、特に大きな変化率の低下がみられた。この結果から、腐食の劣化性状がコンクリート表面に現れた際には特に大きな共振振動数の低下が起こると考えられる。さらに、さび汁が確認できた箇所に最も近い c 面 No.1 に着目すると、確かに c 面でも大きな変化率の低下が確認できた。この結果がさび汁がコンクリート表面に現れる前の段階から確認できるのかを今後検討してゆく必要がある。

### 4. まとめ

本研究では、コンクリート表面に鉄筋腐食による劣化が確認される前の段階においても、共振振動数の低下が供試体に現れ、鉄筋腐食の早期発見を示唆するに至った。しかし、共振振動数の測定から鉄筋腐食箇所の特定に至るかの確認はできなかった。そのため今後は実用性を考慮し、より大きな供試体からのデータを含蓄し、鉄筋腐食が共振振動数に確かに影響を与えているのか、腐食箇所の早期発見に至るのかを検討していきたい。

### 参考文献

- 1) 橋本啓佑, 栗原哲彦: 鉄球落下の衝撃試験による RC はりの内部鉄筋の腐食判別に関する研究, 土木学会第 73 回年次学術講演会概要集, V-183, pp.365-366, 2018