

超音波法による鉄筋腐食および早期劣化の評価

徳島大学大学院 学生会員 ○宮崎一樹 徳島大学大学院 学生会員 原田和樹
徳島大学大学院 正会員 渡邊健 徳島大学大学院 正会員 橋本親典

1. はじめに

近年、RC 構造物の劣化・老朽化が問題視されており、早期に鉄筋の腐食を評価できる技術が望まれている。しかし、一般的な点検である目視では、構造物内部の状況まで把握することは出来ず、鉄筋腐食を早期発見することが困難となっている。そこで本研究では既往の研究¹⁾で行われた実験よりも、より早い段階を想定し、RC 構造物内部の鉄筋腐食の早期劣化を、非破壊検査である超音波法を用いて評価することを目的として実験を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体作製

本研究では高さ 200mm×幅 100mm×長さ 600mm のものに、かぶり厚さ 30mm で異形鉄筋(D13)を配筋したものを 4 体作製した。供試体の概要を図-1 に示す。また配合は表-1 に示すものとし、各供試体には 1~4 のナンバリングを行った。打設後 28 日間湿布養生を行い、その後電気腐食実験による腐食の促進を各供試体で実施した。

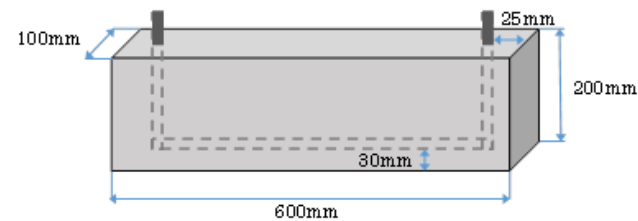


図-1 供試体概要

表-1 配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位容積質量 (kg/m ³)						
		W	C	S	G	混和剤	SP 剤	塩
55	45	175	318	779	949	7A	0.24	10

2.2 電気腐食実験

鉄筋腐食を早期に発生させるために、電気腐食実験を作製した 4 体の供試体に、5%NaCl 水溶液の入った水槽に供試体を設置し通電を行うという手法で行った。水溶液の水位は供試体底面から 50mm と設定した。通電には電源装置を用い、供試体底面と水槽の間に敷いた鉄筋に陰極を繋ぎ、供試体から張り出させた鉄筋に陽極を繋いで行い、流す電流密度は供試体表面に対し 1A/m² を基準とし、腐食の進行状況によって変動させた。試験の概要を図-2 に、各供試体の積算電流量を表-2 に示す。

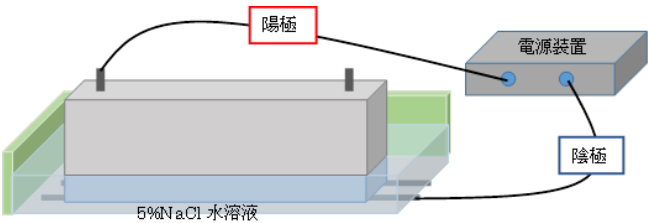


図-2 電気腐食実験概要図

表-2 積算電流量

供試体番号	積算電流量	表面のひび割れの有無
1	0.0A・hr	無
2	4.1A・hr	無
3	8.2A・hr	無
4	12.2A・hr	有

2.3 超音波試験

電気腐食実験を行う前と、行った後で超音波法による測定を行い、得られた波形の変化を確認し、電食の程度による変化の違いを比較・検討した。また測定点は各供試体で測定点間の距離は 50mm として 8 点設け、探触子間の距離は 50mm として測定を行った。測定に用いた探触子は直径 20mm のもので、電圧は 300V、周波数は 100kHz と 200kHz の 2 通りで測定を行ったが、今回は紙面の都合上周波数 100kHz の結果のみを掲載する。測定点の概要を図-3 に示す。

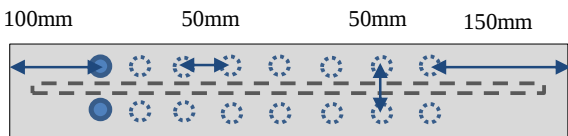


図-3 測定点概要図(供試体上)

3. 実験結果・考察

各供試体の超音波測定で得られた波形を図-4に示す。図中波形の矢印で示す部分のように、これらの波形の位相のずれに着目すると、初期値に比べ電食後の波形では最初に正の値でピーク値が現れる時間が、供試体2では $3.15\mu\text{s}$ 速くなり、供試体3では $0.15\mu\text{s}$ 遅くなり、供試体4では $1.05\mu\text{s}$ 遅くなっていた。また既往の研究²⁾より、超音波波形の面積により鉄筋腐食の評価が出来る可能性が指摘されている。そこで本研究では得られた波形の $10\mu\text{s}\sim 150\mu\text{s}$ までの範囲の波形面積に着目すると、初期値に比べ電食後のものは、供試体2では0.90倍、供試体3では1.07倍、供試体4では波形面積は0.89倍といった値になっていた。一例として、供試体4の波形面積の変化を図-5に示す。

上記のことより、実際にひび割れが発生すると、基本的に超音波測定により得られた波形の面積は減少し、超音波の伝播速度は小さくなるといったことが言える。しかし得られた波形の中でも、ひび割れが供試体表面まで顕在化していない場合には、波形面が増大し、伝播時間は速くなるといった傾向も見られた。

これらの理由について考察すると、波形面積・伝播速度の上昇といった変化は、供試体にひび割れが生じていない程度の腐食の進行での、鉄筋まわりに生じた腐食生成物により超音波の伝播経路が短くなること、水和反応等により供試体内部が緻密化したこと、このような理由で超音波の減衰が少なくなったことにより起きたと考えられる。一方、波形面積・伝播速度の低下といった変化は、供試体にひび割れが生じたことにより、超音波の減衰が大きくなったために生じたと考えられる。しかし、これらは現在のところ推測であるため、今後さらなる検討を進める予定である。

4. 結論

本研究より以下の結果が得られた。

- 1) 超音波測定による波形の変化には、劣化以外の要因によっても生じる可能性が示された。
- 2) ひび割れ等の欠陥が進行すると、波の伝播速度が低下する・波形面積が減少するといった傾向が確認された。

参考文献

- 1) 原田和樹、渡邊健、橋本親典、石丸啓輔：鉄筋コンクリート内を伝播する超音波を用いた鉄筋腐食の評価に関する検討、コンクリート工学年次論文集、Vol.35、No.1、pp1879-1884、2013
- 2) フィン ティー フェン チャン、渡邊 健、橋本 親典、石丸 啓輔：超音波法に用いた鉄筋腐食状態の評価に関する研究、日本材料学会四国支部学術講演会講演論文集、Vol.9、pp15～16、2011

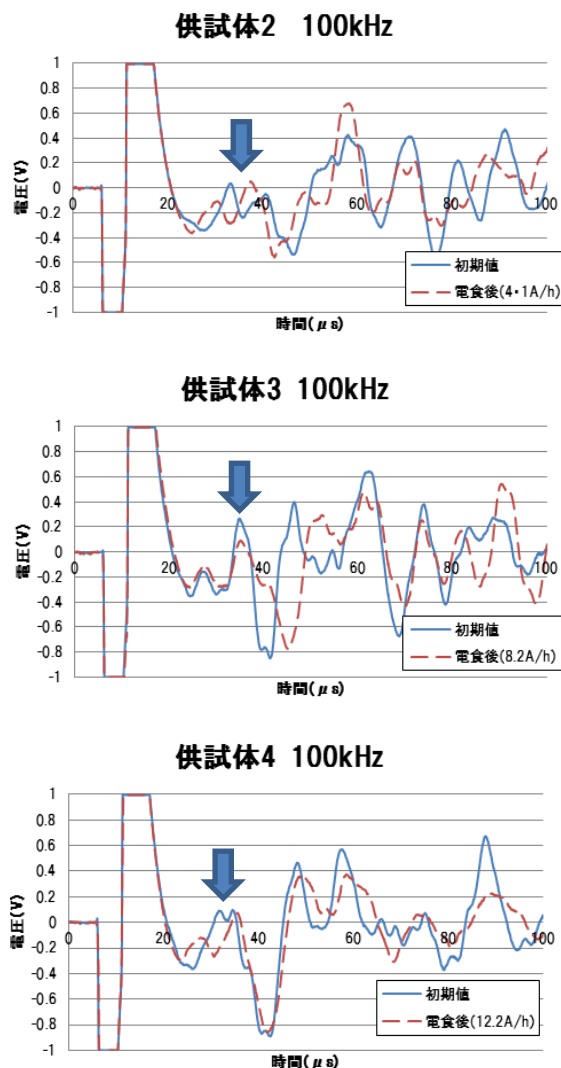


図-4 超音波波形(初期値・電食後)

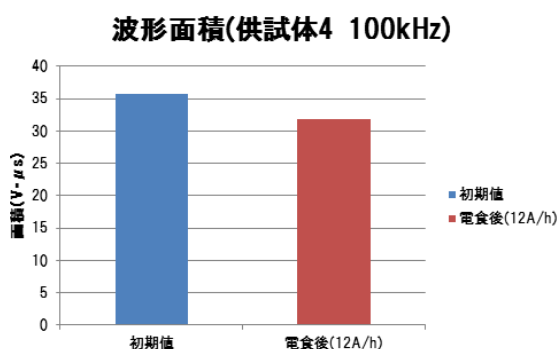


図-5 波形面積(供試体4)