

超音波法による鉄筋腐食の発生状況の定量的評価に向けた基礎的検討

徳島大学大学院 学生会員 ○福富隼人
 徳島大学大学院 正会員 渡辺 健
 徳島大学大学院 フェロー 橋本親典
 阪神高速道路(株) 非会員 宮崎一樹

1. はじめに

鉄筋腐食の発生状況を定量的に把握することは、鉄筋コンクリート構造物の維持管理において重要である。本研究では、超音波法による波形パラメータを用いた評価方法により、鉄筋腐食がコンクリート内部に及ぼす変状をどの段階で検出できるのかについて検討した。具体的には、鉄筋腐食を内在塩による手法および電食試験による手法により発生させ、超音波波形パラメータの変化に着目し、実験を行った。

2. 実験概要

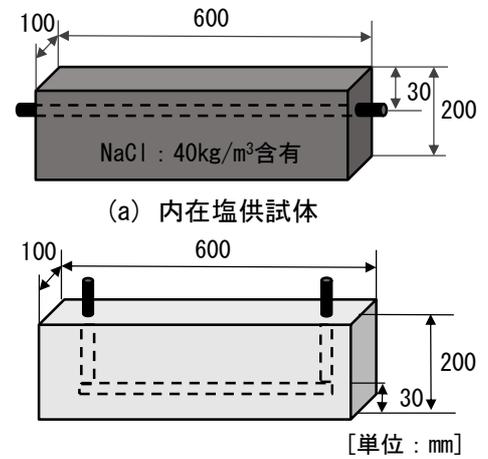
2.1 供試体および電食試験方法

供試体の概要図を図-1に示す。使用したコンクリートはスランプ $10 \pm 1.5\text{cm}$ 、空気量 $5 \pm 1.0\%$ を満たすものとした。内在塩の供試体には、塩化ナトリウム(以下、NaCl) $40\text{kg}/\text{m}^3$ を練り混ぜ水に混合し、コンクリートを打ち込んだ。電食試験の供試体は、供試体上面に鉄筋を張り出す形とした。また、計測期間中に内部ひび割れの発生状況を確認できるように、両試験の供試体は3体ずつ作製し、28日間の湿布養生を行った。

電食試験では、電解質溶液として5%のNaCl水溶液を供試体のかぶり30mm以上まで浸漬させ、電流密度 $5\text{A}/\text{m}^2$ で通電を行った。

2.2 測定方法

測定には超音波法を用い、入力周波数 400kHz 、電圧 300V の一定とし、かぶり面にて測定を行った。測定方法は図-2に示すように、測定範囲を供試体長さ方向の中央 400mm として探触子間距離 100mm 、測定箇所4点で測定を行った。測定期間は内在塩の供試体では1週間毎に測定を行い、電食試験では、積算電流量が $5\text{A} \cdot \text{hour}$ 増加する毎に通電を中止し、気中にて12時間以上乾燥した後に測定を行った。測定結果の波形データから、見かけの伝搬速度、波形の持つエネルギーとして扱う波形面積を算出し、波形パラメータとして評価した。また、鉄筋腐食による内部状況の確認を行うために、内在塩の供試体では、波形パラメータに変化が見られた4週目、6週目に供試体を切断し、電食試験の供試体では、積算電流量が15、30、 $45\text{A} \cdot \text{hour}$ に達した際に供試体を1体ずつ切断した。その後、鉄筋をはつり出し、鉄筋腐食量を算出した。



(b) 電食試験用供試体

図-1 供試体概要図

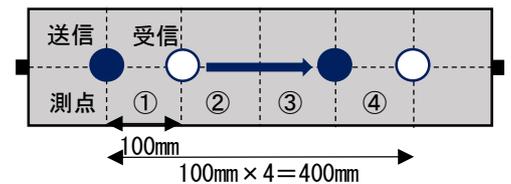


図-2 測定方法

3. 実験結果

3.1 内在塩による波形パラメータへの影響

図-3に見かけの伝搬速度、図-4に波形面積を示す。伝搬速度については、腐食発生初期において腐食生成物の生成に伴う膨張圧がコンクリートとの付着性を向上させ、伝搬速度を増加させることが報告されている¹⁾。実際に本実験においても測定3週目まで伝搬速度の増加が確認でき、4週目を境に伝搬速度が減少に転じた。そのため、

キーワード：超音波法、鉄筋腐食、内在塩、電食試験、伝搬速度、波形面積

連絡先：〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1 徳島大学大学院 先端技術科学教育部 TEL：090-8287-1836

4週目に1体の供試体を切断したところ内部ひび割れの発生が確認でき、伝搬速度の減少は内部ひび割れの発生に起因している可能性が示された。

波形面積は測点によってばらつきはあるが4週目までをピークに増加し、その後、減少または横ばいになることが確認できた。この結果もひび割れにより波が散乱し、エネルギーが減衰したと考えられる。

3.2 電食試験による波形パラメータへの影響

図-5に見かけの伝搬速度、図-6に波形面積を示す。内在塩による結果と同様に、腐食の発生に伴い伝搬速度の増加が考えられたが、積算電流量が20A・hourまでほぼ横ばいで、25A・hour以降で伝搬速度が減少することが確認できた。伝搬速度の減少はひび割れによるものであると考えられるが、伝搬速度が増加しなかった要因としては、電食試験により水酸化カルシウムが析出、蓄積することで、コンクリート内部に微小なひび割れを発生させることが報告されている²⁾。そのため、腐食生成物がひび割れから溶出し、付着性の向上の効果が表れなかったと考えられる。写真-1を見ると、内在塩に比べ、電食試験で鉄筋付近の位置に錆汁が確認されていないことからそのように推察される。

波形面積についても伝搬速度同様に、20A・hourまでほぼ横ばいで、25A・hour以降で減少傾向になることが確認された。この供試体においては、35A・hourで表面にひび割れが顕在化したことから、25A・hour付近での腐食ひび割れの発生が考えられる。

3.3 鉄筋腐食量

パラメータの変化が見られた内在塩の供試体4週目での鉄筋腐食量は1.6%、一方、電食試験で30A・hourで切断した供試体から算出した鉄筋腐食量は1.89%であった。両試験でパラメータの変化が見られた鉄筋腐食量は近いものであり、ひび割れが供試体表面で目視確認されるより前に変状を検出できる可能性を示すことができた。

4. まとめ

本実験の範囲では、波形パラメータは、腐食に伴うコンクリート内部の膨張圧およびひび割れの発生後に変化することが示された。

謝辞

本研究の一部は、基盤研究(C)15K06166の助成を受け実施いたしました。

参考文献

- 1) 山上晶子ほか：鉄筋断面腐食分布と各種非破壊試験手法の関連に関する基礎研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.36，No.1，pp.2080-2085，2014.7
- 2) 坂口雄彦ほか：電食試験による鉄筋腐食と透水性，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.18，No.1，pp.795-800，1996

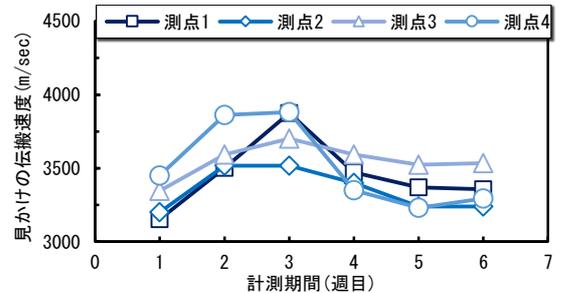


図-3 見かけの伝搬速度(内在塩)

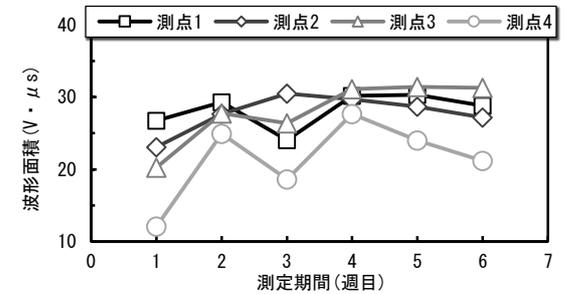


図-4 波形面積(内在塩)

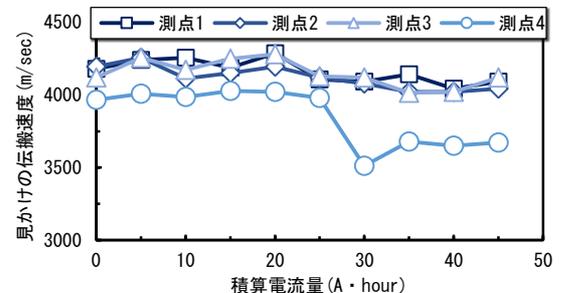


図-5 見かけの伝搬速度(電食試験)

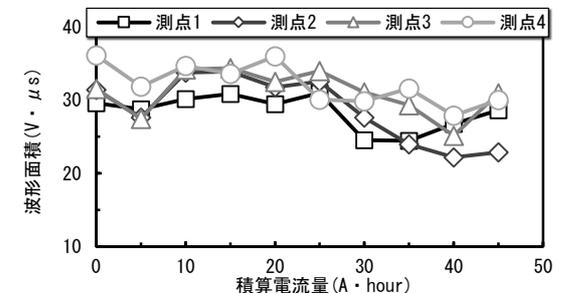


図-6 波形面積(電食試験)



(a) 内在塩 6週目



(b) 電食試験 30A・hour

写真-1 供試体の内部状況