

超音波法による鉄筋腐食より生じる変状の早期発見に関する基礎的研究

徳島大学大学院 学生会員 ○灰谷航平 徳島大学大学院 正会員 渡邊健
徳島大学大学院 フェロー 橋本親典

1. 目的

鉄筋腐食を引き起こす要因の1つとして塩害が挙げられ、これまで超音波法による研究が行われている。既往の研究では進展期初期において、超音波パラメータにより腐食の評価可能性が示されている¹⁾。一方で、進展期における超音波法パラメータ増加要因については不明となっている現状である。そこで本研究ではかぶり深さの違う鉄筋コンクリート試験体を対象に電食試験を行い、各サイクルで超音波法やコンクリート表面の線膨張の測定結果を比較し、超音波法による鉄筋腐食の評価の直用性について検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

角柱供試体 150×150×550mm に異形鉄筋(D13)を配筋し、それぞれかぶり深さ 10mm, 30mm, 50mm とした。打設はかぶり面を下にして行い、かぶり面以外の面はエポキシ樹脂を塗布することで塩分の侵入をかぶり面のみに限定した。また、供試体側面にコンタクトチップを貼り、供試体側面の線膨張を確認できるようにした。既往の研究では、超音波パラメータの増加が水和反応に起因している可能性が考察されている。そのため、セメントは早強ポルトランドセメントを用い、養生は 28 日間の湿布養生の後に 28 日間の気中養生を行い、十分な期間を設けた。

2.2 鉄筋の腐食方法

鉄筋腐食方法として、直流安定化電源装置を使用した促進電気腐食試験を採択した。試験概要図を図-1 に示す。鉄筋を陽極、銅板を陰極に接続し、電流密度 1.5 (A/m²) で定電流を流した。通電の際、かぶり面を下にし、かぶり面から 10mm を 3%の食塩水で浸漬させた。

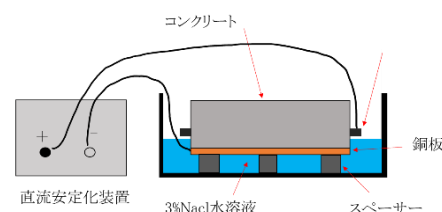


図-1 鉄筋腐食の概要図

2.3 超音波法および各種試験方法

2.3.1 超音波法

図-2 に超音波法の測定点を示す。測定点の横方向に超音波テスター (UK-1401) を押し当て、2 点間（例：1-4）の超音波伝搬速度を測定し、腐食に伴うパラメータの変化を確認した。また鉄筋鉛直上 (C) のみならず、鉄筋鉛直上から離れている点 (A, B, D, E) においても超音波伝搬速度の変化を確認した。

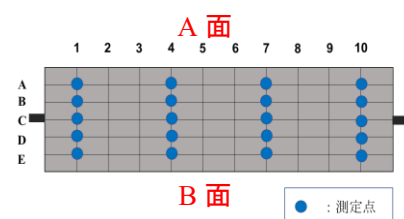


図-2 超音波法の測定点

2.3.2 一軸拘束圧縮試験

コンタクトチップをかぶり面から 30mm, 130mm の位置に 3 対配置し、図-3 における高さ方向の線膨張長さ (mm) を測定した。測定にはダイヤルゲージを使用し、手動にて行った。

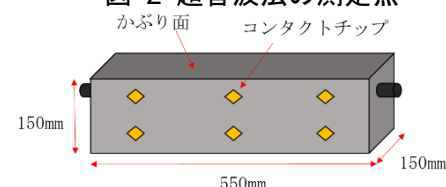


図-3 コンタクトチップの位置

3. 実験結果および考察

促進電気腐食試験より、かぶり深さが浅い供試体からかぶり面の変状が確認でき、最終的に全ての供試体でひび割れの観測ができた。かぶり深さ 10mm, 30mm, 50mm 供試体の電食開始日からのひび割れ発生サイクルはそれぞれ 2, 5, 6 サイクルとなった。かぶり深さ 30mm 供試体におけるかぶり面の変化を図-4 に示す。

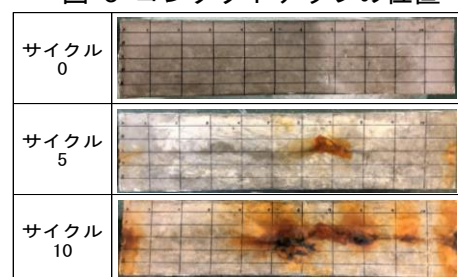


図-4 かぶり面の変化（かぶり 30mm 供試体）

図-2 にて超音波テストの端子を測定点間に押し当てた際のかぶり深さ 30mm 供試体における A～E の超音波伝搬速度の変化を図-5～図-7 に示す。ひび割れ発生までは全ての測定点において超音波伝搬速度の増加傾向が見られ、鉄筋鉛直上 (C) では、徐々に増加から減少に転じ、表面ひび割れ確認後に急激な超音波伝搬速度の減少が見られた。これは、腐食進行により生じたマイクロクラックが影響し、増加傾向から減少傾向に転じ、表面ひび割れの発生により超音波伝搬速度が急激に減少したことが要因であると考えられる。また、ひび割れ発生サイクルと鉄筋鉛直上 (C) で超音波伝搬速度減少点に着目すると、同じサイクル 5 であることがわかる。一方で、図-4 の測定点 1-4 間に着目すると、表面ひび割れが確認されるよりも早くのサイクルで超音波伝搬速度の低下が見られた。よって、超音波伝搬速度の低下は腐食による内部のひび割れおよび表面のひび割れの影響を受けていると言える。このような結果となった要因として腐食速度が非常に速かったことが考えられ、そのため、促進電気腐食試験による通電の際、電流を小さくする必要がある。また、鉄筋鉛直上から離れた点 (A, B, D, E) も含めて、サイクルを追うごとにグラフの傾きが減少していることが確認できる。これは、コンクリートの水和反応による影響が考えられる。

図-8 はかぶり深さ 30mm 供試体の図-3 において、真ん中に設置したコンタクトゲージの線膨張ひずみを示す。グラフより、線膨張ひずみは鉄筋腐食に伴い徐々に増加し、また、表面ひび割れが確認後に、急激に増加する傾向が見られる。これは、鉄筋腐食が生じた時点からコンクリート内部に膨張圧が生じており、コンクリート表面にひび割れが生じたことにより、腐食速度が増加していることが考えられる。

4. まとめ

コンクリート内部のひび割れやマイクロクラックにより超音波伝搬速度が減少する。

促進電気腐食試験による通電の際、電流を小さくする必要がある。

超音波伝搬速度にて鉄筋腐食の検討を行う際、水和反応の有無を考慮し、検討する必要がある。

超音波伝搬速度の変化による鉄筋腐食の評価については今後も検討が必要である。

参考文献

- 1) 福富隼人：RC 部材で発生する鉄筋腐食の早期検出に向けた超音波法による評価手法の検討, 2017

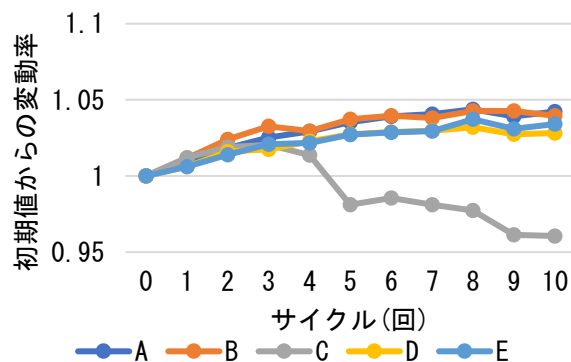


図-5 超音波伝搬速度の変化 (測定点 1-4 間)

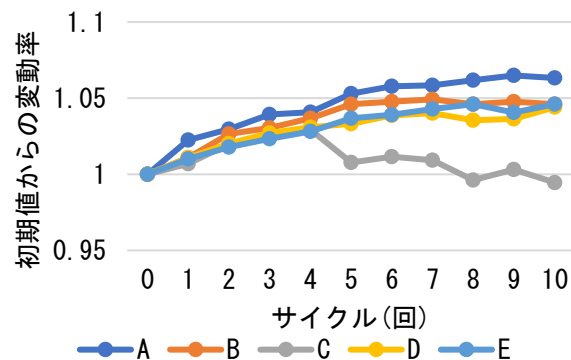


図-6 超音波伝搬速度の変化 (測定点 4-7 間)

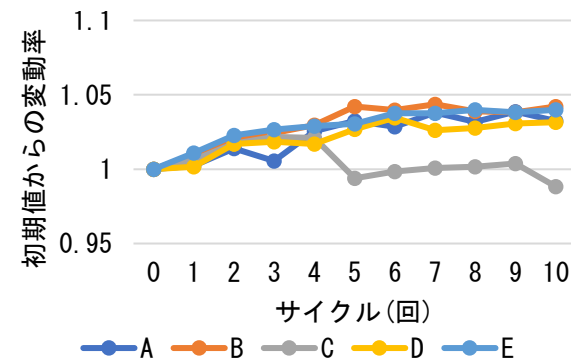


図-7 超音波伝搬速度の変化 (測定点 7-10 間)

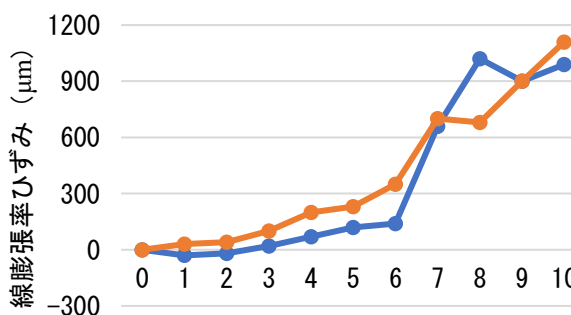


図-8 膨張ひずみの変化 (かぶり 30mm 供試体)