

RC 中の鉄筋腐食開始時期に起因する AE 特性の把握に関する研究

立命館大学 正会員 ○川崎 佑磨
立命館大学大学院 学生会員 権納 拓央
立命館大学 フェロー会員 伊津野 和行

1. 目的

鉄筋コンクリート (RC) 構造物の劣化要因の一つとして、塩害による鉄筋腐食が挙げられる。この課題に対して、これまで様々な研究が行われているが、いずれも RC 中の鉄筋腐食を定量的に評価するまでには至っていない。例えば、実構造物に広く適用されている電気化学的手法は、腐食の可能性を定性的に評価するのみに留まっている。また、その評価値の精度についても課題となっている。

そこで本研究では、非破壊検査法の一つであるアコースティック・エミッション (AE) 法を用いて、RC 中の鉄筋腐食開始時期の早期評価へ向けた基礎的実験を試みた。

2. AE 法による評価

AE 法は、固体中の損傷発生または進展が起因となって生じる弾性波を固体表面に設置した AE センサで検出するため、パッシブ (受け身) な手法である。したがって、本研究では塩害による鉄筋腐食過程を長期的に AE モニタリングすることを前提としている。AE 計測中に得られた弾性波の発生数、各パラメータの特性などを利用して、損傷程度を評価することが可能である。

3. 実験概要

実験供試体を図-1 に示す。鉄筋は D22 を使用した。

鉄筋腐食の促進方法として、3%NaCl 水溶液に供試体を浸漬乾燥させる繰返し実験を行った。鉄筋腐食位置を把握するため、鉄筋腐食範囲 100mm 以外の鉄筋には、防食 (樹脂を塗布した後、防水ペンキで保護) を行った。AE センサは、鉄筋腐食生成物の発生による弾性波の特性をより詳細に調べるため、供試体から突出させた鉄筋の断面に 2 個設置した。また、6 個の AE センサを浸透面以外のコンクリート表面に配置した。これは、鉄筋腐食により発生した弾性波が、コンクリート中を伝播した場合の特性を確認するためである。

4. 鉄筋から得られた AE 特性

鉄筋に設置した AE センサを使用して 1 次元位置標定解析を行った。位置標定された AE ヒット数の発生挙動を図-2 に示す。ここで、鉄筋全体に位置標定された AE を実線で、腐食範囲内に位置標定された AE を点線で表している。腐食範囲内に位置標定された AE ヒット数は、実験開始 14 日目から検出された。したがって、14 日目から鉄筋腐食生成物が形成され始めたと考えられる。その後、AE ヒット数は 21 日目まで増加し、35 日目までは一時的な AE ヒット数の停滞が確認された。これは、筆者らが報告している結果¹⁾と類似している。ここで、それらの時期の AE 最大振幅値の挙動を図-3 に示す。実験開始

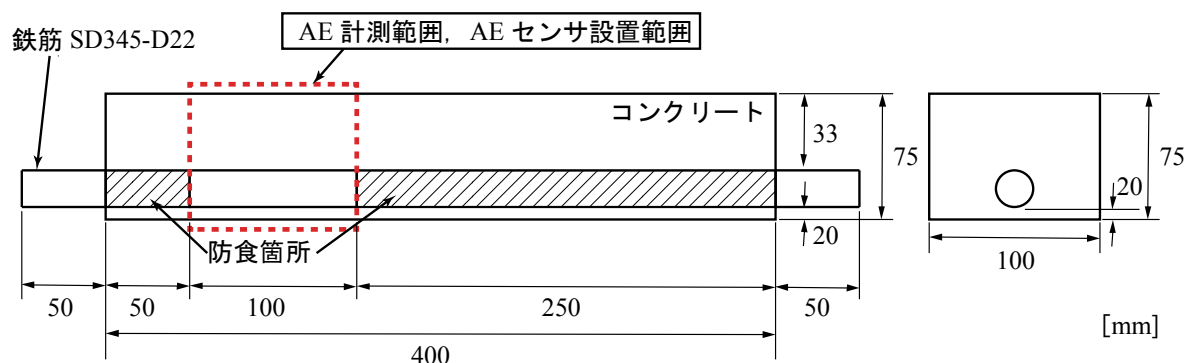


図-1 実験供試体

キーワード AE 法, 塩害, 早期評価, 鉄筋腐食, モニタリング

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学理工学部都市システム工学科 TEL 077-561-3368

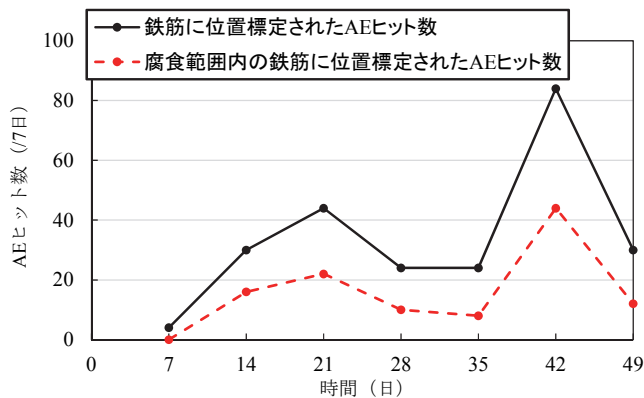


図-2 AE 発生挙動 (鉄筋)

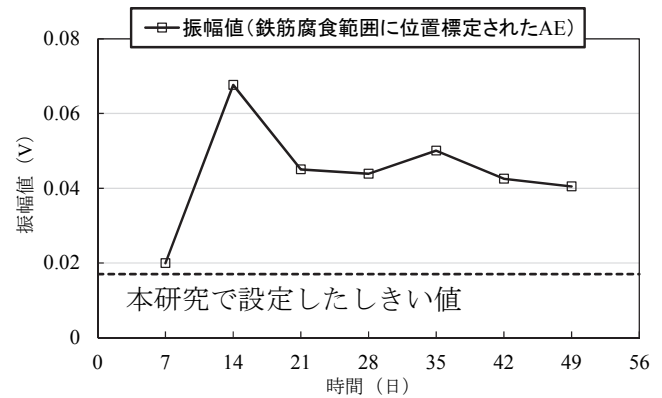


図-3 AE 最大振幅値の挙動 (鉄筋)

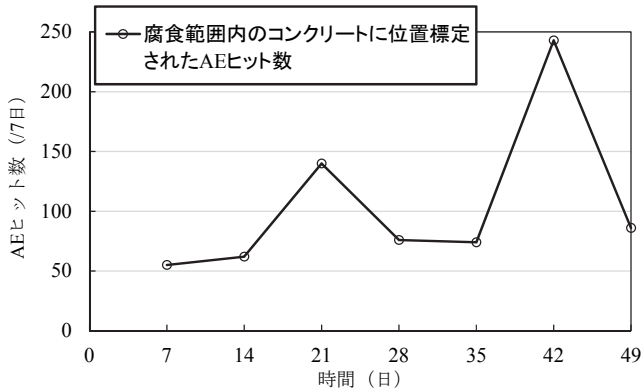


図-4 AE 発生挙動 (コンクリート)

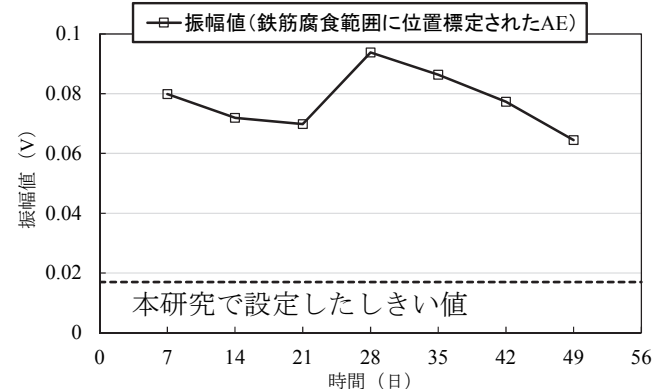


図-5 AE 最大振幅値の挙動 (コンクリート)

14 日目に最も高い最大振幅値が確認された。この結果からも、14 日目に鉄筋腐食生成物が鉄筋表面に形成され始めたと判断できる。

5. コンクリートから得られた AE 特性

コンクリートに設置した AE センサを使用して 3 次元位置標定解析を行った。その結果、腐食範囲のコンクリート内部に位置標定された AE ヒット数の発生挙動を図-4 に示す。AE ヒット数の挙動は、鉄筋位置に位置標定された AE ヒット数の挙動と類似している。この結果においても 14 日目から AE ヒット数の増加が確認されているので、鉄筋腐食生成物の発生に起因する弾性波をコンクリート表面からも検出することが可能である。AE 最大振幅値の挙動を図-5 に示す。図-3 とは異なる挙動が確認された。鉄筋を透過した AE とコンクリートを透過した AE は、透過する媒体が異なるため、同一の評価はできない。コンクリートを透過することによって、必要な情報が見えにくくなる。したがって、現地でモニタリング評価する場合は、鉄筋に AE センサを設置することは難しいため、コンクリートを透過した AE で評価可能な特性値の検討あるいは改良が必要である。

ここで、14 日目の鉄筋腐食範囲の鉄筋腐食状況を

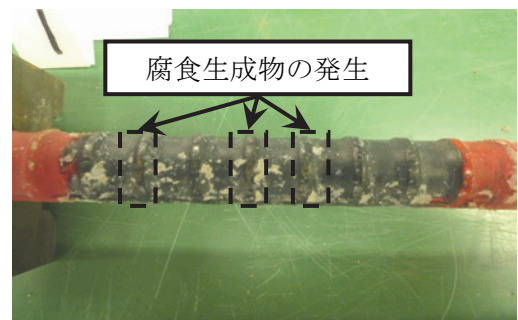


図-6 14 日目の鉄筋腐食状況

図-6 に示す。なお、白色の物質は固着しているモルタルである。腐食範囲の多くの箇所、黒皮の剥離が確認された。図-6 に示す 3 つの範囲内で計 7 か所に腐食生成物（赤褐色）の発生が目視確認できたことで、14 日目に鉄筋腐食が開始していることがわかった。したがって、AE 法による鉄筋腐食開始時期の検出は可能であるが、その特性値による早期評価についてはさらに検討・改良を進めていく必要がある。

参考文献

- 1) 川崎佑磨, 北浦美涼, 友田祐一, 大津政康: AE 法によるコンクリート中の鉄筋腐食過程の解明に関する研究, 土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造), Vol. 67, No. 3, pp. 384-395, 2011.