

AE法を適用した鉄筋腐食に起因するひび割れの評価

徳島大学大学院 学生会員 ○西山航平 徳島大学大学院 正会員 渡邊 健
 徳島大学大学院 学生会員 福富隼人 徳島大学大学院 フェロー 橋本親典

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の維持管理において、塩害などに伴う鉄筋腐食を早期に検出できることが求められており、近年、様々な非破壊試験によって研究が進められている¹⁾。本研究では、劣化の発生に伴い生じる弾性波を評価する非破壊試験であるアコースティックエミッション法(以下、AE法と称す)を適用し、コンクリート内部で生じる鉄筋腐食の進展に伴い得られるAE信号を確認し、劣化の進展をAEパラメータで評価した。また、AE信号から得られた次元位置評定の試験結果と供試体の劣化状況との比較を行い、劣化位置を確認した。

2. 実験概要

2.1 供試体及び電食試験方法

供試体形状を写真-1に示す。供試体形状は、100×100×400mmの角柱供試体を適用し、かぶり厚さは供試体底面から30mmに設定した。セメントには、早強セメントを適用し、強度増進がAEパラメータに及ぼす影響を低減させた。鉄筋腐食の促進方法は電食試験方法を用いた。陽極はD13鉄筋、陰極は銅板に接続し、供試体の底面から20mmまでを濃度5%のNaCl溶液に浸漬させ、電流密度2A/m²の定電流を通電させた。

2.2 AE法

AE法による測定は写真-1に示すように、150kHz共振型のAEセンサを供試体打設面に4チャンネル(以下chと称す)配置した。AEの計測は通電中、連続的に行なった。得られたAE信号を分析し、鉄筋腐食の進行過程を評価した。AE信号を検出する閾値は40dBとした。

(1) RA値と平均周波数

RA値と平均周波数の関係を図-1に示す。RA値と平均周波数の関係に着目すると、ひび割れの識別が可能とされており、図-1のようにRA値が小さく平均周波数が大きい場合は引張型のひび割れ、RA値が大きく平均周波数が小さい場合はせん断型のひび割れと分類できる。

(2) b値

b値はAEで得られた振幅分布に着目することにより、どのような破壊現象が卓越しているかを判別することができる指標である。AE振幅分布を図-2に示す。AEの発生総数Nと振幅Aは式(1)のような関係があり、b値は式(1)の傾きを表す。b値が小さくなれば大きな破壊現象が卓越し、b値が大きくなれば小さな破壊現象が卓越していることを示す。

$$\text{Log } N = \alpha - b \text{ Log } A \quad (1)$$

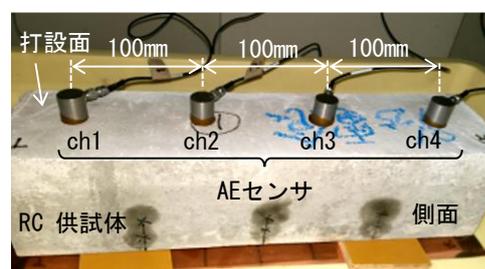


写真-1 供試体形状及びAEセンサ位置

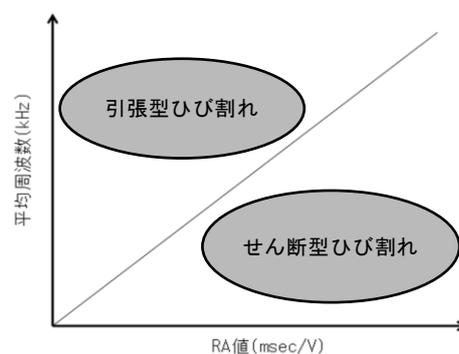


図-1 RA値と平均周波数の関係

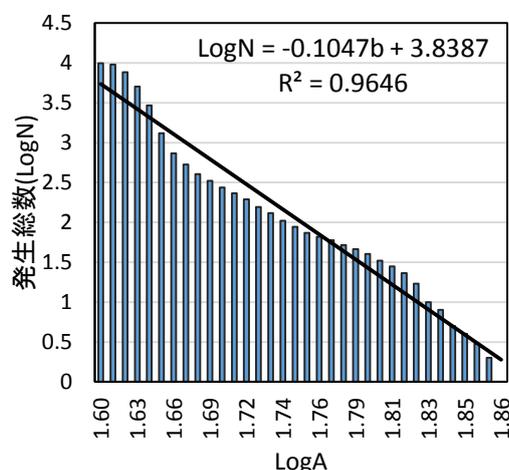


図-2 AE振幅分布

3. 実験結果

3.1 累積 AE ヒット数

各 ch での累積 AE ヒット数の経時変化を図-3 に示す。累積 AE ヒット数は 10 日目付近までにおいては緩やかな増加傾向が確認でき、10 日目以降において累積 AE ヒット数の突発的な増加傾向、25 日目付近では累積 AE ヒット数の急激な増加傾向が確認できた。本供試体では通電 25 日目において、測定面で腐食によるひび割れが確認できた。以上から、10 日目以降に内部に劣化現象が生じたことが示され、25 日目付近における急激な増加傾向は、内部ひび割れの発生が可視的なひび割れまでに至った結果であることが示唆された。

3.2 b 値

各 ch の b 値の経時変化を図-4 に示す。各 ch において計測 18 日目まで、増加傾向が確認でき、18 日目以降には急激な減少傾向が確認できた。18 日目までは腐食生成物の生成やそれに伴う微細ひび割れが生じて、18 日目以降において内部ひび割れの発生及び表面ひび割れへの進展を評価していると考えられる。

3.3 RA 値

ch2、3 における RA 値と平均周波数の関係を図-5 に示す。6～12 日目から 12～18 日目において、若干ではあるがせん断型ひび割れに移行しており、18～24 日目に一度引張型ひび割れに移行していることが確認できた。24～26 日目において再度せん断型ひび割れに移行していることが確認できた。図-4 と共にこの結果を考察すると、せん断型に移行している。12～18 日目に内部で大きなひび割れが生じており、可視的なひび割れとなる大きさのひび割れが 24～26 日目に生じていると考えられる。

3.4 一次元位置評定

24 日目以前の一次元位置評定の結果を図-6 上図に、24 日目以降を含んだ試験結果を図-6 下図に示す。上図で検出された振幅値の中で高い振幅値である 61～70dB 間の結果を抽出し、下図は、81～90dB 間の結果を抽出して表した図である。上図の試験結果では可視的なひび割れが生じる前であり、内部に生じたひび割れを示したと考えられる。下図においても類似した位置に位置評定が確認され、上図に比べて位置評定結果が増えていることから内部ひび割れが 24 日目付近で可視的なひび割れへと進展したと考えられる。

4. まとめ

本研究では、AE 法の適用により鉄筋腐食に伴い生じる可視的なひび割れ以前の内部のひび割れを確認できた。

謝辞

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

参考文献

1)古川ら:コンクリート中の鉄筋腐食過程の AE 法による解明、コンクリート工学年次論文集、Vol.28、No.1、pp.1805-1810、2006.7

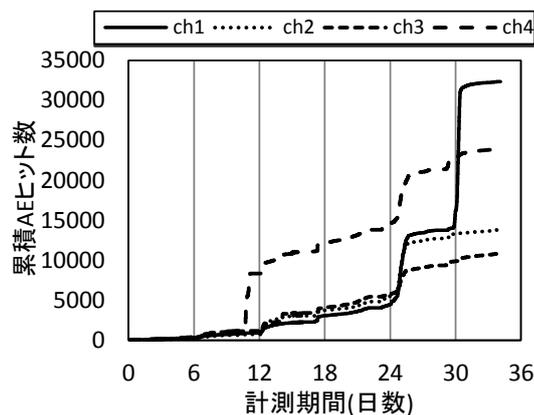


図-3 累積 AE ヒット数の経時変化

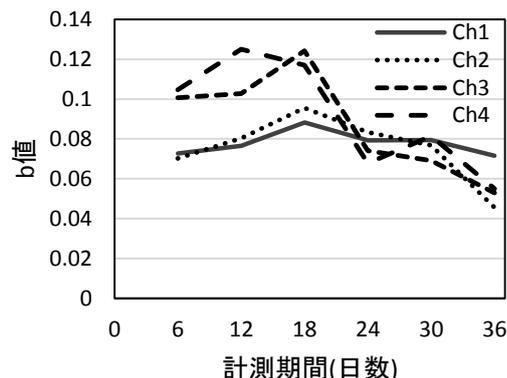


図-4 b 値

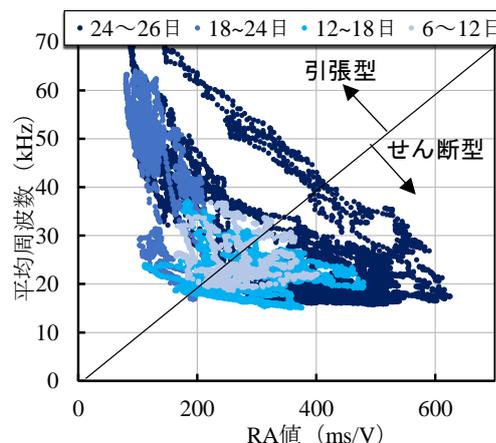


図-5 RA 値と平均周波数の関係

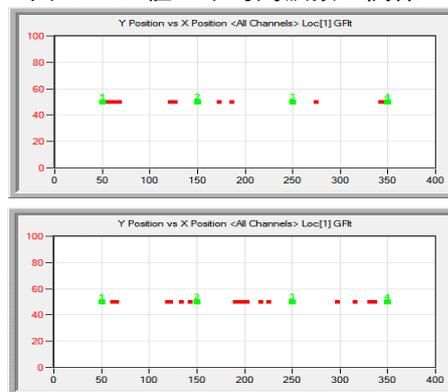


図-6 一次元位置標定

(上: 61dB～70dB, 下: 81dB～90dB)