

鉄筋腐食膨張によるコンクリートのひび割れ発生時の A E 特性

福島工業高等専門学校 学生会員 ○西山 綾香
福島工業高等専門学校 正会員 山ノ内 正司
福島工業高等専門学校 学生会員 吉田 愛
福島工業高等専門学校 Onek Denis Obedi

1 はじめに

劣化要因の一つである塩害は長時間をかけて進行するが、劣化速度が不規則であり、ひび割れ発生時点を境に劣化が急激に進むため、ひび割れの早期発見が重要となる。ひび割れの早期発見の一つの指標となるひび割れ限界腐食量に対して、鉄筋の膨張圧分布が大きく影響することや鉄筋の腐食は周方向に均一ではなく方向性を持っていることが確認されているが、具体的な腐食量分布などはまだ明らかにされていない。

そこで本研究では、鉄筋の腐食膨張によるひび割れ限界腐食量を A E を用いた電食試験により求め、鉄筋周辺の A E 源特性と限界腐食量について考察する。

2 供試体・電食試験

コンクリートの配合条件は、最大骨材寸法 20mm とし、練り混ぜ水には 3% NaCl 水溶液を用いた。供試体は 1 辺 150mm の立方体とし、図 1 に示すように、供試体中央に鉄筋（丸鋼 φ 25）を配置した。電気腐食試験では多くの場合、コンクリート供試体全体または一部を NaCl 水溶液に浸す方法を採用しているが、本研究では A E 計測を可能にするために供試体上部に凹部を設け、NaCl 水溶液の供給場所とした。

8 チャンネルの A E センサを取り付け、A E 波形を記録した（サンプリングタイム：200nsec、波形長：2Kwords）。また、供試体側面にパイ型変位計（感度 1/1000mm）を 2 つ取り付けた。

上部の凹部に - 極の銅板を置き、3% NaCl 水溶液を注ぎ、鉄筋を + 極として直流電源にて 0.15A の通電を行った。

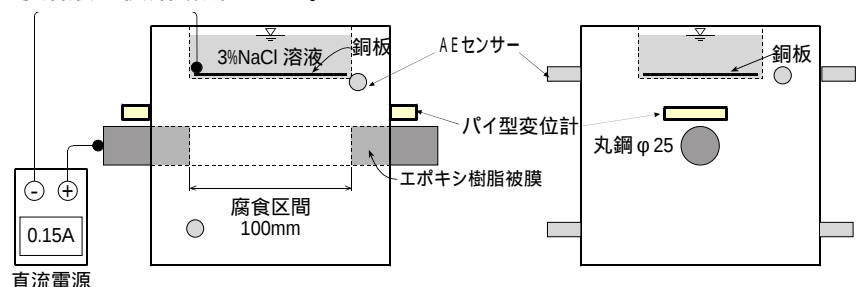


図 1. 電気腐食試験概要

3 実験結果および考察

3.1 腐食量分布の測定と結果

W/C50%の供試体において鉄筋を 45° ずつ区切り、対象とする一区间以外をエポキシ樹脂(防錆剤)で被膜し、一定時間で電食試験を行い腐食量を求めた。この時、予備実験より表面ひび割れ発生までの平均時間が 6 時間であったことから 6 時間を目安に電食試験を行った。実験終了後、試験体を割裂し、埋設された鉄筋を取り出し 10%クエン酸アンモニウム溶液に浸した。約 3 日後重量を測定し、腐食量を求めた。

写真 1 に示すように、エポキシ樹脂を被膜した区間でも腐食が認められたが露出部ほど著しいものではなかった。この傾向は ~ のすべての鉄筋で同じであり、このこと

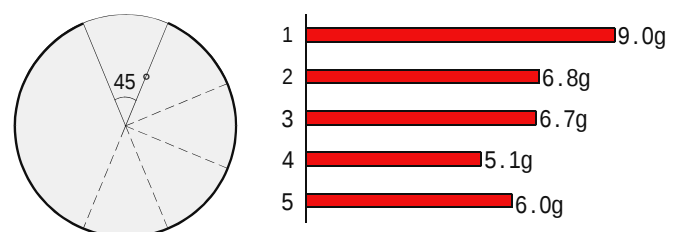


図 2. 露出区間と鉄筋の腐食状況



写真 1. 腐食後の鉄筋

を考慮すると周方向に均一ではなく鉄筋上部が多いといえる。

3.2 A E 特性

鉄筋周辺からのAEは、規模が小さく振幅が均一である⁽²⁾ことが確認されていることから、鉄筋周辺のA E 源の累積が腐食減量に対応し、A E 源の鉄筋周方向分布性状が膨張圧分布に対応すると考えられる。そこでW/C40%、50%の供試体で 8 チャンネルのA E センサを用いた電食試験を行い、腐食量を求めるとともにその時のA E 波形を記録し解析を行った。

図 3 にA E 発生源の分布を示す。当初鉄筋周辺に発生する小規模で振幅が均一であるA E は鉄筋が腐食するときに発生するものと推測していたが、鉄筋のみで電食試験を行った結果、A E は観測されなかった。よって鉄筋

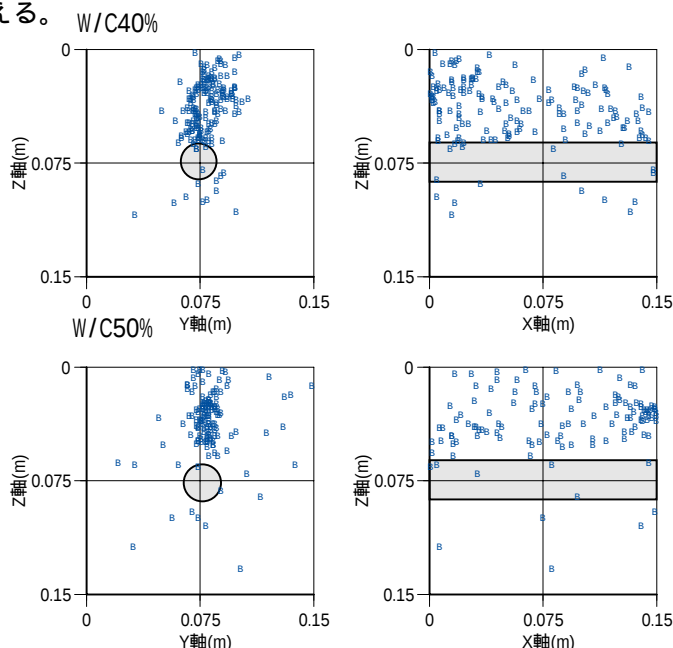


図 3. A E 発生源分布

周辺のA E は直接鉄筋が腐食するときに発生するものではなく、鉄筋とコンクリートの剥離によって発生するものと考えられる。

2 つのA E 発生源の分布を比較すると、W/C40%が W/C50%より鉄筋周辺のA E が多くみられた。これはW/C40%が W/C50%より鉄筋とコンクリートの付着力が大きいため剥離が起こる時にA E が発生しやすく、また W/C が高い方が粗骨材とモルタルの間に高多孔質の層が発生しやすいため W/C50%では腐食による鉄筋の膨張をこの層が緩和しA E が発生しなかったのではないかと考えられる。

この時の腐食量はW/C40%が 1.2g、W/C50%が 23.5g であった。図 4 に水セメント比 40%と 50%のA E 事象数の経時変化を示す。A E 事象数が連続的に増加する開始点をひび割れ開始時間 t_1 、供試体上部までひび割れが到達した点を表面ひび割れ到達時間 t_2 とすると、W/C40%では(t_1 , t_2)=(0.8, 1.8)であるのに対し W/C50%では(t_1 , t_2)=(1.3, 2.4)であった。水セメント比が高いコンクリートでは引張強度が低くひび割れが発生しやすいが、一方で、鉄筋とモルタル境界層に存在する多孔質層が大きくなり、腐食による膨張圧を緩和しやすいためひび割れ開始まで時間を要する。本実験では、後者の要因が大きく影響しているものと考えられる。よってひび割れ開始まで多くの時間を要した W/C50%の腐食量が多い結果となった。

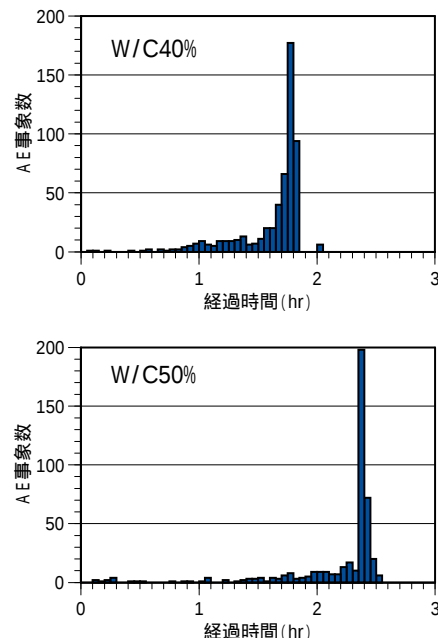


図 4. A E の経時変化

4.まとめ

鉄筋周辺のA E 源特性と限界腐食量について考察した結果、鉄筋とコンクリートの剥離を介して関連性があると言える。しかし実験 3.2 で腐食量に極端な差があったため、今後検討していく予定である。

参考文献

- 1) 松島 学、横田 優、関 博：鉄筋腐食膨張によるひび割れ発生時の腐食量；コンクリート工学年次論文報告集，Vol.19，No.2，pp.93-98，1997
- 2) 山ノ内正司、田中裕美：鉄筋の腐食膨張に伴う損傷過程のA E 特性、平成 19 年度土木学会東北支部技術研究発表講演既要集、V-26,2008