

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目 アコースティック・エミッション法を用いた鉄筋コンクリート  
腐食ひび割れ機構の解明に関する研究

(Mechanisms of Corrosion-Induced Cracks in Reinforced Concrete  
by Acoustic Emission)

熊本大学大学院自然科学研究科 複合新領域科学専攻 衝撃エネルギー科学講座  
(主任指導 大津 政康 教授)

論文提出者 川崎 佑磨  
(by Yuma Kawasaki)

主論文要旨

鉄筋コンクリート (RC) 構造物は、コンクリートと鉄の複合材料として、力学的には、圧縮に強く引張に弱いコンクリートを引張に強い鉄筋が補強し、容易に腐食する鉄をアルカリ性のコンクリートが皮膜することにより保護する優れた構造体である。しかし、メンテナンスフリーとして考えられてきた RC 構造物は、近年では様々な劣化が問題となっている。その一つとして、塩害によるコンクリート中の鉄筋腐食により構造物の性能が低下するという問題が挙げられる。塩害は、コンクリート中の塩化物イオンが鉄筋を腐食させることにより劣化が起こる。コンクリートは pH12~13 の強アルカリ環境であり、コンクリート中の鉄筋は、鉄筋表面に形成される不動態被膜により保護されており容易に腐食しない。塩化物イオン濃度が高くなると、不動態被膜は破壊されて腐食しやすい環境となる。鉄筋腐食が進行すると、腐食生成物による膨張圧でコンクリートにひび割れや剥離が生じる。このひび割れから浸入した水分や酸素の影響で鉄筋腐食はさらに加速して進行する。我が国では、海に囲まれている自然環境のために、鉄筋コンクリート構造物の鉄筋腐食による劣化が多く発生していると考えられる。したがって、RC 構造物の鉄筋腐食を早期検出することは、コンクリート構造物の維持管理において不可欠である。これについては幾つかの非破壊検査法が開発済みではあるが、それぞれに欠点を有しており、決定的な実的手法の開発が待たれているのが現状である。

そのような現状の中で、材料内部に発生した微小ひび割れを非破壊検査法により定量的に評価することは、補修・補強を行う場合において非常に重要である。この微小ひび割れ

から発生する弾性波を用いてひび割れの有無を診断する手法にアコースティック・エミッション(AE)法がある。本研究では、塩害による環境条件を模擬した 7 日間浸漬と乾燥を繰り返す浸漬乾燥繰り返し実験中に AE 法を適用した。本研究は、主に AE パラメータ解析と AE 波動解析を行いコンクリート中の鉄筋腐食を評価するものである。AE 波動解析として、ひび割れの位置標定や種類の識別・ひび割れ面方向の可視化ができる高度な SiGMA 法を適用し、コンクリート中の鉄筋腐食に誘発される微小ひび割れ進展メカニズムの解明および鉄筋腐食過程のモニタリングを行った。

その結果、AE パラメータ解析結果において、鉄筋腐食生成物発生時期と腐食生成物の膨張によるコンクリート内部の微小ひび割れ発生時期の 2 つの時期において、特徴的な AE 挙動が検出されることを明らかにしている。また、SiGMA 解析結果において、コンクリート内部の微小ひび割れを 3 次元イメージ画像として欠陥を検出できるようになり、鉄筋腐食生成物の発生位置とコンクリート中のひび割れ発生位置の同定が可能となりつつある。また、走査型電子顕微鏡(SEM)および電子線マイクロアナライザー(EPMA)や実体顕微鏡を用いて、各時期のコンクリート内部の腐食状況の確認や成分分析などを行った。それらの結果は、AE パラメータ解析および SiGMA 解析結果と一致しており、コンクリート中の鉄筋腐食の早期評価に AE 法が有効である可能性を示した。