

超音波法による塩害を受けるRC部材の劣化度評価について

九州東海大学工学部 学生会員 廣崎政行
九州東海大学工学部 正会員 坂田康徳

1. はじめに

海洋環境下、特に海水飛沫地帯にある鉄筋コンクリート(RC)構造物では、微小なひび割れや空隙を通じての塩分浸透に基づく鉄筋発錆や中性化に基づく表層コンクリートの劣化が懸念され、構造物の耐久性保持が大きな問題である。コンクリート中の鉄筋発錆状況を外部から把握する方法は自然電位法やX線法などがあるが、表層部の鉄筋周辺のコンクリートの劣化度を非破壊的に評価する方法については、未だ研究例が少ないようである。ここでは、塩分環境下にあるRC構造物の鉄筋発錆に伴う鉄筋周辺のコンクリートの劣化状況を評価するために、超音波スペクトロスコピー法を用いて鉄筋発錆過程におけるRC部材の劣化度評価に関する基礎的実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

実験を行うに際して作成した供試体は、幅 20 cm、高さ 15 cm、長さ約 1.2 m の角柱供試体に、直径 13 mm の異形鉄筋(SD295)をかぶり 20 mm と 40 mm で埋設した 5 本の RC 部材と 1 本の無筋コンクリート部材である。RC 部材には、予め鉄筋埋設側の表面に幅約 0.1 mm ~ 0.5 mm の範囲の表面ひび割れを 2 点載荷で導入した。そして、全部材を 1 枚の鉄板上に置き、各鉄筋に 10 (V)、約 0.6 (A) の直流電流を流すと共に、原則的に毎日 1 回ずつ 3 % の塩水を供試体 1 本につき 100 cc ずつ噴霧して鉄筋

図-1 使用した供試体における鉄筋の配置とその寸法

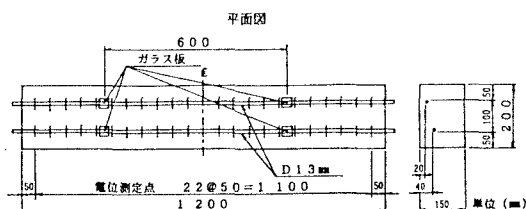


図-1 使用した供試体における鉄筋の配置とその寸法

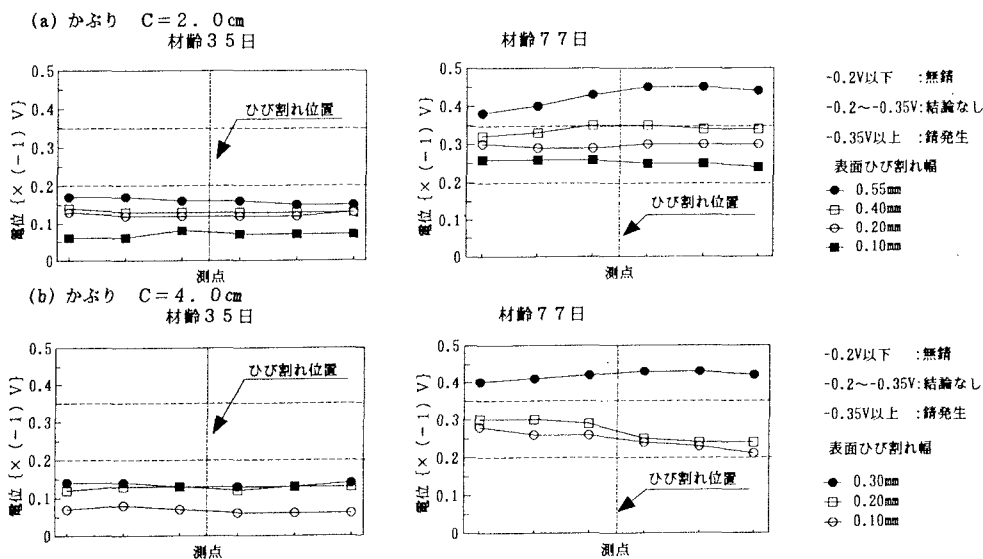


図-2 鉄筋のかぶり深さ2 cmと4 cmにおける材齢と自然電位の変化状況

の錆発生を促すようにした。鉄筋埋設側の供試体表面には、ひび割れ導入部分を挟み、図-1に示すように60cm間隔で $20 \times 20 \times 2$ mmのガラス板をアラタイトで貼り付け、毎週1回その評点間の応答スペクトルを測定すると共に、鉄筋中心軸に沿う自然電位の変化状況を観察した。応答スペクトル測定では、発信電圧及び受信波増幅率を一定にし、周波数領域0~20kHz間と0~400kHz間を測定した。本実験における部材の製作に用いたコンクリートはAEコンクリートであり、その配合は水セメント比55%、スランプ約10cm、空気量4%のものである。また、ここで用いたセメントは比重が3.17の普通ポルトランドセメントである。

3. 実験結果及び考察

図-2は鉄筋のかぶりにおける材齢と自然電位の変化状況をひび割れ位置周辺の測定結果を基に示した図であり、材齢35日が塩水を噴霧する直前、77日が噴霧後6週間の状況である。図-2(a)からかぶり2cmのケースにおける表面ひび割れ幅0.55mmのケースと0.4mmのケースを比較すると、77日目においてひび割れ幅の大きい方で-0.45(V)を示しており、錆の発生確率90%以上の限界値-0.35(V)を達成しているのが判る。同様のことは、図-2(b)のかぶり4cmの結果からも言える。よって、表面ひび割れ幅が0.1mm異なるだけで塩分の浸透による錆発生度合が明瞭に異なってくることが考えられるので、材齢を長く取ることでこの差は確実に広がるものと思われる。

図-3は、かぶり深さ2cmにおける材齢に伴う周波数領域0~400kHz間の応答スペクトルの変化状況の一例を示しており、振幅は低、中、高の各周波数領域間で材齢に伴う変化状況が異なってくることが判る。このスペクトルによる振幅を、センサーを含む計測器の感度特性で補正し、積分し得られるエネルギーの材齢35日における値を E_0 とし、以降の材齢におけるエネルギー E との比を求めたものの一例を図-4、図-5に示す。この図から、0~20kHz間では材齢35日に比べて、それ以降のエネルギーが小さくなっており、160~400kHz間では大きくなっていることが認められる。これは、埋設鉄筋における錆の発生による鉄筋周辺のコンクリートの劣化の影響と考えられるが、塩水による水和反応が部材内部で進行しコンクリートが緻密化することで高周波数領域の弾性波が比較的伝播しやすくなることや、ガラス板の供試体への取り付けに用いた接着剤の硬化度も考慮する必要があると思われる。

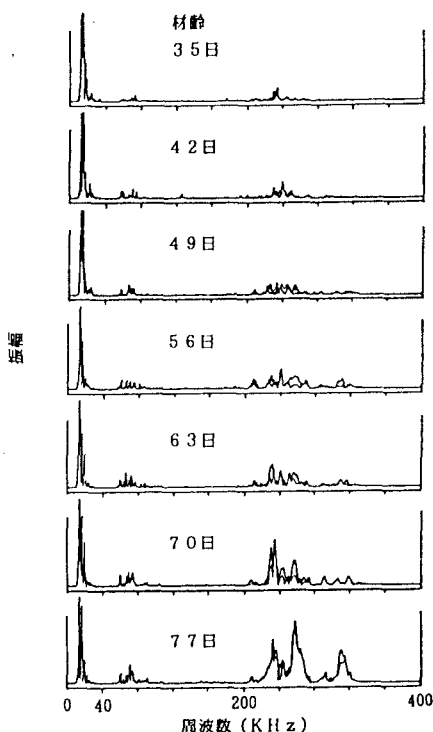


図-3 かぶり深さ2cmにおける材齢に伴う周波数領域0~400kHzの応答スペクトルの変化状況の一例

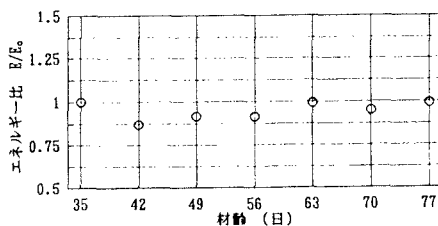


図-4 材齢と周波数領域0~20kHz間の超音波エネルギー比の変化状況

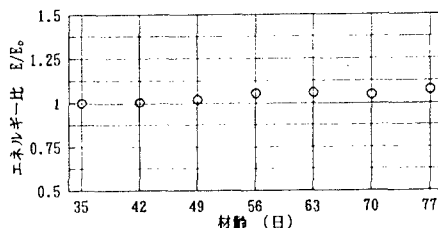


図-5 材齢と周波数領域160~400kHz間の超音波エネルギー比の変化状況