

電磁波を用いた鉄筋コンクリートの塩分推定

法政大学大学院 学生会員 ○田中 峻
 法政大学大学院 学生会員 松土 雄紀
 法政大学 フェロー会員 満木 泰郎
 法政大学 正会員 溝渕 利明

1. 目的

鉄筋コンクリート構造物の劣化現象には種々あるが、その中で塩害は環境条件によって早く進行する場合があります、特にコンクリート表面にひび割れが生じた場合には、鉄筋腐食が加速され、かぶりコンクリートの剥落や鋼材断面積の減少による耐力低下に至る場合があります。また、塩害の場合コンクリート表面にひび割れが生じるまではコンクリート内部での劣化の進行状況を確認することが難しく、ひび割れ発生後ではコンクリート構造物に大きな損傷がすでに生じていることがあることから、早期に塩害によるコンクリート内部の劣化状況を把握する必要があります。

従来、塩害による劣化状況を評価するためには、構造物からコアを採取し、化学分析を行う必要があります。ただし、コアの採取は局所的ではあるが構造物に損傷を与え、また同一箇所による経時変化を見るのが難しいなどの課題を有している。

一方、非破壊試験でコンクリート内部の塩化物イオン量を求めることが可能となれば、上記の課題を解消することが可能となる。筆者らは、これまでに電磁波を用いることでコンクリート表面から鉄筋位置までの平均塩化物イオン量を推定することが可能であることを報告している^{1)~3)}。

本研究では、電磁波法で得られたコンクリート表面から鉄筋位置までの塩化物イオン量の平均値を基に、実構造物内部の塩化物イオン量の分布状態を非破壊で推定することの可能性について検討を行った。

2. 試験方法および装置の概要

使用した供試体を、図-1に示す。

実験は、純水、3%濃度の塩化ナトリウム水溶液を用いて乾湿繰返しを行った。電磁波測定には周波数 1.0GHz の電磁波レーダーを使用し、時間計測による測定を行った。測定は、無筋コンクリート供試体および各位置に反射対象物が埋設されたコンクリート供試体で行った。反射対象物からの反射のみを抽出するために、反射対象物が埋設されたコンクリート供試体で測定された波形から無筋コンクリート供試体の波形を差し引いて求めた。実構造物についても、同様に実験を行った。

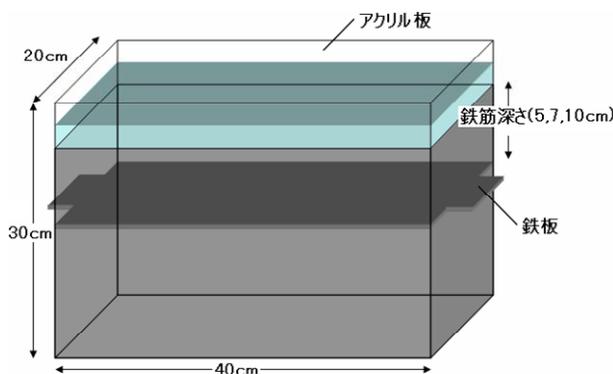


図-1 電磁波測定に用いた供試体

3. 使用材料および配合

本研究では、普通ポルトランドセメントを使用した。表-1にコンクリートの配合を示す。

表-1 コンクリートの配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				単位量 (g/m ³)	
		水	セメント	細骨材	粗骨材	AE剤	AE減水剤
45	44.5	180	400	752	935	40	1400
55	46.5	180	327	815	935	33	1145
65	48.5	180	277	870	922	28	970

キーワード 非破壊試験, 塩化物量, 電磁波, 塩害

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部都市環境デザイン工学科 TEL 042-387-6286

4. 試験結果および考察

コンクリート中の塩化物イオン量分布を推定するために、電磁波およびインピーダンス測定を行っている供試体からコアを採取し、1cm毎にスライスして塩化物イオン量の化学分析を行った。化学分析は、J I S A 1154 付属書 2「硬化コンクリート中に含まれる温水抽出塩化物イオンの試験方法」に準拠して、可溶性塩化物量を電位差滴定法により求めた。

化学分析の結果から、コンクリート表面から鉄筋位置までの塩化物量の総和よりかぶり部分の平均塩化物量を算定する。この分析結果を目的変数として電磁波の測定値で重回帰分析を行った。図-2に化学分析結果から求めたコンクリート中の可溶性塩化物量の分布を示す。図-2から、水セメント比65%のケースが10cmの位置において可溶性塩化物量が1kg/m³近い値を示す結果となった。

図-2に示す結果およびこれまでに実施した結果も併せて平均塩化物量推定のための重回帰分析を行った。説明変数としては、水セメント比、振幅値、含水率、比誘電率を用いた。重回帰分析で求めた推定式を以下に示す。

$$C_c = 0.0554 \alpha - 0.262 \mu - 0.225 \varepsilon + 6.68 \quad (1)$$

ここで、C_cは塩化物量(kg/m³)、αは振幅値、μは含水率(%), εは比誘電率である。

これまでに実構造物で測定した結果について、平均塩化物量推定のための重回帰分析を行った。推定式を以下に示す。

$$C_c = -0.167 \alpha + 4.48 \mu - 0.0742 \varepsilon - 23.7 \quad (2)$$

式(1)(2)を用いて実構造物について推定した平均塩化物量と化学分析結果から得られた平均塩化物量を比較した結果を図-3に示す。図-3から、式(2)を用いた場合、各推定値と測定値は比較的高い相関関係にあり、式(2)を用いてコンクリート中の平均塩化物量を推定することは可能であると思われる。

5. まとめ

室内供試体から得られた推定式(1)を用いて得られた推定値と測定値は、化学分析結果から得られた塩化分量の測定値が少ないとき、大きく異なる結果となった。この原因として、塩化物量の浸漬が微量である室内供試体のデータが少なく、塩分推定の適応範囲が狭いということが挙げられる。塩分推定の適応範囲の拡張及び精度向上のため更なるデータの蓄積が必要である。

参考文献

1)溝淵利明・新井淳一・須田久美子・斎藤健一：電磁波による鉄筋コンクリート中の塩分測定に関する一考察，第24回コンクリート工学講演会，No.1，pp.1509-1514，2002.6
 2)藤本恭一・新井淳一・須田久美子・溝淵利明：電磁波による鉄筋コンクリート中の塩分測定方法における影響要因に関する一考察，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.1，pp.1667-1672，2003.07
 3)神谷武智・須田久美子・坂田昇・溝淵利明：電磁波を用いた鉄筋コンクリート中の塩化物量評価に関する一考察，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.1，pp.1673-1678，2003.07

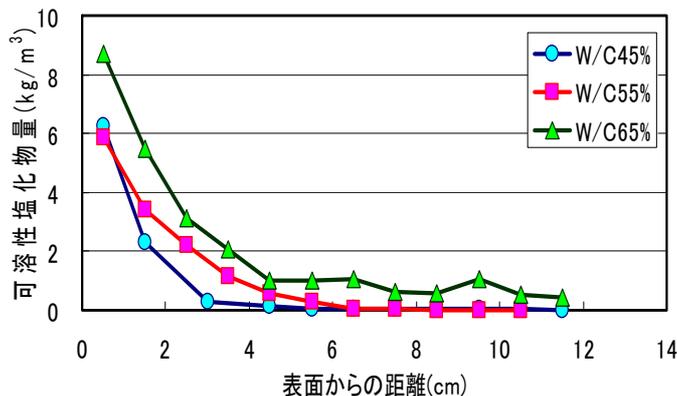


図-2 可溶性塩化物量の分布

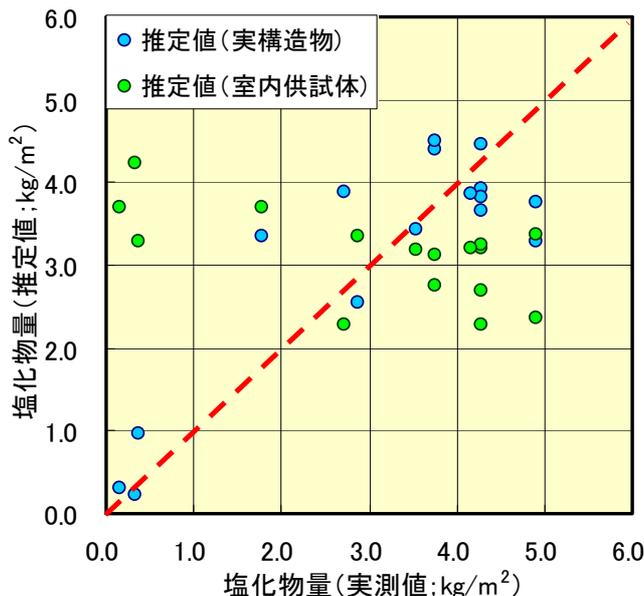


図-3 平均塩化物量の推定値と測定値の比較