

電磁波を用いた塩分量推定における実構造物への適用に関する一考察

法政大学大学院 ○佐竹 伸康

中国化薬（株） 新開 一生

鹿島建設(株)技術研究所 横関 康祐 芦澤 良一

法政大学 溝渕 利明

1.はじめに

コンクリート内部の状況を把握する方法に電磁波法がある。これまでの研究成果から、電磁波法によってコンクリート中に含まれる塩化物量を推定する可能性が見出されている。塩分量推定手法の実構造物への適用が実現すれば、構造物にほとんど損傷を与えることなく、塩害による被害を早期に発見することが可能となり、損傷の程度に合わせた対策を早い段階で講じることができるようになる。

本報文では、実際の鉄筋コンクリート構造物において、同一箇所における電磁波測定を実施し、塩分量推定を行った。また、測定データの解析結果に基づき、測定箇所での平面的な塩分濃度分布を求め、コア採取データとの比較・検討を行った結果について報告するものである。

2.実験の概要

電磁波測定には、周波数 1.0GHz の電磁波測定システムを使用し、穀物などの運搬が盛んなある埠頭の海洋構造物である栈橋のスラブ上面にて測定を行った。スラブ上面は互いに直交する方向に主筋が配置されており、これらの埋設された鉄筋を探索対象として反射波を取得した。測定は、アンテナ台車の移動に伴い測定区間内の鉄筋探索が可能な距離測定機能を利用し、配置された鉄筋位置を示す 5m×3m のグリッド状に罫いた測線上を走査して行った。

また、塩分量推定には図-1 に示すコア採取位置での鉄筋かぶり厚が 122mm であり、説明変数にコンクリートの誘電率と含水率、振幅値、外気温を含んだかぶり厚 100mm以上の重回帰式が得られていないため、2003 年度に得られたかぶり厚 70mm での重回帰式を用いた。

用いた重回帰式を以下に示す。

$$C_c = -0.273 \times T - 0.086 \times \mu + 0.314 \times \varepsilon - 0.089 \times \alpha + 7.015 \quad (1)$$

ここで、 C_c は塩化物量 (kg/m^3)、 T は外気温 (°C)、 μ はコンクリートの含水率 (%), ε は比誘電率、 α は出力波形において着目している波形の振幅値である。

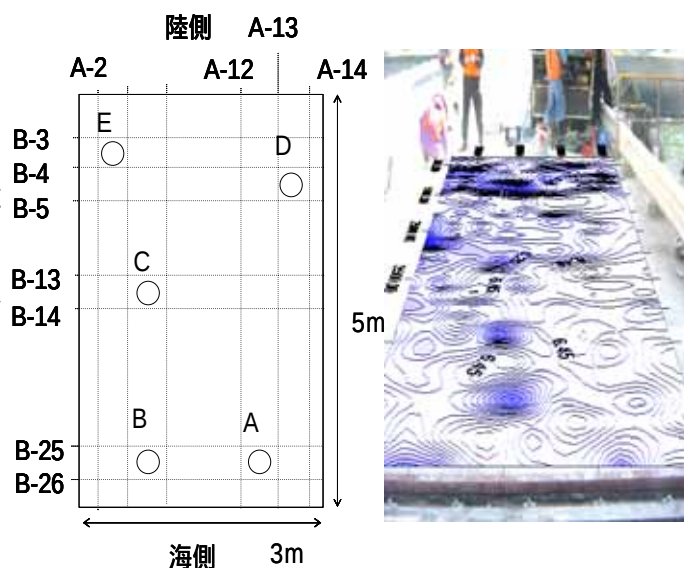


図-1 コア採取位置

図-2 塩分量分布図と現場の合成写真

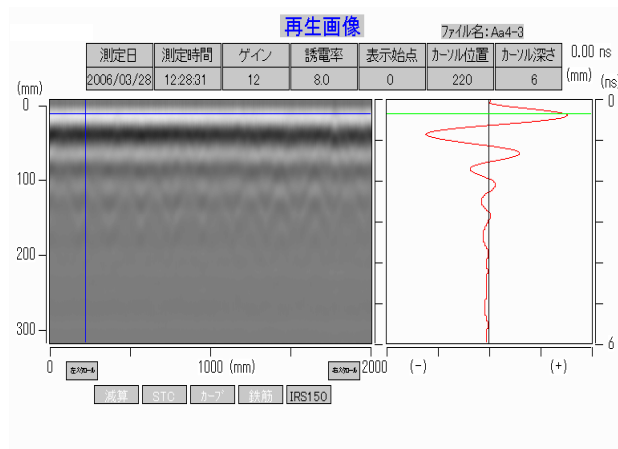


図-3 解析（深度補正、減算処理、振幅解析）

キーワード：非破壊試験，電磁波，塩分量分布，塩分量推定，かぶり厚

〒184-8584 東京都小金井市梶野町3-7-2 Tel：042-387-6286

3.結果及び考察

測定範囲内での塩分量分布を等高線として表し，分布図を現場写真と合成したものを図-2 に示す。分布図は左奥を原点として，原点から手前にX方向，X軸と直交する方向をY方向とした。また，図の手前が海側となっている。

今回のように塩分量分布図と現場の写真の重ね合わせを行うことによって，図の右側のガードレール付近や、海側の塩分量が比較的高い値を示したことなど，測定範囲内における塩分量が実際にどのように分布しているのかを確認することができた。

次に，重回帰式を用いて行った塩分量推定の結果を塩分量分布の三次元マップとして表現したものを図-4 に示す。三次元マップの高さ方向に塩分量をとり，塩分量を表現した。図より，X座標 = 4000mm、Y座標 = 2000mm の領域を中心に塩分量が高い値を示す結果となった。これにより，海側の塩分含有量が多いということが確認できた。また，ガードレール側の塩分量が高い値を示した原因は，穀物を運ぶ際にガードレール付近に穀物が落ち，コンクリート表面が酸化され，侵食されていたため，潮や雨が溜まることで塩分量の値が高くなったと考えられる。図-4 で示した塩分量は，コアを採取して得られた値に比べ若干ばらつきが生じた。そこで，コア採取のデータを用いて塩分量分布図を補正することとした。補正した結果を図-5 に示す。しかし，図-6 で示すように比較的塩分量の高い範囲は補正できているが，塩分量の低い箇所では補正後も値のばらつきが見られた。

4.結論

電磁波法を用いて実構造物での塩分量を推定する場合，かぶり厚や誘電率等の物性値の他に気温，湿度等の気象条件を考慮することで，定性的にはあるが，実構造物への適用の可能性を見出すことができ，測定範囲の塩分浸透評価をする上で，有効な手段になると考えられる。また，解析結果については，コア採取を行いその結果を基に塩分量分布を補正することで，実構造物における塩分の浸透状況を相対的に把握できる可能性が見出されたと考えられる。今後は，実用化を目指してコア採取との併用等の適用法についてさらに実験・検討をしていく必要があると考えられる。

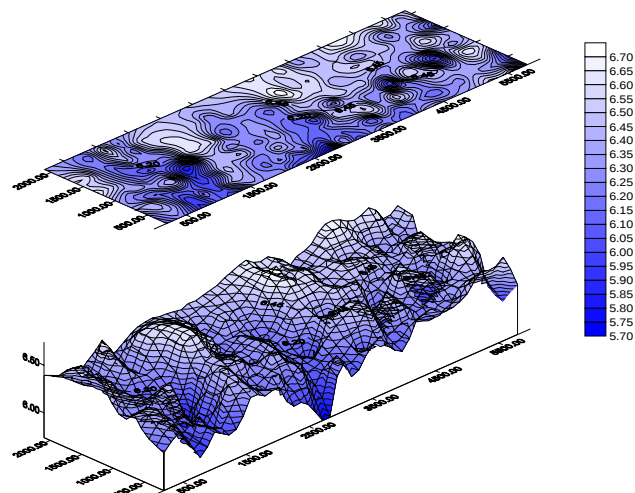


図-4 塩分量分布図

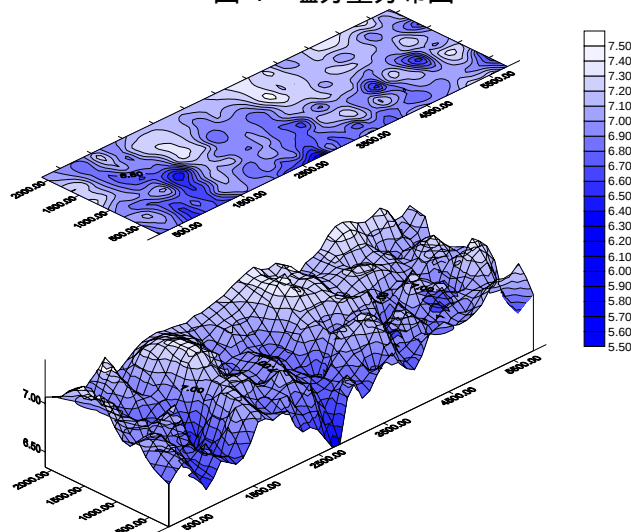


図-5 塩分量分布図（コア採取による補正後）

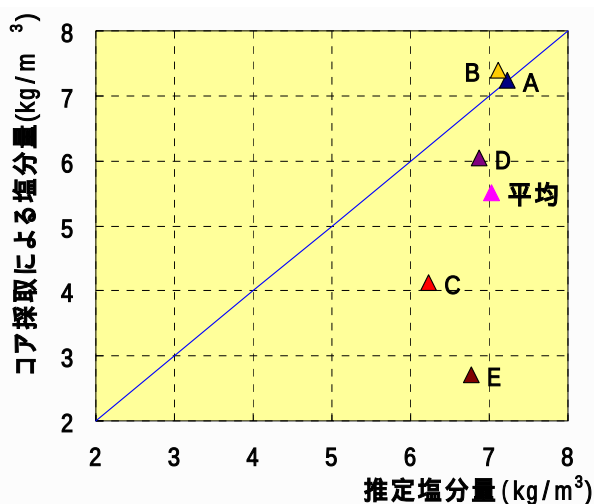


図 - 6 推定塩分量と実測値の比較

5.参考文献

- 1) 藤本恭一，新井淳一，須田久美子，溝渕利明：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 年