

電磁波による鉄筋コンクリート中の塩化物量測定方法に関する一考察

法政大学大学院 学生会員 ○藤本 恭一
リテックエンジニアリング(株) 正会員 新井 淳一
鹿島建設(株)技術研究所 正会員 須田 久美子
法政大学工学部 正会員 溝淵 利明

1.はじめに

非破壊試験による鉄筋コンクリート中の塩化物量の測定において、電磁波法による時間測定は比較的精度よく塩化物量を推定できる可能性があることが報告されている¹⁾。一方、電磁波法による距離測定において塩化物量を推定できる可能性があるものの、時間測定に比べ、塩化物量推定に対する精度は低いという報告がある²⁾。実構造物では、広い面積を短時間で測定することが要求される場合が多く、塩化物量が不連続に変化している場合も考えられることから、時間測定よりも距離測定の適用が望まれていると言える。そこで、本検討は電磁波法による距離測定の適用を目的とし、同一鉄筋コンクリート供試体を用いて、時間測定と距離測定の比較検討したものである。

2.実験概要

供試体は図-1 に示すように、50×50×21(3cm×7層)cmであり、練混ぜ時に表-1 に示す塩化物量を添加し、3種類の供試体を作製した。供試体作製に使用した材料および配合を表-2 および表-3 に示す。鉄筋は供試体作製後、図1 に示すように、小口径コアボーリングを用いて削孔した孔にD19の異形鉄筋を深さ14cmまで挿入した。

電磁波測定は反射波を強調するため、供試体の下面に鉄板を敷いて行うこととした。時間測定は図-2 に示すように、鉄筋直上および鉄筋の影響を受けない供試体中央部にアンテナを設置し、波形が安定するまで測定し、出力波形を取得した。表面波および鉄板からの反射波の影響を除くため、両者の波形の差異を求めることにより、各層での鉄筋からの反射波形の振幅値および比誘電率を算出した。距離測定は図-3 に示すように、鉄筋直上断面(図-1 のA-A断面およびB-B断面)および鉄筋の影響を受けない供試体中央部にアンテナを移動させて測定し、出力波形を取得した。表面波および鉄板からの反射波の影響を除くため、各断面と供試体中央部の波形の差異を

求めることにより、各層での鉄筋からの反射波形の振幅値および比誘電率を算出した。また、コンクリート中の含水率の変化は、振幅値および比誘電率に影響を与えていると言われていることから¹⁾²⁾、電磁波測定に併せて深さ10cm、直径6mmの孔に挿入した湿度計を用いて相対湿度から含水率を算定し、供試体内の温度の測定も行った。

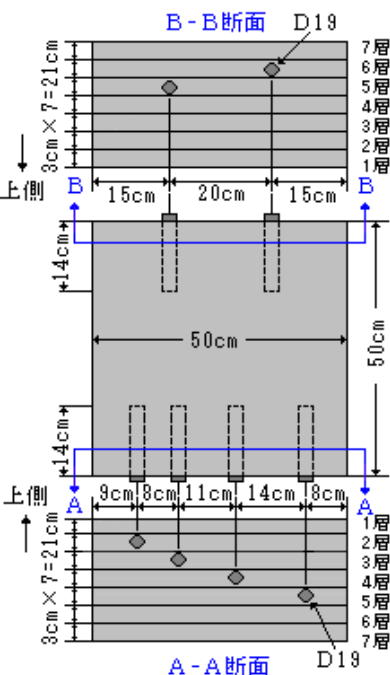


図-1 供試体概要図

表-1 塩化物含有量

層No.	塩化物含有量(kg/m ³)		
	No.0	No.1	No.2
1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.5	1.0
3	0.0	1.0	2.0
4	0.0	1.5	3.0
5	0.0	2.0	4.0
6	0.0	2.5	5.0
7	0.0	3.0	6.0

表-2 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm ³)		
細骨材	新潟産川砂(表乾密度 2.63g/cm ³ , 粗粒率 2.46)		
粗骨材	上野原産硬質砂岩(表乾密度 2.66g/cm ³ , 粗粒率 6.89)		
混和剤	AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物(密度 1.25g/cm ³)	
	AE剤	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤	

表-3 コンクリート配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)					
		水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤	AE剤
60	42	155	258	793	1108	0.81	0.388 1.5A

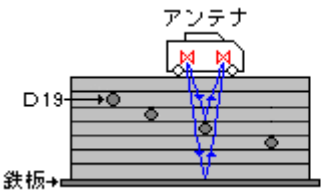


図-2 時間測定

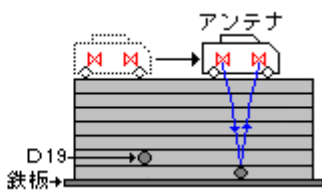


図-3 距離測定

キーワード：非破壊試験、電磁波、塩化物量、比誘電率、振幅

連絡先：〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部土木工学科 TEL：042-387-6286

3.結果および考察

図-4 に供試体 No.1 の各層における振幅値の経時変化を示す。各層ともばらつきはあるものの、時間測定と距離測定はほぼ同様の傾向を示した。このことは、時間測定と距離測定はほぼ同様の測定精度を示す可能性があるものと思われる。また、振幅値は材齢の経過に伴い、ばらつきはあるものの、わずかではあるが増加する傾向を示した。このことは、湿度計により測定した相対湿度から算出した含水率が材齢の経過に伴い減少していく傾向を示したことから、含水率の変化は振幅値に影響を与えるものと思われる。供試体 No.0, No.2 においても同様の傾向が見られた。さらに、振幅値が塩化物量の増加に伴い減少する傾向を示したことから、塩化物量は振幅値に影響を与えると思われる。また、5層と7層の振幅値の差異より3層と5層の振幅値の差異が大きいことから、鉄筋かぶりが振幅値に影響を与えるものと思われる。

図-5 に供試体 No.1 の各層における比誘電率の経時変化を示す。比誘電率は塩化物量の増加に伴い減少する傾向を示したものの、既往の研究^{1) 2)}では塩化物量が比誘電率にほとんど影響を与えないと言われていることから、鉄筋かぶりが比誘電率に影響を与えるものと思われる。

図-6 に供試体 No.1 における測定日ごとの振幅値、比誘電率、含水率および供試体内温度を説明変数、塩化物推定量を目的変数とした重回帰分析による時間測定および距離測定の塩化物推定量の経時変化を示す。時間測定、距離測定ともにばらつきはあるものの、塩化物推定精度は高いものと思われる。供試体 No.2 においても同様の高い塩化物推定精度が見られる傾向があった。図-7 に供試体 No.1, No.2 における重回帰分析による塩化物推定量を示す。時間測定、距離測定ともに全体として塩化物含有量に対し比較的高い塩化物推定量を示し、時間測定と距離測定はほぼ同様の塩化物推定精度を示す結果となった。

4.まとめ

鉄筋コンクリート中の塩化物量の測定において、電磁波法による時間測定と距離測定はほぼ同様の塩化物推定精度を示した。今後はさらに実用化に向けて測定を行っていく予定である。

参考文献

- 1)新井淳一ほか：非破壊による鉄筋コンクリート中の塩分測定に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，pp.1515-1520，2002
- 2)溝淵利明ほか：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，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.1，pp.1509-1514，2002

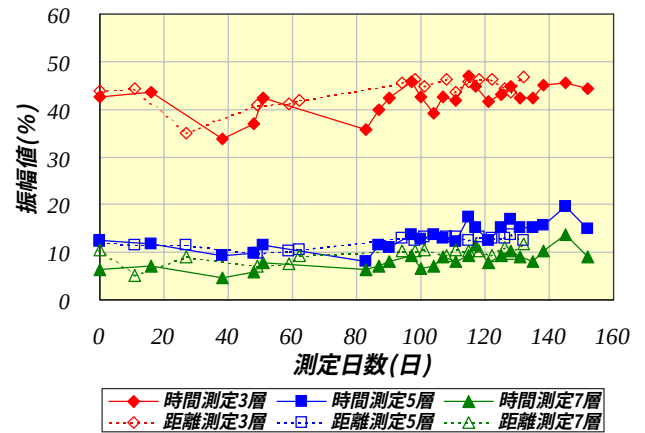


図-4 供試体 No.1 の各層における振幅値

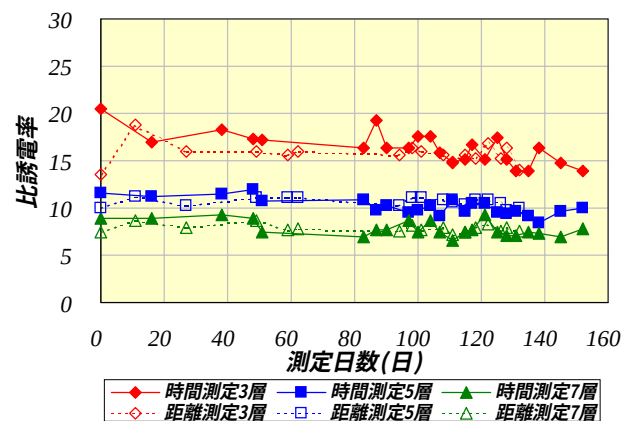


図-5 供試体 No.1 の各層における比誘電率

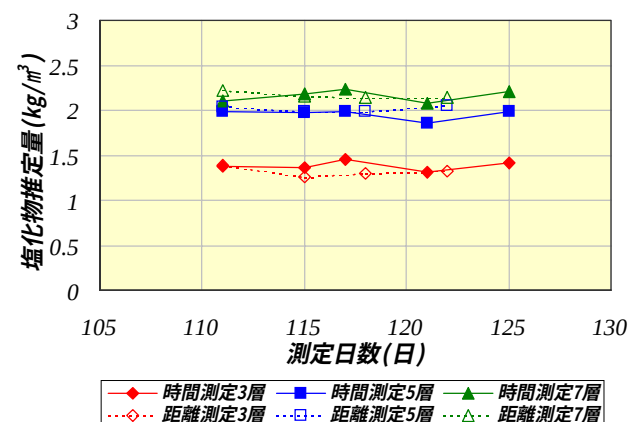


図-6 供試体 No.1 の重回帰分析による塩化物推定量

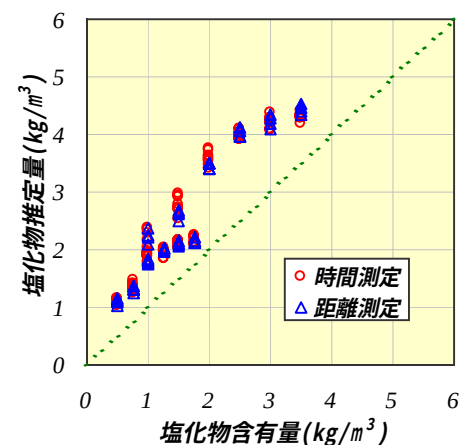


図-7 時間測定と距離測定の比較