

電磁波によるコンクリート中の塩化物量測定に関する一考察

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) 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 溝渕 利明

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物内の塩化物の存在は、コンクリートにひび割れを生じさせ、構造物の劣化を促進させる場合があることから、構造物内の塩化物量を把握することは劣化対策を講じる上で重要な課題といえる。非破壊試験によるコンクリート中の塩化物量の測定において、これまでの研究成果から電磁波法により塩化物量を推定できる可能性があり、電磁波の減衰特性が塩化物量推定精度に大きく影響を与えることが報告されている¹⁾²⁾。

そこで、本検討はコンクリート中の空隙が電磁波の減衰特性に影響を与えることに着目し、水セメント比、空気量の違いが塩化物量推定精度に及ぼす影響について検討したものである。

2. 実験概要

2.1 水セメント比の違いによる検討

供試体は $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ であり、塩化物を混入しないものと3水準の塩化物($1.0, 2.0, 3.0\text{kg/m}^3$)を練混ぜ時に添加したものを作製した。供試体作製に使用した材料およびコンクリート配合を表-1 および表-2 に示す。ここで、コンクリートの配合条件は、粗骨材最大寸法 20mm 、スランプ 12cm 、空気量 4% であり、水セメント比を3水準($30\%, 40\%, 50\%$)変化させた。

供試体はコンクリートを打込み後、材齢7日まで湿布養生した後脱型し、電磁波測定を開始した。また、脱型後は気乾養生とした。

電磁波測定は図-1 に示すように、反射波を強調するため、供試体の下面には鉄板を敷いて行うこととした。供試体上面中央部にアンテナを設置し、波形が安定するまで測定を行い、出力波形を取得することで鉄板からの反射波形の比誘電率および振幅を算出した。また、コンクリート中の水分量の変化は、比誘電率および振幅に大きな影響を与えるといわれていることから¹⁾²⁾、電磁波測定に併せて供試体質量の測定も行い、アンテナ内部温度

および外気温の測定も行った。

2.2 空気量の違いによる検討

供試体は $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ であり、塩化物含有量および使用材料は水セメント比を変化させた場合と同様である。コンクリート配合を表-3 に示す。ここで、コンクリートの配合は、空気量を3水準($2\%, 4\%, 6\%$)変化させた。

電磁波測定は水セメント比を変化させた場合と同様に行った。また、供試体質量、アンテナ内部温度および外気温の測定も同様に行った。

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント(密度 3.15kg/m^3)	
細骨材	鬼怒川産川砂(表乾密度 2.52kg/m^3 、粗粒率 2.73)	
粗骨材	岩瀬産砕石(表乾密度 2.64kg/m^3 、粗粒率 6.66)	
混和剤	AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物
	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル系架橋ポリマー
	AE剤	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤
	消泡剤	ポリアルキレングリコール誘導体

表-2 コンクリート配合(水セメント比の違い)

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	高性能AE減水剤	AE剤
30	40	160	533	636	1000	-	4.260	3.5A
40	42	174	435	708	992	2.175	-	-
50	44	174	348	750	999	1.088	-	-

表-3 コンクリート配合(空気量の違い)

空気量(%)	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	消泡剤
2	44	174	348	750	999	1.088	-	4A
4	44	174	348	750	999	1.088	-	-
6	43	174	348	733	987	1.088	2.5A	-

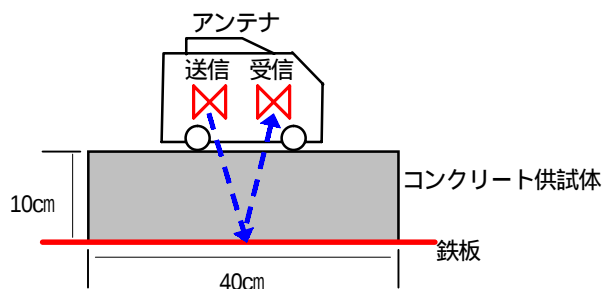


図-1 電磁波測定概要図

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-2 に材齢 90 日での各水セメント比の鉄板からの反射波形から算出した振幅と塩化物含有量との関係を示す。水セメント比の増加に伴い、塩化物含有量 1.0kg/m^3 の場合を除き、振幅が減少する傾向にあった。また、振幅は各水セメント比とも塩化物含有量の増加に伴い、減少する傾向にあった。

図-3 に材齢 90 日での各空気量の振幅と塩化物含有量との関係を示す。空気量の増加に伴い、わずかながら振幅は増加する傾向にあった。これは、既往の研究¹⁾²⁾でもいわれているように、コンクリート中の空隙が振幅に影響を与えるものと考えられる。また、振幅は塩化物含有量の増加に伴い、空気量 4% の場合を除き、減少する傾向にあった。

図-4 に材齢 90 日での各水セメント比の重回帰分析による塩化物推定量を示す。ここで、説明変数は比誘電率、振幅、質量減少率、アンテナ内部温度、外気温とした。また、質量減少率は測定開始時の供試体質量に対する測定開始からの供試体質量減少量の比から算出した。水セメント比 50% の場合、塩化物含有量 2.0kg/m^3 までは 30%、40% に比べ、比較的精度よく塩化物量を推定できたものの、塩化物含有量 3.0kg/m^3 の場合、各水セメント比とも塩化物量を低く推定する傾向にあった。

図-5 に材齢 90 日での各空気量の重回帰分析による塩化物推定量を示す。ここで、説明変数は水セメント比を変化させた場合と同様である。塩化物含有量 2.0kg/m^3 までは空気量が少ないほど、塩化物量を精度よく推定できる傾向にあったものの、塩化物含有量 3.0kg/m^3 の場合、水セメント比を変化させた場合と同様、各空気量とも塩化物量を低く推定する傾向にあった。

4. まとめ

電磁波法による塩化物量の測定において、水セメント比の違い、空気量の違いが塩化物量推定精度に大きく影響することが確認できた。今後はさらに電磁波法の実用化に向けた検討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

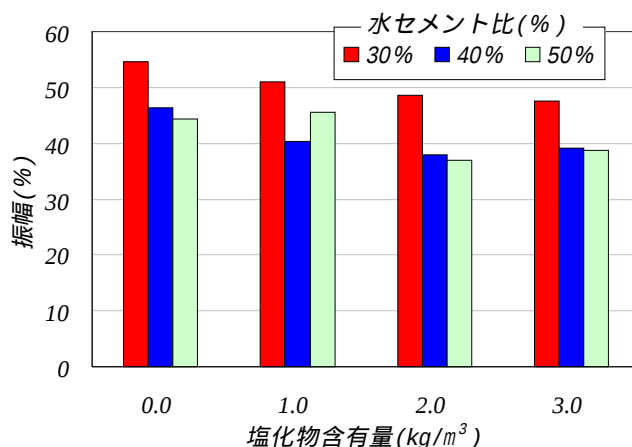


図-2 各水セメント比の振幅と塩化物含有量との関係

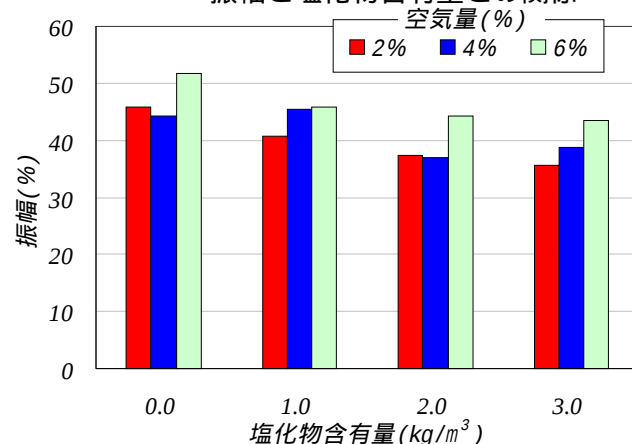


図-3 各空気量の振幅と塩化物含有量との関係

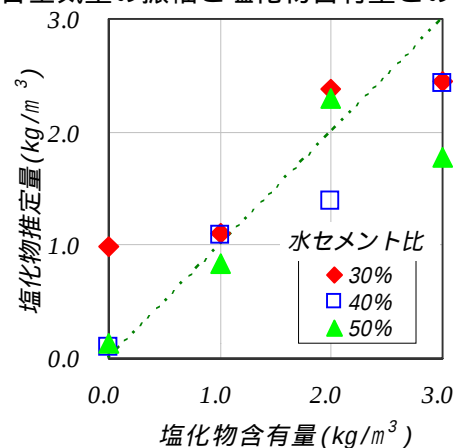


図-4 各水セメント比の塩化物推定量

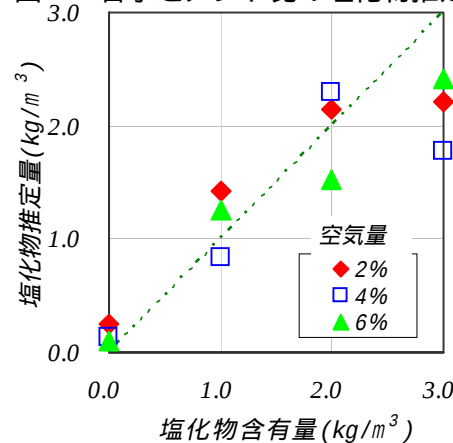


図-5 各空気量の塩化物推定量