

近赤外分光法を用いたコンクリート表面の塩化物イオン濃度推定に関する研究 - (その2) 適用性について -

(株)KSK 正会員 ○北沢 聡之 (株)KSK 正会員 山下 英俊
(株)間組 正会員 蓮井 昭則 芝浦工業大学 フェロー 魚本 健人

1. まえがき

コンクリート構造物の塩化物イオン濃度測定は、コア抜きによるサンプリング試験体やコンクリートドリルによる粉末試料を用いて行うのが一般的であるが、これら方法は、測定に時間がかかることや広範囲を対象とすることが非常に困難である。これらの課題に対し、金田¹⁾らの研究によると本手法がコンクリート劣化物質を検出する方法として有効であることが分かっている。本研究では、コンクリート構造物の塩化物イオン濃度を定量的かつ効率的に把握できる近赤外分光法を取り上げ、特徴波長域や検量線の確認および適用性について明らかにし、実構造物への適用についての検討を行った。

2. 実験方法

2.1 装置および測定概要

写真-1に本研究で使用した装置(以下、プロトタイプ装置と称す)を示す。光源はハロゲンランプを使用し、試験体切断面に光を照射しその反射光を近赤外分光イメージング器により画像および近赤外スペクトルを採取した。

2.2 試験体概要

配合は、表-1に示す配合を基本とし、試験体は、塩化物イオン濃度を0、1、2.5、3、5、10kg/m³と変化させた6種類とした。試験体は、10×10×40cmの角柱とし、封かん養生を行った後その試験体を切断し、JCI法によって塩化物イオン濃度を求め、同時に各試験体の切断面でスペクトルの測定を行った。

3. 測定結果および考察

3.1 特徴波長域・検量線の確認

近赤外分光法によって塩化物イオン濃度を定量的に求めるに当たっては、差スペクトルを用いる方法が有効である。そこで、図-1に示すように抽出した2,257nm付近のスペクトルによって塩化物イオン濃度を定量的に求める方法を採用した。この差スペクトルが、大きいほど塩化物イオン濃度が大きいことを示している。差スペクトルは、抽出したスペクトルピークの前後で他の影響を受けない波長帯の2点間(本研究では2,147nmと2,286nm)を通る直線を求め、その直線と2,257nmとの差分値とした。検量線は、JCI法によって求めた塩化物イオン濃度をx軸、前述の差スペクトルの計算値をy軸として測定結果をプロットし、最小二乗法によって求めた直線とした。図-2にコンクリート試験体の検量線を示す。コンクリート表面の塩化物イオン濃度から求めた差スペクトルとJCI法から求めた塩化物イオン濃度の間には、高い相関性があり、差スペクトルによってコンクリート表面の塩化物イオン濃度を推定することが可能であることが明らかになった。



写真-1 実験装置

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				目標スランブ (cm)
		C	W	S	G	
50	45	340	170	835	1058	8±2.5

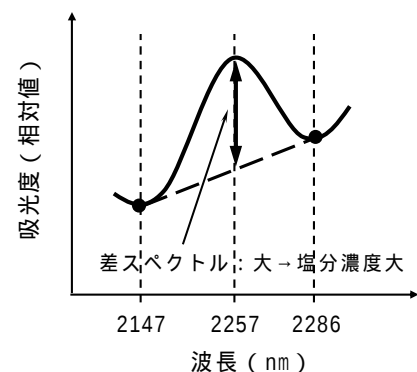


図-1 差スペクトルの計算方法

キーワード 近赤外分光法, 差スペクトル, 検量線, 塩化物イオン濃度, 実構造物

連絡先: 〒302-0024 茨城県取手市新町 1-4-5 新町第3ビル 2-A (株)KSK TEL0297-70-5961 FAX0297-70-5969

3.2 適用性

プロトタイプ装置を使用し、室内での実験結果を基に、実際の測定に必要な装置の能力、手法および適用限界について検討を行った。測定は、光量、測定距離、測定方向(角度)などの測定方法を変化させた場合の影響について明らかにした。測定では、プロトタイプ装置でスペクトルを採取し、そのスペクトルから差スペクトルを計算し、図-2で示した検量線から塩化物イオン濃度を求めた。

3.2.1 光量の影響

図-3 に光量と塩化物イオン濃度の関係を示す。光量の影響を明らかにするため、光量を 610 ~ 22,000 ルクスの範囲で変化させた測定を行った。その結果、光量が 6,500 ルクス以上であれば塩化物イオン濃度のばらつきは少なく、精度良く測定できることが明らかになった。

3.2.2 測定距離の影響

図-4 に測定距離と塩化物イオン濃度の関係を示す。測定距離の影響を明らかにするため、0.5 ~ 10m の範囲でカメラを移動させ、光量を 22,000 ルクス一定とした撮影条件で測定を行った。その結果、測定距離が長くなるに従い、塩化物イオン濃度を大きく評価する傾向があるが、距離補正をすることにより 10m 程度まで測定可能であることが明らかになった。

3.2.3 測定方向(角度)の影響

図-5 に測定方向(角度)と塩化物イオン濃度の関係を示す。測定方向(角度)の影響を明らかにするため、0°(正面)、15°、30°および45°と変化させて測定を行った。その結果、0°から45°の範囲では、塩化物イオン濃度のばらつきは少なく、この範囲であれば精度良く測定できることが明らかになった。

3.2.4 水分の影響

試験体表面に水滴が付き濡れている状態では、全く異なる結果となり、塩化物イオン濃度の測定は難しいことが明らかになった。

3.2.5 日射の影響

屋外の測定では、日射の有無に関係なく測定が可能であることが明らかになった。

4. まとめ

近赤外分光法を用いた実験の結果、以下のことが明らかになった。

- 1) JCI 法によって求めた全塩化物イオン濃度と 2,257nm の吸光度から求まる差スペクトルの間には高い相関があり、この直線を検量線とすれば、差スペクトルから塩化物イオン濃度の推定ができる。
- 2) 本手法を適用するに当たり、光量、測定距離、測定方向(角度)、水分および日射等の影響を検証した結果、塩化物イオン濃度を精度良く推定できる適用範囲が明らかになった。

なお、本研究の内容は、(財)エンジニアリング振興協会が経済産業省からの委託により実施した平成 18 年度戦略的技術開発(構造物長寿命化高度メンテナンス技術開発)の成果の一部である。

参考文献

- 1) 金田尚志: マルチスペクトル法によるコンクリートの劣化物質検出手法の開発, 東京大学学位論文, 2004.9

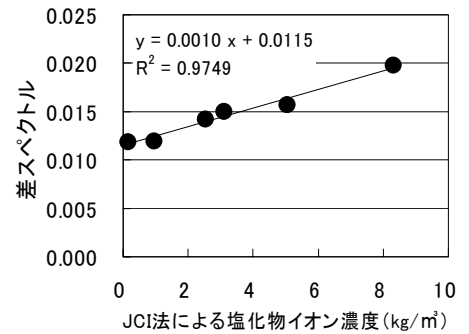


図-2 コンクリート試験体の検量線

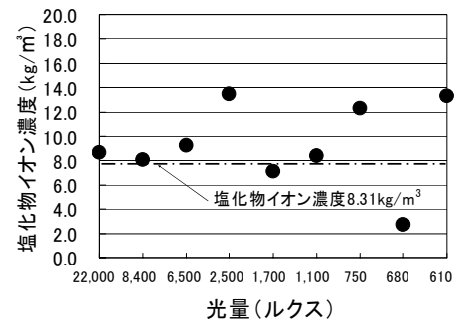


図-3 光量の影響

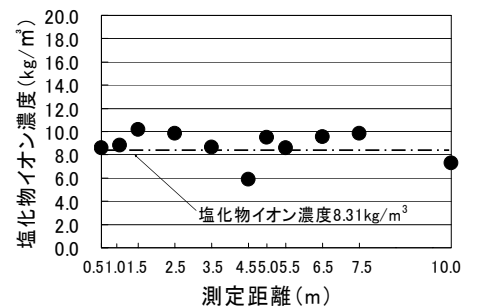


図-4 測定距離の影響

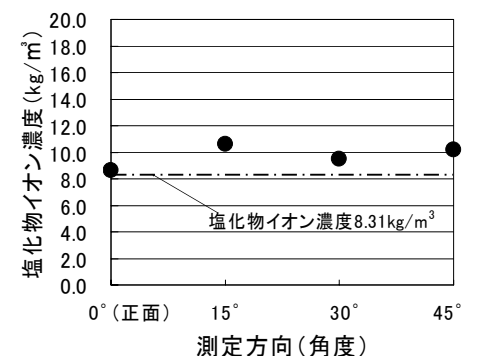


図-5 測定方向(角度)の影響