

近赤外線法を用いたコンクリート表面の塩分濃度測定に関する一考察

芝浦工業大学 学生会員 ○岩下 大

芝浦工業大学 正会員 勝木 太

1. 研究背景及び目的

現在、コンクリート構造物の非破壊検査方法では物理的欠陥(コンクリートのひび割れ、内部空洞、鉄筋位置など)を得るものがほとんどであり、コンクリート表面付近の物理的情報は得ることができるが、コンクリートの成分や劣化物質などの化学的情報は、現地調査を行い経験や勘を頼りに適当な場所からサンプルを採取し、成分分析を行う必要がある¹⁾。しかし実構造物を調査する場合に、数カ所からサンプルを採取する必要があるために、劣化程度の低い箇所を含み無作為に採取せざるを得なく、その分費用や手間が増し、更に実構造物への直接的なダメージにもつながる。その為にコンクリート構造物からサンプルを極力採取せずに劣化因子を検出する方法が望まれている。

本研究では、持ち運びが可能な近赤外線照射のみで絞った機材を使用することにより、実際に非破壊で検査が可能になるという点に加え、特に日本の構造物の劣化の要因として重要な塩害において、外部から浸透した塩分の測定が表面で検出可能性か実験的に検討した。

2. 実験方法

2.1 実験の概要

過去の研究²⁾において塩化ナトリウムイオンを計測できるのは2200-2300nmの波長の中にピークが生じることが分かっている。そこで本研究では、現スペクトルにピークを確認後、さらに塩化ナトリウムの存在を明確化するために微分解析を行った。図-1は理想化されたガウス型ピークとその導関数である。一次微分スペクトルでは、現スペクトルのピーク点がゼロとなり

ピーク点の把握ができる。これに対し、二次微分スペクトルは現スペクトルに対し符号が逆転するものの、現スペクトルのピークが微分スペクトルのピークに変換され、現スペクトルとの対応が図-1のように視覚的に把握し易くなる³⁾。これを利用することにより表面付近での塩分の測定と検証が可能となる。

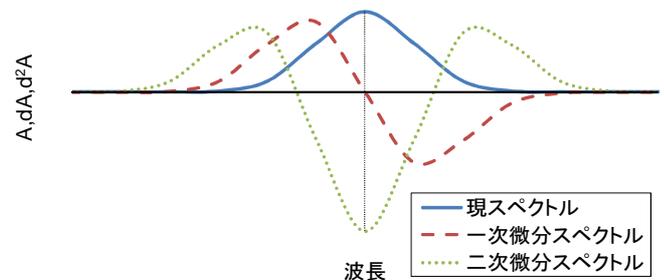


図-1 ガウス型ピークとその導関数

2.2 試料の作成

近赤外線分光法でコンクリート表面の塩分を測定する場合、実際は表層のモルタル部分を測定することになる。そのため本研究では、試料をモルタル供試体とした。セメントは普通ポルトランドセメントを用い、配合はW/C50%、水225g、セメント450g、細骨材1350gとして設定した。

なお、塩分の混入は、試料を作成する際に使用した水に塩を含ませ融解させることにより設定の塩分濃度(0, 50, 100%)になるよう作成した。

2.3 使用機器

近赤外線分光には Polychromix 社の PHAZIR を使用し、1600-2400nmの波長範囲を測定した。

キーワード：非破壊検査、近赤外線法、塩害、塩分濃度

連絡先：〒135-8358 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学 勝木研究室 E-mail : h07021@shibaura-it.ac.jp

3. 実験結果と考察

3.1 波長の確認

塩化ナトリウムイオンのピークの波長は塩分濃度50%, 100%の両方ともに確認できたが, 日を跨ぐと確認できたピークの波長が消滅をしていた. 図-2 に経過時間と吸光度を二階微分したものとの関係を示す. 表面付近では時間と共に波長のピークが減少していくことが図からも確認できる.

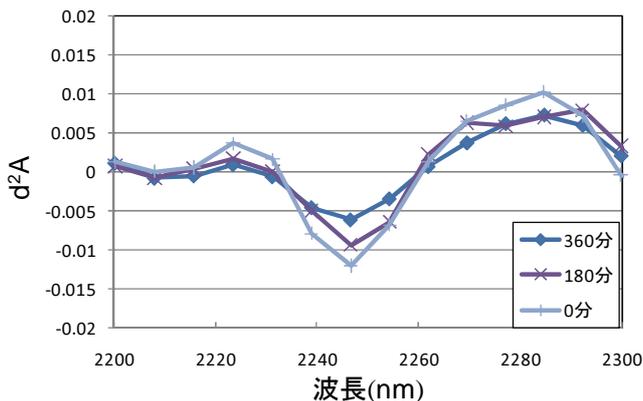


図-2 時間に対する吸光度の変化

3.2 ピークの波長の消滅

塩化ナトリウムイオンが時間ごとに減少をし, 日を跨ぐと完全に消滅をすることを確認した. これは表面上に塩化ナトリウムイオンが消滅したことを意味するが, 塩化ナトリウムイオンが短時間に消滅をすることは考えにくく, このため表面が空気に触れ急激に乾燥することにより, 塩化ナトリウムイオンが計測できなくなるのではないかと考え, ピークの波長を戻すため以下の実験を行った.

実験 1: 表面を水で濡らした後, 再計測

実験 2: 練り混ぜた塩と同濃度の塩水を片面に浸し, 密閉状態で6時間保持し, 再計測

実験 3: 表面を削り, 新たな面を露出させ, 再計測

実験 1 および 2 では有用なデータは得られず, 消滅したピークを復活させることはできなかった. 次に, 実験 3 では供試体表面を 0.3mm 程度削った際の吸光度の変化を図-3 に示す. 供試体表面を削ることにより, 既報³⁾と同様に塩化ナトリウムイオンのピークの波長を復活させることができた. 供試体を作成する時に塩分を練り混ぜているので, 供試体に含まれる塩分は一樣になっている. このため, 供試体表面近くに存在していた塩化ナトリウムは, 濃度の高い供試体表面から濃度

の低い空気中に水分の蒸発とともに逸脱していったのではないかと考えている.

しかし, 海岸付近の構造物の塩分調査を行ったところ, 塩分を検出することができた. この構造物の表面から塩分が抜け出ないのは, 周りの空気にも塩化ナトリウムが多く含まれており, 構造物の表面付近と空気中とに塩化ナトリウム量の差が少ないがために, 表面付近の塩分が抜けにくい状況ができていないのではないかと考えている.

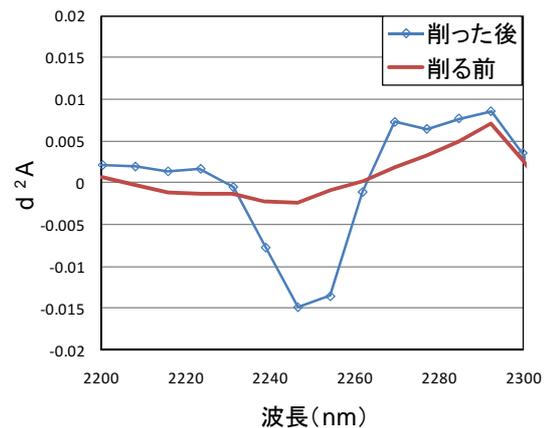


図-3 表面を削る前後の吸光度

4. 考察

2200-2300nm の波長をターゲットにコンクリート表面の塩化ナトリウムの存在を検出する場合, 時間の経過とともにその波長のピークが消えてしまう問題がある. これは塩化ナトリウムが空気中に抜け出てしまうことことに起因すると考えられるため, この波長域を利用する場合は, 表面を削って調査する必要があることが分かった. ただし, 実際の海洋構造物においては, 周りの塩分雰囲気の影響で, 表面を削ることなく波長のピークが計測されることから, 実際の環境条件を模擬した実験により再度検討する必要がある.

参考文献

- 1) 石渡恭之, 浅野俊之: 非破壊によるコンクリート構造物の劣化診断の研究, 茨城県工業技術センター研究報告, 第 37 号, 2009.9
- 2) 魚本健人: 図解コンクリート構造物の非破壊検査技術, 2008.1
- 3) 金田尚志: マルチスペクトル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