

近赤外域分光情報によるコンクリート表層部の塩分推定モデル構築に関する検討

株式会社トプコン 正会員 ○半谷 一晴 正会員 先村 律雄
 前田建設工業株式会社 正会員 中島 良光 正会員 白根 勇二

1. はじめに

近年、近赤外線を用いた非破壊のコンクリート劣化診断技術が開発されているが、塩害、中性化、化学劣化によるコンクリートのスペクトルの変化は複雑であり、異なる条件下での測定が必要であった^{1,2,3)}。そこで、本報告では異なる塩分濃度、中性化の深度を持つモルタル試験体を作成し、近赤外測定によるコンクリート表面塩分推定への影響を調査したので結果を報告する。

2. 実験概要

2.1 測定装置

写真-1 に近赤外域分光情報を取得するための装置の概観を、表-1 に仕様の概略を示す。この装置はハロゲンランプを用いた投光部と、近赤外域の分光情報を計測可能な分光器とその受光部、また、これらの機器を制御するノートパソコンと電源ユニットで構成される。発光部と受光部は測定台に固定されている。測定対象物に対して 45 度の位置から投光し、測定対象物と正対する位置に受光部を設置した。

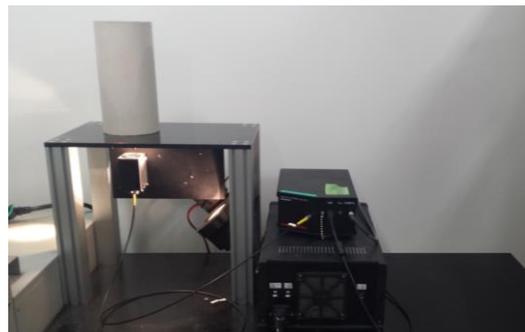


写真-1 測定装置の概観

2.2 試験に用いた試験体の概要

普通ポルトランドセメント(N)を使用し、表-2 に示す配合条件のもと、塩化ナトリウムを 0~20kg/m³ の割合で混入したモルタル試験体を作製した。作製したモルタル試験体は気温 20℃、湿度 60%、二酸化炭素濃度 5% の環境下で中性化促進処理を行い、前述の測定装置にて定期的に分光情報を取得した。

2.3 測定方法

モルタル試験体の底面を前述の測定装置にのせ、中心部とその周辺を合わせて 5 か所で計測した。得られた分光情報を平均し、塩化ナトリウム濃度と分光情報を紐づけた。

表-1 測定装置の仕様

発光部	ハロゲン光源	出力	100	[W]
受光部	分光器	波長範囲	900 - 2,550	[nm]
		波長分解能	20	[nm]
		イメージセンサ画素数	256	[pixel]
電源	光ファイバーケーブル	ファイバー径	0.6	[mm]
	ハロゲン用		12	[V]
	分光器用		5, 12	[V]

表-2 モルタル試験体の配合条件

配合条件			配合 [kg/m ³]			
セメント種類	W/C	S/C	セメント	水	砂	NaCl
N	60	2.5	532	319	1331	任意

3. 測定結果と考察

3.1 中性化促進による反射率の変化

図-1 は塩化ナトリウム濃度 20kg/m³ の試験体における測定反射率の時系列変化を示したものである。図中の反射率は平均 0、分散 1 になるよう標準化処理を施した。一般に、1400nm 付近の波長は中性化の影響を受けるとされているが、広域にわたり変化していることがみてとれる。なお、ハロゲン光源の光量が弱いことから S/N 比が悪く、2,200nm 以降の波長域では波形が滑らかではない。

3.2 中性化促進後のモルタル試験体の反射率と塩分濃度の関係

キーワード 近赤外域分光情報、塩化ナトリウム濃度、中性化、多変量解析

連絡先 〒174-8580 東京都板橋区蓮沼町 75-1 (株)トプコン 技術本部 TEL 03-3558-2576

図-2 に中性化促進 12 週後のモルタル試験体の標準化後の反射率を示す。反射率の大小や特定の波長などから塩化ナトリウム濃度を説明できる成分を限定することが難しいことがみてとれる。既往の研究においても中性化が促進されると塩化物イオンに反応する波長域のシグナルが弱くなる傾向があることが確認されている⁴⁾。

3.3 多変量解析による塩分濃度推定モデルの構築

測定した全範囲の分光情報をパラメータとし、主成分分析や PLS 回帰分析、重回帰分析に代表される多変量解析により塩化ナトリウム濃度推定モデルが構築できるか試みた。図-3 は多変量解析により構築した推定モデルにより、中性化が進んだモルタル試験体中の塩化物イオン濃度を推定したものである。塩化物イオン濃度の実測値はモルタル試験体表層部を採取して得た。ここでは PLS 回帰分析により構築したモデルを例に示すが、コンクリート表面の塩化物イオン量の推定が可能であることが確認できた。

4. まとめ

コンクリート中の塩化ナトリウム濃度の異なるモルタル試験体の近赤外分光情報をもとに、塩化イオン量を推定するモデルを多変量解析を用いて構築した。その結果、中性化が進行した塩分量の異なるモルタル試験体を区別可能な精度の推定モデルを得ることができた。

参考文献

- 1) 金田尚志, 石川幸弘, 魚本健人, 2006. 近赤外線分光イメージングによるコンクリートの分析. コンクリート工学 Vol44(4), pp.26-32
- 2) 戸田勝也, 中村義彦, 倉田孝男, 2012. 分光分析法を用いたコンクリート劣化診断システムの開発. IHI 技報 Vol.52(1), pp.53-58
- 3) 戸田勝也, 倉田孝男, 喜田達夫, 2007. ケモメトリックス手法を用いた近赤外領域でのコンクリート診断技術開発. コンクリート工学 Vol.45(11), pp.20-26
- 4) 設楽徹, 片平光彦, 夏賀元康, 2012. 近赤外分光法によるコンクリート構造物の劣化の診断(第1報). 農業機械学会東北支部報 No.59, pp.7-12

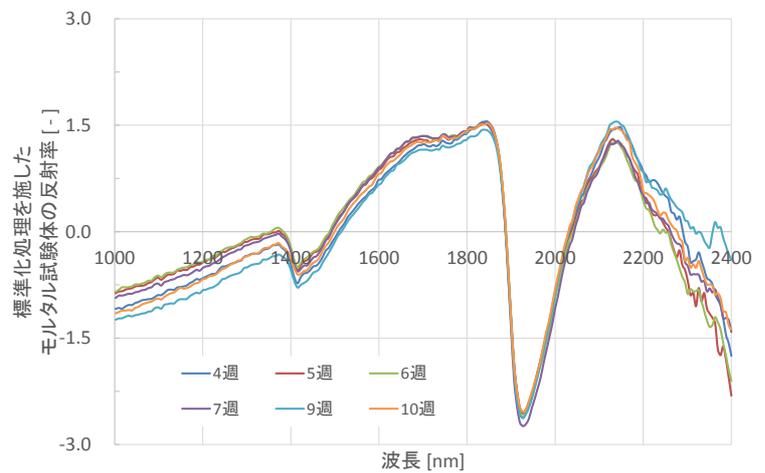


図-1 中性化促進期間とモルタル試験体の標準化後の反射率

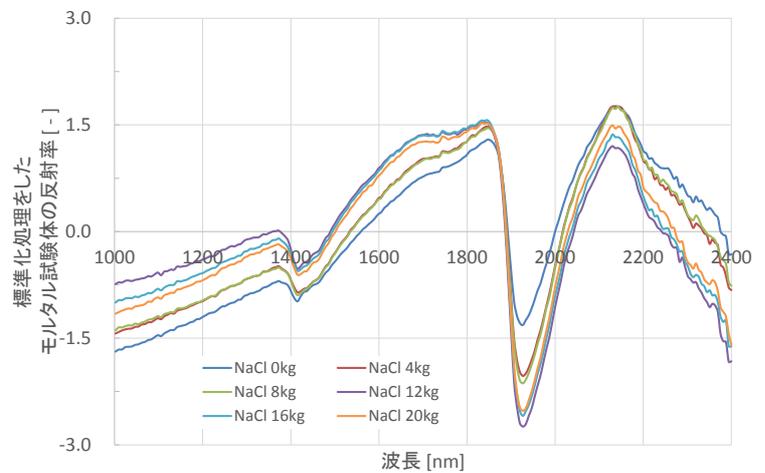


図-2 中性化促進 12 週のモルタル試験体の標準化後の反射率

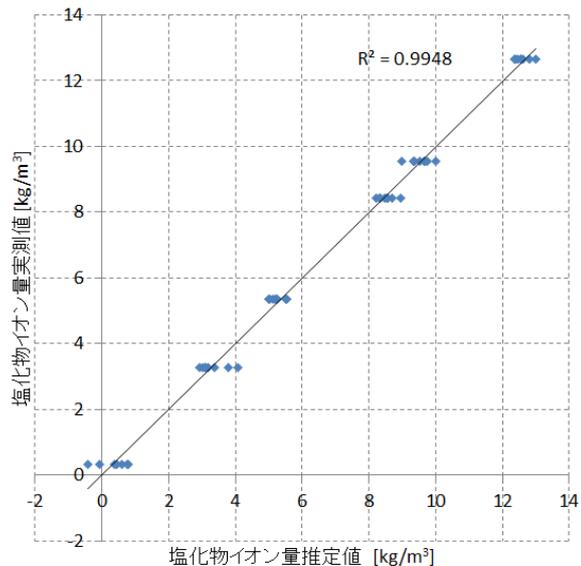


図-3 多変量解析による塩分推定モデルの作成と精度