

V-86

マルチスペクトル法の構造物劣化調査技術への適用性

鹿島技術研究所 正会員 山本 明雄
 同 上 正会員 古澤 靖彦
 同 上 正会員 ミスラ・スディール
 日本ビステック 正会員 池川 和賀

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化診断において、調査の第一段階である外観調査は、劣化の程度や原因に関してはおまかな情報を把握し、次の詳細調査計画に反映させるという意味で重要である。

本研究は、目視観察にかかわる外観調査技術の一つとしてマルチスペクトル法を取り上げ、塩害を受けたコンクリート構造物の劣化情報の検出に有効か否かを検討したものである。

2. マルチスペクトル法の原理

物質は、含有される成分毎に特有な波長の電磁波を吸収する特性を有し、この特性を利用して成分を同定することができる。マルチスペクトル法（以下MS法と略記）は、紫外線域から近赤外線域の電磁波帯域を6つの波長帯域に分け、各波長帯域の電磁波のみを通過させる特殊フィルター（低波長帯域から順に1ch～6chと称す）を通して写真を撮影し、別途測定された分光反射特性を参照して被検物質の成分を同定するものである。また、成分から反射された電磁波の強度（反射率）とその成分の濃度との間には正または負の相関があり、電磁波の強度が撮影された写真の濃淡に反映されることから、成分濃度の大小が推定可能となる。

3. 塩害劣化構造物の調査技術への同法の適用性

塩害が進行すると鉄錆の拡大・膨張により、構造物表面にひびわれが生じ、ひびわれを通じて鉄錆が表面に滲出する。したがって、コンクリート表面の鉄分の濃度は塩害の進行度合いを判断する上で重要な情報となる。この場合、コンクリート表面には塩分も存在するため、鉄分と塩分が共存する状態でMS法の適用性を検討する必要がある。

3. 1 塩分及び鉄分の分光反射特性

塩分及び鉄分の分光反射特性を把握するため、 $W/C=55\%$ のコンクリートに $NaCl$ または Fe_2O_3 を重量比で1%及び5%混入した試験体を用い、ハロゲンライトを光源としてコンクリート表面の分光反射率を○社製分光計（測定波長範囲200～2500nm）により測定した。海洋環境下におけるコンクリート構造物の表面塩分量は1%程度とされている¹⁾ことを参考にして、 $NaCl$ 混入率の水準を選定した。

測定結果を、混入成分及び濃度毎に図-1に示す。図中、MS法における6種の特殊フィルターの波長帯域を1ch～6chで示す。同図から、 $NaCl$ では、400～900nmの波長帯域において無混入と混入率1%の場合の反射率には明確な差はなく、5%混入すれば反射率の差が顕著になることが分かる。 Fe_2O_3 では、反射率に及ぼす混入率の影響は $NaCl$ に比べて大きく、特に低波長帯域（400～55

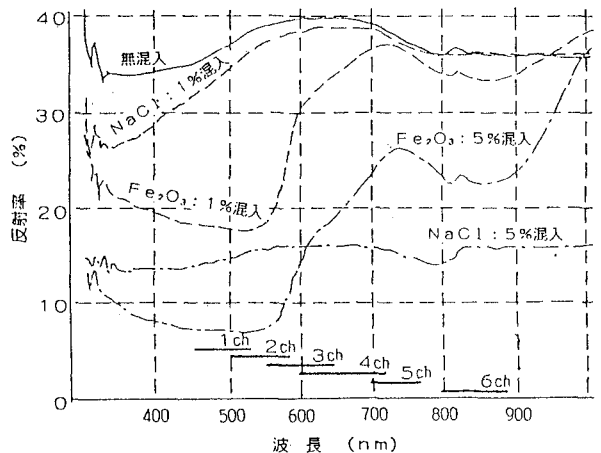


図-1 $NaCl$ 及び Fe_2O_3 の分光反射特性

0nm)で反射率が敏感に変化する傾向が認められた。したがって、両成分の分光反射特性を考慮すると、 Fe^{2+} の濃度変化を把握するためには、 Cl^- の影響が小さい低波長帯域、すなわち特殊フィルター1chを使用することが妥当と判断された。

3. 2 試験体での適用性の確認

調査に使用した試験体（寸法：10×10×40cm）は、普通セメント使用、 $W/C=55\%$ で、D10またはD13の鉄筋をかぶり16mmで4本または8本配置したものである。この試験体は実海洋環境下に6年間暴露され、試験体表面には塩害によるひびわれ及び錆汁の滲出が生じている。MS法による測定結果と比較するため、試験体の側面のひびわれ及び錆汁の分布を目視観察によりスケッチした。MSの測定は、屋外で、8体の試験体を密着させて一列に配置し、5m離れた位置から実施した。また、錆汁が認められた部分の7ヶ所でコンクリート表面（深さ5mm程度）を約1g削り取り、これを硝酸で溶解して含有鉄分量の分析を行った。

目視観察結果を図-2に、MS法により測定した結果を図-3に示す。MS法の結果は、反射率による写真の濃淡を画像処理により4段階に分けて示した。グレードの大きいものほど写真上の濃い部分、すなわち、濃度の高い部分を示す。両図を比較すると、錆汁及びひびわれの分布とMS法におけるグレードIVの分布がほぼ一致し、両者の面積率はそれぞれ18.2%と19.5%で、MS法によって Fe^{2+} イオンの濃度の検出がほぼ可能であった。次に、選定した7ヶ所に関して、MS法による濃淡のグレードと Fe^{2+} の化学分析結果との関係を図-4に示す。バラツキはあるものの、 Fe^{2+} 量が重量比で2%程度（セメント中に元来含まれる Fe^{2+} は約0.3%に相当）以上になると目視による鉄錆の識別が可能で、また、濃淡のグレードによって Fe^{2+} 量がほぼ判別できることが明らかになった。

4. おわりに

構造物表面に存在する成分の種類と濃度の判定が可能であるMS法の特長を利用し、今後、塩害劣化初期における劣化情報の検出の可能性および塩害ばかりでなく、アルカリ骨材反応などで劣化した構造物の外観調査に対して本手法の適用性を検討する予定である。

「参考文献」

- 1) 武若；海洋環境下コンクリートの含有塩分量に関する既往調査結果の整理と分析，土木学会年講，43回，pp. V36-37，1988

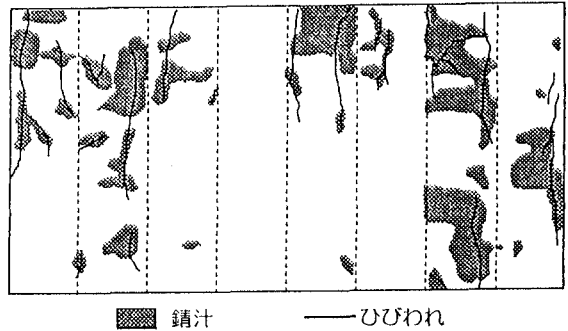


図-2 目視観察による表面劣化状況のスケッチ図

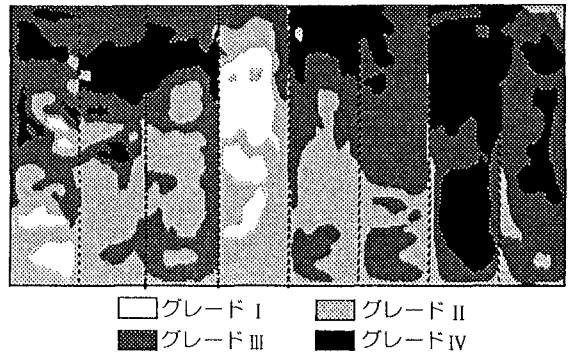


図-3 MS法(1ch)による表面劣化状況の測定結果

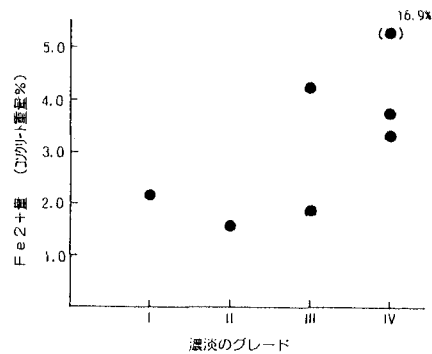


図-4 MS法(1ch)による濃淡のグレードと Fe^{2+} 量との関係