

## 細骨材種類がモルタルの近赤外分光スペクトルに与える影響

(株) フジタ建設コンサルタント 正会員 ○山本 晃臣  
 (株) フジタ建設コンサルタント 正会員 郡 政人  
 徳島大学工学部建設工学科 立川 亮  
 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 正会員 上田 隆雄

## 1. はじめに

塩害環境下にあるコンクリート構造物を適切に維持管理していくためには、表面から鋼材位置までのかぶりコンクリート中の塩化物イオン（以下  $\text{Cl}^-$  と記述する）の濃度分布を把握する必要がある。著者らはコンクリート中の  $\text{Cl}^-$  濃度を現場で短時間に推定する手法として、近赤外分光法を用いた方法の研究を進めてきたが、この際、特に細骨材の種類によって吸光度スペクトルが変化することが懸念された。そこで本研究では、徳島県内の生コン工場で使用されている数種類の細骨材を用いて実験的検討を行った。

## 2. 実験概要

コンクリートやモルタルに対して近赤外分光法による測定を実施する場合、細骨材の影響は避けられない。コンクリートの構成材料である骨材は自然生成物であることから、多種多様の鉱物が含まれているため、骨材の種類によっては  $\text{Cl}^-$  濃度を検出する波長域内に特異な吸光度を示す鉱物を含有している可能性がある。

そこで本研究では、既往の研究で使用したセメント強さ試験用標準砂（記号：S、セメント協会）と徳島県内の生コンクリート製造工場 5 カ所

(A,B,C,D,E) で使用されている細骨材単体について吸光度特性を把握するとともに、これらの細骨材を用いて混入  $\text{Cl}^-$  量の異なるモルタル供試体を作製し、これらの吸光度の変化について検討した。セメントには普通ポルトランドセメントを用い、初期混入  $\text{Cl}^-$  量は、0, 1, 4, 15  $\text{kg/m}^3$  の 4 水準とした。A~E の 5 種類の細骨材について、偏光顕微鏡観察による岩石鑑定結果を表-1 に示す。細骨材 A は緑廉石および輝石の鉱物粒が含まれ、細骨材 B は輝石の鉱物粒が、細骨材 D および E は輝岩を含有しているのが特徴である。ただし、いずれも砂岩やシルト岩が主な岩石として含まれているため、角閃石や雲母等の造岩鉱物も含有しているものと考えられる。

## 3. 実験結果

岩石鉱物の標本単体を近赤外分光法により吸光度測定を行った結果を図-1 に示す。長石は波長 2,210nm 付近に、緑廉石および輝石は波長 2,270nm 付近に、黒雲母は波長 2,250nm および 2,340nm 付近にそれぞれ吸光度のピークが見られる。また、石英および角閃石は波長 2,210nm 付近に僅かな吸光度ピークが見られる。図-2 には本実験に用いた細骨材の吸光度スペクトルを示す。石英が主な

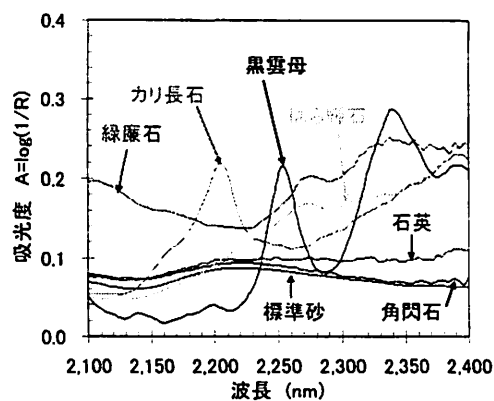
表-1 細骨材の岩石鑑定結果

| 構 成 |       | A    | B   | C    | D   | E   | 主な構成鉱物        |
|-----|-------|------|-----|------|-----|-----|---------------|
| 種別  | 粗砂    | 川砂   | 砕砂  | 川砂   | 川砂  | 川砂  |               |
|     | 細砂    | 川砂   | 海砂  | 海砂   | 海砂  | 海砂  |               |
| 岩石名 | 砂 岩   | ++   | +++ | ++++ | +++ | +++ | 石英            |
|     | シルト岩  | ++   | ++  | +++  | ++  | +++ | 石英, 長石        |
|     | 細粒石英  | ++++ | +   | ++   | +   | ++  | 石英            |
|     | 緑色岩   | +    |     |      |     |     | 角閃石, 斜長石, 緑廉石 |
|     | チャート  |      |     | +    |     |     | 石英            |
|     | 輝 岩   |      |     |      | +   | +   | 輝石            |
|     | 他鉱物粒  | 輝石   | 輝石  | 角閃石  |     |     |               |
|     | 貝などの殻 | 無    | 有   | 有    | 有   | 無   |               |

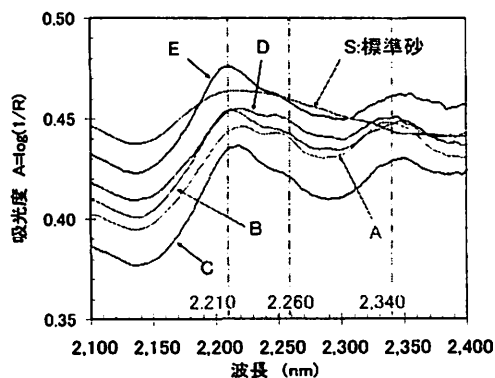
注) : 表中の+は量比を示す。

キーワード 近赤外分光法, 吸光度スペクトル, 細骨材, 差スペクトル, 重回帰分析

連絡先 〒771-0204 徳島県板野郡北島町鯛浜字原 87-1 (株) フジタ建設コンサルタント TEL 088-698-2155



図－１ 岩石鉱物標本の吸光度スペクトル



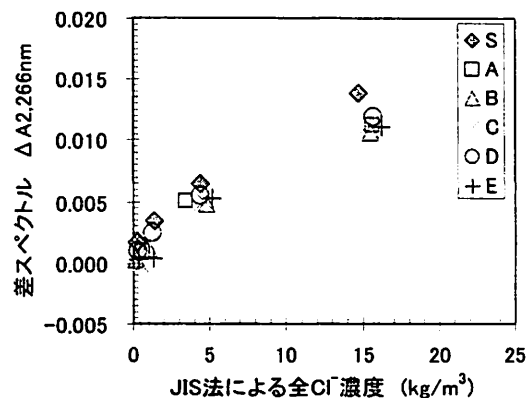
図－２ 細骨材の吸光度スペクトル

構成鉱物である標準砂は波長 2,210nm 付近を凸型とした滑らかな吸光度スペクトルを示している。これに対して、細骨材 A～E は全体的に吸光度の変化が大きく、波長 2,210nm 付近に長石によるものと推察される大きな吸光度のピークが、さらに、波長 2,350nm 付近にもピークが見られる。細骨材 A および D は波長 2,260nm 付近に小さなピークが見られる。これらのピークは緑廉石、輝石および黒雲母によるものと推察されるが、特に、細骨材 A および D の波長 2,260nm 付近に見られるピークは他の細骨材と比べてやや大きいため、これらの含有割合が比較的多いものと推察される。

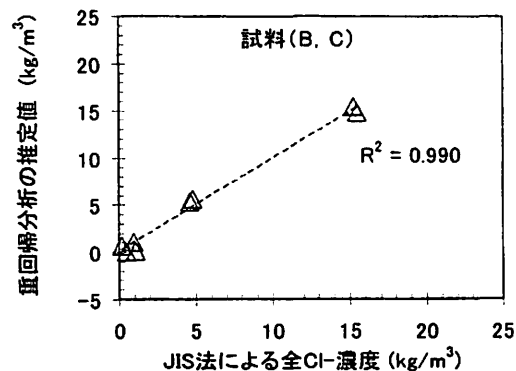
次に、モルタル供試体から採取したドリル粉末の吸光度スペクトルを用いて固相  $\text{Cl}^-$  であるフリーデル氏塩との相関を確認している式(1)で定義される波長 2,266nm における差スペクトル  $\Delta A_{2,266}$  を求めた。

$$\Delta A_{2,266} = A_{2,266} - \left( Aa + \frac{Ab - Aa}{\lambda b - \lambda a} \times (\lambda_{2,266} - \lambda a) \right) \quad (1)$$

式(1)で求めたモルタル粉末試料の差スペクトル  $\Delta A_{2,266}$  を図－３に示す。図－３において  $\Delta A_{2,266}$  はいずれの混入  $\text{Cl}^-$  量とした場合であっても、標準砂 S が最も大きく、次に細骨材 D が大きい値となっ



図－３ 全  $\text{Cl}^-$  濃度と差スペクトルの関係



図－４ 重回帰分析の結果

ている。標準砂 S は波長 2,210nm 付近の吸光度ピークが小さく、細骨材 D は波長 2,260nm 付近のピークが他骨材より大きいことが原因と考えられる。このように、モルタル粉末の  $\Delta A_{2,266}$  は同一の混入  $\text{Cl}^-$  量であっても、使用材料である細骨材そのものの吸光度の影響を受け、細骨材の種類に応じて異なる値となることが分かった。そこで、式(2)に示す重回帰分析<sup>1)</sup>を試みた。4 波長の吸光度を説明変数とし、図－３と同じ全  $\text{Cl}^-$  濃度を目的変数とした。ここで、コンクリート構造物を構築する場合の生コンクリート製造工場からの現実的な供給を考えて、最寄りの 2 工場から供給される場合を想定した。ここでは、細骨材 B および C を使用したモルタル粉末の分析結果を図－４に示す。これによると、推定値は測定値とほぼ一致しており、他の 2 種類の組合せにおいても同様の結果が得られた。

$$C_{\text{total}} = a + b \cdot A_{2,230} + c \cdot A_{2,252} + d \cdot A_{2,266} + e \cdot A_{2,300} \quad (2)$$

#### 参考文献

- 1) 郡政人, 古川智紀, 上田隆雄, 水口裕之: 近赤外分光法を用いたセメント硬化体中の塩化物イオン量の推定, セメント・コンクリート論文集, No.61, pp.189-196, 2008.2