

近赤外分光法による ASR 劣化コンクリートの診断に関する検討

1. 研究の概要

近赤外分光法は現位置で簡易にコンクリート中の塩分濃度が推定できる非破壊検査手法であり、多成分同時分析が可能な本手法で ASR の検出と劣化程度把握が可能であれば、塩害と ASR の複合劣化構造物の診断などの状況で極めて有効な手法となる。本研究では、反応性骨材を含むモルタル供試体およびコンクリート供試体を作製し、ASR の進行に伴う吸光度スペクトルの変化を測定し、近赤外分光法による ASR の検出及び劣化程度の把握の可能性について検討した。

2. 研究成果の概要

本研究で作製したモルタルおよびコンクリート供試体は、角柱供試体 100×100×400mm とし、W/C は 55% で一定とした。非反応性細骨材 S1 は鳴門市撫養町産砕砂（表乾密度：2.56 g/cm³，F.M.：2.79），反応性細骨材 S2 は北海道産安山岩砕砂（表乾密度 2.56 g/cm³，Rc：135mmol/l，Sc：778mmol/l）を用い、さらに反応性の高いガラスカレット S3（表乾密度 1.3 g/cm³，Rc：-49mmol/l，Sc：508mmol/l）も用いた。反応性細骨材 S2 を用いたモルタル配合 MS2 では S1 と S2 を 3：7 の質量割合でペシマム混合した。モルタルおよびコンクリートには、初期含有 R₂O 量が 10.0 kg/m³ となるように、コンクリートの練混水に溶解した形で NaCl または NaOH を添加した。打設後 1 日で脱型し、20 の恒温室中で 4 週間の封緘養生後、促進 ASR 環境（40，95 %R.H.）で保管しながら、経時的に膨張率および近赤外分光法による吸光度スペクトル測定を行った。

測定した吸光度スペクトル曲線によると ASR 膨張の進行に伴い、セメント水和物の OH 基に相当する波長 1412nm 付近の吸光度が減少していることが確認できた。また、波長 1454nm 付近の吸光度は膨張が進行すると増加傾向にあった。これは、ASR の進行に伴ってセメント水和生成物である固層の Ca(OH)₂ は分解されるためと考えられる。また、ASR が進行すると、アルカリシリカゲル中にエトリンガイトが新たに生成し分相する可能性が報告されており、エトリンガイトが生成されたことにより波長 1454nm 付近の吸光度ピークが増加したと考えられる。波長 1412nm 付近の吸光度ピークの変化を定量的に表す指標として、波長 1430nm からの波長 1412nm にお

ける吸光度差を差吸光度 (1412-1430)とし,表面からの深さごとに削孔先端面で測定した差吸光度(1412 - 1430)と膨張率との関係を図- 1 に示す. 膨張率の増加に伴い, 差吸光度 (1412-1430) は減少しており, 表面付近よりもアルカリ溶出の少ない内部の方が, 差吸光度 (1412-1430)の減少が大きい傾向にある. また, 粉体試料の場合には, 差吸光度の変化が小さくなっている. これは, 塩分の場合と違い, ASRの場合は骨材集辺に反応が集中するため, 粉末状にしてしまうと, 影響が希薄化して, 検出しにくくなるものと考えられる.

吸光度スペクトルからコンクリート膨張率の推定をする手法として, 重回帰分析を行った. この際, 各ケースにおいて式(1)に示すように, ASR 膨張により変化する波長範囲として波長 1412nm 及び 1430nm, エトリンガイトのピーク波長 1454nm, フリーデル氏塩のピーク波長 2,266nm, の 4 波長の吸光度を説明変数とし, 膨張率の実測値を目的変数とした.

$$\text{膨張率} = a + b \cdot A_{1412} + c \cdot A_{1430} + d \cdot A_{1454} + e \cdot A_{2266} \quad (1)$$

ここに, a, b, c, d, e: 切片および定数, A: 各波長(nm)における吸光度
この結果を図 - 2 に示す. 図 - 2 によると推定値と実測値の関係には相関関係が認められ, 推定の可能性はある. ただし, ばらつきがあり, 精度に問題があるため, 今後, データの選定, データ処理, 測定方法などを検討する必要がある.

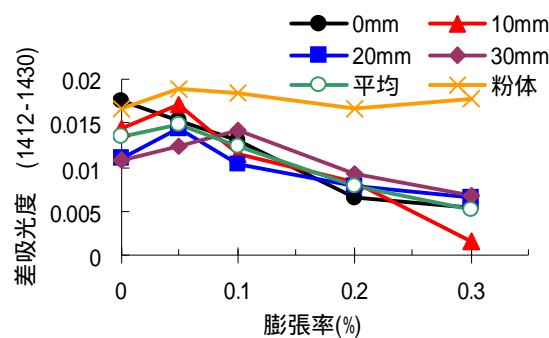


図 - 1 差吸光度 (1412-1430)と膨張率の関係 (MS3)

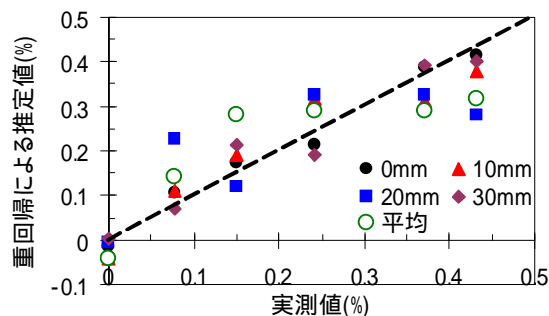


図 - 2 重回帰分析による膨張率の推定