

# フライアッシュの混和と中性化が反応性骨材含有コンクリートの近赤外分光スペクトルに与える影響

徳島大学 学生会員 ○松田彩妙 徳島大学院 正会員 上田隆雄  
フジタ建設コンサルタント 非会員 山本晃臣 徳島大学院 正会員 塚越雅幸

## 1. はじめに

ASRにより劣化したコンクリート構造物の診断手法として近赤外分光法を応用した場合、ASRの進行に伴ってOH基に相当する波長1412nmの吸光度スペクトルが変化することが報告されている。これに対して、コンクリート中のCa(OH)<sub>2</sub>含有量は、フライアッシュの混和やコンクリートの中性化により変化することから、本手法を実構造物の診断に適用する場合には、吸光度スペクトルの変化がASRによるものなのか、前述のようなそれ以外の要因によるものなのかを、的確に判断する必要がある。

そこで本研究では、フライアッシュを含む場合や、コンクリートが中性化した場合を想定した反応性骨材を含有する供試体を作製し、これらの要因が近赤外分光スペクトル特性に与える影響について検討した。

## 2. 実験概要

本研究では、ASR促進環境(40℃, 湿度95%)用と中性化促進環境(30℃, 湿度60%, CO<sub>2</sub>濃度7%)用それぞれフライアッシュ混和(内割り30%)と無混和の角柱コンクリート、角柱モルタル(100×100×300mm)、円柱モルタル(φ50×100mm)供試体を作製した。すべての供試体は、W/C=55%で反応性骨材を含有しており、総アルカリ(R<sub>2</sub>O)量10kg/m<sup>3</sup>になるようNaClで調整した。

ASR促進環境用供試体はコンクリートおよびモルタルの膨張量測定を行い、膨張率が0, 0.2, 0.4%を迎えた時、フライアッシュ混和の供試体とともに、深さごとに近赤外分光法で吸光度スペクトルを測定した。また、フライアッシュ無混和のモルタル角柱供試体の膨張率が0, 0.4, 0.6%に達した際に、フライアッシュ混和の供試体とともに促進ASR環境に保管していた円柱モルタル供試体を用いて細孔溶液の高圧抽出を行った。採取した細孔溶液は100倍希釈液を作成し、OH<sup>-</sup>濃度およびCl<sup>-</sup>濃度を測定した。また熱分析により、結合水率、Ca(OH)<sub>2</sub>含有率を求め、さらに電子顕微鏡観察を行った。

養生の終了した中性化促進用角柱コンクリート供試体は、暴露面として打設面以外の側面1面を除いてエポキシ樹脂を塗布し、3ヶ月、5ヶ月、6ヶ月の促進中性化環境保管後、乾式カッターで暴露面に対して鉛直方向に切断し、フェノールフタレインで中性化深さを測定するとともに、コンクリート暴露表面から深さ5mmごとの30mmまでのドリル削孔先端面に対して、近赤外分光法による吸光度スペクトルの測定を行った。

## 3. ASRの進行による吸光度スペクトルの変化

促進ASRを行ったコンクリート供試体に関して、N配合の膨張率が0, 0.2および0.4%になった時点における波長1412nm付近の吸光度スペクトル曲線を図-1に示す。これによるとN配合、FA配合ともに、ASR促進環境における保管により、波長1412nm付近の吸光度が減少してい

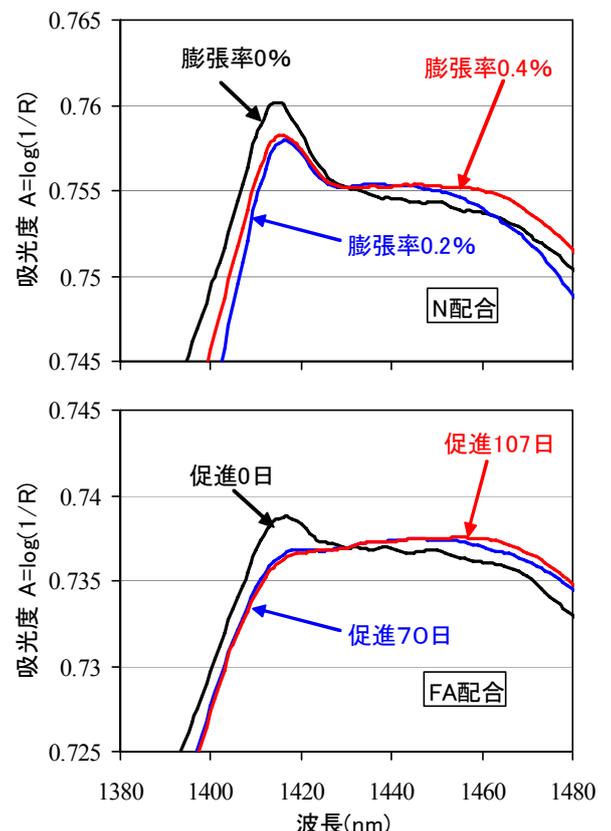


図-1 促進ASR供試体の吸光度スペクトル

ることが確認できる。ただし、減少の程度はN配合よりもFA配合の方が大きく、FA配合ではN配合が膨張率0.2%になった促進70日の時点で波長1412nmのピークがほぼ消失していることが分かる。

このような波長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、吸光度が変化しない波長1430nmからの波長1412nmにおける吸光度差を差吸光度 $\Delta(1412-1430)$ とする。促進ASR供試体表面から深さ方向の差吸光度 $\Delta(1412-1430)$ 分布を図-2に示す。図-2によると、全体的な傾向としてN配合とFA配合では差吸光度の値に明確な違いがあり、フライアッシュを混和することで、材齢やASRの進行によらず小さな差吸光度を示している。特にポゾラン反応が進行したと考えられる、促進70日あるいは107日の段階では、FA配合は全体にマイナスの差吸光度を示しており、波長1412nmのピークはほぼ消失していることを表している。また、N配合では、ASRが進行した場合に、差吸光度が減少しているが、膨張率0.2%の場合よりも0.4%の場合の方が若干大きな差吸光度を示している。このような比較的大きな膨張率では、波長1412nmの吸光度のみでは、膨張率診断は難しいと思われる。ただし、コンクリート内部方向に向かって差吸光度が減少する傾向を表しており、本手法でコンクリート内部の局所的なASRの進行を診断できる可能性がある。

#### 4. 中性化の進行と吸光度スペクトルの変化

3ヶ月の促進中性化を行ったコンクリート供試体に関して、波長1412nm付近の吸光度スペクトル曲線を図-3に示す。図-3によると、同じ促進中性化をおこなっても、吸光度スペクトルの形状は大きく異なり、N配合は表面から中性化の影響を受けていないコンクリート内部へ深さが大きくなると、徐々に吸光度ピークが大きくなっていることが明確に分かるが、FA配合は全体的に吸光度ピークが判別しにくくなっている。

図-4では、図-3では判別しにくかった波長1412nm付近の吸光度ピークの変化が定量的に表現されている。FA配合に関しては、未中性化部分も含めてマイナスの差吸光度で分布しているが、コンクリート表層の中性化部分では、特に小さな差吸光度を示しており、フライアッシュを混和した場合でも、ある程度の精度で中性化部分の判定は可能であると考えられる。

以上より、コンクリート中の差吸光度分布を測定することで、ASR、中性化と、フライアッシュ混和の影響を判別することは可能であると考えられる。

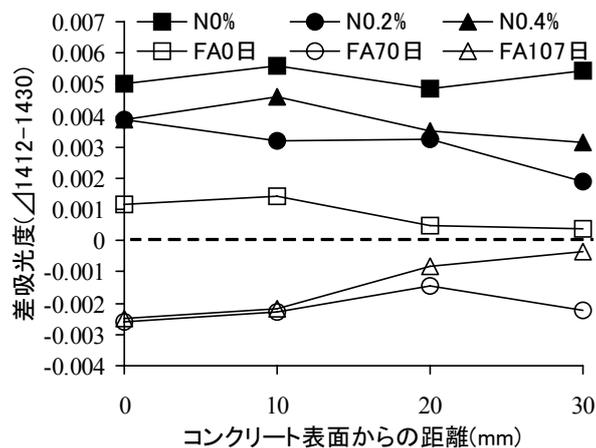


図-2 促進ASR供試体中の差吸光度分布

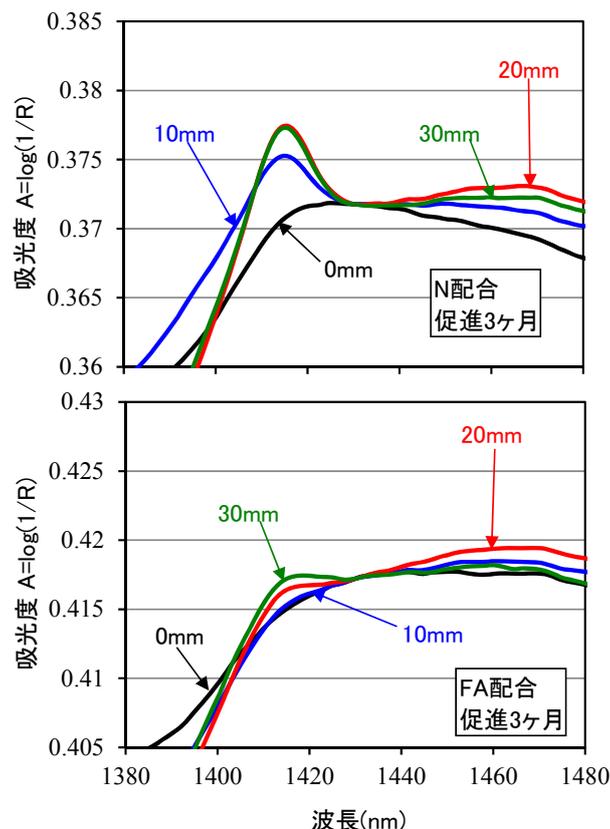


図-3 促進中性化供試体の吸光度スペクトル

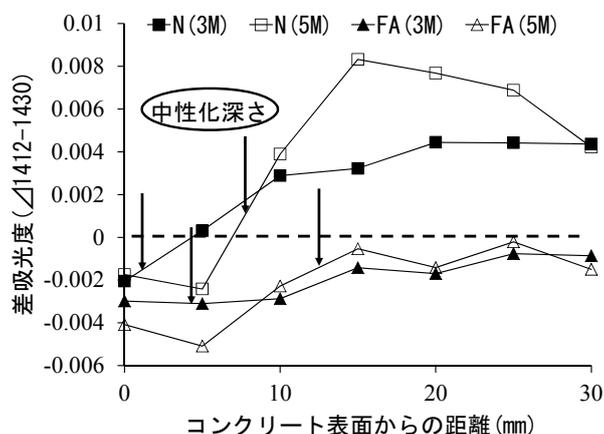


図-4 促進中性化供試体中の差吸光度分布