

ASR ポテンシャル評価のための診断方法の検討

Research on ASR diagnosis and inhibition flow for ASR potential evaluation

*江藤 淳二¹, 小川 彰一², 渋谷 和俊², 五十嵐 豪³, 丸山 一平⁴, 山田 一夫⁵

¹三菱総合研究所, ²太平洋コンサルタント, ³東北大学, ⁴名古屋大学, ⁵国立環境研究所

2014年に旧JNESが提案したコンクリート構造物に生じたアルカリ骨材反応の診断フロー(案)では、ASRが疑われるようなコンクリート部材に対して、必要に応じてコアを採取し、各種岩石学的評価およびコアの促進膨張試験を行うことが提案されている。本研究では、提案されている岩石学的評価の適用性検証を目的として、劣化進行段階の異なる各種の試験体より採取したコアを対象に、各種実施した試験結果の比較を行った。

キーワード : Accelerated expansion test, Alkali-aggregate reaction, Aggregate, Concrete core

1. 緒言

旧原子力安全基盤機構(JNES)では原子力用コンクリートに関して、国内外の最新知見に基づきコンクリート構造物に生じたアルカリ骨材反応の診断フロー(案)を提案している。本フローでは、ASRが疑われるようなコンクリート部材に対して、必要に応じてコアを採取し、各種岩石学的評価およびコアの促進膨張試験を行うことが提案されている。そこで、本研究では、劣化進行段階の異なる各種試験体より採取したコアを用いて、コアの外観観察およびコンクリート薄片観察などを行い、提案されている岩石学的評価の有効性を評価した。

2. 実験

岩石学的評価の有効性を確認するために、骨材種類(急速膨張性骨材TO及び遅延膨張性骨材WI)及びアルカリ総量(3.0kg/m³、5.5kg/m³)が異なる試験体から採取したコアを用いて、劣化進行段階(初期、中期、後期)の異なるコア試験体を作製した。劣化進行段階の設定条件をTable 1に示す。コンクリート試験体の膨張率に応じて劣化進行段階の条件を設定し、コア試験体に対して各種岩石学的評価を実施した。

3. 結果・考察

Figure.1に作製した劣化進行段階の異なるコア試験体に対して実施した岩石学的評価の方法を示す。ASR診断方法への有効性を検討した結果、各種試験に課題(技術者の熟練度に依存等)はあるものの全てのASR診断方法に対して有効性が確認された。本研究の結果を踏まえて、コンクリート構造物の維持保全に係る資源(コスト、時間など)とASR診断方法の詳細度のバランスを考慮したASRによる劣化段階に応じたASR診断フロー(案)を提案した。

本研究は、原子力規制庁「平成28年度原子力施設等防災対策等委託費(高経年化技術評価高度化(アルカリ骨材反応によるコンクリート構造物の長期健全性評価に関する研究))事業」における成果の一部である。本研究の内容は原子力規制庁の見解を示すものではない。

Table 1 劣化進行段階の設定条件

劣化進行段階	設定条件		
初期	ASR反応が進んでいない状態 ・ある程度の強度発現がないとコアを採取できないため、成形直後ではなく、20℃で2週間養生後とした。		
中期	ASR反応がある程度進行した状態 ・膨張率が0.1%強程度に達した状態(後期の約1/2の膨張率)。		
後期	ASR反応が収束した状態 ・膨張率が0.2~0.3%(中期の約2倍)に達した状態(膨張が飽和に達する期間)。		
分類	方法	必要な装置	必要な技術、ノウハウ
外観観察	可視光源下での展開写真	コンクリートカッター、切断面撮影装置	ASRの特性を把握し、ASGを観察できる試料の調整と観察力
	UV光源下での展開写真(蛍光法)	ASG蛍光反応試薬、切断面撮影装置、254nmUV光源、暗箱(暗室)	標準的な方法は無く技術ノウハウの蓄積が必要
岩石学的試験	実体顕微鏡観察	実体顕微鏡	
	コアXRD	粉末X線回折装置、結晶構造データベース	コンクリートからの骨材分離
	骨種構成定量(粗骨材、細骨材)	切断面撮影装置、画像処理装置	岩石学的知識、経験
	薄片偏光顕微鏡観察	コンクリートカッター、研磨装置、偏光顕微鏡	岩石学的知識、コンクリート材料の知識、経験
	薄片スキャナ*	撮影装置	岩石学的知識、コンクリート材料の知識、経験
	薄片SEM観察/EDS分析	偏光顕微鏡、SEM/EDS	鏡面研磨技術、岩石学的知識、電子顕微鏡観察・組成分析技術、コンクリート材料の知識、経験
アルカリ収支計算	偏光顕微鏡、SEM/EDS、元素定量分析機器		岩石学的知識、コンクリート材料の知識、セメント化学知識、化学分析技術、経験
コア空隙水分分析*	載荷装置、圧搾抽出治具、元素定量分析機器		圧搾技術、圧搾水の取扱い法、抽出液化学分析技術
コアの促進膨張試験・JCI-DD2法・アルカリ飽和度濃法	恒温恒湿器、容器類、長さ変化測定装置、薬品		コンクリート試験技術、薬品取り扱い技術

*: 診断方法として追加した試験項目

Fig.1 有効性を評価した診断方法

*Junji Etoh¹, Shoichi Ogawa², Kazutoshi Shibuya², Go Igarashi³, Ippei Maruyama⁴, Kazuo Yamada⁵

¹MRI, ²THC, ³Tohoku Univ. ⁴Nagoya Univ., ⁵NIES,