

コンクリート骨材の寸法変化に対するイオン照射効果

Effect of ion irradiation on dimensional change of concrete aggregates

*村上 健太¹, Luu Vu Nhut¹, Hamza Samouh², 丸山 一平^{2,3}, 鈴木 清照⁴

¹長岡技術科学大学, ²名古屋大学, ³東京大学, ⁴三菱総合研究所

コンクリート骨材として使用される α 石英や長石類に対するイオン照射試験を行った。骨材種別による膨張量の最大値やフルエンス依存性を、照射/未照射界面における表面段差により評価した。

キーワード: 照射効果, コンクリート, 非晶質化, 高経年化

1. 緒言

コンクリート骨材として使用される α 石英や長石類は、供用期間中の中性子照射によって非晶質化し、体積膨張することが知られている。膨張量と材料や照射条件に関するパラメータの関係は、既往研究間でかなりの違いがみられる。そこで、実験条件を精緻に制御できるイオン照射による膨張量評価を実施した。

2. 実験

α 石英、天然鉱物から採取された曹長石、及び正長石を供試材とした。試料は厚さ 0.5mm の板状に加工され、表面はバフ研磨されている。東京大学重照射損傷研究設備を使用して、試料表面温度を室温(約 30 °C)、50 °C、150 °C に調整しつつ、ビーム量を $1.5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ に制御した 3 MeV Si イオンを照射した。フルエンスは、 α 石英におけるイオン飛程平均の核的エネルギー沈着量が 8, 50, 400 eV/atom となるよう照射時間で制御した。試料の半面をマスクして、照射部分と未照射部分の境界線を明確にした。照射後試験として、境界線付近における表面段差の測定と透過電子顕微鏡観察を実施した。段差測定には接触式の段差測定装置と表面に薄い金コーティングをしてからのレーザ顕微鏡観察を併用した。透過電子顕微鏡用試料は、集束イオンビーム加工装置によるリフトアウト法で作成した。

3. 結果と考察

8 eV/atom まで照射された α 石英を透過電子顕微鏡で観察すると、照射部は完全に非晶質であった。

また、すべての試料で照射/未照射の界面に明瞭な段差が確認できた。段差の高さは実験前の予想より大きく、最大値は α 石英で約 400 nm、曹長石部分が 250 nm、正長石が 150 nm 程度である。イオンの飛程と非晶質化した鉱物の密度から三次元的な膨張を仮定すると、このような大きな段差の形成は説明できない。つまりイオン照射をうけた鉱物は、非晶質化した後に、体積膨張に伴う圧縮応力を緩和するために表面方向へ一次元的に変形していくことが示唆された。

謝辞

本件は、資源エネルギー庁「平成30年度原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業（高経年化対策に資するコンクリート照射劣化に関する研究）」における成果の一部を取りまとめたものである。イオン照射実験の一部は、東京大学原子力専攻の共同利用の一環として実施した。

*Kenta Murakami¹, Luu Vu Nhut¹, Hamza Samouh², Ippei Maruyama^{2,3}, Kiyoteru Suzuki⁴

¹Nagaoka University of Technology, ²Nagoya University, ³The University of Tokyo, ⁴Mitsubishi Research Institute