

放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究 (80)放射光 X 線を用いた模擬ガラス固化試料の応力評価

Basic research program of vitrification technology for waste volume reduction

(80)Stress evaluation of simulated waste borosilicate glass samples using synchrotron radiation

X-rays

*富永 亜希¹、菖蒲 敬久¹、佐藤 誠一²、畠山 清司³、永井 崇之¹

¹ 日本原子力研究開発機構, ² 検査開発株式会社, ³ 株式会社 E&E テクノサービス

ガラス固化体は、放射性廃棄物の処理法として有望視されるが、多種類の元素をホウケイ酸ガラスのネットワーク構造に閉じ込めるため、廃棄体としての健全性を確認する技術構築が必要である。我々は、放射光 X 線を利用した応力測定技術を模擬ガラス固化試料等に適用し、散乱 X 線から応力とひずみの関係を明らかにした。

キーワード：残留応力測定、放射光、ガラス固化体、ホウケイ酸ガラス

1. 緒言

ガラス固化体には、機械的かつ化学的な健全性と廃液の高充填化という、相反する性能が求められる。ガラス固化体は高い放射能を有するため、貯蔵庫で数十年、最終処分場では数万年以上にも及ぶ監視が課せられる。したがって、健全性の観点から、劣化や破損が起らないよう、長期保管に耐える十分な構造安定性が必要である。本研究ではガラス固化体の健全性評価の 1 つのアプローチとして、高エネルギー放射光応力測定を適用し、試験片毎の機械的強度特性を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

放射光応力測定は、大型放射光施設 (SPring-8) BL22XU にて行った。応力計測用定盤上の負荷装置中心に $3 \times 3 \times 10$ mm に切り出した模擬ガラス固化試料等の試験片を設置し、試験片の側面から縦 0.5 mm、横 0.2 mm に整形した 30 keV の高エネルギー放射光 X 線を照射した。本実験では、負荷を加えながら試験片内部を透過した回折または散乱 X 線をシンチレータで可視光に変換し、CCD カメラで計測した。また負荷を加える測定の前に、試験片の内部を透過イメージング測定で観察した。

3. 結果と考察

CCD カメラの 2 次元像には、ガラス相からの散乱 X 線とガラス試験片内に点在している結晶粒からの回折斑点が円弧を描くように観測された。これらの斑点像は、負荷を加えていくとわずかに円弧が広がり、この変化からひずみを算出した結果を右図に示す。圧縮負荷を加えていくと徐々にひずみが小さくなっていることがわかる。通常のひずみゲージなどを利用するとガラス相のマクロひずみは計測できるが、内部の結晶粒のひずみを導出することは不可能である。これに対して、X 線を利用するとガラス相と結晶粒からの情報が別々に得られるため、本結果に示すように「独立した」応力とひずみの関係を確認することができる。

詳細な解析結果について、当日報告する予定である。

謝辞

本報告は、経済産業省資源エネルギー庁「平成 31 年度放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固技術基盤研究事業」の成果の一部である。放射光実験は、大型放射光実験施設 SPring-8 の実験課題 2019A3721、2019B3724 で実施した。

*Aki Tominaga¹, Takahisa Shobu¹, Seiichi Sato², Kiyoshi Hatakeyama³ and Takayuki Nagai¹

¹Japan Atomic Energy Agency(JAEA), ²Inspection Development Company Ltd., ³E&E Techno Service Co., Ltd.

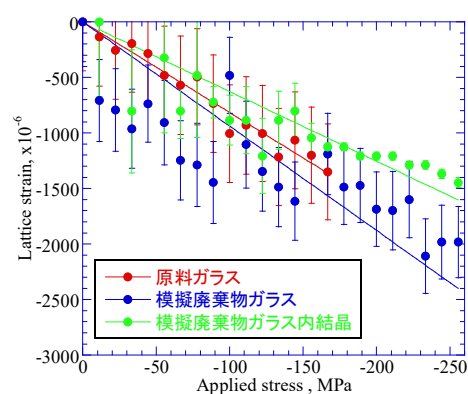


図 圧縮負荷下におけるガラス試験片の内部応力と個別ひずみの関係