

審査の結果の要旨

氏名 リザール ムハンマド

福島第一原子力発電所においては、現在、ロボットによる格納容器内調査が進んでいる。2号機においては、ペDESTAL内よりも外部の方が放射線量が高いことが分かっている。これは、格納容器内でセシウムが何らかの物質に吸着して堆積しているためではないかと考えられる。セシウムを含む高温蒸気が弁座などから漏洩する際に、カルシウムシリケート保温材と反応し、堆積しているのではないかという仮説がある。セシウムと保温材との相互作用に関しては、従来ほとんど知られておらず、そのメカニズムを知ることは、廃止措置を進める上での重要な知見になるとともに、シビアアクシデント時の核分裂生成物移行挙動評価の重要な基礎的知見となる。本研究では、セシウムとカルシウムシリケート保温材の相互作用を様々な視点から評価し、その基礎的な特徴を明らかにすることを目的としている。本論文は5章から構成されている。

第1章では、福島第一原子力発電所廃止措置の現状について調査し、核分裂生成物であるセシウムと保温材を構成するカルシウムシリケートの相互作用を評価することが重要であることを指摘している。そのうえで、関連する過去の研究をレビューするとともに、本研究の目的を記述している。

第2章では、カルシウムシリケートへのセシウム吸着挙動を室温で評価し、24時間ではほぼ吸着平衡に達することや、セシウムの濃度域によって吸着挙動が異なることを見出している。

第3章では、カルシウムシリケートとセシウムの熱化学的挙動を実験的に評価している。具体的には、粉体状のカルシウムシリケートと水酸化セシウムとの高温での反応を熱重量示差熱分析装置やX線回折を用いて評価した。その結果、カルシウムシリケートでは575°Cから730°Cで、事前に熱処理したものについては700°Cから1100°Cで、反応が確認されることを見出した。これらの生成物を分析した結果、セシウムアルミニウムシリケート (CsAlSiO_4) が生成されて

いることを確認した。実験で用いたカルシウムシリケート材には、約 1%の Al が不純物として混入しているが、この微量アルミニウムと反応してセシウムアルミニウムシリケートが生成されていることを確認した。熱力学的考察から、この物質が生成されることも確認している。

第 4 章では、実機を想定して、800℃の水蒸気中にセシウムを混入させた条件で、カルシウムシリケートとの相互作用を評価した。これらの実験結果を検討することにより、セシウムとカルシウムシリケートの反応に関する基礎的なデータを取得することができている。また、保温材として複数の材料を同様の条件で評価し、わずかなアルミニウムの不純物とセシウムが反応し、濃集していることを走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線分光法などによって評価している。

第 5 章は、結論であり、本論文の成果をまとめている。

以上、本論文は、核分裂生成物であるセシウムと、保温材を構成するカルシウムシリケートの相互作用について、基礎的な実験データを取得するとともに、微量不純物であるアルミニウムによりセシウムアルミニウムシリケートを生成することを明らかにすることなど、原子力発電所過酷事故時の挙動評価に対して重要な知見を与えることから、原子力工学の進展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。