

氏名(本籍)	かじ もと みつ ひろ 梶 本 光 廣 (広島県)		
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 甲 第 4967 号		
学位授与年月日	平成 21 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	軽水型原子炉施設の炉心損傷事故時における放射性物質挙動解析に関する研究		
主 査	筑波大学教授	博士(工学)	阿 部 豊
副 査	筑波大学教授	工学博士	河 合 達 雄
副 査	筑波大学教授	工学博士	正 司 秀 信
副 査	筑波大学教授	工学博士	内 山 洋 司
副 査	筑波大学名誉教授	工学博士	成 合 英 樹

論 文 の 内 容 の 要 旨

発電用軽水型原子炉施設(以下、原子炉施設)は、工学的安全施設が設置されており、万一の事故時においても、放射性物質の大気中への放出を抑制又は防止するように設計されている。しかしながら、原子炉施設の安全設計の評価上の想定を超える炉心損傷事故(シビアアクシデント)が発生した場合には、燃料並びに炉心構造物質からなる多量の多成分のエアロゾルが発生する可能性が残されている。発電用軽水型原子炉施設の事故時において、大気中へ放出される放射性物質の種類、放出量及び放出時期(ソースターム)を解明することは、原子炉の安全性を検討する上で極めて重要である。

炉心損傷事故時の炉心損傷進展、水素挙動、水蒸気爆発などの現象は、1990年代半ばまでに、米国を中心に、欧州及び日本でも研究され放射性物質の挙動の解析に関する試験的研究は進歩したものの、解析評価の研究は未だに開発の途上にある。

本論文は、この炉心損傷事故時に発生する多成分エアロゾルの粒子径分布を解析するモデルを構築すると共に工学的安全設備による放射性物質の捕獲を解析するモデルを構築し検証し、これらの解析モデル及び放射性物質の沈着を解析できるモデルと統合することによって、炉心損傷事故時の放射性物質挙動を解析する手法を体系化することを目指したものである。これによって、炉心損傷事故時に発生する多成分エアロゾルの粒子径分布を解析するモデルを構築すると共に工学的安全設備による放射性物質の捕獲を解析するモデルを構築し、検証する。さらに、これらの解析モデル及び放射性物質の沈着を解析できるモデルと統合することによって、炉心損傷事故時の放射性物質挙動を解析する手法を体系化する。最終的には、体系化した解析評価手法を、沸騰水型原子炉施設の炉心損傷事故を対象にして適用し、炉心損傷事故に至る種々の事故シーケンスの放出量のプロファイル及びそれらを支配する要因を明らかにしようとしたものである。

審査の結果の要旨

本論文では、炉心損傷事故時に発生する多成分エアロゾルの凝集を、質量区分法を適用して粒子径が 10^{-8}m から 10^{-4}m の範囲で一貫して解析できるモデルを開発している。この解析モデルを用いて U_3O_8 及び Fe_2O_3 の多成分エアロゾルの実験及び高濃度領域のエアロゾル実験を解析し、エアロゾル濃度の測定結果を精度良く模擬できることを検証している。また、エアロゾル及び気体状放射性物質が混在する雰囲気条件で、格納容器スプレイによる放射性物質除去を解析するモデルを開発した。この解析モデルを用いて、格納容器スプレイ実験を解析し、注入モード運転時及び再循環モード運転時の雰囲気中の濃度変化を適切に模擬できることを検証している。更に、エアロゾル凝集のモデル、工学的安全設備及び自然沈着による放射性物質除去の解析モデルを統合して、炉心損傷事故時の放射性物質挙動を一貫して解析する手法を整備している。最終的に、本研究で開発した放射性物質挙動の解析手法を適用して、代表的なBWR原子炉施設の炉心損傷事故シーケンスを解析し、ソースタームのプロファイルを明らかにした結果、ソースタームは、①炉心損傷開始から格納容器破損までの期間に生じる格納容器内の自然沈着によって特徴付けることができること、②炉心損傷開始から格納容器破損までの期間は、事故シーケンスによって分類できることを示し、圧力抑制プールによる放射性物質除去の効果を定量的に示している。

本論文におけるこれらの結果は、これまでに無い新しい知見を与えるものであり、原子炉施設の炉心損傷事故における安全評価に大きく資するものであると認められた。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。