

氏名	舟山 京子			
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博 甲 第 8364 号			
学位授与年月日	平成 29年 9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	原子炉施設の重大事故時のソースターム及び敷地境界近傍の影響解析に関する研究			
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	文字 秀明	
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	岡島 敬一	
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	庄司 学	
副査	筑波大学 名誉教授	工学博士	成合 英樹	

論文の要旨

本論文では、まず BWR-5 原子炉施設を対象にして、典型的な事故シーケンスである冷却材喪失事故 (LOCA) におけるソースターム及び環境に及ぼす影響を明らかにするとともに、その発生頻度を考慮した環境影響評価を行って、環境影響を支配する要因を明らかにしている。そのために、非スプレイ空間を含む格納容器スプレイ除去に係る新たな簡易解析手法を開発し、代表的な事故シーケンスとその発生頻度を考慮した環境影響解析により、事故シーケンスのプロファイルを分析し、環境影響を支配する要因を明らかにしている。さらに、BWR-5 原子炉施設だけでなく、国内の BWR 原子炉施設の確率論的な環境影響評価 (レベル 3PRA) を行って、原子炉の型式による環境影響プロファイルを解析して、主要な事故シーケンス、アクシデントマネジメント策の効果を明らかにしている。

これによって、①典型的な事故シーケンスにおける格納容器内へのソースターム及び大気中に放出される放射性物質挙動に及ぼす影響を明らかにするとともに、②格納容器スプレイによる放射性物質除去を適切で簡易に解析するモデルを開発し、③重大事故時の放射性物質の拡散・被ばく評価の対象となる事故の種類が事故シーケンス及び放射性物質の性状によって、小数のグループに分類できることを明らかにした。更に、④確率論的リスク評価 (レベル 3PRA) を行って、アクシデントマネジメント策及び避難等によるリスクの低減効果を明らかにしている。最終的に、福島第一原子力発電所事故のような複数基立地における環境影響の評価手法を開発することによって、複数基立地において、異なる型式の BWR 原子炉施設で、異なった事故シーケンスが発生した場合における環境影響を支配する要因を明らかにしている。これによって、しきい値のある急性障害の非線形性効果が、環境に及ぼす影響を支配することを明らかにしている。

審査の要旨

【批評】

発電用軽水型原子炉施設の炉心損傷事故時には、多量の放射性物質が大気中に放出され、環境への影響も甚大である。炉心損傷及び格納容器機能喪失に至る事故シーケンスの種類及び発生頻度については、原子炉施設内を対象にしたシビアアクシデント研究及び確率論的リスク評価（PRA）研究の相互補完が極めて重要であるが、環境影響を対象とした研究はこれまで進められてきていなかった。

PRA は、原子炉施設のリスクを系統的な手法で定量化するものであり、原子炉施設の弱点を見つけ、その対策を検討する上で有効な評価手法の一つである。PRA から得られたリスク情報を原子力施設の安全評価に活用するには、レベル 1 PRA（炉心損傷）、レベル 2PRA（格納容器機能喪失及び放射性物質の環境への放出）並びにレベル 3PRA（環境における影響）による一貫したリスク評価が肝要となる。環境における影響を把握するには、レベル 3PRA だけに着目するのではなく、環境へ放出される放射性物質の挙動に関するレベル 2PRA の知見が必要となる。また、低頻度でも一旦発生すると人や環境に影響が大きい事象についても、防災の観点から、万一事象が発生した場合の影響を系統的に把握することが必要である。更に、福島第一原子力発電所事故のような複数基立地において、それぞれの原子炉で異なった事故シーケンスが発生するような、複数の放出源の扱いは課題とされながらも、具体的な研究は未だ途上にあった。

本研究では、これらの課題に対して、確率論的リスク評価を適用して原子炉施設周辺の公衆リスクを評価するために必要となる①重大事故時に大気中に放出される放射性物質挙動、②環境影響を支配する事故シーケンスの特徴、③原子炉施設の型式によるリスクプロファイル及び④その支配要因が明らかにされている。その成果は、原子炉施設内を対象にしたシビアアクシデント研究及び確率論的リスク評価（PRA）研究を相互補完するものであり、一貫したリスク評価により低頻度であっても一旦発生すると人や環境に影響が大きい事象について、防災の観点から、万一事象が発生した場合の影響を系統的に把握することに成功している。

本研究は、福島第一原子力発電所の事故のように、異なる型式の BWR 原子炉施設で異なった事故シーケンスが発生した場合に、環境に及ぼす影響の要因を明らかにした世界で最初のものであり、学術的にも社会的にも極めて重要な成果を得ている。

【最終試験の結果】

平成 29 年 8 月 3 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、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。