

氏 名	湯山 安由美		
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)		
学 位 記 番 号	博 甲 第 9 2 7 1 号		
学位授与年月日	令和元年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	巨大複合災害時における火力発電所の供給リスク評価		
主 査	筑波大学 准教授	博士(工学)	庄司 学
副 査	筑波大学 教授	博士(工学)	石田 政義
副 査	筑波大学 教授	工学博士	境 有紀
副 査	筑波大学 教授	博士(工学)	松島 亘志
副 査	筑波大学 教授	博士(工学)	岡島 敬一

論 文 の 要 旨

本論文では、2011 年東日本大震災の際の火力発電所の被害・復旧データ及びその後の 2011 年並びに 2012 年夏季における火力発電所の事故発生実績データに基づき、地震・津波による火力発電所の設備被害及び復旧期間の評価モデルと発災後の需給逼迫期における計画外停止発生リスク評価モデルを構築し、これらを統合した火力発電所群の供給リスクの試算結果が示されている。

第 1 章では、本研究の背景と目的が示された後、関連する既往研究のレビューがなされ、本研究の位置づけを明確にし、以降の章で焦点をあてる火力発電所の設備構成が示されている。第 2 章では、国内の既往地震を網羅的に調査し、火力発電所への影響が確認された 19 の地震について震度階並びに浸水深と停止期間との関係を明らかにし、設備被害の重要性を質的に示している。その上で、東日本大震災による 29 の火力発電所の被害・復旧データが構築されている。これらに基づき、第 3 章では、火力発電所を構成する 9 つの設備に焦点をあてて、地表面最大加速度 (PGA) 並びに浸水深と被害発生確率の関係を、被害なしを含めた 4 つの被害ランクに対してモデル化し、強震動並びに津波作用に対する各設備の脆弱性の特徴を解明している。さらに、火力発電所の停止期間に対する影響が支配的な 5 つの設備被害を抽出し、それらを反映した停止期間の確率的な評価モデルを構築している。第 4 章では、上述した火力発電所 263 ユニットの事故発生実績のデータベースに基づき、生存時間解析手法を適用して初回事故まで並びに 2 回目の事故までのそれぞれの運転日数の確率モデルを構築し、その特徴を汽力方式とコンバインドサイクル (CC) 方式において考察している。第 5 章では、2 章並びに 3 章で開発したモデルを統合し、想定地震に対して被災直後から復旧過程における火力発電所群の発電機能の時系列が試算され、本手法の有用性について論じられている。以上、第 5 章において、第 2 章から第 4 章までに得られた知見をまとめ、結論とし、今後の課題が示されている。

審 査 の 要 旨

【批評】

本研究では、2011 年東日本大震災による火力発電所の被害・復旧データ及びその後の 2011 年並びに 2012 年夏季における火力発電所の事故発生実績データを整理した上で、地震・津波による火力発電所の物理的な設備被害及び復旧期間の評価モデルを構築するとともに、発災後の需給逼迫期における火力発電所の計画外停止発生リスク評価モデルを構築することで、地震－津波－事故・故障という複合荷重作用下における火力発電所群の供給リスク評価の枠組みを提案している。

火力発電所の地震・津波による被害・復旧データについては国内外の研究事例の中で実証的に示されたデータとして今回のものは初出に等しく、希少性の高いデータが構築されていることから本研究の学術的価値は高いと判断できる。東日本大震災直後の 2 年間の火力発電所の事故発生実績データについても、高稼働下という条件付きの希少性の高いデータであり、高い新規性・独自性が認められる。

その上で、本論文では、前者のデータベースに基づき、火力発電所を構成する 9 つの設備を対象として、地表面最大加速度（PGA）並びに浸水深と被害発生確率の関係を、有意水準を限定した上で被害なしを含めた 4 つの被害ランクに対してモデル化し、強震動に対しては 6 つの設備並びに津波作用に対しては 5 つの設備について被害発生確率が 50%を超過する閾値相当の外力の強さを明らかにしている。これらは設備の耐震設計や対津波設計の観点から学術的に有用な知見であると判断できる。また、地震・津波による火力発電所の停止期間に対する影響が支配的な 5 つの設備被害（「事務建屋・倉庫」、「ボイラー」、「排煙処理」、「送受電」、「取放水・給排水」）を抽出し、それらを反映させた確率的な復旧関数をモデル化している。中央値ベースで評価したモデルによる推定結果と東日本大震災の際の実績値はほぼ整合していることから、今後、我が国において懸念されている巨大地震津波等の被害推計においても活用し得る波及性の高い学術的知見が得られている。後者のデータベースからは、火力発電所の属性（発電方式、経年数、出力、燃料種別）、及び、震災による被害の有無の観点から、初回事故までの運転日数並びに 2 回目の事故までの運転日数の確率モデルが構築されている。これより、コンバインドサイクル（CC）方式と比較して汽力発電方式は高経年設備の影響により初回事故及び 2 回目の事故ともに高い発生確率となることが明らかにされ、第 5 章で示された想定地震に対する被災直後から復旧過程における火力発電所群の発電機能に対する試算結果等の観点からも、火力発電所の設備の維持管理戦略の効率化に資する極めて有用な知見が得られていると言える。

【最終試験の結果】

令和元年 7 月 30 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。