

氏名	佐野 理志		
学位の種類	博士（工学）		
学位記番号	博甲第9425号		
学位授与年月日	令和2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	遡上津波とその漂流物が原子力プラントに付帯する円筒タンクに及ぼす外力に関する研究		
主査	筑波大学 准教授	博士（工学）	松田 昭博
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）	磯部 大吾郎
副査	筑波大学 教授	博士（工学）	庄司 学
副査	電力中央研究所 研究参事	博士（工学）	白井 孝治

論文の要旨

【論文内容の要旨】

審査対象論文は、原子力プラントに付帯する円筒タンクの健全性評価技術に関連し、今後求められる合理的な評価方法に関して、遡上津波から重要機器を防護する観点から、既往の評価方法に検討を加えたものである。

第1章は緒言として、既往の研究及び研究の目的が述べられている。

第2章では、津波波力評価で用いるフルード数の適用範囲を拡大するとともに、拡大による予測波力の精度低下について、数値流体解析による要因検討を実施している。その結果、未考慮であった動圧が波力の予測精度低下の原因であること明らかにしている。さらに、その動圧の取り扱いを近似式で表し、既往式に追加することで、波力の予測精度を向上した研究について述べられている。

第3章では、津波漂流物の衝突力予測手法として有効剛性を利用する方法について、金属同士の衝突への適用性について明らかにしている。大型試験水路を用いた衝突試験を実施し、衝突前の漂流物の挙動を明らかにしている。

第4章では、水中の衝突力評価に必要な付加質量係数に着眼し、実験と解析から、漂流物衝突に関わる付加質量係数のデータベースを構築し、これらを整理することで新たな付加質量係数の近似式を提案している。

本論文は、円筒タンクに作用する外力に着目し、津波波力と漂流物の衝突力に分割して、それぞれ高精度な評価方法を提案し、実験結果と比較することでその有効性を検証している。さらに、想定する円筒タンクの損傷モードに対する二つの外力の活用方法について提案している。

審査の要旨

【批評】

本論文は原子力プラントに付帯する円筒タンクに対して、漂流物を含んだ遡上津波が達した際の、津波および漂流物が円筒タンクに及ぼす外力の評価に関して研究したものである。

まず、原子力プラントに付帯する円筒タンクに対して、護岸から遡上する津波が作用する現象を再現した数値流体解析を実施し、その試験の結果と良好な一致を示すことを示している。数値流体解析と試験の結果を比較することで、動的な圧力を考慮する必要があることを示し、波力の予測式の精度向上を図っている。加えて、波力分析に用いられるフルード数を用いて結果を整理し、そのフルード数が従来よりも大きい範囲でも適用可能であることを明らかにした。

次に、遡上津波に含まれる金属製の漂流物が円筒タンクに衝突する際の荷重を予測する方法として、有効剛性を用いた方法を適用し、大型の試験水路を用いた試験を実施し、漂流物の挙動を明らかにした。

最後に、流体中の構造物の力学的な挙動を評価するために必要な付加質量に着目し、金属同士の衝突において、衝突物の重量が実際よりも多く見積られる付加質量が計測されることを実験的に確認した。また、数値流体解析を用いてその現象を良好に再現した。試験と解析から求めた付加質量係数は2%程度の誤算で良く一致したことから、電気盤等を想定した複数の立方体のモデルを作成し、数値流体解析を用いて付加質量係数を算定した。数値流体解析から得られた付加質量係数を、立方体のモデルの幾何形状で整理し、付加質量係数の近似式を提案した。提案した近似式を用いて漂流物の衝突力を求めたところ、試験で得られた結果との相関関係が向上することを確認した。

以上の研究は、遡上津波とその漂流物が原子力プラントに付帯する円筒タンクに及ぼす外力を評価したものであるとして、高い学術性と実用性を有しており、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な内容となっている。

【最終試験の結果】

令和2年2月13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。