

審査の結果の要旨

氏名 浅井 竜也

本論文は、「津波漂流船舶の衝突時における衝撃外力が建築物の応答に与える影響評価に関する研究」と題し、津波漂流物のうち衝突で建築物に重大な影響を及ぼし得る大規模船舶を対象に、2011年東北地方太平洋沖地震における事例分析結果に基づいてその衝突時衝撃外力を評価し、これによる架構全体の応答を簡便に推定する手法を提案するとともに、同外力に耐え得る建築物の必要構造性能を検討したもので、全7章および付録から構成される。

第1章「序論」では、過去の津波来襲時に漂流船舶の衝突による建築物の崩壊事例が確認されたものの、津波避難ビル等を対象とした津波外力に対する現行の建築構造設計手法においては、その衝突に対する安全性の定量的な検討手法は提示されておらず、将来の津波来襲時において同様の被害を防ぐためには同手法の確立が必要であることを述べている。

第2章「津波来襲時における船舶の実挙動と陸域遡上生起頻度」では、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波来襲時の船舶挙動を分析し、船舶が陸域に遡上する条件を検討している。すなわち、津波来襲時におけるその陸域遡上に重要な要因として船舶の「操舵の可否」および「喫水と浸水深との大小関係」に着目し、「操舵不可」かつ「浸水深未満の喫水」の二条件を満足した船舶においてはその7割以上が陸域に遡上したこと、津波来襲時に「操舵不可」であった船舶は総トン数500 ton未満に比較的多かったこと、を明らかにし、将来の津波来襲時においては総トン数500 ton未満の船舶の衝突に特に注意すべきことを指摘している。

第3章「津波漂流船舶の衝突時衝撃外力」では、まず2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波来襲時における漂流船舶の速度および船首方位を分析した上で、船舶が津波流速に等しい速度で縦方向に構造物と衝突する場合を想定し、その衝撃外力を船舶工学分野における既往の研究結果に基づき矩形パルス波として設定することを提案した。さらに、その外力の大きさを、実衝突事例における衝突船舶の運動量変化、被衝突防波堤ケーソンの滑動耐力等に基づき評価している。

第4章「津波波力および衝撃外力に対する弾性多質点応答の簡易評価手法」では、まず建築物全体の弾性応答特性を第3章で設定した衝撃外力に対して検討し、その応答特性が

外力作用継続時間 τ と建築物の一次固有周期 T との比 τ/T に依存すること、津波避難ビルの候補となりうる一般的な中低層建築物に船舶が衝突する場合 τ/T が 0.5 以上でその最大応答層間変形は衝突位置以下で最大となる傾向があること、その応答は一次モードが卓越すること、を明らかにした。さらにこれらの知見に基づき、「衝撃外力レベルに等しい静的外力に対する変形」と「一次モード振幅」の和とした最大応答層間変形の簡便な予測式を提案し、これにより最大応答が精度良く推定可能であることを示している。

第 5 章「津波波力および衝撃外力に対する弾塑性多質点応答の簡易評価手法」では、まず建築物全体の弾塑性応答特性を第 3 章で設定した衝撃外力に対して検討し、 τ/T が 0.5 以上の場合には層の降伏耐力 Q_y と津波波力 F_w との差 $(Q_y - F_w)$ に対する衝撃外力 F の比 $F/(Q_y - F_w)$ が最大となる層において応答が最大となる傾向を確認した。また、衝撃外力による仕事と建築物の復元力による仕事とが等値と仮定して最大応答層間変形の予測式を導出し、さらにその弾性限における推定値が第 4 章で提案した応答予測式から求まる値と一致するよう補正した修正予測式を提案し、これにより応答塑性率が 2 程度以下にとどまる場合には最大応答が精度良く推定可能であることを示している。

第 6 章「提案応答評価手法を用いた対津波漂流物設計への応用」では、第 2 章～第 5 章で得られた知見に基づき、津波漂流船舶の衝突に対する建築物の構造設計手順を提案している。また、津波波力、およびこれと船舶衝突時衝撃外力の組み合わせ外力、それぞれに耐え得るための必要耐力について事例分析を行い、耐震設計および耐津波波力設計された津波避難ビルであれば、一般的な港湾で想定される総トン数 500 ton 未満の船舶が衝突したとしても崩壊等の著しい不具合が生じる可能性は低いことを明らかにしている。

第 7 章「結論」では、本研究で得られた知見を総括し、今後の課題について述べている。

以上のように、本論文は、津波来襲時における船舶挙動の実記録を用いた大規模かつ体系的な分析結果に基づき船舶衝突時の衝撃外力を評価し、同外力に対する建築物全体の弾塑性応答評価手法を提案することにより、津波漂流船舶の衝突に対する建築物の安全性を定量的かつ簡便に評価可能にしたところに特徴がある。その成果は、津波避難ビルをはじめとする沿岸域に立地する建築物の津波防災力の向上に寄与するところが極めて高いと考えられる。

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。