

Title	水面衝撃問題における空気巻き込みの影響に関する研究
Author(s)	土橋, 純也
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48537
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	土 橋 純 也
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 1 4 4 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 19 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	水面衝撃問題における空気巻き込みの影響に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 助教授 高木 健 (副査) 教 授 長谷川和彦 教 授 加藤 直三 九州大学応用力学研究所基礎力学部門教授 柏木 正

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、船舶の構造設計に重要なスラミングによる衝撃荷重の推定精度向上を目的とし、空気巻き込みを伴う水面衝撃問題に関する検討を行った。

始めに、窪みのある水面に平板が突入する問題を線形理論により、底面に窪みを持つ物体が平らな水面に落下する問題に置き換えて、空気巻き込みを伴う水面衝撃問題を検討した。そこで、速度ポテンシャルから浸水部分に働く圧力を求める計算方法を構築することで空気巻き込みを伴った衝撃圧や衝撃力を精度良く求めることが可能となった。これにより、衝撃力に対する空気巻き込みの影響は実船スケールより模型スケールの方が大きくなることや、波高が小さくなるほど衝撃力が大きくなることが分かった。

次に、2自由度のばね・質点系モデルに空気巻き込みを伴う衝撃力が働く問題を用いて、弾性と空気巻き込みの影響を同時に伴う水面衝撃問題を検討した。この結果、船体の局所的な構造に働く力に対する空気巻き込みの影響は模型スケールの方が実船スケールより大きくなること分かった。また、短い波長の波面に船底が突入する場合、局所的な構造物の固有周期と巻き込まれた空気の固有周期が近くなり、両者の相互干渉が現れることが分かった。

さらに、船底形状を三角柱や円柱でモデル化した問題を考え、物体形状と空気巻き込みの影響を検討した。この結果、物体形状の勾配が大きくなると衝撃力の最大値が大きくなることや、勾配が大きくなるほど、模型スケールでの衝撃力を実船スケールに換算する際に生じる差が小さくなることが分かった。

最後に、船底が横傾斜を持つ状態で水面に落下する問題を考え、空気巻き込みに対する傾斜角の影響について検討した。この結果、傾斜角が大きくなるにつれ、衝撃力が大きくなること、また、模型スケールでの衝撃力を実船スケールに換算する際に生じる差が小さくなることが分かった。

以上により、これまで厳密に検討できなかった水面衝撃問題における空気巻き込みの影響と波面の波高及び波長の影響、船底の勾配や横傾斜角との関係、また、空気巻き込みの尺度影響について知見を得ることができた。本研究から得られたこれらの知見は、スラミングによる衝撃荷重推定の高精度化に大変有用であると考えられる。

論文審査の結果の要旨

船舶は大きなペイロードをより高速にあるいは低燃費で且つ安全に移動できる能力が求められている。これを達成するには、スラミング等による大きな衝撃力にも耐え得る十分な船体強度を持ちつつ船殻重量を低減するという、相反する要求に高いレベルで答えなければならない。また、その要求レベルは近年ますます高まっている。船殻重量を抑えつつ、スラミングに耐え得る構造強度を確保するには、高精度に衝撃力を推定する手法を確立しなければならない。しかし、従来の研究では3次元的に変形する水面の影響や空気を巻き込む現象を考慮して衝撃力を推定する手法が確立されていなかったため、これらの影響が考慮できる高精度な衝撃力の推定法の開発が望まれている。

本研究ではこれに焦点を当てて研究を実施し、3次元的に変形した波面で船底がスラミングを生じる際に空気巻き込みを伴う場合の衝撃力も精度良く計算できる手法を開発している。この手法を用いて、水面に存在する小さな波による3次元影響により船底に働く衝撃力が低減されること見出している。また、船底勾配を有する場合や船底が曲率を有する場合あるいは斜波中で船体が横傾斜している場合にもこの手法を拡張して適用し、様々な知見を得ている。さらに、船体全体と船体の局部構造を2自由度のばね質点系で近似して、船体の弾性応答とスラミングによる衝撃力との関係についても検討し、局所構造の振動と空気巻き込みによる振動との間に干渉効果が現れる可能性などを見出している。最後に、現在スラミング衝撃力を推定する際に広く用いられている船舶試験水槽における模型試験法にも言及し、空気巻き込みを伴う際に生じる実機と模型との間の尺度影響による模型試験換算法の問題点を指摘している。

以上のように、本論文は従来の研究では考慮されていなかった3次元的に変形する水面の影響や空気を巻き込む現象を考慮できる計算手法を開発し、これを用いて多くの知見を得ている。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。