



Title	液化天然ガス設備における熱・流体工学的諸現象に関する研究
Author(s)	藤井, 貴
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45930">https://hdl.handle.net/11094/45930</a>
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。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	藤 井 貴
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学 位 記 番 号	第 19570 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 17 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科機能創成専攻
学 位 論 文 名	液化天然ガス設備における熱・流体工学的諸現象に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 木本日出夫 (副査) 教授 吉川 孝雄 教授 辻本 良信 教授 杉本 信正

### 論文内容の要旨

本論文は、メタンを主成分とする天然ガスを液化した極低温の液化天然ガス(LNG)の熱・流体工学的諸現象として、LNG の拡散、プール火災、層化、ガイザリング、及び、冷排水の拡散現象について行った研究成果をまとめている。

LNG の拡散、プール火災等については、LNG 特有の現象を組み込んだ、精度が高く防災設備等の効果も併せて評価できるシミュレーションモデルを開発し、LNG を用いたモデル実験と比較検証した。

層化、冷排水の拡散については、約 1/9 縮尺の LNG タンク及び 1/50~1/100 のモデル水槽による水理模型実験で拡散挙動を検討した。そして、層化では現在の LNG 基地で行われている受入オペレーションに十分適用することができる大規模 LNG タンクの〔層化・混合〕の判定式を求めた。また冷排水の拡散では、放水口近傍域での拡散希釈特性から、海底到達付近以降に水温と流速が一定の分布形状をもった仮想放水口が存在していること、さらにその分布形状は海底到達付近でかなり安定化していることから、遠方域での拡散現象を平面 2 次元的な挙動を示すものとして取り扱うことができることを明らかにした。

ガイザリングについては、LNG の鉛直配管における現象を加熱コイルに覆われた円筒形ガラス管内の水柱を用いたモデルによる再現実験により検討を行った。その結果、ガイザリングの防止方法として超音波照射が有効であることを明らかにした。

また、LNG 基地の災害リスクの定量化の方法、さらに、LNG 安定供給リスクを定量化するための評価尺度及びそれを計算するべく開発したリスク評価モデルの枠組みを示すとともに、この評価モデルに設備、機器の故障データに加え、災害リスクや LNG 船リスク等による不稼動データを併せて入力すれば、LNG 基地の総合的なリスクを定量化できるモデルにもなりうることを明らかにした。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、メタンを主成分とする極低温の可燃性の混合ガスで、その現象が特殊な物性に支配される液化天然ガス(LNG)について、LNG の拡散、プール火災、ロールオーバー・層化、ガイザリング、及び、冷排水の拡散などの

諸現象を研究対象にしている。

LNG の拡散現象では、大気や地表面との熱伝達を考慮することにより天然ガスの密度変化を評価し、現象に対応した境界条件を設定することにより水幕等の防災設備の効果を評価できるモデルを作成している。またプール火災現象では、プール火災実験の解析から大気の条件による LNG 火炎形状を予測し、大規模実験結果による検証を行い、実際の LNG 基地で周囲への放射照度を計算できるモデルを作成している。

ロールオーバー・層化、ガイザリング現象は LNG の貯蔵時や輸送時に起こる異常な沸騰現象であるが、本論文ではその防止方法の検討を行っている。ロールオーバー・層化現象では、層化が LNG の過熱状態を引き起こすことから、層化を起こさない LNG の混合条件を内部フルード数に着目して実験とシミュレーションから求めていている。またガイザリング現象に対しては、LNG 内部に蓄積される熱エネルギーを、過熱状態になる前に超音波照射による小さな沸騰を起こさせることにより放出する方法を提案している。

冷排水の拡散現象では、LNG 基地で用いられている放水方式の混合希釈特性を調べ、大流量の冷排水の拡散現象を予測する手法として、三次元的な挙動を示す放水口近傍域の予測では放水方式や放水形状の選定も含めて水理模型実験を適用し、また、海底到達付近以降の水温及び流速の鉛直分布形状が安定している遠方域の拡散分布の予測では平面二次元数値モデルを採用し、両手法を併用することにより実用的な予測ができるこことを明らかにしている。

また、本論文では LNG 基地におけるリスクの定量化モデルを構築し、LNG 基地のリスク管理手法についても提示している。

以上のように、本論文は液化天然ガス設備の安全性にも関連する LNG の熱・流体工学的諸現象を明らかにしており、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。