

2023 年 2 月 22 日

豊橋技術科学大学長 殿






機械工学 専攻  
学位審査委員会  
委員長

佐藤 海二



### 論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	Xangpheuak INTHAVIDETH		学籍番号	第 199105 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 機械工学 専攻	
博士学位論文名	Study on Hot-Smoke Behavior from A Chimney Ejecting into Turbulent Crossflow (乱流横風内に噴出された高温煙の挙動に関する研究)			
論文審査の期間	2023 年 1 月 12 日 ~ 2023 年 2 月 17 日			
公開審査会の日	2023 年 2 月 17 日	最終試験の実施日	2023 年 2 月 17 日	
論文審査の結果*	合格		最終試験の結果*	合格
<p>審査委員会(学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。</p> <p>委員長 柳田 秀記 </p> <p>委員 鈴木 孝司  井田 民男 </p> <p>中村 祐二  </p>				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

## 論文内容の要旨

工場等にある排煙塔より放出される高温の排気ガスの流動ならびに拡散挙動を正確に予測することは、排煙システムの設計などに関わる重要な工学的課題である。本論文は、大気乱流の状態を再現可能な乱流風洞を用いて、有風下において排煙塔より噴出される高温ガスの流動および拡散挙動の可視化を通じて、高温煙の流動パターンならびにその発生条件について、模型実験や数値解析を通じて明らかにしたものである。本論文は全7章にて構成されている。

第1章では、本研究の必要性ならびに位置付けを明示し、本研究の目的や狙い、および構成を示している。第2章では、高温煙の流動パターンの区分検討に必要な基礎物理を示すとともに、これまでの当該分野における研究事例を精査している。精査を通じて、これまでの知見を整理し、現状で未解決となっている諸課題を指摘した上で、本研究で採用する方法論と目的達成のために考慮すべき実験パラメータの選択妥当性を示している。第3章では、本研究で用いた風洞実験と数値解析の詳細について述べている。当該風洞が提供し得る乱流構造を示すとともに、本研究で用いた数値解析の妥当性を検証している。第4章では風洞実験における入口乱流特性が煙流動のパターンに与える影響を評価している。入口乱流として、一般的な風洞実験で用いられる格子乱流に加え、乱流発生装置によって与えられる等方性乱流の2種類を与える。その結果として、等方性乱流を与えた場合、格子乱流では観察できない大きな「うねり」を持つ煙流動パターンが得られることを示している。また、後流れでの煙拡散挙動を記述する簡易モデル式を提案している。第5章では、煙流動パターンを決める物理過程を明確にするため、模型実験理論に基づく相似則を構築・提案している。過去の研究データならびに当該実験データを合わせてその妥当性の検証を行っている。第6章では、数値解析により、実験では捉えることが難しい排煙塔背後における流れ場構造と煙流動パターンとの関係性を明らかにしている。また、パラメトリックスタディにより前章で提案した相似則の妥当性を確認している。第7章で全体の総括を行っている。

## 審査結果の要旨

環境省による大気汚染に係る環境基準では、各種汚染物質の濃度または濃度増加率のみで規定されているため、局所での濃度が重要となる。そのためには、例えば有風時に排煙塔から排出された排気ガスの拡散挙動が正確に予測できなければならない。有風下での煙流動に関する既存研究はあるものの、実スケールで散見される自然風中での「うねり」を持つ煙流動パターンを再現した例は殆どない。その理由は、ラボスケール実験で大規模乱流状態を実現することが極めて困難なためである。

本論文は、乱流発生装置を有する実験風洞を用いて、等方性乱流状態を有する有風下での煙流動パターンならびに煙拡散挙動に関するモデル化を試みたものである。まず、入口乱流条件によって煙流動パターンが大きく影響されることを明らかにし、等方性乱流下では大規模渦による「うねり」をよく再現できることを示した。等方性乱流中での煙の濃度分布を再現する煙拡散モデルを提案し、排煙施設付近で環境基準を満たすかどうかの判断が可能とした。続いて、最も人的被害の大きくなる排煙の直接暴露を避けるため、煙流動が地表に向かう条件を相似則により検討した。その結果、排煙塔の代表長さや横風強さで決まるレイノルズ数と排煙塔出口諸量で定義されるフルード数により、直接暴露条件を特定できる相似則を提案した。さらに、数値解析を活用することで、前記相似則の妥当性を検証した。

これらの研究成果は、自然風中の煙流動パターンと拡散挙動の精緻な検討を通じて、煙拡散モデルや直接暴露条件を与える相似則を提案した点において高い学術的価値を持ち、熱流体工学の進展に大きく貢献する。以上より本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判定した。