

2022年 2月 18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	深谷 司		学籍番号	第169103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	電気ケーブルの火災危険性評価に関する新規評価手法の提案 (Study on Evaluation Methodology of Fire Hazard of Electric Cables)			
論文審査の期間	2022年 1月 13日 ~ 2022年 2月 17日			
公開審査会の日	2022年 2月 10日	最終試験の実施日	2022年 2月 17日	
論文審査の結果*	合格		最終試験の結果*	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
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。				
委員長	柳田 秀記			
委員	土井 謙太郎		松山 賢	
	中村 祐二			印
		印		印

※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

本論文は、電気ケーブル（以下、ケーブル）の火災危険性評価において、大掛かりな現行手法で得られる評価結果を簡便な試験結果から予測する新しい評価手法の提案に関するものである。本論文は全6章から構成されている。

第1章では、ケーブルの火災危険性評価における現状を整理し、ケーブル燃焼試験の再現性の乏しさや試験コストの高さなど、工学的に解決すべき課題を確認すると共に、その課題を解決し得る方法論の提案の重要性を指摘している。第2章では、世界各国で用いられている各種ケーブル燃焼試験に対するレビューを行い、ケーブル特有の火災危険性評価法以外のベンチマーク試験を活用する新規評価法の意義を述べている。第3章では、国内外で用いられているケーブルの防火性能基準を俯瞰し、垂直トレイ試験での燃焼伝播特性が火災危険性評価として最も重要であることを指摘している。燃焼伝播特性の代表値である燃焼長を予測し得る既存のベンチマーク試験として、世界的に普及しており繰り返し精度の高いコーンカロリメータ試験の可能性について指摘している。第4章では、12種類の異なるケーブルを用いた垂直トレイ試験（IEEE1202）を実施している。ケーブル燃焼機構をモデル化することで、コーンカロリメータ試験結果から垂直トレイ試験で得られる燃焼長を予測する簡易推定式を提案ならびに検証している。第5章では、発熱特性をピーク分離する手法を導入することで試験時の発熱状態を可視化し、前記簡易推定式の予測精度向上に必要な条件を指摘した。第6章では全体の総括をしている。

審査結果の要旨

電気ケーブル（以下、ケーブル）は社会インフラの構成要素の一つであり、あらゆる場所に布設されている。ケーブルを構成する絶縁材料には可燃物である高分子が用いられており、その火災危険性の評価は、社会インフラの分断を防止するために極めて重要である。ところが、ケーブルは複数の素材の組み合わせからなる複合体であり、その燃焼機構は著しく複雑である。そのため、ケーブルの火災危険性の評価は、IEEE1202（垂直トレイ試験）などの規格試験のみに頼っている。その規格試験は極めて大掛かりなものであるだけでなく、試験が可能な認証機関は限られ、試験コストは高くなり試験機会も限られる。その上、ケーブルの熱損傷度合いは評価者に依存する等の曖昧さを含むため、課題は山積している。もし実スケールのケーブル規格試験結果を、より簡便なベンチマーク試験で予測することが可能となれば、前記の実課題を解決しながら難燃性ケーブルの開発加速に寄与し得る。この試みは従前からなされているものの、ケーブル火災危険性の評価に用いる定量値（例えばIEEE1202でのケーブル燃焼長）を予測できる術は存在しない。

本論文は、実スケール規格試験で得られるケーブル燃焼長を、簡便なベンチマーク試験の一つであるコーンカロリメータ試験の結果から予測する手法を提案し、その適用に必要な試験条件について言及したものである。燃焼長の予測にあたっては、垂直トレイ試験でのケーブル燃焼状態をモデル化し、模型実験理論の概念を活用することで適用範囲の広い簡易推定式を導くことに成功した。一方、その予測には複合体であるケーブルの発熱特性を正確に知ることが鍵となる。この問題に対して、クロマトグラムによる化学成分分析で用いられるピーク分離法をケーブルの発熱時間履歴に対して適用することで、予測精度を向上させ得ることを示した。この概念を拡張することで、ケーブルを構成する各素材の発熱特性の組み合わせによりケーブル燃焼長を予測できる可能性を示唆している。

これからの一連の成果により、ケーブルの火災危険性を、大掛かりな実スケール規格試験（IEEE1202等）を実施することなくケーブル構成素材の物性値から予測可能とするという、工学的価値の高い知見を提供しており、火災物理学への貢献も高い。また、複合体の燃焼特性予測にも適用できる方法論を提供したことは、これから益々多様化する燃料に対する燃焼モデルの高度化を促し、燃焼工学の発展に寄与し得る。以上により、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。