

2022年1月6日

機械工学専攻		学籍番号	第 169103 号	指導教員	中村 祐二
氏名	深谷 司				飯田 明由

論文内容の要旨 (博士)

博士學位論文名	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
---------	-----------------------------

(要旨 1,200 字程度)

ケーブルは、現代社会における必要不可欠なインフラを構成する重要な製品であるが、火災危険性の観点からは、非常に大きな熱を放出しながら燃焼する高分子材料を被覆材料にもつため、一旦燃焼した場合、電線布設路に沿った火災の大規模化等により、大きな人的及び物的損害等を引き起こす非常に火災危険性の高い製品のひとつとして認識されている。このため、ケーブルの火災危険性を予見し、防止するための様々な評価方法が開発されており、これらの評価方法を用いたケーブルに対する数多くの指針、規制等が存在する。しかし、ケーブルの燃焼挙動は、その種類、布設量、布設環等によって大きく影響を受けるため、様々な環境に布設された多くの種類のケーブルに関して火災時の燃焼挙動を現状一般的に用いられている高コストの実規模試験により逐一調べることは困難であり、布設されている全てのケーブルに対して火災安全性が担保されているとは言い難い。

本研究では、ケーブルの火災危険性評価を簡便に低コストで実施することができる試験方法開発のために、将来的な規格化、規制への適用を視野に入れた、実規模試験の結果を定量的に推定するためのベンチスケール試験を用いた、新たなケーブル火災危険性評価手法を提案することを目的に実規模試験とベンチスケール試験によって得られる試験結果を比較検証した。

対象とした試験方法は、ケーブルの火災危険性試験として最も認知されている垂直トレイ燃焼試験であり、この試験の結果をベンチスケール試験であるコーンカロリメータ試験で取得できる各種指標を用いた推定式を検討した。

12種類のケーブルについて両試験方法に基づいた燃焼試験を実施し、推定式の妥当性を検証したところ、コーンカロリメータ試験で取得したデータから、殆どのケーブルについて垂直トレイ試験の試験結果であるケーブルの燃焼長を比較的良く推定することができた。

更に、垂直トレイ試験におけるケーブルの燃焼挙動をより詳細に検証し、ケーブル製品そのものの燃焼によらずケーブルを構成する可燃材料のみの評価でケーブル製品の火災危険性を評価することの可能性を検討するために、ケーブル等の複合素材で構成された製品の燃焼においては時間の経過とともに異なる素材の燃焼が「独立且つ段階的」に生じているとの仮定のもと、コーンカロリメータで得られたケーブル被覆材料及びケーブル製品の燃焼並びに垂直トレイ試験におけるケーブルの燃焼による発熱速度曲線を、誤差分散関数を用いてピーク分解することを試みた。クロマトグラフィー等の他の分析手法で活用される分布関数によるピーク分解を行い分離ピークの物理的な意味（1ピークが単一現象を表す）を考慮しつつ、他の分析結果も活用して分離ピークを検証した結果、物理現象を考慮した分離ピークを合成することによって、オリジナルの発熱速度曲線を精度よく再現できることから、各分離ピークがある程度物理的に正しい意味を持ち、この方法論を用いて説明することができることが示唆される。

Date of Submission (month day, year) : January 6, 2022

Department of Mechanical Engineering	Student ID Number D169103	Supervisors NAKAMURA Yuji IIDA Akiyoshi YANADA Hideki
Applicant's name FUKAYA Tsukasa		

Abstract (Doctor)

Title of Thesis	Study on Evaluation Methodology of Fire Hazard of Electric Cables
-----------------	---

Approx. 800 words

Electric cables used for power transmission, signal transmission, etc. are indispensable products that configure the infrastructure in modern society. However, from the viewpoint of the fire hazard, cables with a polymer material that burn while releasing extremely large heat as covering materials, recognized as one of the products with a very high fire risk that causes great human and property damage in the event of fire due to the high combustibility, smoke production toxic gas production, etc. For this reason, various fire hazard test methods have been developed to predict and prevent the risk of fire due to the combustion of cables, and there are many guidelines and regulations regarding combustion behaviors of cables based on evaluations using these test methods.

However, since the combustion behavior of cables is greatly affected by the type of cable, the amount to be installed, the installation condition, etc., It is difficult to investigate one by one by the commonly used high-cost, full-scale experiments, and it is hard to say that fire safety is guaranteed for all the cables installed in various places.

In this study, to develop the low-cost and easy to perform cable fire test, a new cable fire hazard assessment method using a laboratory level bench-scale fire test are proposed for quantitatively estimating the results of full-scale cable fire test with a view to future standardization and application to regulations.

The vertical tray flame test specified in IEEE 1202, which is one of the most well-known real scale cable fire hazard testing method and is used for assessing communication cables installed in nuclear power plants in Japan, was selected as a target of this study and the prediction model using various indicators that can be obtained from the cone calorimeter test specified in ISO 5660-1, which is widely used test method for the assessing combustion behaviors of various products and materials in the world, was proposed to predict the combustion length of the tested cable samples in the vertical tray flame test, which is the most important test result of this test.

The proposed model was designed to express successive burning property of cables in the vertical tray flame test by introducing the dimensionless parameter of ratio of burnout time and ignition time via cone calorimeter test.

To verify the prediction model, vertical tray flame test and cone calorimeter test were performed for 12 types of cable samples and comparing combustion length