

令和元年5月23日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06620

研究課題名(和文) 建築物内の可燃物の効率的実態調査方法の確立と基礎データの蓄積

研究課題名(英文) Development of efficient field survey method of fire load in room and accumulation of basic data

研究代表者

大宮 喜文 (Ohmiya, Yoshifumi)

東京理科大学・理工学部建築学科・教授

研究者番号：10287469

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：建物室内の火災性状は可燃物を構成する材質や寸法、構成物品の相対的な位置関係によって支配される。そのため、建築物の性能的火災安全設計を行う際、建築物内に持ち込まれる可燃物の材質・量・表面積・配置等、空間の使い方により設計火源を想定する。設計火源を想定するために、建物室内の可燃物情報の収集を目的とした可燃物調査が実施されている。しかし、既往の可燃物調査では、膨大な時間を要することが課題であった。そこで、本研究では可燃物調査の効率化を目的とした3Dスキャナを用いた可燃物調査を行い、調査方法を確立し、その信頼性を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

建築物の火災安全性能を適切に評価するには、建築物内で発生する火災の予測技術を向上することが必要である。予測技術が向上すれば、建築物の安全性を確保しながら、適切に設計デザインの自由度を拡大させ、建設コストの経済性に対する選択肢も拡張されることが考えられる。火災の予測技術を向上させる上で、火災の激しさなどを表す設計火源の想定が不可欠である。設計火源は建築物空間内の可燃物に影響を受けることが明らかになっており、効率的な可燃物の調査方法を確立すれば、建築物の火災安全性を確保するための予測技術の高度化に寄与することになる。

研究成果の概要(英文)：The fire behavior in a room and a compartment is controlled by the material and dimensions of fire load and the relative position among combustible materials. Therefore, when performing performance-based fire safety design of a building, a design fire source is assumed according to how to use space, such as the material, amount, surface area, and arrangement of combustible materials in a room and a compartment. In order to estimate the design fire source, the field survey of fire load is being conducted for the purpose of collecting information regarding combustible materials in a room and a compartment. However, there is a serious problem that it takes a huge amount of time because the number of measurement item on the past method about field survey of fire load are large. Therefore, in this study, we conducted a field survey of fire load using a 3D scanner. Then we proposed the development of a survey method and examined its reliability.

研究分野：建築火災安全工学、建築防災・安全

キーワード：可燃物調査 3Dスキャナ 可燃物密度 可燃物配置

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

(1) 建築基準法防火関係規定が性能規定化され約 20 年が経過し、性能規定に従って建設された建築物も多く存在している。建物室内の火災性状は可燃物を構成する材質や寸法、構成物品の相対的な位置関係によって支配される。そのため、実態に即した建築物の性能設計を行う際には計画する建築物に応じて建築物内に持ち込まれる可燃物の材質・量・表面積・配置等、空間の使い方にに基づき、設計火源を想定する必要がある。

(2) 設計火源を想定するには建築物内の可燃物情報が必要である^①。可燃物情報を収集するために、これまで可燃物調査が実施されてきた。しかし、これまでの可燃物の調査方法は、空間内での計測作業や計測後のデータ整理等の作業工数が多いため、膨大な時間を要することが課題の一つとされている。

2. 研究の目的

(1) 本研究では 3D スキャナを用いた調査方法により可燃物調査を行い、調査方法を確立し、その信頼性を確認する。調査時間の短縮を目的とした 3D スキャナを用いた可燃物調査方法（以降、3Ds 法）では室空間の大小や可燃物量の多寡の異なる様々な空間を選定し、調査対象とした。既往の調査方法（以降、従来法）と比較するため、従来法による調査も同時に実施した。

(2) 火災荷重を設定するためには、可燃物を構成する材質の燃焼特性に関する情報が必要であるが、硬質プラスチックの燃焼に関するデータが不十分である。そこで、火災荷重と燃焼特性に関する知見を得るため、プリンターを用いた燃焼実験を実施した。

(3) また、放射熱のフィードバックが実可燃物の延焼拡大性状に与える影響を検証することを目的として、実空間での可燃物配置状況を考慮した延焼実験を行った。

3. 研究の方法

(1) 3Ds 法の確立のため、室空間の大小や可燃物量の多寡の異なる様々な空間を選定し調査対象とした。従来法と比較するため、従来法による調査も同時に実施した。現地調査で学校、研究所、事務所に分けて調査を実施した。通路空間、用途空間の床面積・形状・可燃物の多寡の異なる空間を含むように選定し、調査が適切に行えるかを検証した。図 1 に示した通り、3Ds 法は、現地調査では 3D スキャナを用いた撮影のみであり、現地調査終了後、データ整理時に可燃物の寸法測定や材質の判別等を行った。従来法は、現地調査時に調査対象室にある可燃物に通し番号を割り振り、番号を付けて全ての可燃物を対象に位置情報を記録した。3D スキャナでは扉付棚やサイドワゴン等、内部の見えない収納棚の可燃物は測定ができないため、木材換算収容率に、木質系可燃物の密度と単位発熱量およびキャビネットの体積を乗じ総発熱量とした。

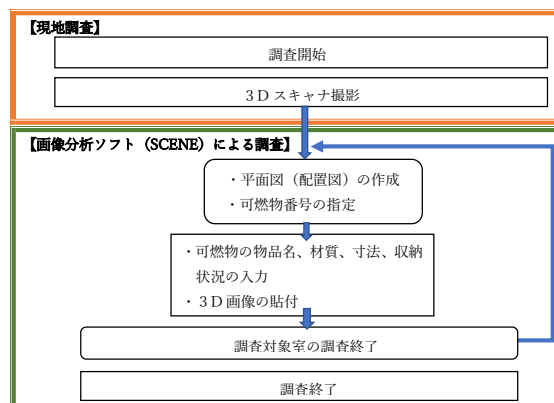


図 1 3Ds 法による可燃物調査の手順

(2) 燃焼実験では初期重量が 6.8～54.5kg の範囲のプリンターを試験体として使用した。燃焼実験は大型ファニチャー・カロリーメーターを使用し発熱速度を測定した。

(3) 自由空間（OS1～OS3）と放射熱のフィードバックを想定した区画内（CS1～CS3）の実可燃物の延焼状況の比較を実施するため、区画は ISO9705 ルームコーナー試験装置^②を用いた。燃焼実験では、天然木、ウレタンフォーム、合成革、ステンレスで構成されたロビーチェア（総重量；10.23～10.80kg）を使用した。

4. 研究成果

(1) 可燃物調査の結果から、扉付棚に收容されている可燃物の收容率は発熱量が等価な木材換算で平均 0.39、標準偏差 0.18、サイドワゴンに收容されている可燃物の收容率は、発熱量が等価な木材換算で平均 0.28、標準偏差 0.13 となった。3Ds 法と従来法によって得られた可燃物密度の集計結果を図 2 に示す。図 2 より用途空間については従来法を基準として概ね同値となった。しかし、通路に設置されているロッカーには收容物がほとんど収められていなかったため、通路空間は木材換算収容率が過剰に算出されており、従来法との可燃物密度の算出結果に差が生じる結果となった。図 3 は現地での計測工数、データ整理の工数を示している。データ整理の工数とは現地での調査記録シートを元に各可燃物の発熱量や可燃物密度を算出するまでの整

理と可燃物の配置状況を CAD 化する作業に要した工数である。3Ds 法による現地計測工数は、従来法に比べて約 79%、データ整理工数は約 32%削減できる結果となった。

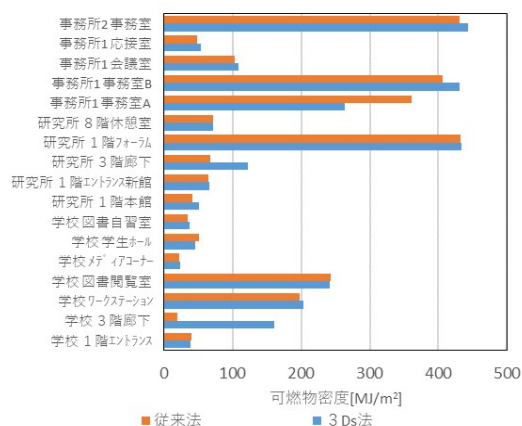


図2 3Ds法による可燃物調査の手順

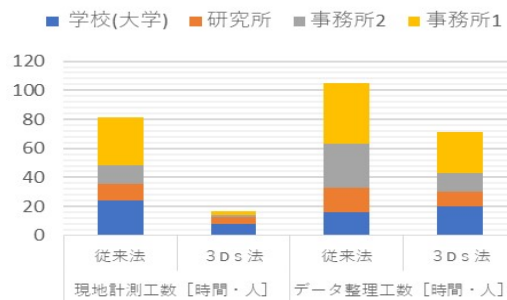


図3 調査工数

(2) ロードセルを用い測定した加熱時のプリンターの焼失重量と酸素消費法により測定された総発熱量との関係を整理した結果、燃焼熱はインクジェットプリンターが 31.7 MJ/kg、レーザープリンターが 24.7 MJ/kg となった^③。プリンターの種類別に初期重量と火災荷重との関係を整理し、図4の相関性が得られた。

(3) 発熱速度の測定結果を図5に示す。発熱速度は自由空間と区画内では経時変化の傾向が異なる。自由空間では発熱速度の最大値が試験体数と概ね同数発生し、2回目の最大値が最大発熱速度となった。区画内では短時間で急上昇して最大発熱速度に達し、その後は徐々に減少した。最大発熱速度とその発生時間を抽出し整理した結果を図6に示す。椅子台数の増加に伴って最大発熱速度も増加しているが、特に区画内での増加が顕著となった。

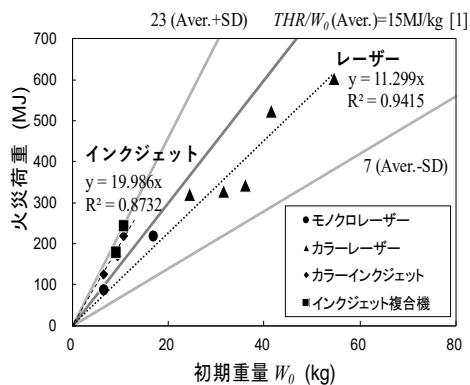


図4 初期重量と火災荷重

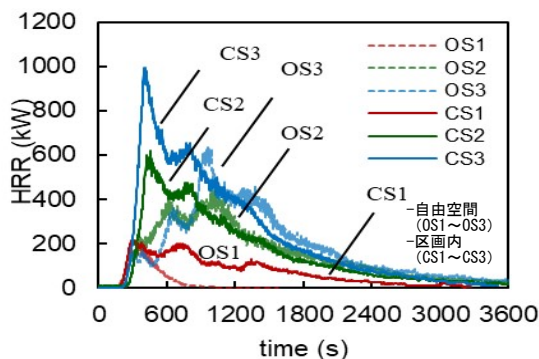


図5 発熱速度の測定結果

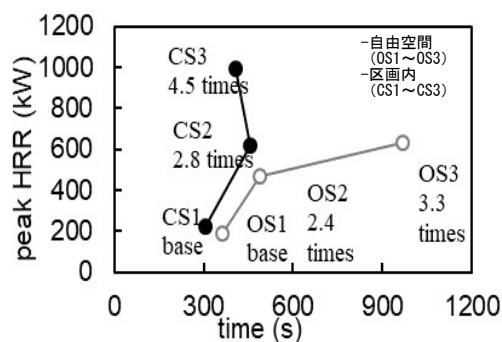


図6 最大発熱速度到達時間

<引用文献>

- ① 日本建築学会：建築物の火災荷重および設計火災性状指針（案）、2013.3
- ② ISO 24473, Fire tests - Open Calorimetry - Measurement of the rate of production of heat and combustion products for fires of up to 40MW, International Standardization Organization, 2008
- ③ 共立出版：基礎火災現象原論、2009.4

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計0件）

〔学会発表〕（計15件）

- ① Jaeyoung Lee, Fumiaki Saito, Yoshifumi Ohmiya, Yusuke Shintani, Jun Kitahori, Kazunori Harada, Field survey of fire load using 3D scanner - Confirm reliability -, The Korean Society of Disaster Information, Academic conference and special seminar, Isan in Korea, 査読無、2018、pp.215-216
- ② Jaeyoung Lee, Yoshifumi Ohmiya, Kazunori Harada, Ken Matuyama, Yuhsiang Wang, Fumiaki Saito, Seiji Okinaga, Yusuke Shintani, Akihide Jo, Jun Kitahori, An experimental study on combustion characteristics of Printers depending on geometrical type and kind of plastics used, The 11th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, Taipei in Taiwan, 査読有、2018
- ③ Jaeyoung LEE, Yoshifumi OHMIYA, Fumiaki SAITO, Yusuke SHINTANI, and Kazunori HARADA, An Experimental Study of on the Combustion Properties of Lobby Chair in Open Space and in ISO Room Compartment, Third European symposium on fire safety sciences (ESFSS2018), Nancy in France, 査読有、2018
- ④ 大宮喜文、北堀純、新谷祐介、原田和典、自由空間および区画内におけるロビーチェアの燃焼実験および延焼拡大 その4 収容棚の収容率の推定、日本建築学会大会学術講演梗概集、防火、査読無、2018、pp.11-12
- ⑤ 斉藤史明、李在永、大宮喜文、新谷祐介、原田和典、自由空間および区画内におけるロビーチェアの燃焼実験および延焼拡大 その1 実験概要、日本建築学会大会学術講演梗概集、防火、査読無、2018、pp.49-50
- ⑥ 李在永、斉藤史明、大宮喜文、新谷祐介、原田和典、自由空間および区画内におけるロビーチェアの燃焼実験および延焼拡大 その2 自由空間と区画室での初期燃焼性状、日本建築学会大会学術講演梗概集、防火、査読無、2018、pp.51-52
- ⑦ 新谷祐介、斉藤史明、大宮喜文、李在永、原田和典、自由空間および区画内におけるロビーチェアの燃焼実験および延焼拡大 その3 延焼時間および延焼後の燃焼性状、日本建築学会大会学術講演梗概集、防火、査読無、2018、pp.53-54
- ⑧ 李在永、斉藤史明、大宮喜文、松山賢、原田和典、プラスチックを主材としたプリンターの燃焼特性に関する研究 -発熱速度曲線のモデル化-、日本建築学会北海道支部 第91回研究発表会、査読無、2018、pp.41-43
- ⑨ 李在永、斉藤史明、大宮喜文、松山賢、原田和典、沖永誠治、新谷祐介、城明秀、北堀純、プラスチックを主材としたプリンターの燃焼特性に関する研究 その1 実験概要、日本火災学会研究発表会概要集、査読無、2018、pp.44-45
- ⑩ 斉藤史明、李在永、大宮喜文、松山賢、原田和典、沖永誠治、新谷祐介、城明秀、北堀純、プラスチックを主材としたプリンターの燃焼特性に関する研究 その2 燃焼熱と火災荷重について、日本火災学会研究発表会概要集、査読無、2018、pp.46-47
- ⑪ 李在永、城明秀、北堀純、新谷祐介、大宮喜文、原田和典、3Dスキャナを利用した可燃物調査 その1 調査概要、日本建築学会大会学術講演梗概集、防火、査読無、2017、pp.411-412
- ⑫ 城明秀、新谷祐介、大宮喜文、李在永、北堀純、原田和典、3Dスキャナを利用した可燃物調査 その2 従来法と3Ds法の可燃物の発熱量データの比較、日本建築学会大会学術講演梗概集、防火、査読無、2017、pp.413-414
- ⑬ 北堀純、李在永、城明秀、新谷祐介、大宮喜文、原田和典、3Dスキャナを利用した可燃物調査 その3 経年変化について、日本建築学会大会学術講演梗概集、防火、査読無、2017、pp.415-416
- ⑭ 大宮喜文、李在永、新谷祐介、城明秀、北堀純、3Dスキャナを用いた可燃物調査 その2 調査概要、日本火災学会研究発表会概要集、査読無、2017、pp.112-113
- ⑮ 新谷祐介、城明秀、大宮喜文、李在永、北堀純、3Dスキャナを用いた可燃物調査 その3 局所火災および移動火災の予測に関するデータ、日本火災学会研究発表会概要集、査読無、2017、pp.114-115

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等 無

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：李 在永

ローマ字氏名：(LEE, jaeyoung)

所属研究機関名：東京理科大学

部局名：理工学部建築学科

職名：助教

研究者番号（8 桁）：20778625

(2) 研究協力者 無

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。