

氏 名	みずたに よしひろ <b>水谷 嘉浩</b>
学位(専攻分野)	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	博甲第 1063 号
学 位 授 与 の 日 付	令和 4 年 9 月 26 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	工芸科学研究科 先端ファイブロ科学専攻
学 位 论 文 題 目	避難所における段ボールベッドの火災安全に関する研究
審 査 委 員	(主査)教授 佐久間淳 教授 鋤柄佐千子 教授 横山敦士

### 論文内容の要旨

本論文は、避難所環境の安全性向上を図ることを目的として、そこで普及が進む段ボールベッドの燃焼挙動を把握した上で、さらに難燃化による効果やベッドの配置と延焼の関係性を含めて、その安全性を多角的に検討する研究を実施したものである。

まず第 1 章において、この研究の背景と本論文の目的および構成について記述した。

第 2 章においては、段ボールの試験片をガスバーナーで燃焼させて、その熱量と経時変化をマルチカラリーメーターで測定する方法について、実例を挙げながら特性を示した。特に、垂直燃焼試験と水平燃焼試験の結果を比較して、延焼過程の違いを評価できる方法であることを示した。次に段ボールの難燃化に関して、代表的な難燃剤を 8 種類選定して段ボールに含侵させた試験片を作成して燃焼試験を実施した結果から、難燃剤の種類と含侵率で燃焼熱量を観察できることを示した。

第 3 章においては、段ボールベッドの火災に対する応答性を評価することを目的に、その燃焼試験を行った。ここでは、段ボールベッドの燃焼挙動の試験における評価基準として、燃焼熱量の最大値及びその到達時間、熱量の急激な発熱加速の時間を定義した上で、段ボールベッドに付属するパーティションの有無、複数化したときの設置間隔のパラメータ変化が燃焼挙動に及ぼす影響について考察し、その燃焼性を評価した。特に避難所における安全性を高めるため、燃焼に要する時間を評価指標として、段ボールベッドの燃焼性に関するデータを分析した。この結果、段ボールベッドは燃焼初期で延焼速度が遅く、熱量が低い状態が続くことや、設置間隔の距離と燃焼熱量に負の相関があることが確認でき、採用する指標によって段ボール製ベッドの燃焼挙動の評価が可能であることを示した。

第 4 章においては、複数の段ボールベッドが設置された避難所の更なる安全性の向上を目的に、2 章で段ボールに対する難燃効果が最も高かったリン・窒素複合系の難燃剤を用いて段ボールベッドを難燃化し、その燃焼試験を行った。特に燃焼挙動の評価基準として定義した燃焼熱量の最大値及びその到達時間、熱量の加速時間を用いて難燃化段ボールベッドの燃焼性を考察した。また、付属のパーティションの有無、設置間隔のパラメータ変化が燃焼挙動

に及ぼす影響を、非難燃の段ボールベッドと比較しながら考察した。この結果、リン・窒素複合系の難燃剤を用いて難燃化処理を行うことで、燃焼や延焼を防ぐ効果や、燃焼を遅らせる効果があることを確認した。また、設置間隔によって非難燃の段ボールベッドよりも激しく燃焼する場合があること、さらに難燃化の有無よりもパーティション有無の方が燃焼熱量に与える影響が大きいことを示した。

第5章の結論においては、前章までの成果を総括するとともに、地震の活動期に入っていると思われる我が国で今後予想される災害の現場において、避難所での総合的な安全性を高める必要があることと、この為にも火災安全に関する知見を導入した避難所を標準的なものとする将来を論じた。

以上の成果により、災害による家屋の倒壊や津波などの直接的な死ではなく、その後の劣悪な避難生活環境において引き起こされる二次的な健康被害を軽減するために考案された段ボールベッドに関して、懸念される火災の危険性を軽減できる研究体系の基盤を示した。

## 論文審査の結果の要旨

本博士論文は、避難所環境の安全性向上を図ることを目的として、そこで普及が進む段ボールベッドの燃焼挙動を把握した上で、さらに難燃化による効果やベッドの配置と延焼の関係性を含めて、その安全性を多角的に検討する研究を行い、その成果について報告したものである。

まず、本研究の背景と本論文の目的および構成について記した上で、段ボールの燃焼による熱量と経時変化をマルチカロリーメーターで測定する方法について実例を挙げながら特性を示した。また、避難所における安全性を高めるため、段ボールベッドの燃焼試験を行い、特に燃焼に要する時間を評価指標として、その燃焼性に関するデータを分析した。さらに、複数の段ボールベッドが設置された避難所の安全性の向上を目的に、段ボールに対する難燃効果が最も高かったリン・窒素複合系の難燃剤を用いて難燃化し、燃焼試験を行った。ここでは、特に燃焼熱量の最大値及びその到達時間、熱量の急激な加速時間を用いて、パーティションの有無、設置間隔のパラメータ変化が燃焼挙動に及ぼす影響を、非難燃の段ボールベッドと比較をしながら考察した。この結果、設置間隔によって非難燃の段ボールベッドよりも激しく燃焼する場合があること、さらに難燃化の有無よりもパーティション有無の方が燃焼熱量に与える影響が大きいことを示した。

本論文の基礎となっている学術論文は、レフェリー制度の確立した雑誌に掲載が決定された、次に示す申請者を筆頭著者とする学術論文2報である。また、いずれの論文においても、二重投稿等の研究者倫理に反することがないことを確認している。

1. 水谷嘉浩, 望月祐作, 佐久間淳, 大越雅之, 松山賢, 燃焼熱量測定法による避難所用段ボールベッドの燃焼評価, マテリアルライフ学会誌, 印刷中.
2. 水谷嘉浩, 望月祐作, 佐久間淳, 大越雅之, 松山賢, 避難所用段ボールベッドの難燃化および置による延焼防止, マテリアルライフ学会誌, 印刷中.

以上の結果より、本論文の内容は新規性と独創性、さらに学術的な意義があり、博士論文としての水準に到達していると審査員全員が認めた。