

審査の結果の要旨

論文提出者 チャルチンダ シリラット

本論文は、「Behavior of Flames Spreading over Napped Fabrics (起毛生地の上に沿った燃え広がり現象)」と題し、起毛生地(毛羽立った生地)の上に沿った燃え広がり現象の解明を目的として、起毛の状態と燃え広がり挙動の関係および燃え広がり機構について実験を中心に調べた結果をまとめたものであり、7章からなっている。

第1章は、「序論」で、起毛生地表面に沿った燃え広がり現象に関する研究の必要性について述べ、本研究の位置付けを行っている。

起毛生地はその良好な保温性や肌触りから広く衣服に用いられているが、条件によっては表面の起毛層のみを火炎が高速に燃え広がる表面フラッシュが発生し、安全上の問題点となっている。しかしながら表面フラッシュに関する研究はほとんどおこなわれておらず、起毛の状態と表面フラッシュ発生限界の関係や表面フラッシュ時の燃え広がり機構については明らかにされていない。そこで本研究では、起毛層の状態と表面フラッシュ発生限界の関係および表面フラッシュ時の燃え広がり機構の解明を主眼としている。

第2章は、「背景となる理論」で、本研究で対象としている可燃性固体表面に沿った燃え広がり現象に関する既往の研究結果について整理し、燃え広がり機構を考察するための理論的背景についてまとめている。

可燃性固体表面に沿った燃え広がり現象では、可燃性固体が火炎からの熱流入により加熱されて熱分解し可燃性気体を放出する。熱分解を起こしている範囲の増大により燃え広がり進行する。したがって、固体への熱移動と固体の熱分解特性により燃え広がり挙動は支配される。この関係を定式化したいくつかのモデルについて紹介している。

第3章は、「起毛層厚みの定量化」で、起毛層の状態の定量的評価について述べている。

起毛層の状態と燃え広がり挙動の関係を明らかにするには、起毛層の状態を定量的に評価することが必要になる。本研究では、生地断面を拡大観察し画像処理を用いることで起毛層の状態を定量化している。生地を基部と起毛層に分離しそれぞれの厚さを規定している。この方法で測定される起毛層厚さ n を起毛層の状態を表す指数とすることを提案している。

第4章は、「起毛生地に沿って下方に燃え広がる火炎の挙動」で、種々の起毛層厚さを有する生地を用いた燃え広がり実験の結果について記述している。

生地試料（綿／ポリエステル混紡）を種々の条件で起毛処理することにより起毛層厚さの異なる試料を作成し、これらの試料に沿った下方燃え拡がり挙動について検討している。起毛層厚さが厚くなるとともに燃え拡がり挙動は、表面フラッシュを伴わない通常の燃え拡がり・断続的 surface フラッシュを伴う燃え拡がり・持続する surface フラッシュの3種類に変化する。燃え拡がり速度は不連続的に変化し、表面フラッシュ時の燃え拡がり速度は、表面フラッシュを伴わない場合に比べて100倍以上大きくなる。表面フラッシュ通過後の生地の残存起毛長さがほぼ一定値であることから、表面フラッシュが発生しうる限界の起毛層厚さは、火炎が生地基部に接近出来る限界である Standoff Distance に表面フラッシュを維持するために必要な最小の起毛厚さを足したものになると考察している。

第5章は、「起毛生地に沿って下方に燃え拡がる火炎の温度測定」で、燃え拡がる火炎近傍の温度分布の測定結果について述べている。

温度測定結果から、表面フラッシュを伴わない通常の燃え拡がり時と表面フラッシュ時では火炎近傍の熱的構造の差異があることが明らかになった。通常の燃え拡がり時には生地基部への熱移動が燃え拡がりに大きな影響を与えるのに対し、表面フラッシュ時にはむしろ火炎が移動する前方の起毛層への熱移動が重要となることを述べている。

第6章は、「起毛生地に沿った燃え拡がりのメカニズム」で、実験結果をもとに燃え拡がりのメカニズムについて論じている。

まず、起毛層厚さが限界値よりも小さく表面フラッシュが発生しない場合には、固体表面に沿った燃え拡がりの既存のモデルが適用できるとし、この場合には起毛層の存在が燃え拡がり速度にほとんど影響を与えないことを明らかにしている。表面フラッシュ時については、起毛層への熱移動、熱分解および生地基部への熱損失を考慮した新しいモデルを提案している。モデルにより表面フラッシュが発生する起毛層厚さの限界値の存在が説明できること、および起毛層密度、熱分解に必要な熱量、燃焼反応速度および熱損失が重要な支配因子となることを示している。

第7章は、「結論」で、本研究の結果を総括している。

以上要するに、本研究では、起毛を有する生地に沿った燃え拡がり現象について調べ、起毛の状態と燃え拡がり挙動の関係について定量的に明らかにするとともに、モデル化をおこない起毛層厚さにより燃え拡がり機構が変化する現象を解明することに成功している。この結果は、固体に沿った燃え拡がり現象解明の基礎資料として有効でありかつ火災安全上有益であり、火災科学ならびに化学システム工学の進展に貢献するところ大である。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。