

氏名	はら だ とし ろう 原 田 寿 郎
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	論 農 博 第 2140 号
学位授与の日付	平 成 9 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	木 材 の 燃 焼 性 お よ び 耐 火 性 能 に 関 す る 研 究

(主 査)
論文調査委員 教授 石原茂久 教授 高橋旨象 教授 川井秀一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、火災時における木材の燃焼性および耐火性能を明らかにするため、面材料については、木材の着火性および燃焼発熱性に及ぼす因子について考察し、軸材料については、大断面集成材、とくに新しい接合方法である接着接合をもつその載荷燃焼時の挙動を追跡し、そこで認められる耐火性能の発現機構を解明したものである。

第1章では、木材の燃焼性と大断面集成材の耐火性能について、既往の研究により、現在までの知見を取りまとめた。

第2章では、放射強度、試験体の厚さ、樹種およびまさ目面、板目面または木口面といった被加熱面の種類が木材の着火時間に及ぼす影響について検討した。複雑な組織構造をもつ木材の着火時間は、密度の増加にともなって遅れることがこれまで経験的に知られていたが、本研究により、樹種、被加熱面の種類に関係なく、木材の密度、熱伝導率および比熱の積である熱慣性に比例することを明らかにした。

第3章では、コーンカロリメーターを用いた燃焼試験時の木材の炭火速度、質量減少速度および発熱速度について、相互の関係を明らかにするとともに、木材の物理的性質がこれらに及ぼす影響について考察した。質量減少量を密度および被加熱面積で除した値と炭化深さの間には高い相関が見られたことから、質量減少量から木材の炭化速度が予測できることを明らかにした。ついで、木材の発熱速度曲線および質量減少速度曲線は、着火直後の第Ⅰ段階、定常的な発炎燃焼が持続する第Ⅱ段階、および発炎燃焼が終了する第Ⅲ段階の三つに区分でき、各段階の速度曲線の特徴は、半無限固体の非定常熱伝導モデル、等速で液面を降下させながら燃焼が進行する液体燃料の定常燃焼モデル、および無限平板の非定常熱伝導モデルを用いて、それぞれ説明できることを明らかにした。また、木口面を加熱した場合、第Ⅱ段階の質量減少速度は、まさ目面または板目面を加熱した場合に比べて小さく、密度と直線関係にあるのに対し、まさ目面または板目面を加熱した場合のそれは、道管要素の空隙部を除いて計算される補正密度と直線関係にあることを示した。このような、被加熱面の種類の違いによる差異は、燃焼時に発生する割れの影響と推定した。さらに、材料の耐火性能を評価する上で重要とみなされる、着火後300秒間の平均発熱速度および

裏面温度が 260°C に達する時間を木材の密度、道管率、試験体の厚さおよび樹種固有の有効燃焼発熱量から簡易に予測する実験式を提案した。

第4章では、難燃薬剤で処理したラワン1類合板およびラワン材について、コーンカロリメーター試験を行い、難燃薬剤で処理した合板およびラワン材の着火性並びに燃焼発熱性に関するデータを得た。各難燃薬剤の含有量と発熱速度、発熱量および燃え抜け時間の間には直線関係が得られたことから、予め、薬剤含有量とこれらの因子の関係を求めておけば、薬剤含有量から燃焼性を予測することが可能であることを明らかにした。さらに、コーンカロリメーター試験の結果とJIS A 1321に規定される表面試験のそれを比較することにより、両者の指標が相互に関連することを明らかにした。

第5章では、エポキシ樹脂とFRP板を用いてガセット接着接合した大断面集成材梁の耐火性能を検証するとともに、その耐火性能の発現機構について検討を行った。接合部の強度は、温度が 50°C 以上になると低下するにもかかわらず、ガセット接着接合した大断面集成材梁が30分以上の耐火性能を発現したのは、集成材断面の厚さのもたらす断熱効果と熱焼時に形成される炭化層の遮熱性により、集成材内部の温度上昇が抑制されていることによることを明らかにした。

以上のことから、木材の燃焼性並びに耐火性能の発現機構を明らかにするとともに、これらを予測することが可能であり、科学的なデータに基づいて火災安全性に配慮した材料の設計が可能であることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

建築基準法等の緩和措置が実施されたことにより、火災安全性に配慮した材料の設計や施工方法に関する基準が設定され、建築材料としてこれまで使用が認められていなかった部分にも、木材を利用できる制度が整備されつつある。こうした基準の設定をさらに進めるとともに、必要とされる耐火性能を有する材料や施工方法を開発するためには、木材の燃焼性に関するデータの蓄積とその燃焼性および耐火性能の予測手法の開発が重要となる。

本論文は木材の着火性および燃焼発熱性に影響を及ぼす因子を明らかにするとともに、耐火性能の発現機構を解明したものであり、今後、建築材料として木材の用途を広げていく上で重要かつ基礎的な分野を取扱っている。主要な成果は以下の通りである。

(1) 一定の放射強度で加熱した際の木材の着火時間は、樹種、被加熱面の種類を問わず、密度、熱伝導率および比熱の積である熱慣性に比例することを明らかにした。

(2) 炭化速度が燃焼時の質量減少量から計算可能であることを示すとともに、木材の有する物理的性質や組織構造が発炎燃焼時の発熱速度および質量減少速度に及ぼす影響を明らかにした。また、材料の耐火性能を評価する上で重要な指標となる着火後300秒間の平均発熱速度や裏面温度が 260°C に達する時間を予測する簡易な実験式を提案した。

(3) これまで曖昧であった難燃材料の性能評価基準を着火性と燃焼発熱性の関係から数値的に評価し、合理的な評価基準の設定が可能であることを示した。

(4) 大断面集成材梁の耐火性能は、未炭化部分に機械的強度遞減のないことによって確保されるが、エ

ポキシ樹脂と FRP 板という必ずしも耐熱性ではない材料を用いてガセット接着接合した集成材梁であっても、大断面のそれであれば、30分以上の耐火性能を有することを示した。また、この要因が、集成材断面の厚さのみならず断熱効果と炭化層の遮熱性によることを明らかにした。

以上のように、本論文は、火災環境下における木材の燃焼性並びに耐火性能について、その発現機構を理論的に考察したもので、今後の木質系の建築部材の開発並びに設計に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成9年2月20日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。