

学位論文の要旨

専攻名	環境工学	ふりがな氏名	ほらだ こうじ 原田 浩司	
学位論文題目	低輻射加熱を受ける木材の燃焼性能 及び高温下に晒された木材の強度性能に関する研究			
<p>耐火建築物とは「想定される火災が終了した後、消火活動によらずとも崩壊せず、自立し続けられる建物」である。空間が広く、天井が高く、収納可燃物が少ない建築物であれば、たとえ火災が生じても火炎は局所に留まるため、屋根を木造で構成しても、この定義を満たすことができるが、該当する建築物がこの定義を満たすことを、工学的手法により立証する設計手法を耐火性能検証法という。しかしこの設計手法は、火災工学に加え、木質材料に精通した技術者が希少等の理由で、木造化促進につながっていない現況にある。そこで多くの技術者が本設計法を活用できるように、検証に必要な木材の燃焼に関するデータを整理することを、本研究の目的に据えた。</p> <p>まず第2章では、局所火源火災を想定した耐火性能検証法で前提となる、加熱時間20分を想定し、知見が極めて少ない20kW/m^2以下の輻射強度で着火性試験およびコーンカロリメータ試験（以下、CCM試験）を実施した。そして20分の加熱であれば輻射強度が13kW/m^2以下であれば着火しないことを確認すると共に、表面温度での着火条件の設定は、低輻射の環境では一定の値とならず、着火前に温度の停滞も見られることから適正ではないと判断した。また着火した場合でも火災継続時間20分、輻射強度20kW/m^2以下の条件であれば、自消することを確認した。さらに着火した場合は表面が炭化するが、炭化深さは輻射強度と相関が高いことから回帰式を活用することで、輻射強度をパラメータとすれば推定できることを示した。</p> <p>ただし燃焼試験では、着火または炭化に至らない低輻射であっても表面が黒色化し、温度が200°Cを上回る試験体も見られたこと、また内部温度が炭化しなくても200°Cに達した部位も観察されたことから、着火あるいは炭化には至らない高温域に晒された木材の強度性能を把握しなければ、火災終了後、長期荷重を支持する木質部材の安全性の検定が不可能なため、自立し続けられる建物であるかの検証ができない。そこで第3章では、120°C、150°C、180°Cの高温域に20分間晒された木材の、静的曲げ試験および衝撃曲げ試験を実施して、強度性能の劣化の有無を確認することにした。</p> <p>試験体サイズは20mm角として、静的曲げ試験では3種の温度域で熱処理を行った試験体と、熱処理をしていない試験体を各10体とし、集中荷重にて実験を行い、最大荷重、比例限荷重、ヤング係数を求めると共に、仕事量とテトマイヤー係数を計算した。また衝撃曲げ試験では破壊に消費したエネルギー量を計測し、衝撃曲げエネルギー吸収量を算出した。各測定値および計算値は「熱処理を行うと強度性能が低下する」という帰無仮説を立て、2標本検定を実施し、いずれの熱処理条件においても帰無仮説は否定される結果となった。この結果から、180°C以下の熱処理であれば、常温下での冷却後の木材の強度性能は劣化しなという判定に至った。</p>				

(注) 和文 2,000 字又は英文 800 語以内

続紙 有 無

ただし長期の荷重を支持する主要構造部に使われる木材の長期許容応力度は、荷重継続時間調整係数を基準強度に乘じなければいけないが、荷重継続時間調整係数に対する加熱の影響はこれまで論じられていない。しかし既往の研究から、180℃程度まで加熱されると、木材は熱減成による劣化が生じるという報告があり、本研究でも180℃の履歴を与えた試験体は、焦げ臭く、靱性に関与する仕事量、テトマイヤー係数、衝撃曲げエネルギー吸収量は、いずれも他の熱処理条件より、平均値が低い値となったことから、180℃の履歴を一旦受けると、荷重継続時間調整係数への影響は無視できないと判断し、150℃に至らなかった有効断面で、火災終了後の部材の安全性を確認することを推奨した。

第4章では、第2章と第3章の結果と考察を実施設計に反映するため、火災終了後の木材の許容応力度と有効断面を具体的に示すと共に、火災継続中の部材の安全性能の確認の仕方にも考察を加えた。

さて耐火性能検証法により対象とする建築物を耐火建築物とした場合、内装制限が緩和されるため、壁の木質化が可能となる。しかし壁を板張りで仕上げた場合、火災が発生すると周辺の内装材に延焼するため、壁の火炎伝播の性状を把握する必要がある。そこで第5章では、壁の木質化促進も考慮し、壁の火炎伝播性状を理論式により推定し、過去の実験結果との比較を行い、推定値の妥当性を確認した。また床の火炎伝播についても同様に理論式から、妥当な推定値を求めることができることを示した。

本研究では樹種はスギに特定しているため、比重の高い樹種を使用した場合は、着火条件や炭化深さは改善される可能性が高い。また荷重継続時間調整係数への加熱の影響は、明白でないため、無視できない高温に晒された部位を除く断面を有効断面とする消極的な提案を行っている。今後、さらなる関連した研究がなされ、木造化を促進し、荒廃により懸念される我が国の森林の多面的機能の回復に寄与することを期待したい。

学位論文審査結果の要旨

専攻	環境工学専攻	氏名	原田 浩司
論文題目	低輻射加熱を受ける木材の燃焼性能 及び高温下に晒された木材の強度性能に関する研究		
主査	菊池 健児		
審査委員	田上 公俊		
審査委員	大谷 俊浩		
審査委員	井上 正文		
審査委員			
審査結果の要旨 (1000字以内)			
<p>地球環境保全を見据えて国内林業の再生が叫ばれている中、この対応策として国産木材の積極的利用が我が国の方針となっている。この方針に対して中大型木造建築物の建設促進が喫緊の課題となっているが、その建設に伴う大きな課題のひとつに当該建物の耐火性能の検証の困難さがある。耐火建築物として一定の性能を満たしていることの立証は、種々の理由から円滑に実施されているとは言えず、これが中大型木造建物の促進を妨げている現況にある。そこで本研究では容易かつ円滑に耐火性能の立証を実施できるよう、検証に必要な木材の燃焼に関するデータを提供し、中大型木造建物の耐火建築物としての性能の検証に関する知見を得ることを目的としている。</p> <p>具体的には、局所火源火災を想定した耐火性能検証で前提となる加熱時間 20 分を想定し、これまでの知見が極めて少ない輻射強度領域で着火性試験及びコーンカロリーメータ試験を実施し、20 分の加熱であれば輻射強度が 13kW/m² 以下で着火しないことを確認するとともに、表面温度での着火条件は低輻射の環境では一定の値とはならないことを指摘している。また着火した場合でも火災継続時間 20 分、輻射強度 20kW/m² 以下の条件であれば自消することを確認している。さらに着火した場合は表面が炭化するが、その炭化深さは輻射強度と相関が高いことから回帰式を活用することで輻射強度をパラメータとして推定できることを示している。</p> <p>また、120℃から 180℃までの高温域に 20 分間晒された木材に対する静的曲げ試験及び衝撃曲げ試験を実施して、強度性能の劣化の有無を確認している。試験体サイズは 20mm 角とした静的曲げ試験では複数の温度域で熱処理を行った試験体と熱処理を施していない試験体に対して曲げ実験を行い、最大荷重、比例限度時荷重、曲げヤング係数を求めている。以上の実験結果と考察を耐火性能検証に反映するため、火災終了後の木材の許容応力度と有効断面を具体的に示すとともに火災継続中の部材の安全性能確認の手法も示している。</p> <p>以上の研究成果は中大型木造建築物の設計上、欠くことのできない耐火建築物としての性能評価に極めて有益な知見を与えていると判断できる。また、論文審査会や公聴会並びに最終試験における質問に対しても明確かつ的確な回答・説明がなされた。よって、本論文は博士(工学)の学位に値するものと審査委員全員一致して判定した。</p>			
【998 文字】			