

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 前田 啓

木材を利用する上で腐朽に代表される生物劣化による強度低下は非常に重要な問題である。従来、これに対する研究は、使用環境下での劣化程度の診断が主体で有り、現象把握的なものがほとんどであった。そこで本研究では腐朽進行に伴う木材の密度、強度変化を演繹的に推定できないかをその最終目標においた。しかしながら、これまで腐朽に伴って木材の強度がどのように低下していくかを詳しく調べた研究はなかった。そこで本論文では腐朽進行に伴う木材の密度、強度の経時変化を詳細に調べ、その知見をもとに腐朽進行のモデル化に取り組んだ。

第1章は序論であり、本研究の位置づけを明確にした。

第2章では繊維方向への褐色腐朽菌、白色腐朽菌を用いた強制腐朽試験を行い、腐朽進行の速度ならびに腐朽進行に伴い密度分布がどのように変化するかを調べた。試験終了後、X線デンストメトリーを用いて繊維方向における密度分布を測定し、密度の減少率によって腐朽の進行度合いを判断した。褐色腐朽菌では培地近傍から急速に腐朽が進行したのに対して、白色腐朽菌では培地近傍における密度減少がみられず、そこから少し離れた部分で腐朽が進行した。白色腐朽では培地近傍で高含水率となり腐朽菌の活動が妨げられたためであると結論づけた。

第3章では腐朽材の強度と密度との間の関係を検討した。圧縮強度は試験体の平均密度との間に強い相関がみられた。そこでこの関係を使って腐朽試験体の圧縮強度分布の経時的変化の推定を試みたところ、試験体の密度分布から圧縮強度分布が時間と共にどのように変化するかを推定することができた。一方で、引張強度は破壊部分の平均密度との間に相関は認められなかった。また、引張強度を推定する際には材内のばらつきについても評価する必要があることが示唆された。すなわち腐朽材の引張強度は密度減少だけでは推定できず、別の強度劣化メカニズムを仮定する必要があることが明らかとなった。

第4章では腐朽進行のモデル化を試みた。モデル化において、腐朽の進行を密度の低下で表現することとし、腐朽速度は含水率に依って決まるものと仮定した。これにいくつかの付帯条件を付けることにより、シミュレーションの結果得られた密度分布の経時的変化を実際の密度分布とよく一致させることができた。また、これらの研究で境界条件等を適切に設定することで、腐朽中の水分量分布の経時的変化に関しても実験結果とよく一致させることが可能となった。

さらに密度分布のシミュレーション結果から推定した圧縮強度分布は実験で求めた強度分布を良く再現することができた。

第5章では得られた腐朽モデルを繊維方向以外への腐朽にも拡張するため、腐朽試験体の長軸方向がそれぞれ木材の異方性軸に合致させた試験体を用いて強制腐朽試験をおこなった。得られた試験体をX線CTスキャンを用いて解析し、腐朽進行の異方性について調べた。その結果、褐色腐朽菌の場合は繊維方向の腐朽が最も早く進行し、接線方向、放射方向への腐朽では、木口面からの侵入が無かった場合、腐朽速度は繊維方向の10分の1程度であった。また、腐朽材ごとのばらつきが大きく、接線・放射方向への腐朽が進行したものは、エポキシ樹脂でシールしていた木口面から腐朽菌が侵入していたものが多かった。白色腐朽菌では接線方向、放射方向への腐朽試験では腐朽はほとんど進行せず、重量減少は見られなかった。また、褐色腐朽菌では密度の低下に先んじて木材の収縮が生じていることを明らかにした。

第6章は総括である。

以上本研究は、これまであまり明確でなかった木材の腐朽の進行に関して、方向別の進行速度ならびに腐朽過程での経時的強度低下現象を詳細に解明したもので、学術上、応用上貢献するところは非常に大きい。よって審査委員一同は、本論文が、博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。