

氏名	ウオ ン イー デ ィ ン WONG EE DING
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1060 号
学位授与の日付	平 成 11 年 3 月 23 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	農 学 研 究 科 森 林 科 学 専 攻
学位論文題目	DENSITY PROFILE: ITS FORMATION AND EFFECTS ON THE PROPERTIES OF PARTICLEBOARD AND FIBERBOARD (密度プロファイル: その形成とパーティクルボードおよびファイバーボードの材質に及ぼす影響) (主査)
論文調査委員	教 授 川 井 秀 一 教 授 則 元 京 教 授 今 村 祐 嗣

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、パーティクルボードおよびファイバーボードの厚さ方向における密度プロファイルの形成とその材質への影響に関して検討したものであり、種々の製造条件が密度プロファイルの形成やボードの材質に及ぼす影響について定量的な解析を試みたものである。

第1章では、パーティクルボードやファイバーボードの生産と利用の現状および本論文に関連する既往の研究を調査し、密度プロファイルがボードの材質に対して重要な影響を及ぼすことを示した。また、密度プロファイルに関する諸因子を定義し、以下これに基づいて検討を行った。

第2章では、パーティクルボードおよびファイバーボードの製造条件が密度プロファイルの形成に及ぼす影響、並びに諸プロファイル因子間の相関関係について検討した。すなわち、均一および様々なU字型の密度プロファイルをもつボードを製造し、これらの製造条件が密度プロファイルの形成に及ぼす影響について比較検討した。その結果、パーティクルボードの密度プロファイルに最も大きな影響を及ぼす因子はマット含水率分布であり、ファイバーボードの場合には、むしろ熱圧方法であることが明らかになった。また、表層付近に形成される高密度部分の位置は、エレメントの種類、または製造条件に関わらず、ほぼ同様の傾向を示した。また、統計解析の結果、各ボードともピーク密度、芯層密度および平均密度の各因子間で高い相関関係が認められた。

第3章では、ボードの材質に及ぼす密度プロファイルの影響について検討した。密度プロファイルの形状に関わらず、ボードの曲げヤング率や曲げ強度は平均密度に依存し、はく離強度は芯層密度に依存することが明らかになった。同じ平均密度の場合では、パーティクルボードの曲げ性能やはく離強度はファイバーボードよりも高くなった。また、各ボードの曲げヤング率や曲げ強度はピーク密度の増加に伴って向上する傾向を示し、両者は良好な相関を示した。例えば、ボードの平均密度が $0.7\text{g}/\text{cm}^3$ の場合、パーティクルボードやファイバーボードのピーク密度は、本実験条件下で 0.7 から $1.0\sim 1.1\text{g}/\text{cm}^3$ までの増加と共に、曲げ性能は30%以上増加した。

これに対して、各ボードの寸法安定性に対する密度プロファイルの影響については、一定の傾向が認められなかった。乾湿繰り返しサイクル後のパーティクルボードのスプリングバックは、ピーク面積の増加と共に大きくなるが、ファイバーボードの場合では逆の傾向を示した。同じく、 $0\sim 95\%RH$ までの湿度変化に対する線膨張率は、パーティクルボードではU字型の密度プロファイルよりも均一なものの方が低く、一方ファイバーボードの場合は逆の傾向を示した。

第4章では、パーティクルボードおよびファイバーボードの曲げヤング率に及ぼす密度プロファイルの影響を数値解析によって明らかにした。すなわち、平均密度を $0.7\text{g}/\text{cm}^3$ として、ピーク密度やピーク距離を段階的に変化させて、二次元有限要素法を用いて解析した。また、ボードの曲げヤング率に及ぼす最適密度プロファイルを明らかにするために、芯層密度

とピーク面積との組み合わせについてシミュレーションを行った。

その結果、ピーク密度が増加するに従って曲げヤング率が高くなるものの、 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 以上になると漸増する傾向が認められた。また、ピーク距離が1mmから2mmに移ると、曲げヤング率は10%程度低下した。密度プロファイルのシミュレーションモデルに基づいて算出した曲げヤング率の変化から、最適密度プロファイルはボードの芯層密度に依存することが明らかになった。パーティクルボードやファイバーボードの芯層密度が高い場合、ピーク面積の増加と共にボードの曲げヤング率は向上するが、逆に、芯層密度が低い場合には、ピーク面積をあまり大きくするとせん断変形の影響によって曲げヤング率は小さくなると考えられた。以上のことから、芯層密度およびピーク面積の最適組み合わせ条件によって、均一な密度プロファイルをもつボードの2倍程度の曲げヤング率が期待できることが示唆された。

論文審査の結果の要旨

森林資源の枯渇に伴い、リサイクル資源や非木材植物資源などの低質木質資源を有効に利用できるパーティクルボードおよびファイバーボードに関心が集まっている。これらの木質ボードは、通常、熱圧工程で厚さ方向にU字型の密度分布を生じ、これが種々のボード材質に大きな影響を与えることが知られているが、多くの製造因子が相互に関与する複雑な現象であるため、これまで定性的な把握に留まっていた。

本論文は、パーティクルボードおよびファイバーボードの密度プロファイルの形成とその材質に及ぼす影響を定量化することを目指したものであり、得られた主要な成果は以下の通りである。

(1) 熱圧方法の工夫によって、均一な密度プロファイルをもつパーティクルボードおよびファイバーボードの製造に成功した。

(2) 続いて、マット含水率、熱圧方法および圧縮速度を変化させて、様々なU字型の密度プロファイルをもつ木質ボードを製造し、これらの製造条件が密度プロファイルの形成に及ぼす影響を検討した。その結果、パーティクルボードの密度プロファイルの形成に最も大きな影響を及ぼす因子はマット含水率分布であり、一方、ファイバーボードの場合には、むしろ熱圧方法の影響が大きいことを明らかにした。

(3) 木質ボードの材質に及ぼす密度プロファイルの影響を検討し、曲げ性能は全体として平均密度に依存するが、はく離強度はむしろ芯層密度に直接依存することを明らかにした。平均密度が同じ場合には、木質ボードの曲げ性能はピーク密度の増加に伴って増加する。例えば、ボードの平均密度が $0.7\text{g}/\text{cm}^3$ の場合、本研究の熱圧条件下ではボードのピーク密度は $1.0\sim 1.1\text{g}/\text{cm}^3$ まで増加し、これに伴って曲げ性能は30%以上増加する。

(4) ボードの曲げヤング率に及ぼす密度プロファイルの影響を二次元有限要素法を用いたシミュレーション実験により解析した。計算結果は、実測値と良い一致を示し、ピーク密度の増加に伴い曲げヤング率が増加すること、ピーク密度の位置がボード表面1mmから2mmに移るに伴い、曲げヤング率は約10%低下することなどが明らかになった。また、最適密度プロファイルの実現により、均一な密度プロファイルをもつボードの2倍程度の曲げヤング率の向上が期待できることが示唆された。

以上のように、本論文は、パーティクルボードおよびファイバーボードの密度プロファイルの形成とそれが材質に及ぼす影響を検討し、その定量的な解析を試みたものであり、木質材料科学並びに関連工業の発展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11年2月13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。