

氏 名	ジョ 徐 ケン 剣 エイ 瑩
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1500 号
学位授与の日付	平 成 17 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	DEVELOPMENT OF KENAF BINDERLESS COMPOSITE PANELS (ケナフを用いたバインダーレスボードの開発研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 川 井 秀 一 教 授 今 村 祐 嗣 教 授 矢 野 浩 之

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、未利用農産廃棄物であるケナフ茎芯を原料にして、接着剤を用いず木質ボードを成型する技術開発、所謂、バインダーレスボードの製造技術の開発に関するものである。すなわち、蒸気噴射プレス法を応用したバインダーレスパーティクルボードの成型技術の開発、強度補強のためにバインダーレスパーティクルボードの表裏面にケナフ靱皮繊維織布をオーバーレイした三層複合ボードの開発、及び通常の木質ボード成型に用いられるホットプレスを用いたバインダーレスファイバーボードの開発など、ケナフ茎芯を原料にした一連のバインダーレスボードの成型技術に関する開発研究を全4章に取りまとめたものである。

その主な内容は以下の通りである。

第1章では、本論文に関する既往の研究を調査した。非木材リグノセルロース資源の木質ボードへの利用の現状を概括し、次にバインダーレスボードのこれまでの開発研究の進展について概要を示した。ついで、ケナフの物理的並びに化学的特性を調べて、靱皮繊維はセルロース含有量が木材に比べて多く、高強度で、補強繊維として優れていること、一方、ケナフ茎芯は密度が小さく、ヘミセルロース含有量が多いことを明らかにし、後者による低密度バインダーレスボードの成型の可能性について論じた。

第2章では、蒸気噴射プレス法を用いて、ケナフ茎芯を原料にしたバインダーレスパーティクルボードの開発を行った。ボード密度、蒸気圧力、及びプレス時間等がボードの材質に及ぼす影響を調べた。ボードの成形は $0.1\text{g}/\text{cm}^3$ の低密度まで可能であること、ボードの曲げ強度やはく離強度はボード密度の増加に伴い、また蒸気圧力の増加に伴い、増加することを明らかにした。最適成形条件は、蒸気圧力 1.0MPa 、処理時間10-15分であった。このとき、密度 $0.55\text{g}/\text{cm}^3$ のバインダーレスボードの曲げ強度(MOR)は 12.6MPa 、曲げヤング率(MOE)は 2.5GPa 、はく離強度は 0.49MPa 、24時間吸水後の厚さ膨張率は7.5%、湿潤MORは 2.4MPa であった。

以上のように、バインダーレスパーティクルボードの材質的な特徴をみると、はく離強度が相対的に優れる反面、湿潤強度が劣ることが明らかとなった。一方、低密度バインダーレスパーティクルボードの熱伝導率はロックウール等の住宅の断熱材料と同程度であり、密度 $0.15\text{--}0.20\text{g}/\text{cm}^3$ のケナフ茎芯バインダーレスボードは、優れた断熱材料として将来実用化が期待される。

第3章では、第2章で開発された低密度のケナフ茎芯バインダーレスパーティクルボードの曲げ性能を改善するために、ケナフ靱皮繊維織布を表裏面に補強した複合ボードを開発した。その結果、ボードの常態及び湿潤状態の曲げ性能、及び面内寸法安定性が改善された。密度 $0.45\text{g}/\text{cm}^3$ のケナフ三層複合ボードの常態MORは 14.5MPa 、MOEは 2.1GPa 、湿潤MORは 2.8MPa 、はく離強度は 0.27MPa 、厚さ膨張率は13.9%であった。また、第2章及び第3章を通じて、 $0.6\text{--}1.0\text{MPa}$ という比較的低い蒸気圧力のもとで、ケナフ茎芯の成分変化によってケナフパーティクル間に自己接着力が生じることを示唆した。

第4章では、通常木材チップの解繊に用いられる蒸煮処理(0.55-1.05MPa)条件を用いて、ケナフ茎芯を繊維化し、その後、ホットプレスを用いてバインダーレスファイバーボードを製造した。蒸煮時の蒸気圧力(0.4-0.8MPa)、及び処理時間(10-30分)、さらにファイバーの含水率(10%および30%)や熱圧時間(3-10分)がボードの材質に及ぼす影響を検討した。また、繊維化したファイバー及び成形されたバインダーレスファイバーボードの化学成分の変化を調べた。その結果、高圧下での長時間の蒸煮処理は、ボードに優れたはく離強度と厚さ方向の寸法安定性を付与する反面、曲げ強度を低下させることが明らかとなった。ファイバーの含水率を高めることにより、ボードの曲げ強度と寸法安定性が改善されることが示された。蒸気圧力0.8MPa、蒸煮時間20分の条件下で繊維化されたファイバーを用いて製造された密度0.5g/cm³のバインダーレスファイバーボードのMORは12MPa、MOEは1.7GPa、はく離強度は0.43MPa、厚さ膨張率は12%であった。

これらの材質データは、第2章で得られた同密度のバインダーレスパーティクルボードの値と同程度であった。しかし、バインダーレスファイバーボードの製造プロセスは、蒸気噴射プレス法のような特殊な熱圧成型システムを使う必要がなく、今日実用されている製造システムを応用することができる。実用化という観点からは、簡便で優れた製造システムであると言える。

論文審査の結果の要旨

木質資源が枯渇の一途を辿るなかで、未利用農産廃棄物の利用技術の開発は、大変重要な課題となっている。ケナフは生長が早く、二酸化炭素の固定能に優れた植物として注目されているが、これまでは外皮である韌皮繊維のみが利用され、重量比が韌皮繊維の3倍に達する茎芯は未利用まま残されてきた。

本論文は、ケナフ茎芯を原料として、接着剤を用いず木質ボードを成型する技術の開発、所謂、バインダーレスボードの開発を目指したものである。すなわち、蒸気噴射プレスを適用したバインダーレスパーティクルボードの成型技術の開発、強度補強のためにバインダーレスパーティクルボードの表裏面にケナフ韌皮繊維織布をオーバーレイした三層複合ボードの開発、及び通常のホットプレスを用いたバインダーレスファイバーボードの開発など、ケナフ茎芯を原料にした一連のバインダーレスボードの成型技術に関する開発研究を取りまとめたものである。

得られた主要な成果は、以下のとおりである。

- (1) 蒸気噴射プレス法を応用し、ケナフ茎芯を原料にして、密度0.2g/cm³程度のバインダーレスパーティクルボードの成形に成功した。さらに、熱圧時の蒸気処理条件(蒸気圧力・温度、処理時間)及びボード密度等が、ボードの力学的性質や寸法安定性など、材質に及ぼす影響を詳細に調べ、その最適条件を明らかにした。また、バインダーレスパーティクルボードの材質特性を明らかにし、低密度(0.15-0.20g/cm³)のバインダーレスパーティクルボードが優れた断熱材料であることを示した。
- (2) 低密度のケナフ茎芯バインダーレスパーティクルボードの曲げ強度特性を改善するために、ケナフ韌皮繊維織布を表裏面に補強した複合ボードを試作した。その結果、ケナフ韌皮繊維と茎芯原料との複合により、常態及び湿潤状態の曲げ性能、及び面内寸法安定性が改善されることを示し、バインダーレスボードの高性能化が可能であることを明らかにした。
- (3) 蒸気噴射プレス法を応用したケナフ茎芯バインダーレスパーティクルボードの成型過程を高温・高圧蒸気処理と捉え、ケナフ茎芯の解繊条件を詳細に検討した。その結果、通常のホットプレスを用いた乾式製造プロセスでのバインダーレスファイバーボードの製造に成功し、その最適製造条件を明らかにした。

以上のように、本論文は、ケナフ茎芯原料の物理的・化学的特徴に着目して、これを活かしたバインダーレスボードの開発に取り組んだものである。蒸気噴射プレス法を応用したバインダーレスパーティクルボードの開発、ケナフ韌皮繊維織布との複合ボードの開発を経て、通常のホットプレスを用いたバインダーレスファイバーボードの開発にいたる一連の開発研究を取りまとめたものであり、木質材料学、木材物性学、並びに関連する木材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17年2月15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。