

中小断面集成材の製造技術に関する研究 (II) — グレーディングマシンの開発 —

木材工業部 図師朋弘, 山角達也, 遠矢良太郎

Study on Production Technology of Laminated Wood(II) — Development of Stress Grading Machine for Wood —

Tomohiro ZUSHI, Tatsuya YAMAZUMI and Ryotaro TOYA

構造材料としての集成材ラミナに適するスギ中目材を区分し, 利用することは量, 質的なまとまりへの対処として適切な手法である。打撃法による丸太区分の有効性を見いだしたことから丸太のグレーディングマシンを試作した。

1. 緒言

県内のスギ資源は, 温暖な気候のため成長が早いことから利用歩留まりの低い中目材が多く, これの有効利用が急務である。このため人為的に製造できる集成材への利用が, ばらつきの多い中目材の有効利用にならないかと考えた。しかし, 全ての中目材を集成材に使用するにはムダが多く, 構造材料としての集成材ラミナに適するスギ中目材を区分し, 利用することが量, 質的なまとまりへの対処として適切な手法であると言えるだろう。

また, 前報で報告¹⁾した県産中目スギの強度実験の結果では, 90本の丸太において実施し, 打撃法によるヤング係数, 平均値58.99tonf/cm²の(A)の出現頻度を示した。この集団をヤング係数50tonf/cm²と70tonf/cm²で3つのグループ仕分けると, 平均値41.53tonf/cm², 59.80tonf/cm², 75.81tonf/cm²と(B)の様な出現頻度となり, 丸太区分が可能なが分かった。次に, それぞれのグループから4PLY, 10.5角の集成材を製造したときの出現頻度が(C)である(図1)。実線のEf-eが打撃によるヤング係数, 波線のMOE-Hは, 水平積層荷重の静的ヤング係数である。表1に結果を示す。

表1 区分された丸太から作られた集成材の強度(平均値)

区分	丸太Ef (tonf/cm ²)	Ef-e (tonf/cm ²)	MOE-H (tonf/cm ²)
Ef<50	41.5 (13.1)	48.3 (9.8)	52.8 (12.2)
50≤Ef<70	59.8 (9.5)	63.7 (6.1)	69.6 (6.7)
70≤Ef	75.8 (5.3)	77.2 (4.3)	82.1 (17.3)

※ただし, ()内は変動係数(%)

各丸太の区分段階に応じて集成材が製造できることが分かる。このように, 丸太段階で区分することは, 目的の強度を有する集成材を効率的に製造することが出来, 製造過程での省力化等が図れることになる。そのためには, 信頼性における迅速な区分の出来る装置が必要不可欠となる。

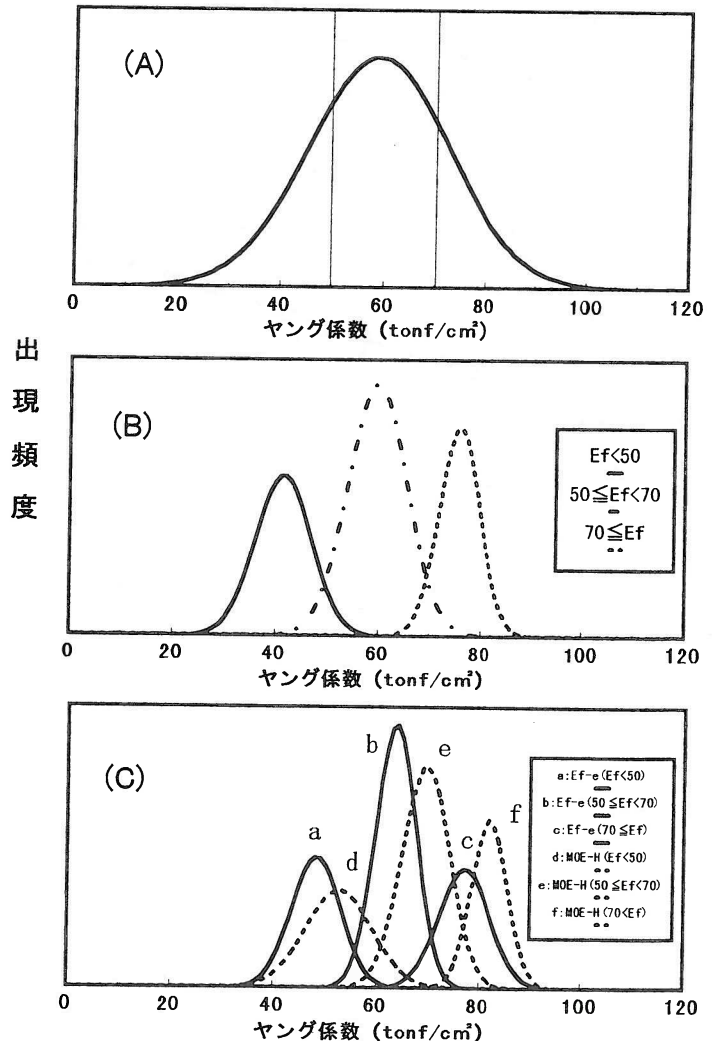


図1 丸太および集成材の出現頻度

2. マイクロフォンの測定個所について

中目材120本について打撃場所をマイクロフォンと同一木口面において打撃し丸太の固有振動数を測定する場合（同一木口）とマイクロフォンとは反対側の木口（両木口）を打撃する場合とで固有振動数の発生の違いを比較した（図2）。高次の周波数になるほど、同一木口を打撃した場合と反対側を打撃した場合の相関が高くなった。例えば、3次の固有振動数は、750Hz～1200Hzにおいて発生し、相関係数は、0.999と高い結果が得られた（図3）。この結果から、高次の固有振動数を用いれば、打撃する木口はマイクロフォンと同一木口であろうとなかろうとどちらでも良いことがわかる。測定の作業効率を考えれば、マイクロフォンと同一木口を打撃するべきであろう。

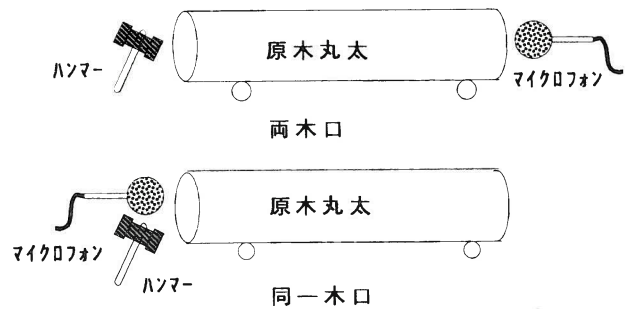


図2 打撃測定個所による違い

しかし、4次の固有振動数においては減衰して測定できない、または高すぎて測定できないなどの状況が考えられるため、丸太の打撃法によるヤング係数の算出は、3次の固有振動数を用いるべきであると考えられる。

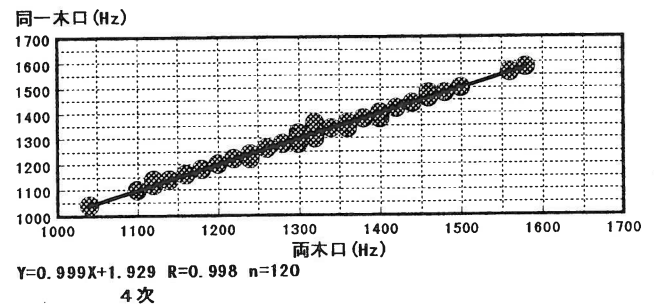
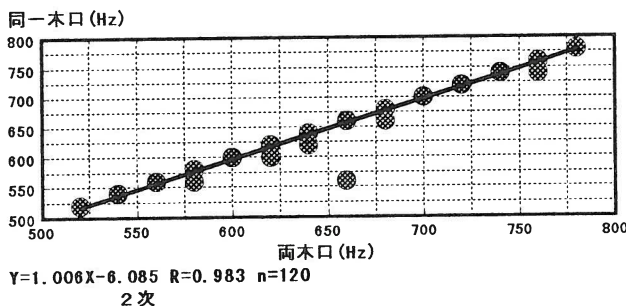
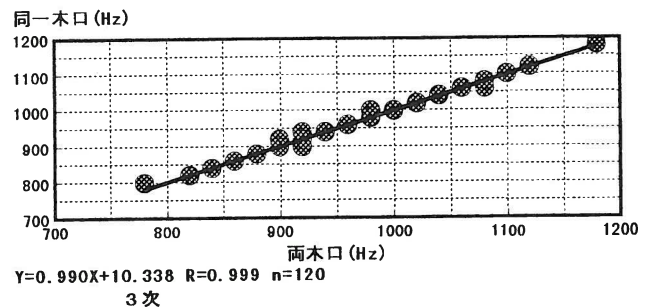
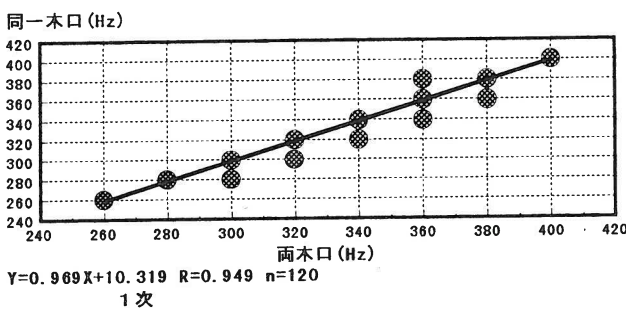


図3 マイクロフォンの測定個所の違い

3. はえ積み状態における丸太の固有振動数の検討

丸太80本について丸太の固有振動数を単木で測定（マイクロフォンとは反対側の木口を打撃し、固有振動数を測定）したときのヤング係数 E_f とその丸太がはえ積み状態（打撃場所をマイクロフォンと同一木口面において打撃し、固有振動数を測定）にあるときに測定したときのヤング係数 E_{f-h} を各次固有振動数同士で比較した。ただし、 E_f 、 E_{f-h} を算出する際、丸太の個々の比重は測定してある。打撃箇所の結果と同じく、高次の固有振動数になるほど E_f と E_{f-h} の相関係数は高くなる結果となった。

例えば、1次の周波数のときは $R=0.790$ であるのに対し、3次では $R=0.993$ 、4次では $R=0.996$ であった。はえ積み状

態にあるときの1次の固有振動数は、他の丸太の共振を受けたり、拘束されたりするためにばらつくものとされている^{2)・3)}。図4は、 E_f と E_{f-h} の相関をとったものであり、高次の周波数ほど相関が高いことが分かる。なお、1次の周波数を用いたときの E_{f-h}/E_f （はえ積み状態/単木状態）は、平均で1.345、3次で1.041、4次では1.017となった（図5）。確かに、はえ積み状態の E_{f-h} は単木の状態の E_f と比較するとはえ積み状態の下段および中断において高い値を示しているが、高次の周波数を用いれば、はえ積み状態でも E_f を推定することができる。

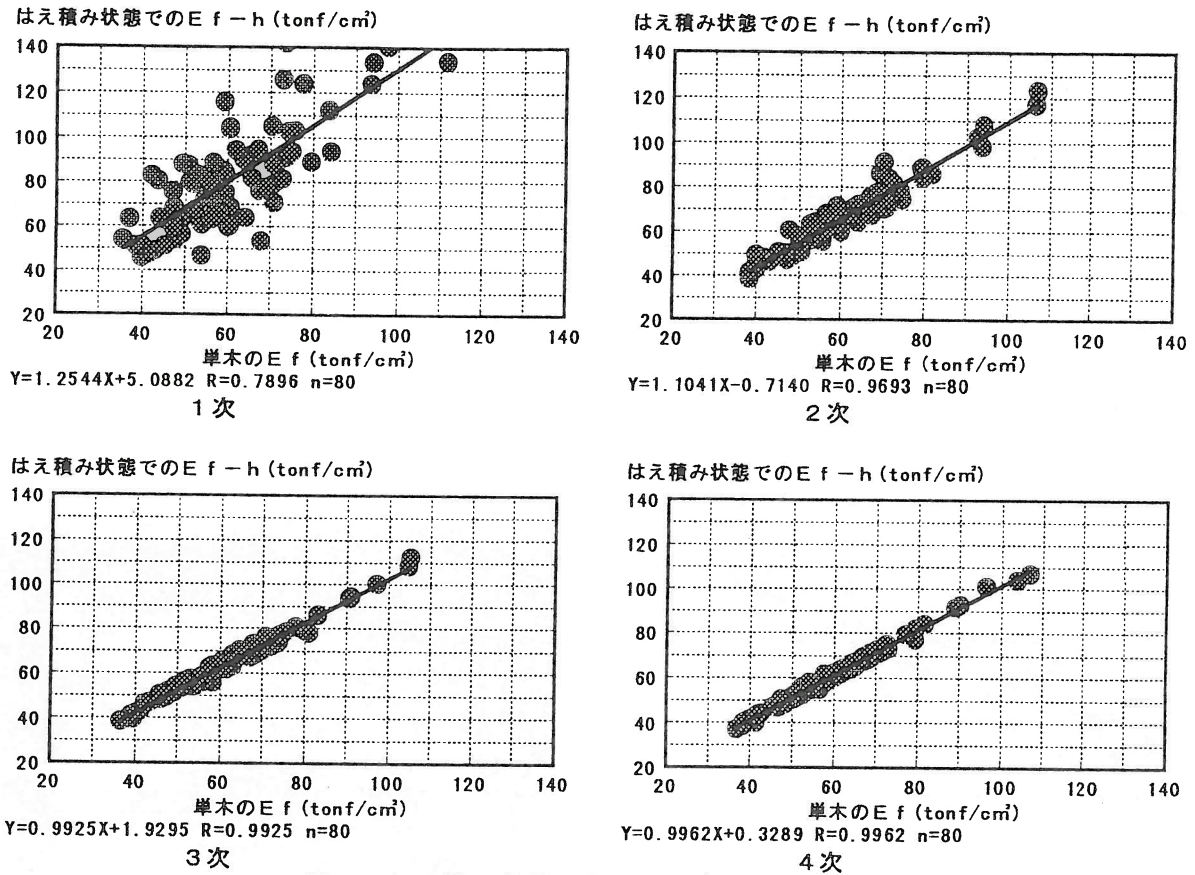
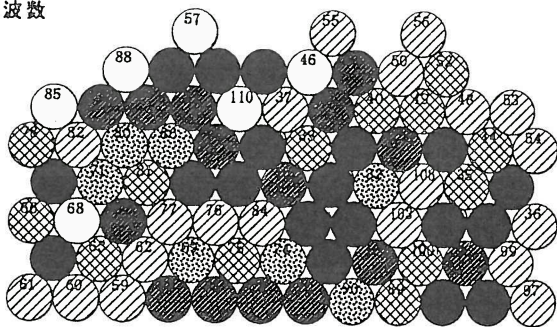
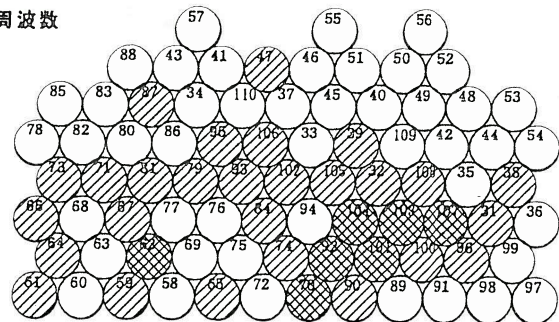


図4 はえ積み状態における丸太のE f

1次周波数



2次周波数



3次周波数

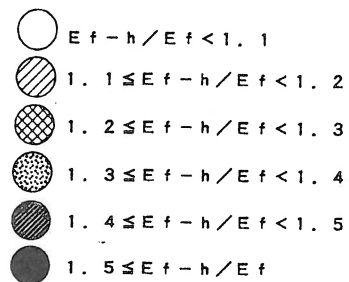
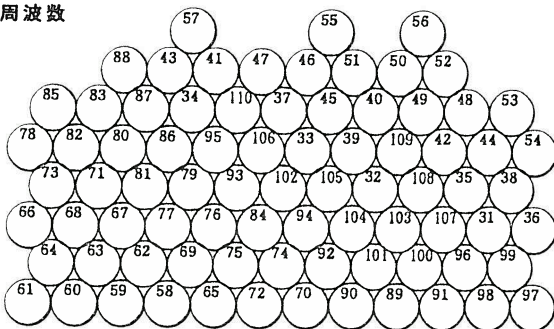


図5 はえ積み状態における丸太のE fの変化

4. 固有振動数による丸太の強度とラミナ強度の関係

原木丸太のEfとその丸太から挽いたラミナのEf-Ld(Avg)の関係を示す。(例えば、1本の丸太から5枚のラミナが採れたとすればEf-Ldは5枚の平均値である)図6は、固有振動数(1~3次のピーク)ごとに得られる丸太のヤング係数で丸太とラミナの強度の関係をみたものである。1次において相関係数は $R=0.846$ に対し、3次においては相関係数 $R=0.913$ と高くなった。高次の固有振動数を用いてヤング係数を算出するほど相関係数は高くなりばらつきも小さくなった。この結果より、丸太のEfからラミナEf-Ldを推測するには高次の固有振動数を用いれば高い信頼度で推定できること可能であることが分かった。3次の固有振動数を用いるのが一番最適である。

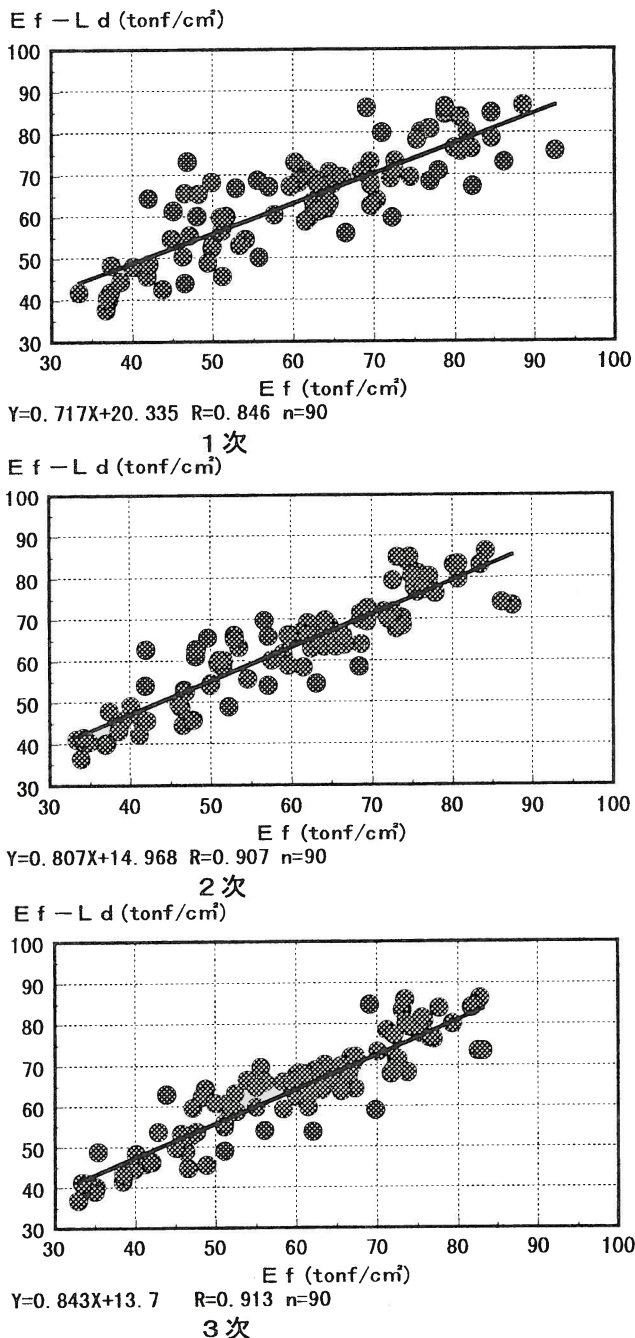


図6 固有振動数の違いによる丸太とラミナの関係

5. 丸太のグレーディングマシンの試作

山佐木材(株)と共同開発し、丸太のヤング係数測定装置において、丸太の搬入、計測、強度区分・仕分け機能を有する丸太の等級区分装置を試作した。装置の仕様を以下に説明する。

機械仕様:

1. 測定寸法: 50~450cm (幅, 高さ) × 3000, 4000 cm (長さ)
2. 測定重量: 250Kg (max)
3. 強度測定法: 3次の固有振動数を用いた打撃法
4. 強度区分: スプレガンによる着色
5. 測定スピード: 45s/本, 約80本/h
6. 機械寸法: 1900 (幅) × 2030 (高さ) × 6000 (長さ) mm

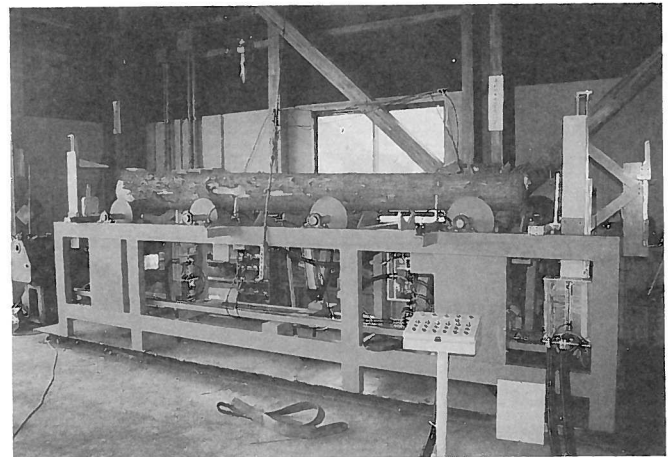


写真1 グレーディングマシン

5. 結 言

丸太段階で強度別々に区分することの有効性を見いだしたことからグレーディングマシンを試作した。試作した装置は、丸太強度推定の精度を上げる為に、丸太の個々の比重と3次の固有振動数を用いて丸太の動的ヤング係数を算出する機構とした。また、丸太のグレーディングマシンの試作を行う上で、多大なるご協力を頂きました山佐木材(株)の方々に深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 図師 朋弘他6名: 鹿児島県工業技術センター研究報告, 9, 45-48(1995)
- 2) 荒武志朗, 有馬孝禮, 迫田忠芳, 中村徳孫: 木材学会誌, 38(11), 995-1001(1992)
- 3) 荒武志朗, 有馬孝禮: 木材学会誌, 40(91), 1003-1007 (1994)