

パーティクルボードの力学的性質に及ぼす製造因子の影響

本多 琢己

Influence of Dependent Variables on The Mechanical Properties of Particleboard.

Takumi HONDA

Summary : The particleboard of single-layer random was produced from the particle of cutting with the knife ring-flaker. Production factor such as specific gravities (SG), resin content (RC) and form of the particle relation of mechanical properties of particleboard was examined. The results were summarized as follows:

- 1) When SG is 0.65 or less, MOE increased attendant upon the increase length(γ) of the particle.
- 2) In case of 5% RC, both MOE and MOR almost there is no difference in the value regardless of the form of the particle. On the one hand, when RC is made high up to 13%, the heterogeneous part of the material occurs inside the board, causes concentration of stress to the part of that. Because of that MOR is saturated in 13% RC.
- 3) The board which uses the particle whose width(ω) is narrow and length(γ) is short, making RC high, showed the brittle destructive form where the lines of rupture irregularity are few. Because of that the revised effect of Wb for the increase of RC is not clear.
- 4) The board type whose thickness(δ) is thick as for IB becomes large.
- 5) With the board whose variation of width(ω) is large, gluing join becomes more complicated, that makes compressed stress distribute well.

要旨 : ナイフリングフレイカーで切削されたパーティクルを用いてランダム単層パーティクルボードを作製し、ボードの力学的性質に及ぼす比重、含脂率、チップ形状など製造因子の影響を明らかにした。得られた結果は以下の通りである。

- 1) 曲げヤング係数は比重 0.55~0.65 の範囲でパーティクルの長さの増加に伴って向上した。
- 2) 含脂率が 5% の場合、曲げヤング係数および曲げ強度ともにパーティクルの形状に関する差異は認められない。
- 3) パーティクルの幅(ω)が狭く、長さが(γ)短いボードの曲げ破壊様式は脆性的で、その破壊線は単純である。含脂率の増加による曲げ破壊仕事量の改良効果は明確ではない。
- 4) パーティクルの厚さ(δ)の大きい方がボードの剥離強度は大きい。
- 5) 幅(ω)の分散が大きいパーティクルを用いた場合、それら相互の接着結合がより複雑になるため圧縮荷重がうまく分散する。

1 緒 言

近年、木質材料の国際化が急速に進展しており、国内木材産業にとっては何を原料にして製造すればよいのかが極めて緊急の課題となっている。北米などにおいては、OSB の原料には小径木から直接ストランドマシーンで切削された寸法精度の高いストランドが用いられている。しかし我が国においては間伐材等の森林資源に OSB の原料を求めることは経済的に困難である。

これまで、コストダウンのためにフェイスを廃単板としコアを廃材由来のパーティクルとする層構成が提案されている¹⁾。一方、フレイカー切削による方法によれば、工場の端材やチップからでも比較的均一な厚さのパーティクルを得ることが可能である。しかも、ブロック状の原料から調製すれば配向用に適する長めのパーティクルが得られる。フェイスに長めのパーティクルを配向し、短めのパーティクルをコアに利用すれば OSB に匹敵する性能を出せる可能性がある。

本研究では、ブロック状の原料からフレイカーで調製

されたパーティクルについて形状分布の特性を明らかにし、ボードの力学的性質と比重、含脂率およびパーティクルの寸法・形状などの製造因子との関係を検討すると共に、パーティクルの木口が形成する空隙を欠陥ととらえ破壊力学的な視点から若干の考察を加えた。これまでの研究では比較のスギが多かったので、ここではカラマツを対象とした。

2 実験

2.1. フレークの調製

カラマツ端材を4 cm(R)X 4 cm(T)X 6 cm(L)のブロック状に鋸断し十分に給水させた後、ナイフリングフレーカー(刃出量=0.6 mm)で切削し、パーティクルを得た。ふるいで分級し、含水率を約5%~6%程度に調整しビニール袋に保管した。タイプごとにそれぞれ100片を抽出し、幅(ω)、厚さ(δ)および長さ(γ)の分布を調べた。

2.2. パーティクルボードの作製

メラミン・フェノール樹脂接着剤(MP-600、住友ベークライト(株))を用いて、含脂率10%(目的により5%、7%および13%のタイプも作製した。)、目標比重0.55、0.65および0.75、厚さ10 mmの単層ランダムボードを作製した。熱圧条件は圧縮圧3.43 Mpa、圧縮温度165℃、圧縮時間8 minとした。

2.3. 力学的性能試験

20℃、65%RHで調湿後、次の通り力学的性能試験を行った。曲げ強度試験は、スパンを厚さの16倍とし、クロスヘッドスピード5 mm/minで、3点曲げの中央集中荷重方式で行った。圧縮強度試験は、辺長がボード厚さに等しい正方形断面を有する小試験体を用いて、クロスヘッドスピード5 mm/minで負荷した。剥離試験は5 cm x 5 cmの試験体を用いて、クロスヘッドスピード5 mm/minでパーティクルの積層方向に平行に引張り荷重を負荷した。

3 結果及び考察

3.1. パーティクルの分布特性

パーティクルの長さ(γ)、幅(ω)および厚さ(δ)の寸法測定データに正規分布をフィットした結果をそれぞれFig.1、Fig.2、Fig.3に示した。

分級試験の結果は重量比で15 mm on (TypeA)が

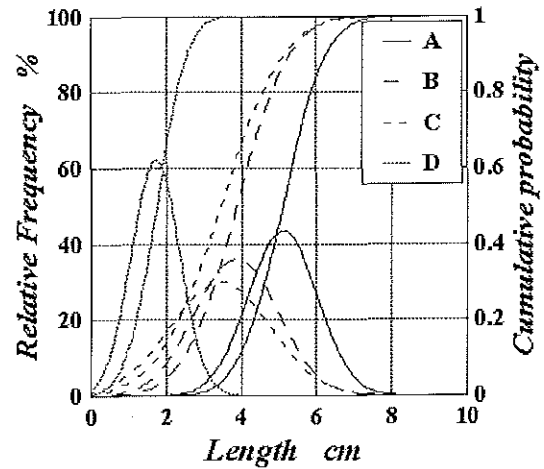


Fig.1 Normal distribution fits to particle size. Note: (A.V) A:50.9 mm, B:38.6 mm, C:34.3 mm, D:17.2 mm.

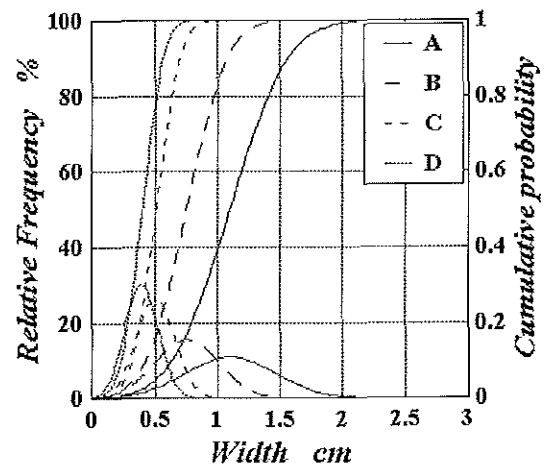


Fig.2 Normal distribution fits to particle size. Note: (A.V) A:11.0 mm, B:7.5 mm, C:5.1 mm, D:4.0 mm.

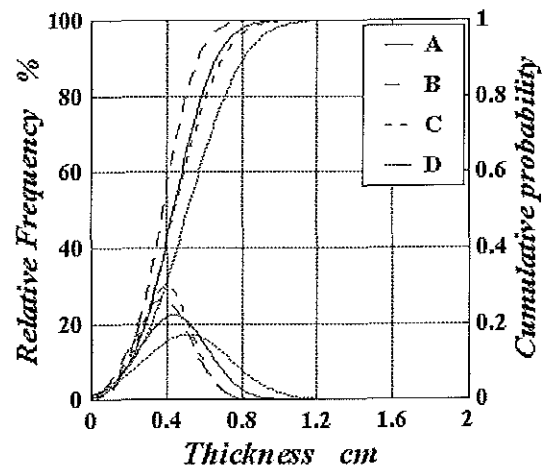


Fig.3 Normal distribution fits to particle size. Note: (A.V) A:0.4 mm, B:0.4 mm, C:0.4 mm, D:0.5 mm.

17.9%、10 mm on-15 mm pass(TypeB)が 25.9%、5 mm on-10 mm pass(TypeC)が 15.7%、2.5 mm on 5 mm pass(TypeD)が 16.0%、2.5 mm pass が 24.5%であった。配向用には比較的大型のパーティクルが適しているが、今回の調製方法によればその割合は約5割程度であった。このためブロックの寸法・形状や前処理方法についてさらに検討する必要がある。

3.2. ボードの曲げ性能に及ぼす製造因子の影響

Fig.4 に曲げヤング係数(MOE)とボードの比重の関係を示す。SGが0.65程度までならばMOEはパーティクルの γ が大きいほど大きい。SGがそれよりも高い場合、TypeA ボードとTypeB ボードのMOEがほぼ等しくなり、さらに、TypeD ボードのMOEがTypeC ボードのそれを上回るようになる。パーティクル相互が重なりあう部分の圧壊やパーティクルの厚さ分布などが影響するためと思われる。

Fig.5 に曲げ破壊強度(MOR)とボードの比重の関係を示す。パーティクルボードは小片による積層構造をとっているため、ボードの内部に多数の空隙が存在している。このうち小片の木口が形成する空隙(欠陥)が、最も強度に影響すると考えられる。須田ら²⁾は、寸法形状の分散が極めて小さいパーティクルを用いた低比重パーティクルボードの強度に関して、破壊力学的な視点からの検討を行っている。それによれば、欠陥寸法は δ および ω にほぼ比例し、また、 γ は欠陥の分散に関係すると報告している。しかし、本研究で供試したボードの比重は0.55~0.75の範囲にあることから、Fig.5の各タイプにおける大小関係には、寸法形状に起因する欠陥サイズに加え、寸法形状の分散状態やパーティクル相互の重なりにおける圧壊などが複雑に影響していると考えられる。

TypeB ボードおよびTypeD ボードについてRCを5%~13%まで変化させた場合の力学的性質に及ぼす影響を調べた。MOEとRCの関係を図6に、またMOR

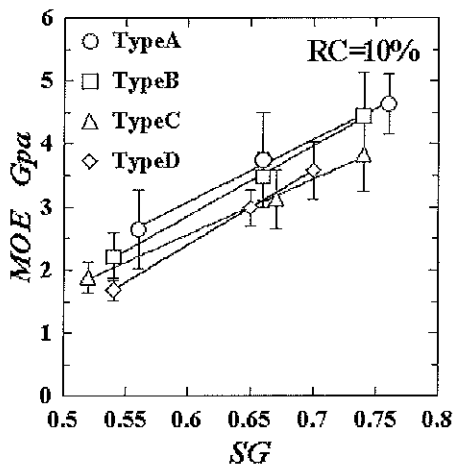


Fig.4 SG vs MOE

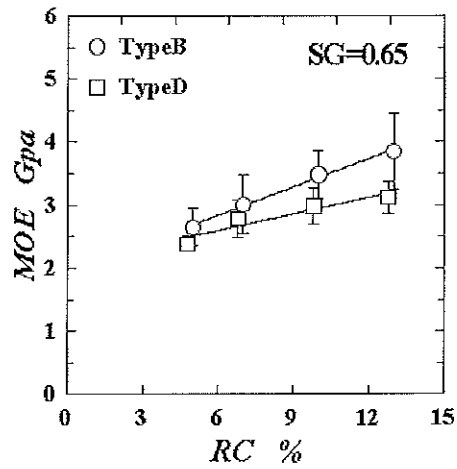


Fig.6 RC vs MOE

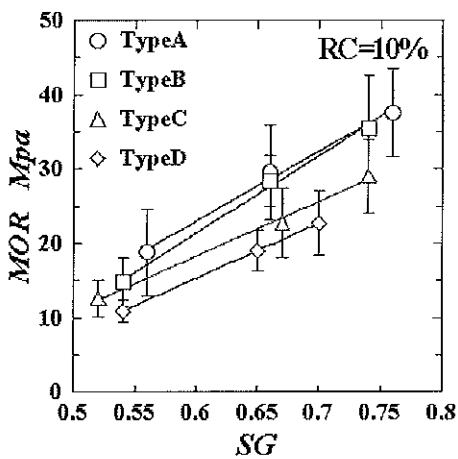


Fig.5 SG vs MOR

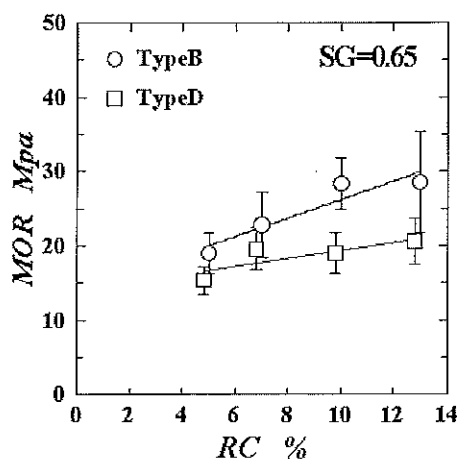


Fig.7 RC vs MOR

と RC の関係を Fig.7 に示す。TypeB ボードでは RC に関する MOE と MOR の両者の回帰直線の傾きが TypeD ボードのそれらよりも大きく、RC の増加に対する改良効果大きい。しかしながら RC 5% の場合、TypeB ボードと TypeD において MOE、MOR とともにその値にはほとんど差がない。RC が低いとパーティクル間の接着結合点が少ないため欠陥が相互に関係し合うためと考えられる。一方、RC を 13% まで高くするとフォーミングしづらくなることから、ボード内に材質ムラが生じ、その部分に応力集中をきたすようになる。そのため MOR は RC 13% において飽和してくる。

Fig.8 に曲げ仕事量(Wb)とボードの比重の関係を示す。荷重-変位曲線から破壊点までの仕事量を算出した。Fig.5 の MOR とほぼ同様の傾向を示した。

Fig.9 に Wb と RC の関係を示す。RC が低い場合、曲げ荷重による破壊は主にパーティクルの損傷や接着結

合の弱い部分で生じるのに対して、RC が高い場合、パーティクル間の接着結合は十分であるから破壊はパーティクル自信で生じる。田中³⁾らは、フレックボードの RC を増加すると、破壊靱性は増加するが、一方、破壊線は減少すると報告している。Wb は曲げ荷重に対抗して破壊までに吸収したエネルギーであるから破壊靱性と密接に関係しており、RC が高くなれば Wb も大きくなると考えられる。ところが TypeD ボードの場合、RC の増加に対する Wb の改良効果は Fig.8 の SG のように明確ではない。荷重-変位曲線を見てみると、RC の増加に伴い破壊荷重が増加したのに対して破壊までの変形量は減少している。また、TypeD ボードの破断面は、RC に関わらず破壊面のフチに凹凸が少ない脆性的な様合いを示した。TypeD ボードのように γ が短く ω が狭いとパーティクル自信の剛性が小さくなるため Wb の傾向に影響してくると思われる。

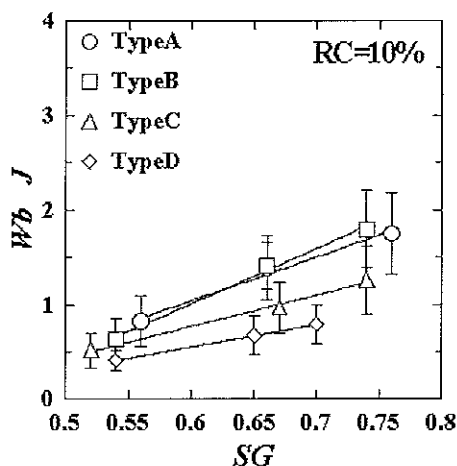


Fig.8 SG vs Wb

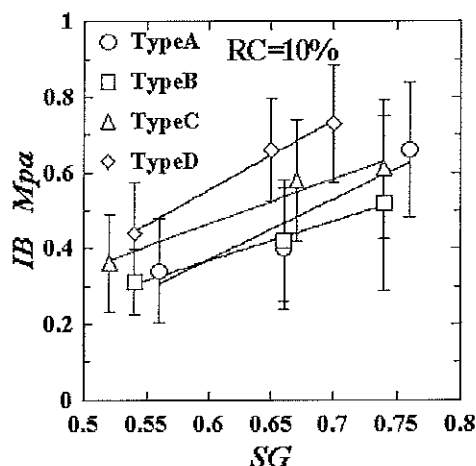


Fig.10 SG vs IB

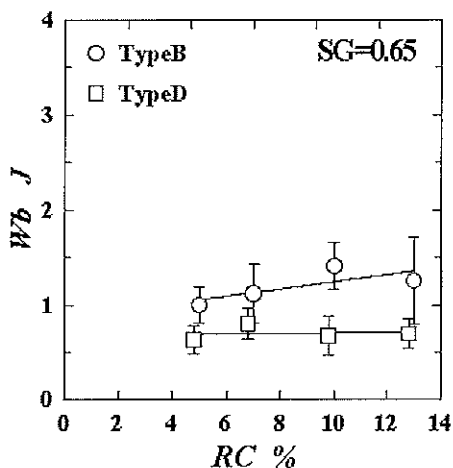


Fig.9 SG vs Wb

3.3. ボードの剥離強度に及ぼす製造因子の影響

Fig.10 に剥離強度 (IB) とボードの比重の関係を示す。IB は TypeD ボードで最も大きかったが、これは次のように説明できる。パーティクルの厚さ δ が厚いほど表面積が減り単位面積当たりの接着剤塗布量が増え、しかも IB は接着剤の塗布量に比例するので、 δ が厚いほど IB が大きくなると考えられる。また、パーティクルの γ や ω が小さいとお互いの密着性も高くなる。このため、他に比べて厚く、短く、幅の狭いパーティクルから構成されている TypeD ボードが 4 Type の中で最大の IB を示したと考えられる。一方、長く、幅の広いパーティクルを用いた TypeA ボードおよび TypeB ボードの場合、

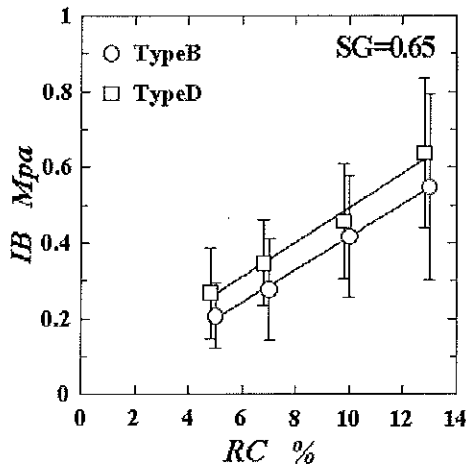


Fig.11 RC vs IB

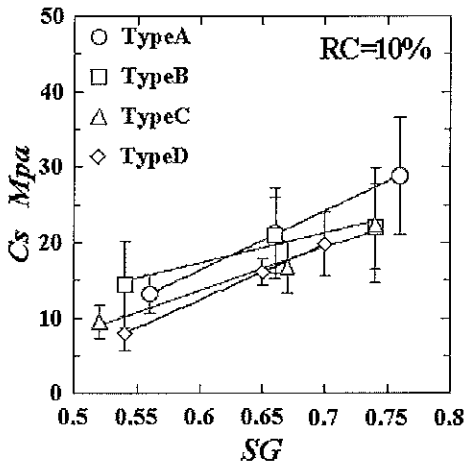


Fig.12 SG vs Cs

TypeB の平均長さ γ に比べて小さいことから、試片作製時にパーティクルが切断される割合が高く、それに伴うパーティクルの損傷や接着結合点の破壊が生じた可能性がある。一方、圧縮荷重が負荷される場合、その断面に存在する欠陥寸法はパーティクルの δ および ω に比例すると考えられる。ところが、TypeA ボードに用いたパーティクルの平均幅は 4 Type の中で最も大きかったにも関わらず Cs は大きい。TypeA ボードでは ω の分布幅が広いために複雑な接着結合のネットワークが形成され、それが圧縮応力をうまく分散させているようである。

Fig.13 に Cs と RC の関係を示す。すべての RC においてパーティクルの寸法・形状に関する Cs の差異はほとんど認められなかった。

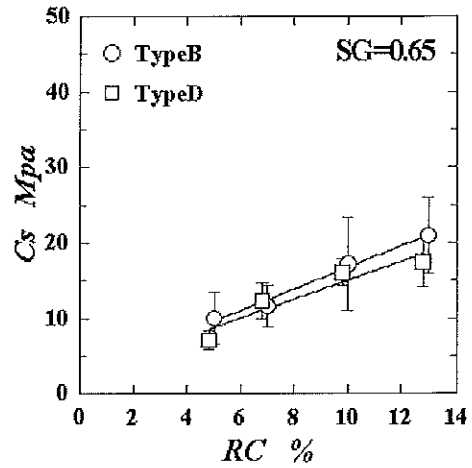


Fig.13 RC vs Cs

MOE や MOR に関して優れていたのとは異なり、その IB は他の Type に比べて小さい。ここで、IB の測定においてパーティクルの接着面に対する垂直方向の引張応力場に注目してみると、これに影響を与える欠陥の寸法が長さや幅に比例することから、長く、幅の広いパーティクルを用いた TypeA ボードおよび TypeB ボードの場合には、比較的大きい欠陥が存在することが IB に影響したものと考えられる。

Fig.11 に IB と RC の関係を示す。RC の増加に対する IB の改良効果は TypeB ボードと TypeD ボードで同程度であった。

3.4. ボードの圧縮強度に及ぼす製造因子の影響

Fig.12 に圧縮強度 (Cs) とボードの比重の関係を示す。ボードの場合、やや回帰直線の傾きが他のボードに比べて小さい。また、圧縮強度試片の長さが 2 cm であり、

4 結 言

ナイフリングフレイカーで切削されたパーティクルを用いてランダム単層パーティクルボードを作製し、ボードの力学的性質に及ぼす比重、含脂率、チップ形状など製造因子の影響を明らかにした。

参考文献

- 1) 齊藤藤市, 池田正行, 土屋浩子: 木材学会誌, 33, 19-24(1987).
- 2) 須田久美, 川井秀一, 佐々木光: 木材学会誌, 33, 376-384(1987).
- 3) 田中淳裕, 鈴木正治: 木材学会誌, 30, 807-813(1984).

