

粉体型磁性木材の磁気特性に関する材料効果 (2)

(粉体型磁性木材の湿度に関する検討)

Material Effects for Magnetic Characteristics of Powder Type Magnetic Wood(2)

○ 徳田玄明*、岡英夫*、浪崎安治**、千葉重男***

○ Haruaki Tokuda*, Hideo Oka*, Yashuji Namizaki**, Shigeo chiba***

岩手大学*、岩手県工業技術センター**、(株)マルイ造形家具工業***

Iwate University*, Iwate Industrial Research Institute**,

Marui Formative Furniture Co. Ltd.***

キーワード：磁性木材 (magnetic wood)、粉体型磁性木材 (powder type magnetic wood)
 磁性粉 (magnetic powder)、湿度 (humidity)、複合木材 (compound wood)
 パーティクルボード (particleboard)、磁気応用 (applied magnetics)

連絡先：〒020-8551 盛岡市上田 4-3-5 岩手大学工学部電気電子工学科

岡研究室 岡英夫

Tel&Fax : 019-621-6389 E-mail : hoka@iwate-u.ac.jp

1 序論

岡研究グループでは、磁性材料と木材の双方を複合化した磁性木材の研究が展開されている^{[1] - [3]}。磁性木材は、磁性材料と木材の複合方法の違いから粉体型、塗布型、含浸型の3種類に分類され、解析および実用化を目指した研究が進められている。

近年、リサイクル気運の高まりから、社会的要求として磁気デバイスや電化製品等に使用されている磁性材料 (家電・情報機器用等) の再利用が望まれている^[4]。現在、これら磁性材料は回収後溶鉱炉等で溶かして処分されている。しかし、磁性材料は作製に大きな労力を要するものであり、再利用して有効に活用したい。そこで期待されているのが材料に廃材コアの粉碎品である磁性粉と、同じく建築から出てくる木材廃材^[5]の木粉を用いた粉体型磁性木材である。粉体型磁性木材は、磁性粉と木粉及びバインダー粉で構成されており、磁氣的性質と木質的性質双方の特徴を有している^[6]。これまでは、主に磁性粉のパラメータを変化させた場合の磁氣的性質の変化に注目した研究がなされてきた^[7]。しかし、磁氣的性質と木質的性質を関連させた研究は十分明らかにされていない。

そこで、本研究では湿度による木粉の体積変化および粉体型磁性木材の交流初透磁率 μ_{iac} の変化に対する簡単な実験的検討を行ったので報告する。

表 1 粉体型磁性木材ボードおよび比較材料の材料パラメータ

ボード種類	磁性粉名	磁性粉割合	木粉名	木粉密度	バインダー名	バインダー密度
粉体型磁性木材ボード	Mn-ZnFerrite2500B 平均粒径 90 μ m 密度 4.8g/cm ³	50vol% (2.4g/cm ³)	ヤチダモ 粒径 1mm 以下	0.1g/cm ³	フェノール系熱硬化樹脂	0.16g/cm ³
				0.2g/cm ³		
				0.3g/cm ³		
木粉ボード	None			0.8g/cm ³		
磁性粉ボード	Mn-ZnFerrite2500B	50vol% (2.4g/cm ³)	None			

2 試料作製

表 1 に粉体型磁性木材ボードおよび比較材料の材料パラメータを示す。粉体型磁性木材の磁性粉割合を 50vol% ($2.4\text{g}/\text{cm}^3$) 一定とし、木粉密度を 0.1、0.2、 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$ と変化させフェノール系樹脂粉末を各々同量 (130g) 使用して粉体型磁性木材ボードを作製した。さらに、比較材料としてそれぞれ磁性粉ボード (磁性粉割合 50vol%) と木粉ボード (木粉密度 $0.8\text{g}/\text{cm}^3$) を作製した。なお、磁性粉は電源用コアの廃材である密度 $4.8\text{g}/\text{cm}^3$ の Mn-Zn Ferrite 2500B ((株)TOKIN) の粉碎品 (平均粒径 $90\mu\text{m}$)、木粉は家具作製時の廃材であるヤチダモ木粉((株)マルイ造形) (粒径 1mm 以下)、バインダー粉にはフェノール系熱硬化樹脂 (シヨウノール BRP-5933 (株)昭和高分子) を使用した。

図 1 に粉体型磁性木材の作製フローチャートを示す。図 2 は、作製時に使用した金属製型枠の概略図である。今回は、これまで問題とされていたボードの各部位によるばらつきを低減させるため、型枠の容積を超える量の混合した材料をいれ、金属板にて擦りきる方法で型枠に充填を行った。

図 3 に測定試料の形状を示す。作製したボードを 4 つの領域に分割し、各領域より環状試料を 9 つずつ切り出し^[11]、外径 16mm、内径 10mm、高さ 6mm (寸法精度 $\pm 0.05\text{mm}$) になるように研磨を行った。

3 作製した試料の評価

表 2 は、実際に作製したボードの詳細である。ボード作製時の材料の残りおよび作製されたボードの厚さによるばらつきを考慮し、実際のボードの各パラメータを示した。材料の残りは、ボード各部位のばらつきを抑えるため、材料を型枠に充填し金属板で擦りきる過程で生じた。ボード厚さのばらつきは、スペーサが薄いアルミの板を積層し構成されているため、アルミ板のゆがみや表面

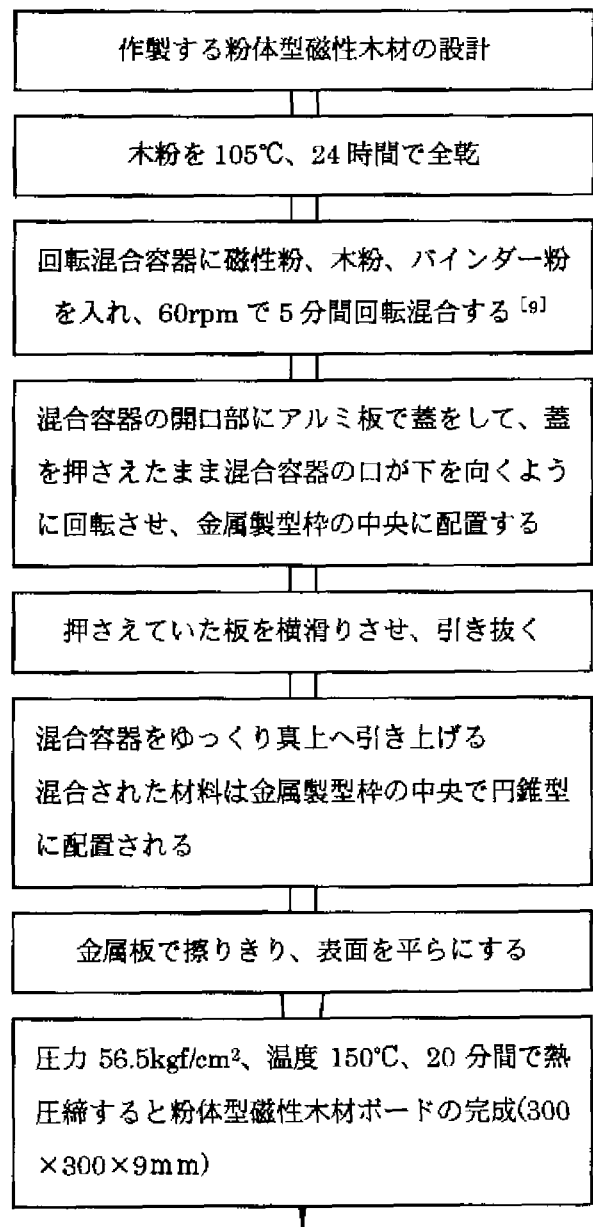


図 1 作製フローチャート

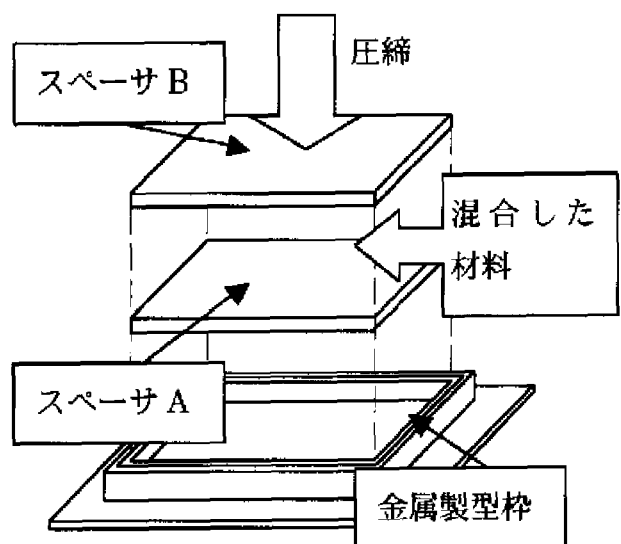


図 2 金属製型枠の概略図

の付着物による厚みの変化が原因と思われる。表3に作製法の改善前^[7]、改善後のばらつきを示した。その結果、従来の作製法よりばらつきは大幅に改善された。

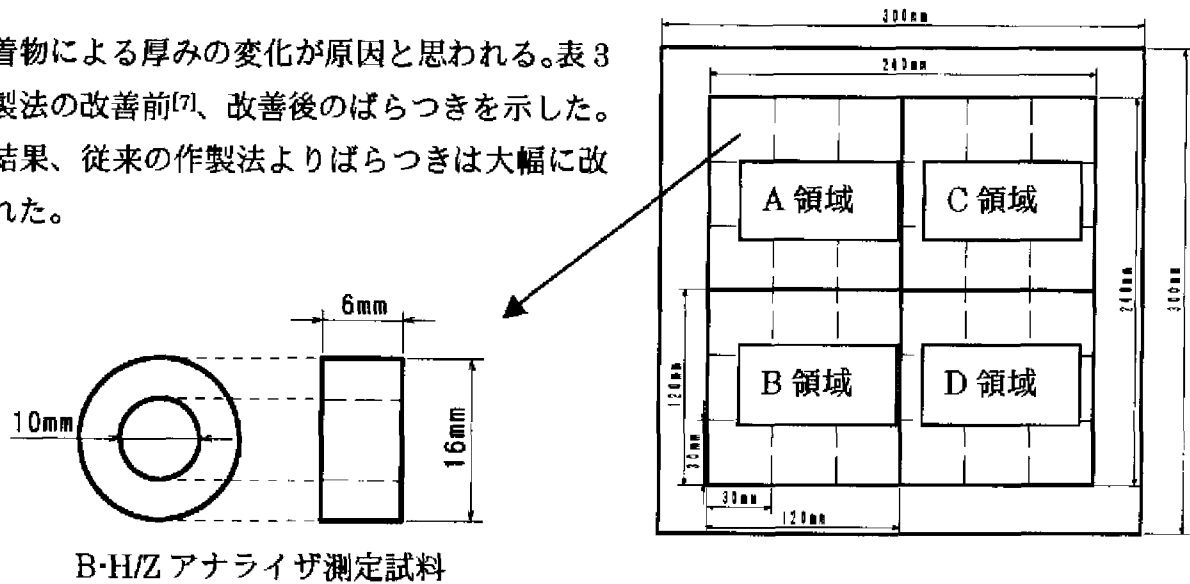


図3 測定試料の形状

表2 実際に作製したボードの詳細

試料 No.	磁性粉割合 (vol%)		木粉密度(g/cm ³)		バインダー密度 (g/cm ³)		材料残り重量 (g)	平均厚さ (mm)	
		()		()		()			()
048	48.7	(50)	0.10	(0.1)	0.16	(0.16)	37.6	8.55	(9)
049	51.1		0.19	(0.2)	0.16		86.3	8.79	
050	45.2		0.27	(0.3)	0.15		78.07	9.51	
051	None		0.79	(0.8)	0.16		177.2	7.03	(7)
052	58.2	(50)	None		0.19		361.3	6.11	(6)

() は、設計時の値である

表3 作製法の改善前^[7]、改善後のばらつき

部位	試料 No.048 改善後		試料 No.020 改善前	
	密度(g/cm ³)	交流初透磁率 μ_{iac}	密度(g/cm ³)	交流初透磁率 μ_{iac}
1-s1	2.767	12.3	2.15	7.49
1-s2	3.016	14.2	1.55	4.72
1-s3	3.048	14.3	1.43	3.94

4 実験方法

図4は測定系の概略図である。図5に実験のフローチャートを示す。作製したボードより環状に加工した試料を室温、湿度30%のデシケータに入れ、24時間予備乾燥させる。小型環境試験器SH-240((株)タバイエスペック)に試料をいれ、温度40℃と80℃のそれぞれの場合において、湿度を30%、50%、70%、90%の順に6時間ごと^[8]に変化させた。6時間経過毎に環境試験器より試料を取りだし、電子天秤AW220((株)島津製作所)を用いた重量計測とB-H/ZアナライザHP E5060A(励磁レベル $H_m=10A/m$ 、測定周波数 $f=100kHz$ 、巻数 $N_1=N_2=26Turn$ ^[13]、室温23℃、湿度52%)による交流初透磁率 μ_{iac} の測定を行った。

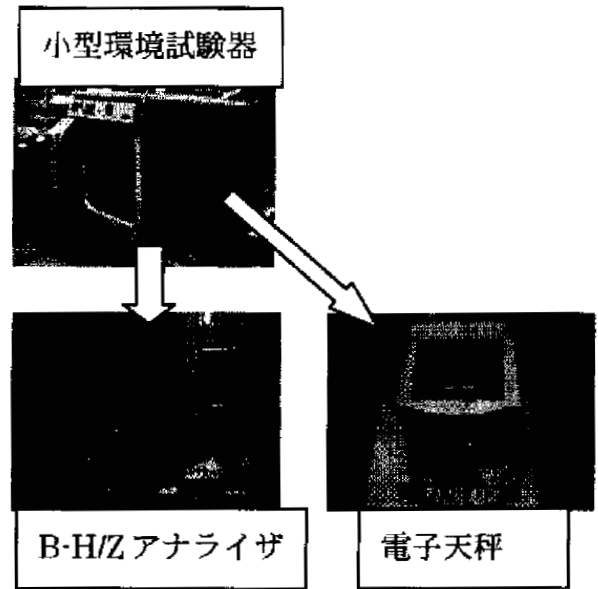


図4 測定系の概略図

5 実験結果および考察

図6は粉体型磁性木材の交流初透磁率 μ_{iac} と湿度の関係である。同図(a)は交流初透磁率 μ_{iac} ・湿度特性であり、(b)図に湿度30%の時の交流初透磁率 μ_{iac} を1として、規格化を行った結果である。(c)図には、各湿度における交流初透磁率 μ_{iac} の偏差と木粉密度の関係を示した。(a)図より、湿度が30%から70%の間では、大きな変化が見られなかったが、70%から90%の間では、木粉密度が高いほど交流初透磁率 μ_{iac} が減少することが確認された。これは、木材が水分を吸収した場合、木粉内の空隙容積はほとんど変化しないため、木粉の水分吸収により、木粉の体積が膨張する。このため、木粉が周りの磁性粉を押し出すことにより磁性粉の粒子間距離を広げ、磁性粉密度の低下を引き起こしたと考えられる。木粉を含まない磁性粉ボードでは明確な変化は確認できなかった。また、温度の違いによる変化も確認できなかった。(b)図では、木粉密度が高いほど偏差も大きくなった。特に、湿度90%で顕著に現れた。木粉密度 $0.3g/cm^3$ において湿度30%から90%の変化で、交流初透磁率 μ_{iac}

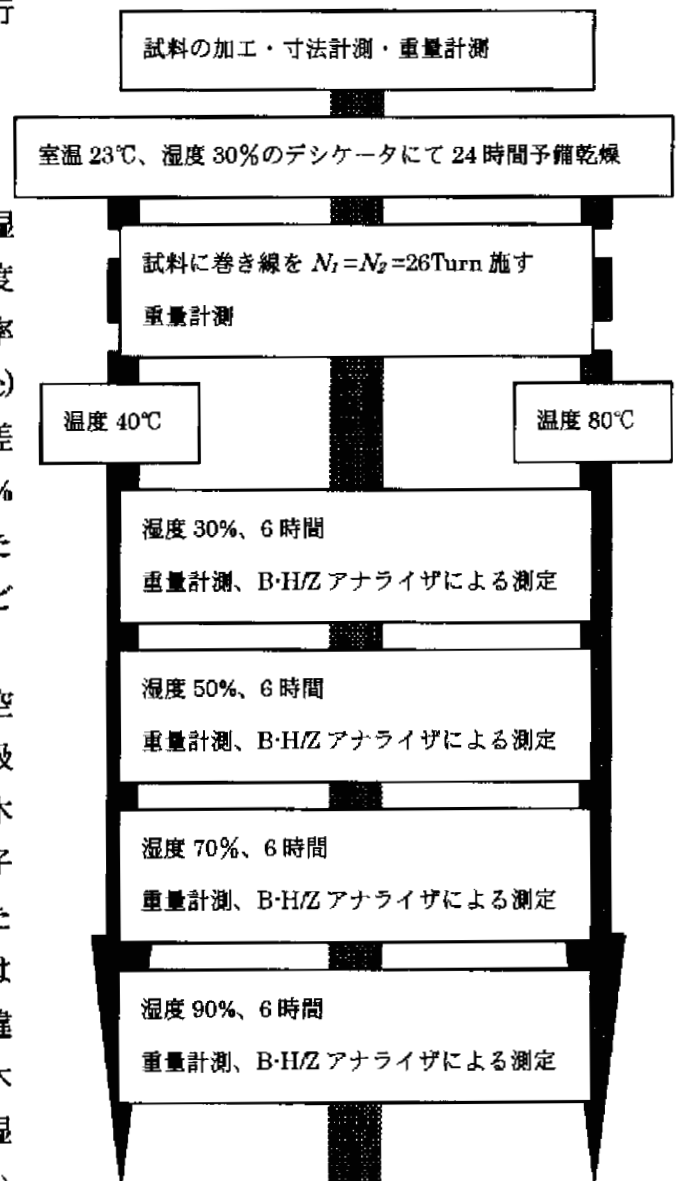


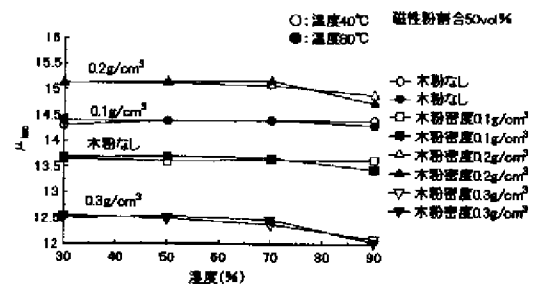
図5 実験のフローチャート

が約 4%減少した。(c)図は、木粉密度が高いほど偏差も大きくなることを示している。これらのことから、湿度による交流初透磁率 μ_{iac} の偏差をさらに高めたい場合、木粉密度を 0.3g/cm^3 より大きくしていく必要がある。

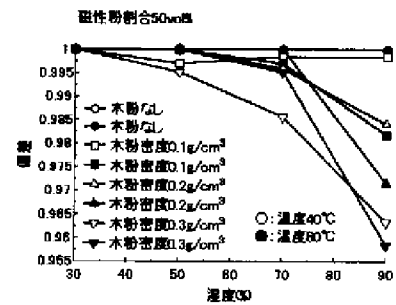
図7に粉体型磁性木材 1cm^3 あたりの重量増加量と湿度の関係を示す。同図より、湿度の増加と共に粉体型磁性木材 1cm^3 あたりの重量増加量が増加していることがわかる。磁性粉ボードは、重量がほとんど変化していないことから、重量増加に木粉が強く関与していることが了解された。また、木粉密度が高いほど、重量増加量が大きくなることから、水分吸収による粉体型磁性木材の重量増加に木粉密度が大きく寄与していることがわかった。しかし、温度による明確な違いは確認できなかった。

図8は、粉体型磁性木材中の木粉 1g あたりの重量増加量と湿度の関係である。同図より、木粉 1g あたりの重量増加量は木粉密度に依らず、どのボードにおいても、ほぼ同様な結果を示している。以上の結果より、粉体型磁性木材の木粉密度による水分吸収量の差異は木粉量によることがわかった。

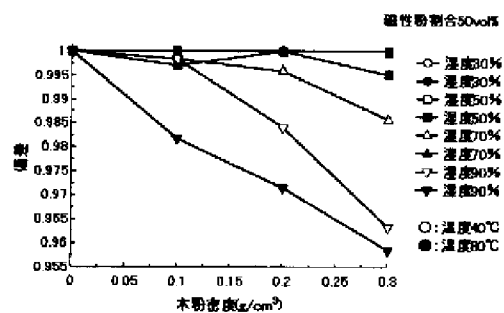
一般に、温度が高くなるほど飽和蒸気圧が高くなるため、湿度が同じでも温度が高いほうが空気中に含まれる水分量は多い。しかし、温度が上がると木材の平衡含水率（一定の温湿度条件下にある木材はその条件に対応する含水率に平衡する）が低下する。このため、温度が上がると空気中の水分量は増加するが、木粉は水分を吸収しにくくなる¹⁰⁾。したがって、湿度を30%から90%に変化させた場合の水分量の変化（含水率5%→15%）にくらべ、温度を 40°C から 80°C に変化させた場合の水分量の変化（湿度30%における含水率5.5%→4%、また湿度90%における含水率19%→16%）が小さくなった。よって、温度の違いによる明確な差を認められなかった。



(a) μ_{iac} -湿度特性



(b) 湿度30%時の μ_{iac} で規格化



(c) 各湿度における μ_{iac} の偏差と木粉密度の関係

図6 粉体型磁性木材の μ_{iac} と湿度の関係

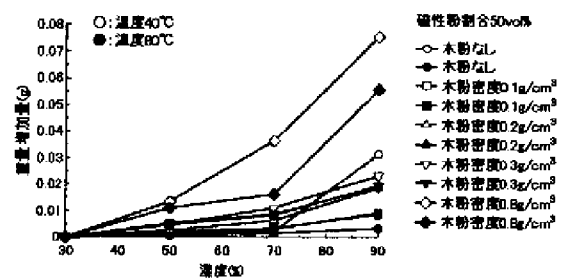


図7 粉体型磁性木材 1cm^3 あたりの重量増加量と湿度の関係

6 まとめ

本研究により、以下のことが明らかにされた。

- ① 粉体型磁性木材の作製において、型枠への材料の充填方法の改善を行なった。その結果、従来の方法で作製した粉体型磁性木材ボードより磁気特性のボード各部位のばらつきが大幅に低減され、磁性粉密度のばらつきを±7%以内に押さえることができた。
- ② 粉体型磁性木材の交流初透磁率 μ_{iac} が湿度により変化することが確認された。湿度を30%→90%に変化させた場合、磁性粉密度50vol%、木粉密度0.3g/cm³のボードで、交流初透磁率 μ_{iac} が約4%減少したことが確認された。
- ③ 粉体型磁性木材の湿度変化による交流初透磁率 μ_{iac} の変化量は、磁性木材中の木粉密度が高いほど大きくなることがわかった。

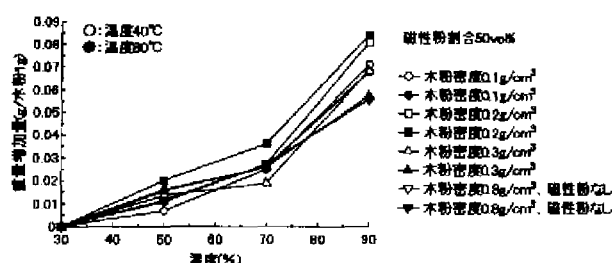


図8 粉体型磁性木材中の木粉1gあたりの重量増加量と湿度の関係

最後に、日頃御指導頂いている磁性木材開発協同組合の皆様に深謝いたします。

7 参考文献

- [1] 岡：“磁性木材の基礎特性” 日本応用磁気学会誌 Vol.23 No.2 pp.757-763(1999)
- [2] H.Oka,H.Fujita：“Experimental study on magnetic and heating characteristics of magnetic wood.”,Journal of Applied physics, vol.85, No.8 pp.5732-5734 (1999)
- [3] 岡他：“最新木材工業事典 - 磁性木材 - ”、日本木材加工技術協会、pp.70-71、(1999)
- [4] オーム社編集部：“オームブレテン「廃棄パソコンの行方」”、vol.34、No.142、pp.6-7、オーム社、(1998)
- [5] 高橋・鈴木・中尾：“木材科学講座 5 環境” 海青社、pp.15-19 (1995)
- [6] 田鎖・岡・浪崎：“粉体型磁性木質材の作製法とその磁気特性 (2)” 電気学会マグネティックス研資 MAG-98-119 pp.7-12 (1998)
- [7] 徳田・岡・浪崎・斎藤：“粉体型磁性木材の磁気特性に関する材料効果 (1)” スピニクス特別研資 p.14 (1999)
- [8] 林業試験場：“木材工業ハンドブック” 丸善株式会社、(1982)
- [9] 川北・小石他：“粉体工学 (応用編)” pp.117-132、棋書店、(1990)
- [10] 城代・鮫島：“木材科学講座 4 化学” 海青社、(1996)
- [11] 田中・喜多山：“木材科学講座 6 切削加工” 海青社、(1992)
- [12] 屋我・河内他：“木材科学講座 12 保存・耐久性” 海青社、(1997)
- [13] 山村：“トロイダル・コア活用百科” pp.14-49、CQ 出版、(1983)
- [14] JIS Z 2101 木材試験の通則 (1977)

- [15] JIS Z 2102 木材の平均年輪幅、含水率および比重測定方法 (1957)
- [16] JIS Z 2103 木材の収縮率測定方法 (1957)
- [17] JIS Z 2104 木材の吸水量試験方法 (1957)
- [18] JIS Z 2105 木材の吸湿性能試験方法 (1960)