

- 研究 -

耐水性パーティクルボードの製造 (第2報)

- マレイン酸・グリセリン処理に通した接着剤の選択 -

藤 本 英 人 穴 澤 忠
山 岸 宏 一

Production of Antiswelling Particleboards ()

-Selection of Resins Suitable for Maleic Acid-Glycerol Treatment-

Hideto FUJIMOTO Tadashi ANAZAWA
Kouichi YAMAGISHI

The present studies aim to know what resins are most suitable for use in combination with maleic acid-glycerol (MG) treatment which will provide particleboards with water resistance, strength, and working efficiency. For this purpose, particleboards were produced by use of phenolic resins in combination with the MG-treatment, and their water resistance and strength properties were examined. Eight phenolic resins used in the studies were different in (1) nature ; an aqueous solution, a methalic solution, and powder ; (2) type ; resoles, and novolacs ; (3) usage ; particleboard production, and other uses. Using any of the eight resins in combination with the MG-treatment resulted in production of particleboards with better water resistance and strength properties than those of non-treated particleboards. Although using the resins for particleboard production resulted in slightly better qualities than using the resins for other uses, the difference in quality was so small that it was possible to conclude that any of the eight resins, when used in combination with the MG-treatment, could provide particleboards with sufficient water resistance.

本研究の目的は耐水性、強風 作業性などの面から、マレイン酸・グリセリン (MG) 処理に適したフェノール樹脂の選択についての情報を得ることである。この目的のために、フェノール樹脂の種類を因子としてMG処理パーティクルボードを製造し、性能を比較した。フェノール樹脂は性状 (水溶液、メタノール溶液および粉末)、タイプ (レゾール、ノボラック) および用途 (パーティクルボード製造用およびその他の用途) などが異なる8種類を供試した。MG処理と組み合わせた場合、どの樹脂でも耐水性、強度ともに、無処理に比べて優れたパーティクルボードを製造することが可能であった。樹脂間の差は、パーティクルボード製造用の粉末フェノール樹脂がわずかに優れていたものの、特に問題となる程度ではなく、MG処理と組み合わせた場合、他の用途の樹脂でも十分な性能となることが明らかとなった。

1. はじめに

パーティクルボードは間伐材などの小径木や廃材などから任意の大きさの面材料が得られることから、今後その重要性は増大すると考えられる。

しかしながら、パーティクルボードには耐水性が他の木質材料より劣るといふ欠点がある。この欠点を改善する目的で多くの研究がなされている。これらの研究の中で最近の成果として、アセチル化¹⁾、低比重化²⁾、低分子量フェノール樹脂の含浸³⁾などが効果があると報告されている。しかし、それらの有望な方法にも高コストあるいは強度の低下など解決すべきいくつかの問題点があり、実用化のめどは立っていない。筆者らは工場での実生産に適用できることを第一条件に、化学処理について検討した結果、木材チップにマレイン酸・グリセリン(以下MGと言う)を噴霧し、常法に従って成型熱圧することで耐水性に優れたパーティクルボードを製造できることは既に報告した⁴⁾。今回はフェノール・ホルムアルデヒド樹脂接着剤(以下フェノール樹脂と言う)の種類を因子としてMG処理パーティクルボードを製造して、その耐水性、強度および製造時の作業性について比較し、MG処理に通したフェノール樹脂について検討したので報告する。

なお、この報告の一部は、第38回日本木材学会大会(1988年7月、旭川)で発表した。

2. 実験

2.1 試薬等

マレイン酸(Mと言う)およびグリセリン(Gと言う)は工業用を、精製することなく、そのまま用いた。

MおよびGを(2:1w/w)の割合で混合溶解した後、縮合を進め、一部をMのハーフエステルとした。反応生成物を水で希釈して60%濃度のMG水溶液とした。

実験に供したフェノール樹脂の種類と主な用途を第1表に示した。接着剤の種類は耐水性のパーティクルボードを安価に製造する目的から、フェノール樹脂に限定した。樹脂Aは一般的なパーティクルボードの製造に用いられている水溶液タイプ、Bは用途は異なるが、同程度の固形分含有量のメタノール溶液である。溶剤タイプの樹脂を用いたのは、MG処理の主反応であるエステル化にとって、反応を進めるうえで障害となる水を含まないためである。このタイプのフェノール樹脂は触媒で硬化させるのが一般的であるが、今回は無触媒で硬化させた。これは触媒(パラトルエンスルホン酸など)が強酸であるため、セルロースの損傷を引き起こす可能性があること、さらにエステル化の反応速度に影響を及ぼす可能性があることなどの理由による。なお、210℃、15分間のプレス条件で同樹脂は無触媒でも硬化し、十分な接着力であることは事前に確認した。またA~Fはレゾールタイプ、GとHはノボラックタイプである。これは樹脂のpHおよび反応性がMGの縮合に及ぼす影響を見るためである。なお、パーティクルボード製造用のフェノール樹脂は現在日本で製造されていないので、CとDはカナダからの輸入品である。

2.2 パーティクルボード製造条件

カラマツ間伐材より調製したストランド状のチップ(長さ40mm 厚さ0.5mm、幅ランダム)にMG水溶液を噴霧し、絶乾木質あたり、薬剂量として10%とな

第1表 供試フェノール樹脂接着剤

記号	粉 / 液	タイプ	主 な 用 途
A	液	レゾール	パーティクルボード製造用
B	液 (メタノール)	レゾール	塗装用
C	粉	レゾール	パーティクルボード製造用
D	粉	レゾール	パーティクルボード製造用
E	粉	レゾール	一般砥石用
F	粉	レゾール	摩擦剤用
G	粉	ノボラック	摩擦剤用
H	粉	ノボラック	耐火材用

るように添加した。さらに、このチップにフェノール樹脂を固形分として3または6%となるように添加した。熱圧は210℃で15分間行なった。ボード厚さは13mm、比重は0.7に設定した。

2.3 測定

強度の測定および吸水厚さ膨張率などの基準となる寸法の測定は、20℃、65% RH で3週間以上調湿してから測定した。耐水試験の吸水厚さ膨張率の測定は JIS A 5908に準拠して行った。ただし、時間は96時間まで延長し、同時に吸水率も測定した。また、長さ膨張率は30cm 長さのサンプルを用いて同じ条件で測定した。強度残存率を求めるためにこのサンプルは前記の条件で恒量に達するまで調湿した。曲げ強さ (MOR)、曲げヤング率 (MOE) およびはく離強さ (IB) の測定も JIS A 5908に準拠して行った。

3. 結果と考察

得られたパーティクルボードの耐水性能についてフェノール樹脂の添加量別に第2表-a および第2表-b に示した。24時間浸水時の厚さ膨張率はフェノール樹脂を3%使用したボードで比較すると、無処理の29.4%に対し、6~9%と非常に優れた値であった。これらの値は96時間まで浸水しても1~2%増加するだけで、長時間の浸水に対しても十分な性能と考えられる。これは JIS で規定しているパーティクルボードの吸水厚さ膨張率の12% (24時間値) を十分に満たしているが、このように優れた耐水性がわずか3%のフェノール樹脂で達成できることはコストの低減を図るうえで好ましい。フェノール樹脂を6%に増加した場合はそれなりの効果が認められ、24時間浸水時の厚さ膨張率は4~7%となった。この値は無処理パーティクルボードの厚さ膨張率の値の1/5~1/3であった。吸水率、

第2表-a フェノール樹脂を3%使用して製造したMG処理パーティクルボードの耐水性能

	A	B	C	D	E	F	G	H	無処理
厚さ膨張率 (%)									
24時間	7.4	9.1	5.9	6.1	9.6	8.9	8.6	8.5	29.4
96時間	8.5	9.8	7.6	7.5	10.7	9.7	9.8	9.2	30.8
吸水率 (%)									
24時間	41.3	46.3	35.6	39.6	49.0	47.0	45.2	46.3	100.1
96時間	56.4	57.7	53.3	55.3	60.9	58.0	61.3	58.9	104.5
長さ膨張率 (%)									
24時間	0.095	0.115	0.105	0.108	0.090	0.093	0.098	0.095	0.173
96時間	0.098	0.120	0.123	0.125	0.090	0.103	0.108	0.095	0.168

第2表-b フェノール樹脂を6%使用して製造したMG処理パーティクルボードの耐水性能

	A	B	C	D	E	F	G	H	無処理
厚さ膨張率 (%)									
24時間	4.7	6.3	3.9	4.3	5.5	7.3	6.4	7.1	21.0
96時間	6.9	8.1	6.5	6.0	8.7	9.1	8.6	8.3	22.2
吸水率 (%)									
24時間	28.6	32.2	25.5	30.2	29.5	36.5	33.7	34.8	78.4
96時間	45.1	47.3	42.1	47.1	44.6	51.1	50.9	50.7	84.1
長さ膨張率 (%)									
24時間	0.090	0.098	0.088	0.080	0.078	0.100	0.088	0.095	0.135
96時間	0.105	0.115	0.118	0.108	0.098	0.105	0.105	0.095	0.135

長さ膨張率などの値も無処理と比べて優れた値であった。このように MG 処理によって耐水性は大幅に向上したが、使用したフェノール樹脂のタイプおよび水溶液か否かによって耐水性に大きな差は認められなかった。しかし、用途の異なるフェノール樹脂によってはわずかではあるが、差が認められた。すなわち、A、C および D のパーティクルボード製造用のフェノール樹脂はそれ以外の用途の樹脂に比べ、若干ではあるが、耐水性に優れていた。たとえば、厚さ膨張率でみると A、C および D の樹脂（パーティクルボード製造用）では 5～7%（3%添加）および 3～4%（6%添加）、それ以外のグループでは 8～9%（3%添加）および 5～7%（6%添加）であった。ただし、このわずかの差を問題にするべきかどうかは製品の用途、樹脂コストなどの因子とともに、総合的に判断するべきであろう。

3.2 強度性能

3%および6%のフェノール樹脂添加によって製造したパーティクルボードの強度性能を第3表-a および第3表-b に示す。強度性能はフェノール樹脂3%添加で、無処理に比べて、MOR はすべての樹脂でやや向上、

MOE と IB は大きく向上した。樹脂間の比較では C が全体に優れた結果を示したが、樹脂のタイプや水溶液か否かでは傾向は見出せなかった。C が少ない添加量で優れた結果となったのは、MG との相乗効果が特に良いと言うわけではないと考えられる。すなわち、この樹脂そのものがパーティクルボード製造時のフェノール樹脂の使用量を減少させる目的で開発されたものであるために、少量の添加率でも十分な性能になったものと考えられる⁵⁾。

6%のフェノール樹脂を使用して製造したパーティクルボードの強度性能についても C と D の IB がやや向上しているほかは樹脂間で大きな差はなかった。

MOR および MOE の強度残存率 (Retention) については無処理パーティクルボードが MG 処理パーティクルボードと同程度の値となっているが、不可逆的なスプリングバックの程度を考慮すると、実際の強度残存率は MG 処理により、すべてのフェノール樹脂で大きく向上していると言える。樹脂間の強度残存率の差については C と D が優れた値であったが、他の樹脂についても浸水前の値が非常に優れていることもあって、実用上全く問題がない範囲にある。ただし、乾燥、浸

第3表-a フェノール樹脂を3%使用して製造したMG処理パーティクルボードの強度性能

	A	B	C	D	E	F	G	H	無処理
MOR (kgf/cm ²)	224.8	220.3	254.3	228.7	242.4	237.3	219.6	257.5	197.5
Retention (%)	108.5	106.6	111.4	105.7	97.9	98.8	105.3	91.7	101.8
MOE (×10 ⁸ kgf/cm ²)	40.4	39.9	47.5	44.0	45.2	45.3	41.8	43.6	21.7
Retention (%)	97.4	95.9	91.4	88.7	89.6	85.9	96.0	80.5	95.0
IB (kgf/cm ²)	8.5	8.0	14.2	11.8	7.9	9.9	9.6	7.9	4.6
Retention (%)	72.8	54.1	74.2	88.4	69.1	74.0	73.0	62.4	49.1

第3表-b フェノール樹脂を6%使用して製造したMG処理パーティクルボードの強度性能

	A	B	C	D	E	F	G	H	無処理
MOR (kgf/cm ²)	269.8	254.4	264.2	244.7	245.4	245.6	257.5	264.0	261.8
Retention (%)	90.5	99.6	98.1	113.3	111.4	104.0	102.9	106.2	103.3
MOE (×10 ⁸ kgf/cm ²)	44.3	46.3	46.9	48.4	46.4	46.2	47.0	45.5	27.2
Retention (%)	88.4	90.3	87.1	86.7	94.9	98.3	89.4	98.0	90.5
IB (kgf/cm ²)	10.3	12.1	14.7	14.1	11.6	11.6	11.7	11.1	7.7
Retention (%)	83.2	73.2	101.4	96.0	75.0	77.5	77.2	80.7	60.7

水を繰り返した場合の残存率の差がどのように推移するかについては今後の検討課題である。

3.3 その他の因子

作業性の面では液体と粉末のどちらにも特に問題となる点は認められなかったが、ノボラックタイプの樹脂では機器類の水による洗浄が多少困難であった。

また、液体か粉末かを選択するうえで考慮すべき点として、パーティクルボード製造時のマット含水率に及ぼす影響があると考えられる。既に報告したように水溶液タイプのフェノール樹脂を用いてMG処理パーティクルボードを製造した場合は、MG処理量が15%以上になるとマット含水率が高くなるために内部に割れを生じたり。粉末フェノール樹脂は水を含まないため、高添加率でMG処理が可能となり、あるいは、低添加率MG処理の場合はチップの含水率が若干高くても良いことになり、乾燥コストの低下が可能となる。

4. 結論

MG処理に適したフェノール樹脂を選択するために樹脂を因子としてパーティクルボードの製造試験を行い、耐水性および強度性能を比較した。

レゾールタイプとノボラックタイプあるいは水溶性か否かでは性能にとくに大きな差は認められなかった。

用途別では、やはりパーティクルボード製造用の樹脂が優れていたが、その差は特に問題とするほどのものではないと考えられる。

作業性の面ではレゾールタイプのほうがノボラックタイプより若干優れていたが、これについても特に問題とするほどではないと考えられる。

粉末と液体ではマット含水率の関係から粉末のほうが好ましい。

以上を総合すると、MG処理には、パーティクルボード製造用の、レゾールタイプの粉末フェノール樹脂がもっとも適しているが、他のタイプ、他の用途のフェノール樹脂でも十分代用できると考えられる。

文 献

- 1) Rowell, R.M.; Tillman, A.; Simonson, R.; J. Wood Chem. and Tech., **6** (3), 427-488 (1987)
- 2) 川井秀一ほか：木材学会誌, **32** (11), 876-882 (1986)
- 3) 梶田 熙；棕代純輔：第37回日本木材学会大会要旨集, 京都, 1987, p.385
- 4) 藤本英人；穴澤 忠；山岸 宏一；木材学会誌, **33** (7), 610-612 (1987)
- 5) Berchem, R.; White, M.I.; Gosselin, M : Proceedings 19th International Particleboard/Composite Material Symposium. W.S.U. 1985, p.349

—技術部 成形科—

(原稿受理 昭63.10. 4)