

# 木質材料の改良に関する研究 (第5報)<sup>※1</sup>

## PMMA-Hinoki Combination の吸水挙動

古野<sup>※2</sup> 毅・後藤<sup>※3</sup> 輝男・往西<sup>※1</sup> 弘次

Takeshi FURUNO<sup>※2</sup>, Teruo GOTO<sup>※3</sup>, and Hirotsugu ŌNISHI<sup>※2</sup>

Studies on the Improvement of Wooden Materials (V)<sup>※1</sup>

Behavior of Water Absorption on PMMA-Hinoki Combination.

### 1 はじめに

WPC (Wood-Plastic Combination) は寸法安定性が改善されることが特長の一つである。これまでの研究報告によると吸湿および吸水によるASEの挙動は一致していない場合が多い。吸湿によるASEに与える因子は充填ポリマー量とそれによるバルキング量の相乗効果であると考えられ、一方吸水におけるASE挙動は主として充填ポリマー量と、モノマーポリマー転化に伴う収縮応力の減少などの因子が大きく影響すると考えられる。なお、これまでのWPCのASEの知見では高ポリマー量のそれについてはほとんど検討されていない。

前報<sup>1)</sup>では膨潤効果の異なる3種の溶媒を用いてWPCを製造し、吸湿性およびそれに伴う寸法安定性及び溶媒効果について報告した。その結果、WPCの寸法安定性に対して溶媒効果が認められ、しかもそれらの溶媒間に及ぼす効果の程度に明らかな差異がみられた。また、寸法安定性の主因子としてポリマーによる充填効果が最も大きく影響し、バルキング効果も関与していることが判明した。

本報では前報<sup>1)</sup>と同一条件でWPCを製造し、試片を水中浸漬することにより寸法安定性及び吸水挙動を検討した。

本実験の遂行にあたって、竹久修氏(現・東京ハードボードKK)に種々助力願ったので、ここに謝意を表す。

※1 前報 島根大学農学部研究報告 No.3:66 (1969)

※2 演習林産加工場  
Division of Wood Science and Technology

※3 改良木材学研究室  
Laboratory of Chemical and Physical Processing of Wood

### 2 実験方法

#### 2.1 WPCの製造

試料、モノマー、溶媒、重合開始剤ならびに重合方法などについては前報<sup>1)</sup>と全く同じ条件下でWPCを製造した。

#### 2.2 吸水試験

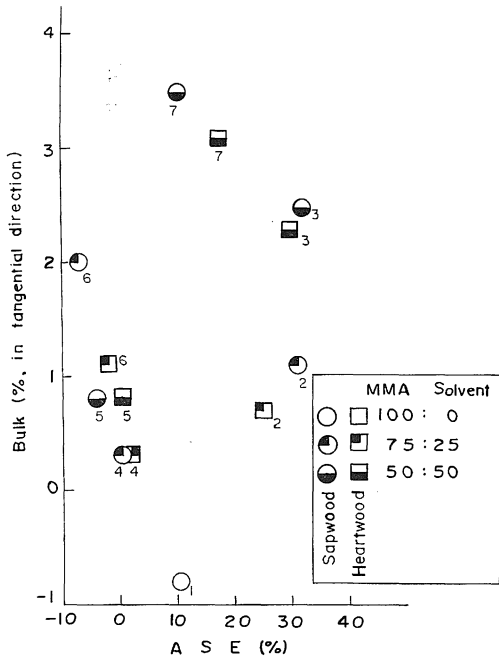
WPCが作成された試片を20±0.5°Cの恒温恒湿室で蒸留水の入ったビーカー中に浸漬し、吸水させた。接線方向の経時的寸法変化を精度1/100mmの読取顕微鏡で測定して膨潤率を求めた。寸法変化が完全に平衡状態に達した時点の膨潤率から抗膨潤能力(ASE: Anti-swelling efficiency)を次式で算出した。

$$ASE = \frac{\text{無処理材の膨潤率} - \text{処理材の膨潤率}}{\text{無処理材の膨潤率}} \times 100 (\%)$$

また、恒量に達した試片の吸水量から吸水率を計算した。なお、データは1条件につき5個の試片から得た数値の平均値とした。

### 3 実験結果および考察

吸水によってASEに及ぼす溶媒の影響をFig. 1からみると、メタノールの場合溶媒量25%、50%とも30%前後のASE値を示しているが、ジオキサンで添加量50%の場合を除いて他はすべて0に近いか、あるいはマイナスの値を示している。すなわち、メタノールの場合を除いてASEに及ぼす溶媒効果はほとんど認められなかった。前報<sup>1)</sup>で報告した吸湿試験において溶媒添加によってASEに及ぼす著しい効果が認められたのに比較して、吸水試験の場合ASEが非常に低い。このことは、水中浸漬条件下では吸湿とは全く違った挙動を寸法安定



Figures used in Fig. 1 to 3

- 1: MMA only
- 2, 3: MMA-Methanol
- 4, 5: MMA-Benzene
- 6, 7: MMA-Dioxane

Fig. 1 Relationship between anti-swelling efficiency (ASE) and Bulk (increase in vacuum-dry dimension on polymerization)

性に及ぼすことが推察される。

吸湿ではWPCの寸法安定性に及ぼす因子としてバルキング量およびポリマー量の影響が大きいことを認めた。一方、吸水の場合ASEとバルキング量との関係をFig. 1に示すように、バルキング量がASEに及ぼす効果はほとんど認められなかった。

Fig. 2は、吸水による寸法変化が平衡状態に達した時点における試片の吸水率とポリマー量との関係を図示したものである。両者の間に明らかな逆比例関係にあることが認められる。すなわち、ポリマー量が増加すると吸水率は直線的に減少する。吸湿挙動と異なることは溶媒の種類や溶媒量にほとんど関係なく、吸水率はただ材中に充填されたポリマー量だけに依存していることである。ポリマー量増加による吸水率の減少は、主因子として充填効果が考えられ、木材中の空隙にポリマーが沈積している結果、水分吸収量が少なくなる。

吸水率とポリマー量との間に直線関係が認められたけれども、ASEとMEE（吸湿率の減少率）との間にみられたような比例関係は、ASEとWEE（吸水率の減

少率）との両者間に見い出されなかった。

吸水がWPCの寸法安定性に大きく影響するのはポリマー量と考えられるので、ポリマー量とASEとの関係を示したのがFig. 3である。前報<sup>1)</sup>で報告した吸湿試験におけるASE—ポリマー量関係は各溶媒量ごとにほぼ比例関係が認められたのに比べて、吸水の場合にはそのような比例関係は全く認められず、ポリマー量が多いほどかえってASEは減少する傾向を示している。また、吸湿の場合はASEに及ぼす溶媒効果が認められ、ジオキサン>ベンゼン>メタノールの順でASEの著しい向上がみられたが、吸水の場合は溶媒間に明らかな効果は現われていない。吸水率—ポリマー量間に直線関係が認められたにもかかわらず、高ポリマー量でのASEの低下は吸湿挙動と明らかに異なる。この理由について考察を進める。

吸湿の場合、与えられるASEは充填ポリマー量に比例して増大したが、Fig. 3に示したように、吸水の場合では異なったASE挙動を示した。モノマーはポリマーに転化する際に体積収縮を行なうことは一般に知られている。これまでの知見によると、熱重合によって製造した高ポリマー量のWPCにおいて木材の高温乾燥に見られるCollapse現象が認められている。このことは、

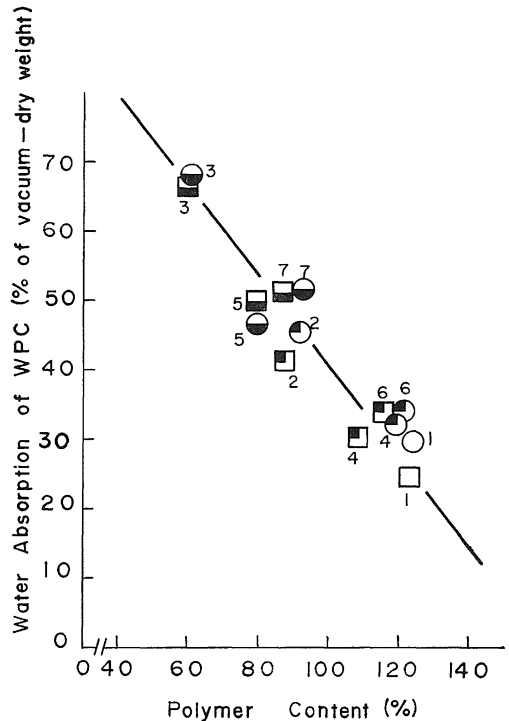


Fig. 2 Relationship between polymer content and water absorption of WPC

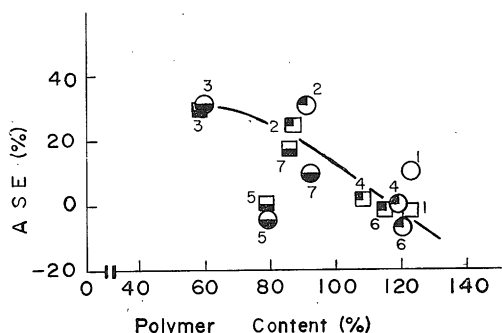


Fig. 3 Relationship between anti-swelling efficiency (ASE) and polymer content.

重合による体積収縮（収縮応力の発生）が原因していると考えられている。本実験でも、MMAモノマー100%を注入重合した試片で接線方向において0.8%（辺材）、2.6%（心材）の収縮率があったことから十分に分かる。このようにポリマー転化によって収縮応力が内在している試片を、水中浸漬して十分に膨潤状態に達した時に、吸水した水分によって受ける応力の減少は吸湿の場合よりも非常に大きくなることが考えられる。従って、非常に高いポリマー量になれば、膨潤量が大きくなり、ASEは低下する。本実験と同様な結果はLoos<sup>2)</sup>が行なった研究にもみられる。その研究では Loblolly pine および Yellow poplar について MMA モノマーを注入重合した試片の吸水による寸法変化を測定し、A

SEとポリマー量との関係から最大ASEは中間ポリマー量で得られ、高ポリマー量ではASEはほとんど0に低下するとし、その理由として同様な見解を報告している。図中の実線はLoosの見解に基づいて一般的な傾向を推定して挿入したものである。なお、ASEに及ぼす溶媒の差異の影響もあると考えられるが、これに関してはさらに詳細な研究を行ない、明らかにする予定である。

#### 4 おわりに

WPC（ヒノキ-PMMA）を製造し、前報<sup>1)</sup>の吸湿試験に引き続き、吸水による寸法安定性を検討した。その結果、WPCの吸水挙動は吸湿の場合とは異なることを示し、ASEとポリマー量との関係はLoos<sup>2)</sup>の見解とはほぼ同様な結果を得た。すなわち、吸水率とポリマー量との間に逆比例関係が得られたにもかかわらず、ポリマー量が非常に高くなるをASEは低下し、0に近い値を示す傾向にある。

#### 引用文献

1. 古野毅・後藤輝男・住西弘次：島根大学農学部研究報告第3号，66～71，1969
2. LOOS, W. E.: Wood Science and Technology 2 (4): 308～312, 1968

#### Summary

In this paper, the behavior of water absorption on PMMA-Hinoki combination (WPC) has been investigated, following the hygroscopicity experiment of the previous report (IV)<sup>1)</sup>.

The specimens (10(R) × 50(T) × 5(L) mm) of Hinoki (*Chamaecyparis Obtusa* ENDL.) were impregnated with methy methacrylate (MMA), using various treatment conditions, and cured by the catalyst-heat technique as described in the previous report.

The ASE (anti-swelling efficiency) measurements were made on vacuum-dry and water-soaked specimens. The specimens were allowed to soak until equilibrium swelling was reached. The dimensional change in tagential direction were then measured and the ASE was calculated.

The results obtained are as follows:

The behavior of water absorption on WPC shows a different phenomenon from that of hygroscopicity. Namely, the results concerning the relation between ASE and polymer content (Fig. 3) showed a tendency approximately similar to those of Loos' study. Although an inverse proportional relation between polymer content and water absorption is obtained (Fig. 2), at higher polymer content the ASE values tend to drop off and show values near to zero. As the reason for this, it is assumed that at high polymer content the specimens shrink due to the shrinkage of the monomer during polymerization, and thus during swelling this shrinkage stress is relieved causing greater than normal swelling.