

ポリエチレングリコールによる丸竹の割れ防止に関する研究

二宮信治・小谷公人
竹工芸・訓練支援センター

Study on Prevention of Cracks in Bamboo Culms by Polyethyleneglycol

Shinji NINOMIYA・Kimito KOTANI
Oita Prefectural Bamboo Craft and Training Support Center

要旨

丸竹製品の割れ防止を目的に、丸竹材に対してポリエチレングリコール（PEG）注入処理を試みた。含水率を高めるため水で煮沸する前処理と、浸漬中のPEG水溶液の加熱が、丸竹材中へのPEGの注入を促進することが確認された。処理した丸竹材に割れ促進試験を行ないコントロールと比較したところ、全体的に割れひびの発生は少なくなっていた。しかし樹脂固形分濃度と割れ防止効果の関係ははっきりとは認められず、今後さらなる検討が必要である。

1. はじめに

ポリエチレングリコール（PEG）処理は木材の寸法安定性を改善する目的ですでに実用化されており、各種工芸品の変形防止や遺跡からの出土木材の保存などに用いられている¹⁾。

このPEG処理を竹材に適用して割れを防ぐ研究もいくつか行なわれており²⁾³⁾⁴⁾、割れ防止効果のあることが報告されている。

本研究では、丸竹製品の実用化に向けて、今まで以上に簡便・迅速な丸竹材へのPEG注入処理条件を検討するとともに、割れ促進試験により注入された樹脂量と割れ防止効果の関係を見たので報告する。

2. 実験方法

2.1 ポリエチレングリコール（PEG）

樹脂は日本油脂(株)製ポリエチレングリコール#1000を水で希釈して30%水溶液として使用した。

2.2 試験片

用いた竹材は大分県産のマダケである。18節以上ある元口外径約50mmの湯抜き乾燥材から、図1のような試験片を18個切り出して実験に用いた。

元側から隣り合う二個づつを一組とし、そのうちの1つをPEG処理し、もう1つをコントロールとした。コントロールはPEG水溶液を水に置き換えてまったく同じ処理をしたものである。

2.3 PEG注入処理法の検討

以下の操作について、竹材中への樹脂注入に与える影響を検討した。

- A：試験片を水中に完全に沈めた状態で2時間煮沸し、そのまま浮上させること無く22時間放冷する。
- B：減圧容器に試験片を入れ、浮かないように重しを載せた状態でロータリーポンプで30分減圧、その後樹脂液を流し込みさらに30分減圧の後常圧に戻す。
- C：試験片を樹脂液中に完全に沈めた状態で、オートクレーブで135℃、4時間加压加熱し、その後そのままオートクレーブ中で20時間放冷・浸漬する。
- D：試験片を樹脂液中に完全に沈めた状態で、そのまま常温常圧で浸漬する。
- E：試験片を樹脂液中に完全に沈めた状態で90℃湯浴中で4時間加温し、そのまま浮上させること無く20時間放冷・浸漬する。

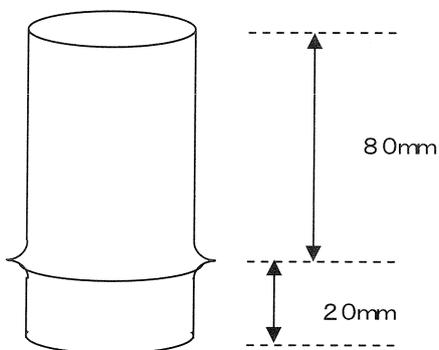


図1 丸竹材試験片

以上の操作を組み合わせ、以下の注入処理を行った。

- 処理No.1：B→D（浸漬日数：1日，2日，3日）
- 処理No.2：B→E（浸漬日数：1日，2日，3日）
- 処理No.3：A→D（浸漬日数：1日，3日）
- 処理No.4：A→E（浸漬日数：1日，3日）
- 処理No.5：A→B→E（浸漬日数：1日，2日，3日）
- 処理No.6：B→C（浸漬日数：1日）

2.4 樹脂注入率の計算

各試験片の樹脂注入率は以下の式により計算した。

$$\text{樹脂注入率(\%)} = (A - [B \times (1 - C)]) / B \times 100$$

ここでA：処理後絶乾重量，B：推定処理前絶乾重量，C：推定水溶成分抽出率である。推定処理前絶乾重量は、試験片の両側の節間部の含水率を測定して、その平均値を試験片の含水率として求めた。

推定水溶成分抽出率は、ペアとなるコントロールの処理に伴う重量減少率を採用した。

2.5 割れ促進試験

2.3の6種類の処理により樹脂を注入した試験片は処理後3日間室内に放置した後、105℃の定温乾燥器中で72時間乾燥させた。終了後乾燥器を停止し、扉を閉めたまま50℃以下になるまで徐冷して取り出し、目視により割れやヒビの有無を確認した。

3. 結果及び考察

3.1 PEG注入処理法の検討

PEG注入処理法と注入量との関係を図2に示す。

まずNo.1とNo.2，No.3とNo.4を比較すると、どちらも常温浸漬よりも加熱浸漬のほうがより多く注入されており、浸漬中の過熱によりPEG注入が促進されることが確認された。とくに、含水率を高めるための煮沸前処理をおこなった場合は加熱浸漬の効果が顕著である（No.4）。

煮沸前処理の効果はグラフの傾きにも現れている。煮沸を行ったNo.2，No.4，No.5では浸漬時間（日数）が伸びるにしたがって注入量が増加している。一方煮沸前処理をしていないNo.1，No.3では、1日目と3日目の注入量がほとんど同じである。

これは、竹材内部へのPEGの侵入が拡散によっているためであり、乾燥した部位へは拡散できないためであると考えられる。

浸漬中の加熱はこの拡散速度を増加させるため、PEG注入を加速すると考えられる。

減圧処理はオートクレーブ処理と組み合わせることによってのみ大きな注入量を得ている（No.6）。オートクレーブの効果としては加圧と加熱が考えられるが、No.1とNo.2の比較から煮沸前処理を行っていない場合の加熱の効果はそれほど大きくないため、加圧の効果が大きかったと考えられる。これは、木材に薬剤などを注入するには一般に減圧加圧法が用いられていることや、山本ら³⁾

が丸竹へのPEG注入には減圧加圧法がもっとも有効であるとしていることとも一致する。

一方No.4とNo.5を比較すると、煮沸前処理した場合は減圧処理した方が注入量が低くなっている。これは、減圧によって試験片中の含水率が低下している可能性を示唆しているのではないかと考えられる。

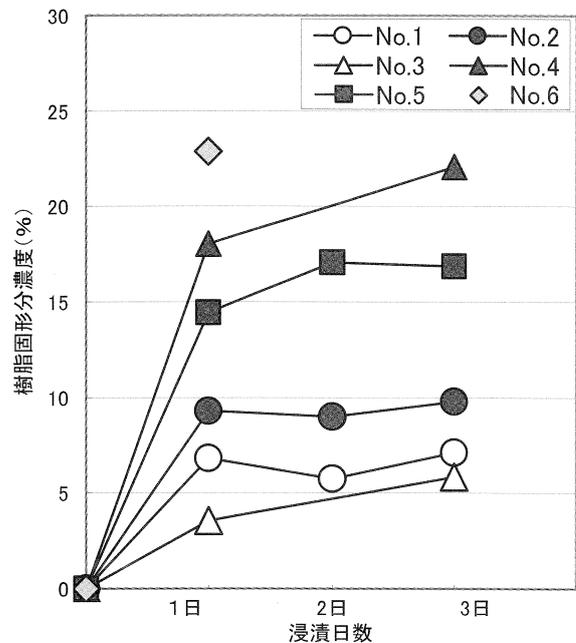


図2 PEG注入法と注入量との関係

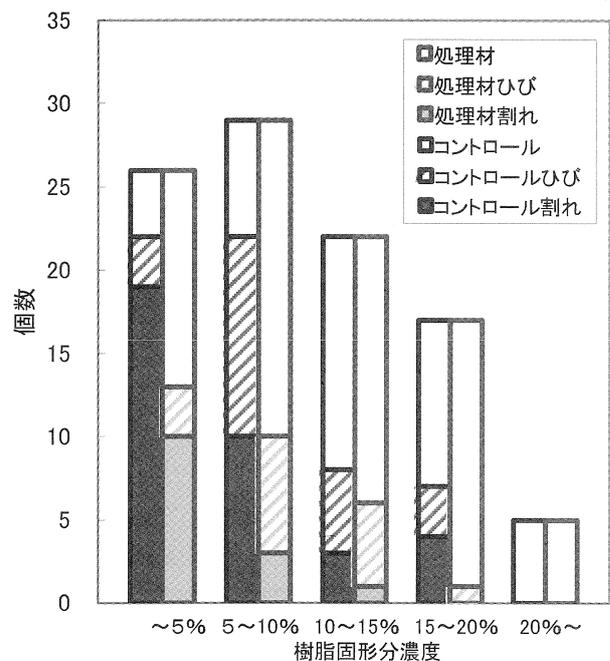


図3 割れ促進試験結果

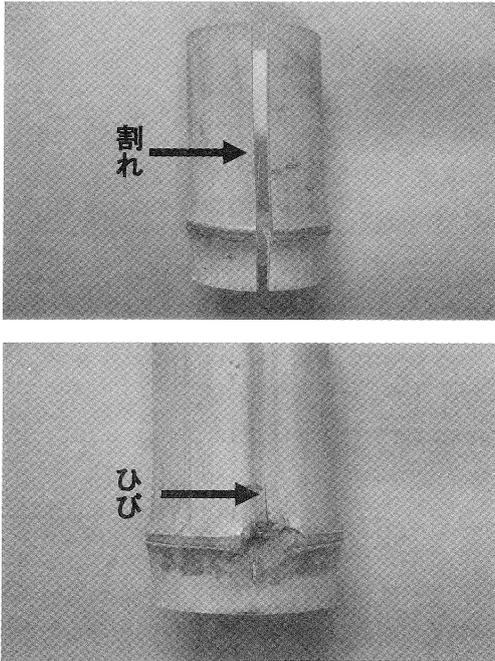


図4 「割れ」と「ひび」

やひびの発生が減少する傾向が見られた。さらに検討を続け、PEG注入量と割れ防止効果の間の明確な関係を明らかにする必要がある。

参考文献

- 1) 木材活用事典編集委員会：木材活用事典，(1994) 453.
- 2) 中原恵，小谷公人，古曳博也：大分県別府産業工芸試験所平成3年度技術開発研究費補助事業成果普及講習会用テキスト(1993)
- 3) 山本裕三，藤田雅彦，但馬明：愛媛県工業技術センター平成6年度業務年報，(1994) 93-96.
- 4) 寒竹慎一，古曳博也：平成9年度大分県産業科学技術センター研究報告，(1997) 131-133.

3.2 割れ促進試験

割れ促進試験結果を図3に示す。

ここでは、表皮側から内皮側まで完全に貫通したものを「割れ」、表皮側にとどまっているものを「ひび」、とした(図4)。

全体としてPEG注入材のほうがコントロールよりもひび割れの個数が少なくなっており、樹脂固形分濃度の増加に伴いPEG注入材の特に割れが減少していることが認められる。一方、それに伴いコントロールの割れも減少傾向を示しており、PEG注入処理の割れ防止効果ははっきりとは認められにくくなっている。

この実験で明確な割れ防止効果の得られる樹脂固形分濃度を特定するには、今後データ数を増やしていく必要があるものと思われる。その際には、PEG処理材に割れが発生していない樹脂固形分濃度15%以上という値がひとつの目安となるのではないかと考えられる。

4. まとめ

ポリエチレングリコール注入処理による竹材の割れ防止を目的に、竹材への簡便・迅速な注入法を検討し、得られた処理竹材を用いて割れ促進試験を行なった。結果は以下のとおりであった。

- ① 丸竹材中へのPEGの注入促進には、水で煮沸する前処理とPEG水溶液への浸漬中の加熱処理が有効であった。
- ② 割れ促進試験では、PEG注入処理することで割れ