

氏名	山内龍男 やまうち たつお
学位の種類	農学博士
学位記番号	論農博第836号
学位授与の日付	昭和55年1月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	紙の空隙構造とラテックス含浸加工に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 今村力造 教授 中戸莞二 教授 横田徳郎

論文内容の要旨

本論文は、紙の空隙構造を主として水銀圧入法で検討し、さらにその成果を前提とし、空隙を利用する紙のラテックス含浸加工法を基礎的に研究したものであり、得られた成果を2章にまとめている。

第1章では、紙の空隙構造について論述している。すなわち水銀圧入曲線に比べると、水銀退出曲線はかなり低圧側にシフトし、圧入と退出を繰り返すと閉じたヒステリシスループを描くこと、未叩解シートでは大部分の水銀が退出することを明らかにし、この解析には充填球モデルを想定する必要があると指摘した。

次いで、このモデルの理論に基づき、水銀圧入-退出曲線から得られる見掛けの breakthrough 圧及び withdrawal 圧はそれぞれ紙層内のあい路及びそれに続く広い空隙の大きさに、約10気圧から終圧にかけての水銀圧入量は、繊維結合点周辺及び繊維内腔などの細隙量に相当するとし、また水銀退出率は空隙の相互連絡性の程度を示すとしている。

さらに、あい路及びそれに続く広い空隙の大きさは繊維叩解、湿圧によりかなり規則的に減少し、空隙の相互連絡性は叩解による低下が特徴的であるとしている。また抄紙の各過程での空隙構造の変化について、試料凍結乾燥法を利用して研究し、全空隙容積、あい路及びそれに続く広い空隙の大きさはクーチ圧・湿圧過程で顕著に変化すること、一方繊維結合点周辺の細隙量は水を介しての最終乾燥過程において減少の著しいことを指摘し、ここでは水素結合形成が重要な役割を果たすとしている。

なお紙の透気性を検討し、相互連絡した空隙が流体透過に対し有効であるとして修正した透過係数の対数値は、叩解から湿圧にわたり、あい路の大きさ、すなわち breakthrough 圧の対数値と直線関係をもつことを明らかにしている。

第2章では、ラテックス含浸加工法につき論述している。すなわち空隙率60~70%のシートについて、含浸に伴う空隙構造の変化を研究し、シート体積はほとんど変化することなくエラストマーが取り込まれること、取り込まれたエラストマーは繊維結合点周辺及び繊維間の細隙を優先的に充填して繊維を集束し、比較的大きい空隙が残ることなどを明らかにした。

さらに、含浸により透気性を損なうことなく、粘り強い紙力のものとなることを指摘し、後の点に関し、動的方法で粘弾性的性質を検討した。その結果、エラストマーがゴム状を呈する温度域では紙の貯蔵弾性率はほとんど変わらないが、ガラス状を示す温度域ではエラストマーの取り込み量と共に増大し、また周波数-温度換算則が成立すること、なおこれらは単なる混合効果ではなく、空隙構造と相互作用をもつ効果であることを指摘した。付け加え、クリープ破壊を研究し、エラストマー取り込み量の増加は、高荷重・短時間域で破壊時間を延長する効果をもつことを示している。

最後に、含浸後熱圧処理したシートの透明性は顕著に向上することを示し、これには、光の散乱に大きく寄与する換算直径 $2\sim 3\mu\text{m}$ 以下の空隙の減少が重要な役割りを果たすことを指摘した。

論文審査の結果の要旨

紙は紙層内に相互連絡した空隙をもつが、その実態を解明することは困難で、不明な点が多い。本論文は、水銀圧入法を用いてこの点を追究し、その成果を前提に、空隙を直接利用する紙のラテックス含浸加工法を基礎的に研究したもので、その成果のうち、高く評価できる点は以下のように要約される。

1. 紙の空隙への水銀圧入-退出挙動は充填球へのそれによく近似することを明らかにし、紙の分野では初めて、その挙動の解析に充填球理論を適用した。すなわち、水銀圧入-退出曲線から得られる見掛けの breakthrough 圧及び withdrawal 圧は、それぞれ紙層内のあい路及びそれに続く広い空隙の大きさを示し、また約10気圧から終圧にかけての水銀圧入量は繊維結合点周辺及び繊維内腔の細隙量、さらに水銀退出率は空隙の相互連絡性の程度を示すとし、定性的ながら、紙の空隙構造を特徴づけた。

2. 繊維叩解及び湿圧の影響を検討し、これらの処理により、あい路及びそれに続く広い空隙の大きさはかなり規則的に減少し、一方空隙の相互連絡性は、叩解により顕著に低下することを示した。また抄紙の各過程での空隙構造の変化を検討し、全空隙容積、あい路及びそれに続く広い空隙の大きさはクーチ圧・湿圧で著しく減少すること、また繊維結合点周辺の細隙量は、水を介しての最終乾燥過程での減少が顕著であることを明らかにしているが、後の現象は、従来知られている Campbell 効果とよく符合する。

さらに透気性につき、相互連絡性をもつ空隙が有効であるとして修正した透過係数の対数値は、叩解から湿圧にわたり、あい路の大きさ、すなわち breakthrough 圧の対数値と直線関係をもつことを明らかにした。

3. ラテックス含浸加工につき、紙層を乱すことなく相当量のラテックスを含浸させるためには、空隙率60~70%が適当であるとし、このような空隙をもつシートでは、体積変化を伴わずにエラストマーが取り込まれることを示した。また取り込まれたエラストマーは繊維結合点周辺及び繊維間の細隙を優先的に充填し、比較的大きい空隙が残ることを明らかにした。

4. 含浸により付与される材料特性を研究し、紙は透気性を損なうことなく、しかもかなり顕著に粘弾性的性質を増大することを示した。なお後の点に関しては、動的方法で貯蔵弾性率及び力学減衰、またクリープ挙動を検討し、粘弾性的性質はエラストマーとの単なる混合効果により増大するのではなく、エラストマーと紙の空隙構造との相互作用に基づき増大することを指摘した。

さらに、含浸シートを熱圧処理すると顕著に透明性が向上することを示し、これには換算直径 $2\sim 3\mu\text{m}$

以下の細隙の減少が大きく寄与すること明らかにした。

以上のように、本論文は、紙の空隙構造に関して数多くの新知見を加え、またラテックス含浸加工について基礎的事項をよく解明しており、これらの成果は紙パルプ工学、林産工学に貢献する所が大きい。

よって、本論文は、農学博士の学位論文として価値あるものと認める。