

(研究速報)

漉嵌機の和紙修理への応用

増田 勝彦

はじめに

紙に書かれた記録・文書等の欠失部を修理する方法として、製品としての紙ではなく、その前段階におけるパルプを欠失部に充填し、その部分において新しく紙を漉く、いわゆる漉嵌めの方法はすでに戦前から行われていた¹⁾がそれは水に溶いた適量のパルプを欠失部に入れて、スプーンの底等で撫でて表面を平らにするという、甚だ素朴なものであった。その上作業の性質上均一な膜を作るのが難しかったので、広い面積の欠失部に対しては応用できず、又、当然のことながら一紙に百ヶ所の欠失部があれば、百回の作業を繰り返さなければならない。

1958年ソ連のユリアRニェクシャ博士²⁾は水流によってパルプを本紙の穴になった部分に充填する方法を開発し、その後、ブルガリア・イスラエル等で独自に種々改良を加えた漉嵌機を製作、使用している。この方法によれば一枚の紙にある欠失部の総数・形態・面積の大小は殆んど問題とならず、甚だ有効な技法であるという。

こうした漉嵌めの方法が和紙の修理にうまく応用出来れば、虫蝕で穴だらけになった古文書類の修理に極めて有効であると考え、その方法の研究を実施し、この程実用化への可能性を確認することが出来た。この研究の道程で、当部を訪問される日本および外国の専門家からも注目され、その結果の公表を期待されてもいるので、ここに現在までの成果を速報することと致したい。

なお、本研究は、当研究所が昭和49年度から三ヶ年計画で実施中の、特別研究「軸装等の保存および修復技術に関する科学的研究」の一部を占めるもので、最終的な研究成果の発表は後日に期したい。

予備試験

漉嵌機の原理の有効性を確認し、その後の試作機設計の為の資料を得るために、大型ブフナロートを利用して簡単な装置を製作、実験を行った(図-1)。

まず金網面まで水を満たし、絹布をのせた本紙を金網上に置く。水中に本紙が浮遊しないように、浮遊防止用の金網で本紙を押え、上部にも水を満たす。ここで水中にパルプを混入し、下のゴム栓を外し、排水を始める。排水開始後一呼吸置いて浮遊防止用金網を取り去ると、本紙は水圧によって金網に密着して、本紙の穴には、水流通過にともなってパルプが堆積する。排水が終了した時には、新しい紙が欠失した穴の部分に形成されている。絹布と一緒に取り出した本紙は、吸取紙で徐々に水分を除き乾燥させる。

以上が一度の操作であるが、この実験によって次のようなことがわかった。

浮遊防止板——ニェクシャ博士の記述には孔のあいた金属板であったが、この実験では最初、3.5mm目の金網を使用した。その結果、パルプが浮遊防止用の金網に多量に付着してしまい、欠失部を充填するパルプが少なくなってしまう。パルプの場合は繊維長が短いからそれほどでもないが、楮繊維では半分以上の繊維が浮遊防止金網に引っ掛かってしまった。種々の防止板を試作したところ、孔の大きさは繊維長より短かくても良いが、孔の間隔が繊維長より長いことが是非必要であることがわかった。

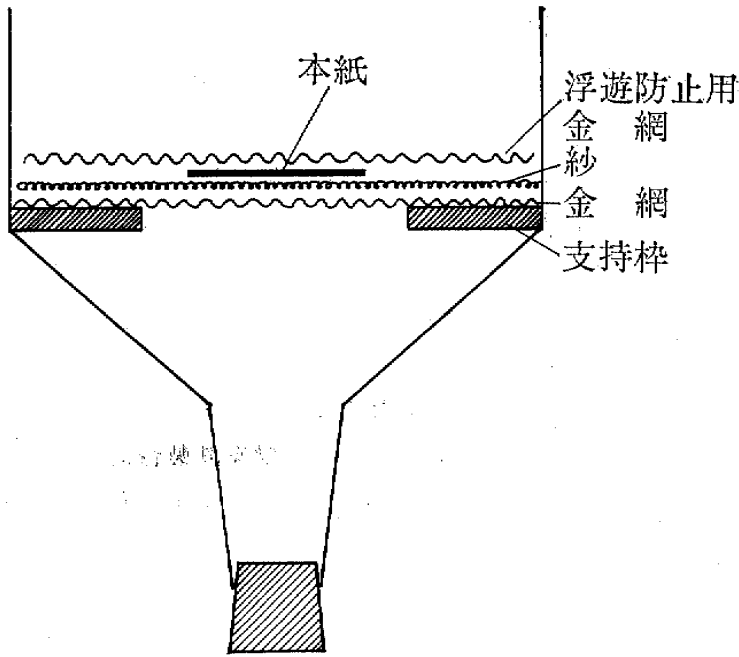


図-1 ブフナロートによる実験装置の模式図

水流速度——ゴム栓を外して排水した時の速度はおよそ $120\text{cc}/\text{mim}/\text{cm}^2$ で、本紙が浮遊してしまふ場合が多く、速度が本紙を圧えつけるには不十分であると思われた。

パルプ濃度——金網上部の水量が少ないので、パルプ濃度が高くなる。木材パルプの場合は繊維が短いので障害が起りにくい、楮パルプの場合には、欠失部を充填する前に、繊維同志が絡まり合ってしまう。これには、和紙抄造に用いられるトロロアオイ粘液の混入が有効であった。

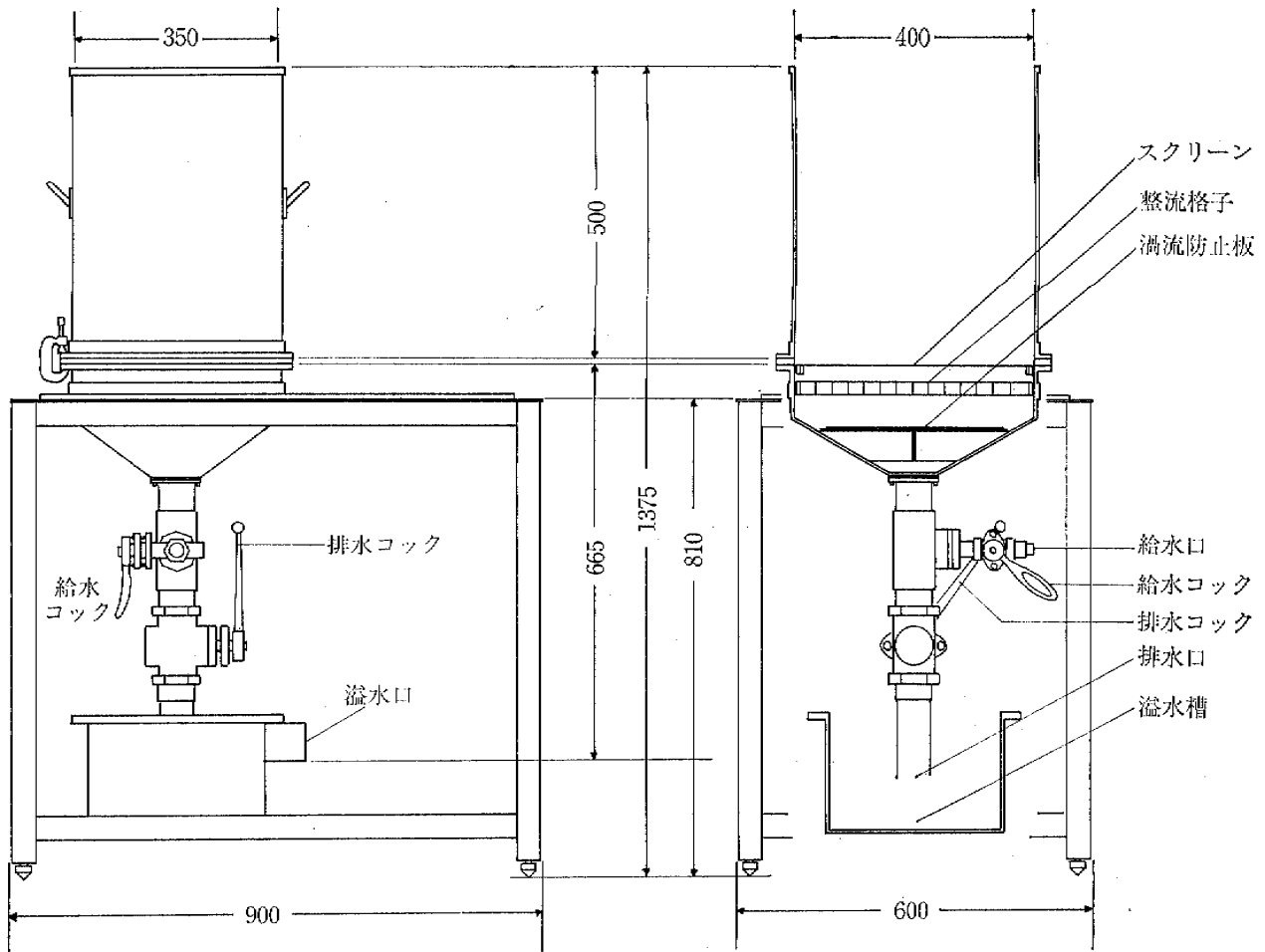


図-2 試作漉嵌機(単位 mm)

試作機設計

以上の予備試験の後、試作機の設計に着手した。漉嵌機の構造が JIS 規格によるシーテングマシンと似ているので、その仕様書を参考にした(図-2)。

スクリーン面積は通常の和本を開いた大きさよりひとまわり大きくし、綴じ代が必要な左右は少し広く余裕をとって、35cm×40cmとした。上部水槽は50cmの深さとし、パルプ濃度が高くなるのを防いだ。排水はポンプによる強制排水にしたかったが、あまりに大型のポンプが必要となるので自然落差によるものとし、そのかわり、口径の大きなバルブを使用することで排水量の増大を図り、レバーによって流量を調節出来るようにした。

又、スクリーン上の各点において、水流が平均に、かつ直角になるように、整流格子および渦流防止板を設けた。水槽の満水時には70kg以上の重量となるので、水槽を鉄製台に固定した。浮遊防止板は孔径10mmとし、間隔を10mm(孔中心間距離20mm)と15mm(孔中心間距離25mm)の2種類を、銅板とアクリル板とで製作した。

試作機による試験

まず、本紙が水中に浮遊しないで、スクリーンに押しつけられるに十分な速度をテストした。しかし、バルブを開放して最大の排水量にしても、本紙は水中に浮遊してしまう。観察の結果、その原因は流速ではなく、スクリーン直下の泡による水流障害であることがわかった。スクリーンに水による目づまりがなければ、泡は出来ない。目づまりを起させないために、水の表面張力を界面活性剤で低下させることも試みたが、最も実際的な解決法は、毎回、スクリーンの目につまった水を乾布で拭い去ることであった。

二種の浮遊防止板のうち、孔間隔15のものが良好であった。

実際に虫蝕孔のある紙でテストを行った。本紙はスクリーンに押しつけられ、バルブは虫蝕孔に集中堆積したが、時間の経過とともに穴に堆積したパルプが水流を障害しはじめるので、わずかに水中に残留しているパルプが本紙全面に漂う。その上、この試作機では水流は落差方式によっているので、水頭が低くなるにしたがって、流下速度も低下するのは避けられない。比較的薄い紙を使用している文書の場合には、あまり問題にはならないが、奉書紙・杉原紙等厚紙においては、他の解決法を見出さなければならないだろう。

こうして漉嵌機によって出来た新紙は不満足なものであった。紙漉の専門家は、攪拌の不足が原因の一つだと診断した。手漉紙においては、まず、紙料と水を良く攪拌し、ネリ(トロロアオイ粘液)を加えて、さらに十分攪拌する。この試作機では、上部水槽に紙料を入れてからは良く攪拌することが難かしいので、他の容器中で攪拌をすませたパルプ液を上部水槽に移すことにした。

漉嵌めた新紙と本紙との接着に関しては、テスト前に次のような予想をしていた。

和紙においては殆んどの場合、繊維間の接着は特別な接着剤によっているのではなく、微細繊維間の水素橋によるとされている⁹⁾ので、漉嵌法によれば、接着剤を入れなくてもある程度の接着は行われる。だから、喰い裂いた楮紙に対する新紙の接着はかなり良好であろうし、切断された紙(特に雁皮紙)では、新紙の繊維の長さだけ、本紙と重なり合うことになるであろう。

しかし、実際にテストしてみると、大きな欠失部や本紙の周囲においては、表面に沿って穴に向う水流のために、繊維の先端が丸められてしまい、1mmの重なりもなくなってしまう(図-3)。

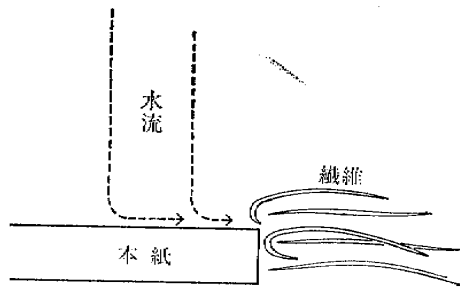


図-3 切断部分での繊維堆積状態

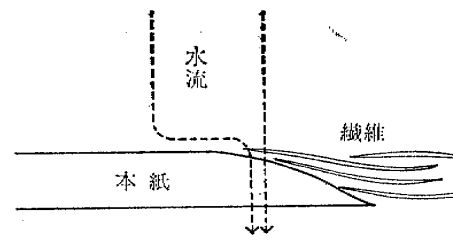


図-4 喰裂き部分での繊維堆積状態

それに対して、喰い裂いてあると、水は喰い裂かれた繊維の間を通過するので、強い接着が得られた(図-4)。

上記のように、漉嵌め法の長所・短所が、試作機によってある程度認識出来たと思われる。今後は、地合の良い紙が出来るような繊維の調整法又は機械の改良を行なわねばならぬが、新紙の紙質は、抄製直後の圧縮、乾燥過程にも影響されると思われるので、それらの過程についても研究を進めたい。

本機試作についての情報を得るに当っては、小川市、埼玉県製紙工業試験場、吉田宏之氏、高橋邦夫、関根利男氏の助言をいただいた。又、紙料提供は小川市製紙家、久保昌太郎父子、機械製作は協力社弓削田静平氏によるものである。本研究の実施に当っては樋口清治氏の助言を得た。以上諸氏に深謝致します。

文 献

- 1) 大月岳僊『室内装飾技法詳解』 岳僊書房 1936年
- 2) Julia P. Pjuksha, Dr, (biol, sci). Chif M.E. Saltykovshedin ; State Public Library : Department of Book Hyglevel and Restoration.
- 2) 小栗捨蔵 『日本紙の話』 早稲田大学出版部 1953年

Application of the Leaf Casting Machine to the Repair of Japanese paper

Katsuhiko MASUDA

Japanese traditional way of repairing worm-eaten spots or breaks in ancient manuscripts consists in padding the spots one by one with separate pieces of paper. The procedure requires a great deal of labour and time. In 1958, Julia P. Niukscha in USSR proposed a new method which utilizes a flowing pulp solution as padding medium. This method, developed especially in Bulgaria and Israel, was finally put to practical use as a "Leaf Casting Machine". The aim of the present study is to make this machine applicable to Japanese paper which, unlike the ordinary woodpulp, consists of long fibres. Technical problems involved in improving the machine are described.