

自動繰糸に適する煮繭について

蚕糸試験場・岡谷製糸試験所 小 岩 井 宗 治

わたくしは自動繰糸に適すると考えられる煮繭技術について、2, 3 の問題点を捕えて解説し、あわせてその将来の動向を考えてみたい。まず自動機のための煮繭としては次のようなことが特に望まれると思う。

1. 煮熟度の均一性→安定性
2. 繭こう内に気泡の残らないこと……繰糸中浮き繭を生じないこと
3. つぶれ繭を生じないこと
4. うわ煮えをしないこと

これらの目的を実現するには、現在の煮繭方法の改善と全く新しい煮繭方法の案出とが考えられるが、今日は主として現在の煮繭方法を上述の目的に合うようにするにはどうしたらよいかということを述べ、新しい煮繭方法についても少し触れてみたい。

現在の蒸気滲透・蒸気煮繭法は大正末期に生繭繰糸を実現するために発明され、昭和の初めの多条繰糸機の発展時代に進行式湯煮繭機の機構の長所を採用して、現行の進行式蒸気煮繭機にまで改善されたものであって、その主要工程は滲透、蒸煮（熟成）および調整の3工程から成り立っている。従って、この工程順に問題点を指摘してみたい。

I 滲 透

前述の3工程中、煮繭効果に及ぼす影響はこの工程が一番重要である。すなわち、滲透工程においては繭吸水量の多少が問題であって、例えば滲透高温部温度並びにその繭吸水量（蒸気処理時間 1.5～3 分の場合）をそれぞれ 76.5°C、18～27 %内外、80°C、20～30 %内外、87.5°C、30～40 %内外および 35°C、40～60 %内外とするように、滲透高温部温度を上昇して、繭吸水量を次第に増すときは、明らかに 93°C、40～60 %内外以上では生糸量が著減するばかりでなく、煮熟繭には気泡が残りやすくなり、また逆に次第に減ずれば雑ばくな繭やあるいは繭層構造によっては通気・通水性の困難などによりつぶれ繭が生じる恐れがあるので、一般に自動繰糸のためには、まず歩留りを取ろうとする結果、滲透高温部における蒸気処理温度をやや低くして繭層セリシンの熱凝固を緩和し、更に滲透低温部との温度差を少なくして繭吸水量を少なからしめるなどして、煮繭抵抗を付与しないような方向に進んでおり、従ってあらかじめ乾繭においてなるべく煮繭抵抗を与えることによって、繭層を十分煮熟しやすいうようにし、しかも繰糸中の糸条故障を減少させるように繰糸温度を低くし、かつ生糸の抱合を目標にかなうようにしようとする低温繰糸が広く行われるようになったので、かような最近の自動機のための煮繭には滲透工程で多量の繭吸水量を与えることは余り適当でないようである。

要するに、滲透による煮繭効果として留意すべき点は、繭吸水量を次第に増せば、新繭正緒率、小節および抱合などは次第に良好となるが、その反面では生糸量を減じ、糸条故障は増すきらいがあり、解じょなどには大差は見られないことである。かように、滲透高温部温度 90°C および繭吸水量 40 %内外（蒸気滲透によるときの滲透圧力差は滲透低温部

が高いときは 200mmHg 内外，低いときは 350mmHg 内外，真空滲透によるときの滲透圧力差は 300mmHg 内外)を境として煮繭効果に著しい差異があるばかりでなく，この境より繭吸水量が小さいときは煮繭繭には気泡が残り難いという利点がある。これは繭吸水量が著大なときは繭層の通水性は良好となるが，かえって蒸煮部における繭層の通気性を減少させ，繭こう内空気の排除が阻害されるのに反して，繭吸水量が少ないときには蒸煮部における繭層の通気性はいまだ繭こう内の気泡を排除するに十分な余地がある結果によるためであろうと考えられる。

次に浸漬について一言すれば，例えば乾繭を 40°C の水に 1 分間浸漬すれば，繭は 4 % 程度の吸水をするが，その大部分は主として繭層に付着する含有水分として保有され，これはおよそ繭層重量の 40 % 程度に当るのであって，いま浸漬してかような繭層含有水分を与え，次の滲透工程において蒸気処理を施せば，滲透高温部における高温水蒸気の熱はまずかような繭層重量の 40 % 程度の水を蒸発・気化するために用いられるので，その結果滲透高温部機内の温度は常態よりも低下し，93°C 内外で比較的安定させやすい便宜がある。そして，浸漬部で含んだ繭層含有水分には水に溶存する収れん性電解質が付着し，その水分は滲透高温部に至っておよそ繭層重量の 30 % 程度が蒸発・気化するので，これがために収れん性電解質の吸着反応は促進され，解じょは悪化するが，生糸量は増す効果のあることが明らかに認められる。しかし，浸漬したものとそうでないものとの繭吸水量には大きな差は認められないようである。

また，蒸気滲透と真空滲透との相違をみるに，真空滲透では実測繭吸量は一般の理論値と比較的よく一致し（理論値との比率は 90 % 以上），繭個体においても均一に吸水されているに反して，蒸気滲透ではその実測値は滲透高温部の温度が水の沸点温度付近ではおよそ近似しているが（理論値との比率は 75～90 % 程度），例えば前述の滲透高温部温度並びにその実測繭吸水量（蒸気処理時間 1.5～3.0 分の場合）がそれぞれ 76.5°C，18～27 % 内外，80°C，20～30 % 内外および 93°C，40～60 % 内外の各場合に，それらの一般理論繭吸水量に対する比率は蒸気処理時間が 1.5 分の場合は 40～50 % 程度であり，蒸気処理時間が 3 分の場合は，その比率がおよそ 20 % 程度増して 60～70 % 程度となるが，いずれの場合もその実測値は一般の理論値よりも著減している。この原因は原料繭については繭層構造の不均一および繭層通気性の難易など，また煮繭機の機構およびその作用効果については滲透高温部の機内温度分布とそのかく乱など，種々考えられるけれども，それらの結果として蒸気滲透では繭こう内に殆んど吸水されていない個体が認められるので，それが直接の原因とも考えられる。従って，煮繭効果に及ぼす滲透工程の影響の重要性からすれば，真空滲透は蒸気滲透に比べて，その実測繭吸水量は個体的には均一性があり，また一般の理論値ともよく近似していて常に安定性があるために，滲透工程の制御および管理が容易であり，しかも滲透以後の工程でむら煮えとなるような素因は蒸気滲透よりも少なく，そして真空滲透の特徴として繭層の通気性は多少繭層の膨潤を伴う蒸気滲透よりも良いと考えられるので，滲透以後の工程で繭こう内に気泡が残ることが少なく，同時に繭層の通水性もまた繭層かご目の変化を与える蒸気滲透よりも優れていると考えられるので，滲透以後の工程でつぶれ繭を生じ難く，更に真空滲透はあらかじめ高温蒸気処理による繭表層の高温易溶性を助長しないので，滲透後の工程でうわ煮えの素因を与えないのではないかなどの利点があげられ，自動機のための煮繭方法としては好ましいもののようである。よ

て、かかる真空滲透と蒸気煮繭との工程組合せによるときは歩留りを増収して、糸条故障を少なくするばかりでなく、大正末期における生繭繰糸の場合のような滲透での蒸気処理は全く行わないで、滲透の高温蒸気処理の際の熱凝固によって繭層に過度な煮繭抵抗を与えずに解じょを良好ならしめることができるのではないかと考えられるので、たとえ機械装置は多少複雑となっても、将来の自動繰糸に適する煮繭方法として考慮に値するものであろう。

真空滲透は前述のように蒸気滲透よりも優れた点が認められるが、蒸気滲透には従来からよく知られた繭層セリシンの難溶性付与という便利のあることは忘れてはならないと思われる。すなわち、1～3分間内外の高温蒸気処理により、繭層はその重量の9～10%程度の平衡水分を吸着して、あらかじめ繭層の湿潤性を高めると共に、水蒸気の熱と水分とによる熱凝固によって繭層セリシンの難溶性を著増して煮繭抵抗を強める便宜があることである。しかし、最近の自動機のための煮繭では、一般にかかる煮繭抵抗は付与しないような方向に進んでいることは前述した通りである。

なお、乾燥・貯蔵を経て煮繭で取扱う繭について言及するならば、例えば帯電現象によっても容易に観察されるように、乾燥工程直後においては繭層繊維のように比較的多くの極性団を持つセリシン面においては、かかる多数の強力な水和のけん引中心が存在することによって、大気中の水蒸気のような双極子を結合水あるいは自由水として静電的に強く吸着して、次第に繭層の11%程度の平衡水分を獲得し、いわゆる吸着層というきわめて薄い水の被膜を形成するに至るものと考えられるので、従来から実施された煮繭前の給湿法はかような水の被膜による平衡水分を常態よりも更に繭層重量の10%程度を増加させ、あらかじめ繭層の湿潤性を高め、従来経験したように煮繭に際して繭層セリシンの湿潤を比較的容易にしようとするものである。これは繭層繊維面のかかる吸着層は水蒸気に対してその湿潤性が著しいことに基づくもので、繭層セリシンの高温易溶性という性質とあいまって古くから煮繭に利用されたものと考えられる。

Ⅱ 蒸 煮

次の問題として考慮されるものは蒸煮の問題であるが、例えばいま仮に、滲透工程を省いて繭を直ちに蒸煮したとすれば、調整部に投入されてのち初めて吸水し、見掛けは煮繭されたように見受けられるけれども、かような煮熟繭ではもちろん常態の繰糸は不可能である。これは単なる滲透高温部の蒸気処理と全く同様に、吸水していない場合の繭層は蒸煮部において水蒸気を吸着して繭層の平衡水分を常態の11%程度の外に更に繭層重量の9～10%程度を増加させ、合計しても繭層重量の20%内外の平衡水分を吸着し得るにとどまるに反して、一般の滲透工程を経て繭に吸水されたものにあつては、蒸煮工程においてまず繭こう内の水は加温されてその水蒸気圧を高めることによって、自然に繭こう外に排水され、かくて繭層の水分は蒸煮初期の1分間内外で次第に減少して繭層重量の150～200%程度（水蒸気吸着の場合の15～20倍）を含有するに至り、そのうち蒸煮終期に至るまで（2～3分間）その程度の繭層含有水分を維持し、蒸煮部の水蒸気の熱とかかる多量の繭層含有水分とによって繭層セリシンは適度に膨潤・軟化され、その煮熟繭は繰糸において解じょや小節や抱合などを良好にすることができるのである。

かくのごとき滲透と蒸煮とによる作用効果を明らかにして初めて、滲透と蒸煮との意義を理解することができるばかりでなく、従って蒸煮工程における蒸煮水頭圧および時間は

滲透工程の蕨吸水量に応じて適当に定めるべきであることが理解される。すなわち、前述の滲透の場合のように滲透高温部温度並びにその蕨吸水量をそれぞれ 76.5°C, 18~27% 内外, 80°C, 20~30 %内外, 87.5°C, 30~40 %内外および 93°C, 40~60 %内外と変化し、これに応じて蒸煮水頭圧を例えば 3 mm 水柱, 5 mm 水柱および 7 mm 水柱と次第に増した場合の蒸蕨効果は、蒸煮水頭圧を増すに従って明らかに生糸量を減じるが、糸条故障は良好となり、解じょは佳良となることは工務上留意すべき点である。前述の滲透と蒸煮との関連において再びこれを要約すれば、滲透による蕨吸水量を次第に増せば、新蕨正縮率、小節および抱合は向上し、蕨吸水量と蒸煮水頭圧の増加は共に生糸量を著減し、糸条故障は蕨吸水量を少なくするかまたは蒸煮水頭圧を増せば良好となる。解じょは常態の範囲では全く蒸煮水頭圧および時間のいかに左右されるものである。従って自動繰糸において、まず繰糸中の糸条故障を減少させ、落着を少なくして歩留りを増収しようとするときは、滲透による蕨吸水量を適度に少なくすると同時に、これと関連して蒸煮水頭圧を適度に高める方法がよいのではないかと考えられる。事実かような方法を実施して著しく自動繰糸成績をあげている工場も各所に見受けられるのである。

自動機のための蒸蕨として蒸煮工程において望まれる点は、従来から蒸煮は湯煮に比べて、煮熱度の均一性は優れているけれども、比較的その安定性に乏しいという欠陥が指摘されているので、蒸煮部に赤外線を利用すれば蒸煮による煮熱度の安定性が確保されるという報告もされている。また滲透での蕨吸水量に応じた蒸煮をすれば、蕨こう内に気泡が残る難くなることは既に述べた。そしてつぶれ蕨については、著しく蒸煮水頭圧を低下あるいは上昇せしめ、蒸煮時間を短縮あるいは延長すれば、蒸煮作用は著しく阻害あるいは助長されるに至り、いずれの場合も蕨層の膨潤・軟化やその通水性などに悪影響を及ぼしてつぶれ蕨を誘発しやすくするものであることに留意する必要がある。しかし蒸煮は湯煮に比べて煮えやすい蕨表層に熱凝固を与えるために、うわ煮えし難いことも従来から明らかにされている。

しかし、滲透による蕨吸水量と蕨層含有水分との関係については、蕨吸水量が 75 % 以上すなわち煮熱蕨が過熱となるような場合では、蒸煮 1 分間で蕨こう内の水はおおよそ排水し終り、その時の蕨層含有水分は蕨層重量の 220 % 程度となり、その後の 2~3 分間の蒸煮で次第にわずかに減少する傾向が認められ、蕨吸水量が 40 % 内外のときは、前例同様蒸煮 1 分間で蕨こう内の水はおおよそ排水し終るが、その時の蕨層含有水分は蕨層重量の 200 % 程度に減少し、その後の 2~3 分間の蒸煮で次第にわずかに逆に増加する傾向がある。また蕨吸水量が 18 % 内外のときも、蒸煮 1 分間で蕨こう内の水はおおよそ排水し終ることは前例と同様であるが、その時の蕨層含有水分は蕨層重量の 150 % 程度と更に減少し、その後の 2~3 分間の蒸煮でこの場合も次第にわずかに増加する傾向が認められる。これは蕨吸水量が 75 % 以上の場合のように多量の蕨層含有水分（蕨層重量の 350 % 程度以上）を保有し、蒸煮において水分が次第に減少するような場合は例外としても、最近の自動繰糸に適する蒸蕨として実施されているような滲透による蕨吸水量が 40~18 % 内外の場合（蕨層含有水分は蕨層重量の 300~200 % 程度）のように、蒸煮 2~3 分後の蕨層含有水分がわずかに増加するようなときは、蒸煮部の水蒸気が蕨層繊維面に次第に拡散してそこに凝縮を起し、かくして次第に十分湿潤された蕨層セリシン面を拡張して、その蕨層含有水分を増し、ついには蕨層繊維面を全く膨潤・軟化させるものではないかと考え

られる。

かような状態のとき、例えば赤外線を照射するときは繭層含有水分の蒸発・気化を盛んにして繭層セリシンの難溶性を一層助長し、繭層の膨潤・軟化すなわち解じょに悪影響があるのではないかと考えられる。このことは蒸気煮繭に赤外線を利用する場合に特に注意を要する点であろう。しかし、自動繰糸機の織度感知器におけるセリシンの問題などから、赤外線を利用して繭層セリシンに与える難溶性付与の効果も考えられるので、かような際に解じょに悪影響を及ぼさないようにするためには、繭吸水量が 75 %以上であって、蒸煮 1 分間後の繭層含有水分が比較的多い状態で赤外線を照射するのが良いようである。しかしながら将来、蒸気浸透処理法の改善によって繭層セリシンに適当な難溶性を付与することが出来るのではないかとと思われる。

Ⅲ 調 整

前述のように、浸透と蒸煮によって煮繭の目標とする繭層の膨潤・軟化は大略達せられているので、調整工程以後では繭層繊維に多量の煮繭湯を接触させることによって微量な繭層セリシンの溶解を均等ならしめ、繭個々の煮熟の不同を直して、この部における煮熟度の安定性と均一性とを助長するようにし、また繭に乾繭重量の 8～9 倍程度の水を吸水させて、繭こう内に気泡が残らぬようにし、かつ次第に適当に煮繭湯温度を低下させ（特に前述のように、繭吸水量が 40～18 %内外のときにつぶれ繭が生じやすい場合は、煮繭湯温度 95→90℃ 付近では、1 分間の繭容器進行区間での温度低下は最大限度 7℃ 以内程度とする）、繭こう内への急激な吸水を抑制してつぶれ繭を生じないようにし、更に調整部において過度な煮繭湯の沸騰を行い、いたずらに煮えやすい繭表層をうわ煮えさせないようにしようとするものである。

しかして、煮繭湯は給水による換湯状態（最大量 600¹/₁₀ 程度）あるいは原料繭の性質やその取扱方法による繭層および蛹体浸出物の溶存状態などによって、煮繭湯の緩衝作用に基づく反応の調整機能の強弱に差を生じ、例えば煮繭湯の電気伝導度および水素イオン濃度が余り少ない場合は煮熟繭の解じょに悪影響を及ぼし、反面において生糸量を増すことに注意すべきである。従って、一般に調整部の煮繭湯は電気伝導度 160～200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、水素イオン濃度（ガラス電極 pH 計で測定）pH 7.5～8.5 程度に調整する必要があると考えられる。

なお、出口低温部、揚湯および煮熟繭の保護などについては既に周知のことと思われるので、これを省略する

Ⅲ 溶剤による浸透

最後に、最近行った溶剤を用いる浸透について述べ、あわせて煮繭の動向を考えて見たい。煮繭においては 1) 真空浸透によるときの多孔性の毛管状繭層かご目に存在する空気の影響の排除の容易性およびその際繭層かご目に浸透する水分の増加、2) 前述したような煮繭前の吸湿および蒸気浸透の蒸気処理による繭層繊維の平衡水分が繭層の湿潤性増加に与える影響、3) 繭層繊維面に接する部分にきわめて薄く強固に存在する空気境膜は、この膜内では対流が行われずその面に直角な空気の移動は起らないものと考えられるので、これが浸透作用に及ぼす重大な障害などがあるが、これらについて特許願昭 33—36734 および同じく昭 34—7346 のような出願を行い、種々研究中であって、これらにより現在までに明

らかにされた点は、繭層繊維面における平衡水分の被膜に強固に付着しているかかる空気境膜は高温あるいは通常の減圧方法などによっては容易に排除し得られるものでなく、特に溶剤蒸気の拡散および吸着によって比較的容易に排除できることを知った。例えば、真空浸透であらかじめベンゾールのような溶剤蒸気をこの装置の繭を収容した減圧器内に吹き込み、空気境膜を排除しながらこれを繭層繊維面に拡散・吸着させ、しかるのち繭層に水を浸透して、空気境膜を排除し終ったベンゾールをその水によって脱着し置換させるときは、ここで始めて繭層繊維面と水との接触を計って完全な浸透を行うことができ、2分間内外の少量なベンゾール処理と1分間内外の40℃程度の温水の浸透によって、繭を比較的良好に解じょし得られることを知ったのである。これは既に実施された真空浸透・低温長時間煮繭方法から見ても、あるいは従来の蒸気煮繭においてセリシンの高温易溶性という性質に着目して唱えられたような、煮繭では単に高温を用いれば理想的な繭解じょが得られるという概念からすれば、全く想像できなかったことであって、通常余り高温を用いることは煮くずれの危険が伴うので、煮繭としてはまず繭層セリシン面に対して完全な水の接触を計るということがいかに重大な意義を持っていたかを学ぶべきであろう。さすれば、繭層セリシン自身は静電的に強力な水和のけん引中心を持つので、比較的低温でも容易に水を収着・膨潤して繭は解じょされるものと考えられ、将来かような観点から煮繭技術を改善すればおもしろいのではないかと目下これについて予備的な研究をしている。

しかして、自動繰糸に適する煮繭方法として実用するには間があると思われるが、現段階では生繭や低温風力乾燥繭のように煮えやすい繭では過度な煮熟を行わないで、完全な沈繰煮繭ができるばかりでなく、つぶれ繭が生じ難く、うわ煮えをしないで、歩留りや解じょを良好ならしめ、しかも蛹はだやセリシン溶解減耗量や糸条故障などを減少し得る可能性が次第に明らかとなりつつある。

参考

蒸気滲透と真空滲透との比較

蒸気滲透

(昭和33年春, 山梨産, 日122改×支122良)

高温部 温度	低温部 温度	透圧差 mmHg	蒸気処理 時間	一般理論 滲吸水量	実測 滲吸水量	重量に 対する 滲吸水量	実測 滲吸水量	重量に 対する 滲吸水量	実測 滲吸水量	蛸 浮沈	無吸 水満
°C	°C		分	%	%	%	%	%	%		%
97.2 (207)	60.0 (140)	538	3.0	86.8	89.9	747	92.8	373	105.3	浮(13%) 浮(50%)	0.5
93.3 (200)	48.9 (120)	507	1.5		74.8	622	90.6	364	92.1		2
			3.0	85.5	50.7	420	74.6	300	31.6	浮	10
			1.5		51.3	426	79.6	320	57.9	"	12
93.3 (200)	82.2 (180)	210	3.0	68.7	49.4	411	68.0	273	81.6	浮(88%) 浮	16
			1.5		38.5	319	68.0	273	73.7		60
93.3 (200)	60.0 (140)	446	3.0	83.3	58.2	484	80.7	324	78.6	浮(96%) 浮	9
87.8 (190)	54.4 (130)	374	1.5		39.4	328	70.7	284	52.6		27
			3.0	67.7	41.1	342	67.4	271	47.4	"	17
			1.5		30.7	254	63.5	256	52.6	"	27
82.2 (180)	48.9 (120)	297	3.0	53.6	30.7	255	59.7	240	31.6	"	21
76.7 (170)	43.3 (110)	248	1.5	45.3	19.0	158	49.7	200	31.6	"	38
			3.0		26.7	222	55.8	224	28.9	"	30
			1.5		17.6	146	49.2	198	26.3	"	43

(昭和33年春, 山梨産, 日122改×支122良)

真空滲透

透圧差 mmHg	減圧処理 時間	一般理論 滲吸水量	実測 滲吸水量	重量に 対する 滲吸水量	実測 滲吸水量	重量に 対する 滲吸水量	実測 滲吸水量	重量に 対する 滲吸水量	蛸 浮沈	無吸 水満
	分	%	%	%	%	%	%	%		%
650	1.0	100.0	100.0	831	100.0	402	100.0	100.0	沈	0
500	"	78.1	74.1	613	92.8	373	94.2	34.2	浮	"
400	"	62.5	56.9	491	80.1	322	31.6	31.6	"	"
300	"	46.9	41.9	355	80.1	322	28.9	28.9	"	"
200	"	31.2	31.0	282	71.8	288	26.3	26.3	"	"
100	"	15.6	15.4	130	45.9	184	21.1	21.1	"	"

備考 実測滲吸水量, 実測滲吸水量および実測滲吸水量はそれぞれ真空滲透における蒸透圧力差65mmHg, 減圧処理時間1分間の場合を100とした重量%を示す。