

博士論文

装潢修理技術における打刷毛叩打の工学的研究

岡 泰央

要 旨

文化財的価値を見出された書画の修理分野を装潢修理技術と呼ぶ。装潢修理技術には様々な工程がある。その中でも仕上がりの品質に影響をおよぼす工程に打刷毛叩打がある。打刷毛叩打の技術は、書画を掛軸に仕立てる際に必要不可欠な工程である。一般的に掛軸は、本紙と呼ばれる書画の裏面に4層の和紙が澱粉糊によって接着されている。裏面に和紙を接着することを装潢修理技術では、裏打ちと呼ぶ。この本紙を支える和紙の裏打ちによる積層構造が、掛軸の円滑な巻き解きを可能にしている。円滑な巻き解きを担保するためには、本紙の裏面に接着する和紙と、乾燥後に硬化しない、古糊と呼ばれる接着剤が必要である。古糊は小麦澱粉を原材料とする。小麦澱粉を水に溶いて加熱して糊化させた後、甕に入れて密封する。約10年の熟成期間を経て、小麦澱粉は微生物により分解されて古糊となる。分解によって低分子化した古糊は、乾燥後に硬化しないが、和紙を十分に接着しておくだけの接着力がない。そこで、裏打ちされた和紙の表面を打刷毛で叩いて接着促進をする。これが本論文の研究対象とした打刷毛叩打の技術である。連続的に打刷毛を振り上げ、振り下ろす叩打は、単純な動作に見える。しかし、叩打の力が強すぎると和紙を傷めることになり、弱すぎると接着促進ができない。また、和紙の表面を均一に叩打できないとムラが生じ、仕上がりの掛軸に皺などが生じてしまう。打刷毛叩打は奥が深い、習得の困難な技術である。本論文は、熟練者の暗黙知とされている、この打刷毛叩打の技術を形式知化することを目的としている。さらに、形式知化した結果から、非熟練者への教授法を提唱している。本論文は、第1章の序論から第8章の結論までの8章構成であり、以下に第2章以降の内容について簡潔に記述する。

第2章では、工程分析と眼球運動解析を行なった。裏打ち作業の工程を理解し、熟練者の着眼点を把握することを目的とした。工程分析によって、熟練者は非熟練者よりも作業を効率的に終えたが、仕上がりに関わる工程については、非熟練者よりも時間をかけていることが明らかとなった。また、眼球運動解析により、熟練者は非熟練者よりも広い視野を保って作業を行なっていることが分かった。

第3章では3次元動作解析を行なった。打刷毛の振り上げと振り下ろしの打刷毛の動きの解析、叩打作業時の姿勢の解析などについて、熟練者と非熟練者の差異を明らかにした。熟練者は非熟練者よりも再現性の高い動作によって叩打作業を進めていた。叩打中の熟練者は、非熟練者よりも安定した姿勢を保っていたことが明らかとなった。

第4章では、熟練者と非熟練者の動作の違いを筋活動計測によって見出した。被験者が刷毛を把持する右上肢の筋活動を計測するとともに、叩打作業によって生じる筋疲労についての検討を行なった。熟練者は非熟練者よりも軽く刷毛を把持しており、手首のスナップを効かせて叩打をしていることが分かった。熟練者の右上肢の筋活動は全般的に低く、非熟練者よりも疲労が少ないことも明らかとなった。

第5章では、叩打作業中の熟練者と非熟練者が把持する打刷毛の動きに着目した。被験者の打刷毛と、それを把持する手の動きを高速カメラで撮影し、その差異を明確にした。また、圧力測定フィルムを用いて、打刷毛が1回の叩打で荷重を与えることのできる面積や、その圧力分布を計測し、熟練者と非熟練者の差異を検証した。さらに、圧力測定フィルム全体を叩打することで、叩打のムラがどの程度生じるのかを計測した。熟練者は非熟練者よりも大きな上下動で、打刷毛を操作していた。熟練者は非熟練者よりも1回の叩打で広い面積を叩打できるように刷毛を操作しており、ムラのない叩打をフィルム全体にできることが分かった。

第6章では、打刷毛叩打を行なった試験材料に対して、剥離試験を実施した。剥離試験によって、熟練者と非熟練者が行なう叩打作業による接着促進効果を比較した。また、古糊と叩打の接着効果について検討した。併せて、古糊と叩打による接着の仮説モデルを提案した。剥離試験により古糊の接着力と叩打による接着促進を検証できた。さらに、熟練者は非熟練者よりもムラがなく接着促進をしていることが、剥離試験によって証明できた。また、毛管力(キャピラリーフォース)による古糊と打刷毛叩打の接着モデルを構築できた。

第7章では、第2章から第6章までの研究結果から、未経験者に対する打刷毛叩打に関する教授内容を検討した。打刷毛の把持方法や、叩打中の姿勢などの教授内容を、熟練者が未経験者に口頭で教授した。剥離試験によって教授前後の剥離荷重の変化を評価し、教授効果を検討した。さらに教授前後の映像から、打刷毛の把持方法や叩打作業中の姿勢の変化を比較し、未経験者への叩打作業の教授法を提唱した。その結果、未経験者への叩打技術の習熟効果が確認できた。

第8章では、第2章から第7章で得られた知見をまとめ、結論を述べた。