—資 料 講 義—

衣料の機械的損耗問題に関する寄稿

其の1 及び其の2

(J. Ecker, Melliand Textilber., 1940, 21, 575; 21, 634)

岡 崎 邦 彦 譯

緒 言

一枚の着物の壽命と云ふものには通例損耗徴候が局部的に現はれるために限りがあるものである。大部分の使用材料は未だ殆んど完全で損傷してゐないと思はれるのに早や上衣の袖口或はポケットの縁がすり切れてゐたり又は他の部分がすりへつて傷んでゐたりする、そのために一枚の全部の着物が役に立たなくなる。何故に此の部分の材料は耐え得ないか、何故に其の部分の繊維は傷むか、損耗過程により永く耐へ得るためには衣料或は繊維はどんな性質を持たねばならぬかと云ふ問題は、之は純學術的であると同時に亦國民經濟上の問題でもある。殊に目下戦時で手許にある原料を節約せねばならぬ場合には此の問題は増々重要となる。合成繊維材料に於ては繊維の性質は廣く左右し得ると云ふ事實とは全く別に、凡ての無益の損傷を防止せねばならぬ。斯の様な一枚の着物の壽命を延ばすために實際的損耗状態に關して外見上材料を利用し盡す事を見出さねばならぬ。手許にある繊維材料を混合加工し生産材料の壽命を出来るだけ永く保つのみでなく、人造繊維に加害作用に最もよく抵抗できる構造と性質を與へねば

ならぬ。繊維の死因は全く様々であり得るからして幾らの繊維が最も異つた要求の際に要求されるかを確かめる試験方法も亦様々となる筈である。一枚の着物の一定の損耗箇所例へば袖口には破壊原因が反覆してゐる。大抵の繊維は其處で確かに同一状態で滅亡する。加工に依つて此の箇所で比較的大きな抵抗力を持つ材料が生産されるとしても、繊維損耗の主原因は正しく認識され實際的要求と理論的の因果關係がある衣料或は繊維の試験方法が適用せられねばならぬ。多分斯様な尖つた箇所の損耗原因は布帛の一般的要求ではなくて、上述の繊維は別々に牽引力壓力屈曲力などの様な色んな力の作用を受けるものであらう。布帛の裏側及び内部の幾らかは未だ完全で損傷してゐないと思はれるのに破壊經過が表面に進行しどの繊維もどの繊維も犠牲になる。多くの力の作用中でどれが繊維を破壊するか或は繊維の損耗に最も關與してゐるのはどれかと云ふ問題を解決する必要がある。どうすれば繊維は最も容易に損傷し得るか、破壊力に對する抵抗力を繼續さすにはどんな性質が最もよいかと云ふ問題を解決する必要がある。一定の性質を持つ繊維材料の使用が繊維の損耗に關して目的に適つてゐるかどうか、凡ての繊維の

よい性質が正當に利用し盡されてゐるかどうか、或は部分的の弱さ又は部分的の過度の要求のために繊維の他の恐らくは未だよい性質が一般に有効になり得ないうちに繊維が早くも破壊ちれてゐるかどうかと云ふ問題は尙重要である。後者は尙重要である、物質を利用し盡す事が不完全である場合には他の性質を尙更に改良する事は意味がない、無駄である。之に反して繊維或は衣料の壽命

積が廣い)。それにも拘らず後者は此の繊維の壽命制限の主原因である。例へば捻り強力は非常に突出してゐるが何の役に立つか、それは全く繊維の壽命を延ばし得ないではないか。斯の様な状態では壽命の判定に捻れ状態を研究しても何の役にも立たぬ。此處では先づ第一に繊維は牽引要求に因つて破滅する、それに基いて試験せられる筈である。大抵は繊維の前進的損傷は唯一つの原因に歸すべきではなくて、反對に色んな経過が相次いで起りそのために漸次に繊維組織の弛緩を來すものであるが、要求分力の強さと損傷割合との間には釣合が取れてゐる筈である。主要な損傷作用の定性的發見には夫々獨特の要求状態に依つて色んな程度の損傷を人工的に作り、それで固有の特徴及び反應を探し實際使用して起る損耗と比較する事に依つて繊維を損耗する主要な要求状態の暗示を得る事は役に立つ。

次に不完全ではあるが色んな状態の繊維の要求を分類すると同時に試験方法を示す。

要求は長さの方向、横の方向に現れ得る。

繊維の要求或は損傷には濕潤状態が重要である。其れ故に試験は少くとも乾燥状態、濕潤状態で行はねばならぬ。

要求の種類は牽引、壓、衝、屈曲、捻。結合要求は折曲、屈曲及び牽引、捻及び牽引等。

此の際荷重状況は次の如く區別する I. 一度の要求、II. 繰返し要求、III. 變化する要求。

時間の函數としての荷重¹²²⁾は a) 規則正しく増大する荷重、b) 不規則に増大する荷重、c) 突然に増大する荷重、d) 恒に一定の荷重。

時間の函數としての變形¹²²⁾は e) 規則正しく増大する變形、f) 不規則に増大する變形、g) 突然増大する變形、h) 恒に一定の變形。

第 1 圖

を縮める事無しには他の性質の改良は恐らくは本質的に不完全であらう。吾々の場合に云ふ損耗とは最も甚だしく要求せられる丁度此の點に於て繊維が最も大きな抵抗力を持つてゐて他の状況に於ても亦抵抗力の度は要求の度と一致する場合の100%に物質を利用し盡す事である。此んな理想的状態は通常存在しない。假定的な繊維の重要な状態として比較的粗い對照を許容し第1圖の様な筈で示す。凸面部の幅は要求の度を意味し、側面は抵抗力に相應し、管の容積は繊維の壽命を意味する。此の場合には牽引要求は壓要求より大である。牽引作用に對する抵抗力も亦はるかに高い(面

要求の特殊の場合突然荷重を取除く際には減衰振動を生ずる。繊維の要求及び機械的損耗の特殊の範圍に繊維の擦り切れがある。之は無伸張状態で或は牽引、壓、屈曲等が同時に作用する下で起り得る。

本論文には化學的作用の多くの可能性は述べないで問題を只機械的方面から吟味する事にする、物理的及び化學的領域にはつきりした境界は殆んどあり得ないけれども。此の要求の可能性よりして二三の場合の詳細な吟味をする事にする。

牽 引 要 求

此の爲の最も有名な装置は規則正しく伸長の増大する Polanyi の装置、規則正しく荷重の増大する Richard 又は Kraus の装置、及び伸長荷重共に規則正しく増大する Schopper の装置である。

此等の装置で先づ第一に絶対破壊強力を見出し次で此破壊強力即ち單位横斷面積に關する破壊強力を計算して決定する。此の際絶対破壊強力を横斷面積で割るならば、伸長の程度が全横斷面積で

第 2 圖

等しい時に限り此の値は正しい。然し伸長の程度が全横斷面積で等しいか否かは確かめられないから、得た値を之が確かめられてゐる繊維の値と比較するには及ばない。

強く捲縮した羊毛繊維及び全く眞直に伸びた繊維例へば人絹(第 2 圖)に於ける切斷經過を吟味する。羊毛繊維の場合には要求は結合してゐる(牽引及び屈曲)。最初には彎曲の内側に牽引力、外側には壓力が作用する、後には勿論彎曲の兩側共に

第 3 圖

牽引力が作用するが其の大きさは異なつてゐる(第 3 圖)。此の際彎曲の内側は外側よりどれだけ多く伸びねばならぬかは容易に確かめ得られる。繊維を只近似的に均質と見做し得るならば外側に於けるよりも彎曲の内側に於て龜裂或は損傷は早く現はれるであらう。一束の細長い紙片を同時に羊毛を添へて寫眞にとつた第 4 圖 a, b, 及び c は此の状態を明らかにするだらう。引張つた状態に於ける色づけに依つて此のより早い片側の損傷は確認される筈である。同様に衝力の耐久要求の際には、就中分歧點に於ては、著しい損傷が生ずる事は想像し得る。

實際の損耗の際には繊維が一度に増す荷重に依つて要求される場合は殆んど全く起らない。衣料と衣料と、衣料と木材等との摩擦の際に繊維はその捲縮、粗さ及び其他の性質に従つて引止められそのために引張られ、壓つけられ、曲げられ、折曲げられ、壓潰されたりする。然し此等は凡て一度にではなくて繰返し又變化する即ち正と負の最高値の間で變化する。斯様な耐久要求の際には上述の強度試験器に依つて確かめられる様に繊維の抵抗力は「疲労」のために既に多くの小さな荷重で

疲れ果ててゐる。従つて繊維の損耗を判定する爲めには先づ第一に耐久力試験装置で試験せねばならぬ。Franz 及び Henning³⁾ の装置は斯様な装置である、而も一つの要求状態用のものであるが之に就ては尙後に述べる積りである。

牽引要求と云ふ點から吟味すると耐久力試験器は荷重或は伸長の何れか一つは最高値及び零の間を變動する様に運轉し得る。荷重或は伸長は規則的に、不規則に或は突然増加或は減少し得る。既成の牽引強力試験器は比較的に簡単な改良に依つて耐久力試験器としても亦使用される。V チヤードの装置では荷重が最高及び最低値の間に變動する様にクランク或は偏心器に依つてライダーの位置をづらし得る。クライスの装置では例へばモーターに依つて動かされてゐる槓杆に依つて錘皿或は其れに匹適した錘を絶えず拾ひ上げて自由にするか或は荷重錘及び槓杆のカップリングに依つて繊維を絶えず最高伸長迄伸長さし得る。ショツパーの装置でも亦下方の締付器を早く上下運動さす事に依つて繊維の耐久力要求を試験する事が出来る、その際にも亦強力並びに伸長指示針及び調整装置を使用して最高荷重或は最高伸長の何れかを合はせ得るし調整し得る。此の場合電信印字機は全く卓越した役に立つ。

こゝに尙簡単な方法で實行出来る一つの試験方法を述べる。出来るだけ長い自由に懸垂した糸或は繊維に錘或は錘槓杆をつけて其の荷重に相當するより多く引張り突然之を弛めると減衰振動が起る。此の振動の時間と経過は材料の性質に對する一つの判定可能性を與へる。

壓

壓荷重の際には特に嚴密に軸をなしてゐる荷重と横の荷重を區別すべきである。

繊維長さの方向の壓は曲げる場合に現はれ、或場合には匹適せる牽引力以上に恐らく損傷に寄與するかも知れぬ。例へば多くのビスコース人絹或は人造羊毛屈曲試験の際にネオカルミンで凹部が明瞭に認め得る青色を現はし、同じ像の凸部は他の繊維が染まらぬ様に抵抗するのが認められる。其の際には尙例へば壓潰試験の場合には裂け目及び割れ目が外膜を通つて繊維内部に達する時に於てのみ青色が現はれるのが認められる。極めて小さいが然し顯微鏡でよく見える龜裂、之は多分恐らく此の外膜を通して内部に達しない龜裂は青色を示さない。横断面の染色の場合には外膜は膨潤状態で透明であり繊維實質は不透明である。此の損傷反應に關しては Staudinger 及び Jurisch⁴⁾ Schramek 及び Helm⁵⁾ の研究を参照されたい。ビスコース人絹の屈曲の際に皺の周圍で壓されたが着色側を生ずるならば、Obigem に倣つて私は外膜が既にひどく損傷してゐるから色素が繊維實質に作用し得るのであると考へる。此の例は少くとも此の場合には繊維長さの方向の壓力は牽引力より危険なものであると云ふ事を證明する。

横方向の壓力には二つの場合がある。糸或は布帛中の繊維の多くの交叉點に於ては容易に不利益な結合に依つて繊維の一點に加はる壓力は強くなり得るから繊維はそのために損傷を蒙る。斯様な壓力に對する繊維の感受性は膨潤状態に従つて異なる。不規則な形狀の際には記號「壓力」は嚴密には是認し得ない。此の場合には横方向の牽引力も亦現はれるし衝力、屈曲力等も亦現はれる、それで此の要求は「壓碎」と記號を付ける方がよからう。

自然に損耗した繊維の判定に對する要點を得るために色んな繊維で凡ての程度の損傷を人工的に作つて繊維の感受性の程度を研究するのは已むを

得ない。其の上に壓碎試験は此の方法で最も都合の好い状態に色んな機械的の繊維損傷を作りそれに依つて染色反應を試験し得るそのために亦價值があり重要だと思はれる。その際破壊はどんな範圍に起るか、は先づ第一に創造繊維で示してある。第5圖 a, b, 及び c に於ては膨潤繊維の破壊はカバーガラスに比較的軽い壓力を加へる事に依つて得られたものである。此の方法で異つた繊維の交叉點及び其の壓碎に依つて繊維の感受性の順位を試験し得る。定量的結果は暫く公表を度外視するが、私の意見に依れば既に緒言で述べた様に先づ第一に一度損耗問題の定性的解決をする方が重要であると思はれる。

私は繊維構造の研究に對しても亦壓碎現象の研究に對してもより廣い試験として繊維を鋼球でスライドガラス上に押し碎く事を提議するものである。繊維物質の薄い縦の膜(薄皮)を觀察するのが望ましい事が屢々ある。球で壓碎する事に依つて任意の厚さの薄皮を得られ、且又凡ての程度の壓碎を短い繊維片に認め得る。第6, 7 及び8圖は斯ういふ風に作つてある。濕潤状態の綿の場合には例へば此の際細胞壁の構造を現はしてゐる(第6圖 a, b, 及び c)。綿はピクトリヤブラウ B で染められる⁶⁾、壓碎に依つて内部小胞及びクチクラが認められる(第6圖 d, e, 及び f)。嚴密な意味の細胞壁ではフィブリルと表皮が現はれる、之等は交叉=コルの下で偏光光線中で特によく見られる。靱皮繊維の場合に壓碎に依つて其の構造がわかるのと似てゐる。精密な球の荷重の場合には試験は定量的計量に適する。如何なる場合にも此の試験では乾燥状態(第9圖)或は濕潤状態の損傷には明瞭な相違が認められる。第10圖 a 及び b の羊毛繊維は二枚のスライドガラスの間で一回數ミリメートルの範圍で往復廻轉したものである。それに

よつて容易に破壊し得る。

衝

衝力はどの程度に繊維の破壊に影響するか實驗的に證明するのは甚だ困難である。如何なる場合にも多分フィブリル或はフィブリル群の分離に關與するものであらう。衝力は例へば屈曲、壓碎、摩擦等に伴つて起る。

捻

繊維を捻ぢ切る場合に起る、二面間に繊維を摩擦する事に依つて起る。單繊維の捻り強力は既に十數年前に Kraus に依つて研究されてゐる。捻ぢ切つたディスクコース繊維の一例を示すと第11圖の如くである。

屈 曲

純粹の屈曲要求の場合には凸部は牽引され伸長し凹部は壓され短縮する。規則正しい繊維横断面では牽引及び壓の至は同じ大さであるかどうか、或は中間層が牽引或は壓部上に在るかどうか、更に、耐久要求の際に繊維損傷は壓或は牽引部のどちらにより早く現はれるか簡単に云へば屈曲の際に繊維は牽引と壓のどちらによりよく耐へるかと云ふ事は纖維性質の判定には興味ある事である。先づ牽引がより大きな損傷作用を及ぼす事の證明を開封するならば、繊維の軸方向の壓に對する研究を等閑に附する事は是認され得るのではあるが、此の様な證明はないから、どちらの研究方法も亦同様な重要さがあると認定される。全く同様な考へが屈曲の際に起る衝力に對しても亦行はれるのは當然である。此の問題の解決には純粹の屈曲で繊維を試験し得る装置が創作されるに違ひない。繊維の細い場合には之は確に容易な問題ではない。

結合せる屈曲及び牽引要求の試験は實際に行はれてゐる。此の際實際損耗の場合に起る最小屈曲半徑は隣りにある繊維の半徑である。何かある抵抗面に衣料を擦りつける場合には糸から突出した繊維は隣りの交叉してゐる繊維の周りに巻付いて抵抗面に接觸する事に依つて引伸ばされる、それで上述の場合が生ずる。此の荷重狀態の試験しかも一度の荷重で破壊する試験は如何なる繊維強力試験機でも行ひ得る。一本の代りに二本の繊維を使つて(第12圖)わさで一本の繊維で他の一本を吊るしさをすればよい。

假令二本を同様に引張つても此の際一般に一本の繊維しか切れない。次に通例の損傷を示すと例へば第13圖の如くである。横斷面積は同じであるが異つた物質から或る二本の同様な固さの繊維を試験すると一般に彈性伸長の小さい繊維の方が早く切れる。此の荷重狀態では彈性伸長及び強度の間に簡単な比例が成立つかどうかはその儘にして置く決定せずに置く。此の方面の研究は上述せる中間層及び纖維物質の構造に關して重要な説明解決を與へ得るだらう。

先づ第一に圓い横斷面を持つた繊維に就いて述べよう。再び云ふが長い破壊の間には纖維の抵抗力は一度の要求の際よりも多くの小さい荷重に依つて既に弱り切つてゐるものである。先づ極く小さな龜裂が最も大きな要求の箇所に現はれる、此の龜裂は例へばビスコース人絹の場合には只染色する事に依つて明瞭に認め得られる、此の龜裂は段々大きくなる、そのために負擔する横斷面は益々小さくなつて或る大さになる、此の大さで比較的小さい要求には充分で事足るが突然の破壊を惹起する。

此處でどんな種類の複雑な装置も要らない繰返し牽引—屈曲要求の一つの全く簡単な試験方法を

述べさして貰ふ。先きの場合に於ける如く一本の纖維をわさで他の一本の纖維に吊るし、一端或は兩端に荷重をかけ、端に荷重をかけた纖維を上下に動かす。屈曲歪は最高値及び零の間に變化する。

耐久要求の次の方法、變化する要求の場合には荷重は正及び負の最高値の間に變化する。荷重の重さは一定に保ち得るが一方向及び他方向に生ずる屈曲に依つて凸及び凹部は其の廻轉が絶えず取換はる、そのために纖維の一つの此の部分には荷重が甚だ小さいものと假定すれば一度は牽引され一度は壓される。此の牽引屈曲—變化要求の試験に關して Franz 及び Henning³⁾ は非常に重要な率先的研究を行つてゐる。此の試験方法に依つて始めて少くとも纖維に對する耐久力試験の一つの場合が通俗的になつたのである。然し此の裝置に於て屢々起る自然的な要求割合が正確に模倣されるかどうかはその儘にして決定せずに置く。

鋭く屈曲げた纖維が直接に屈曲げ場所と並んで動かぬ様に張られないならば、反りのために纖維の長さの軸の周りに伸長し再びもとの其の形に戻り得る。變化する要求でなくて繰返し要求である。一本の鐵の針金の試験が之を何時でも明らかにする。然しその様な裝置が私の自由にならぬのは遺憾である。

それを使用せずに次の例へばビスコース人絹及び人造羊毛に就いて確に興味ある研究を遂行する積である。先づ纖維を直線狀態から180°よりは實際に小さい角度に曲げ、次いで出来るだけ小さい荷重錘を選びそれによつて時々纖維の同一側に繰返し牽引或は壓力を生ぜしめる。そうすれば牽引或は壓のどちらがより早く纖維を損傷するかを容易に證明し得る。ビスコース人絹に對する損傷證明にはネオカルミンを使用し得る。外皮が裂けてゐるか或は散亂してゐる所には作用に依つてカ

パージラスの下で二三分の後に強い青色が現はれる。比較的少數の屈曲の場合には牽引側よりも、壓側に青色が現はれるものと思はれる。

折 曲

壓及び屈曲は通俗的には牽引及び屈曲を意味するが、折曲げと云ふ場合には此處では嚴密な機械的觀念を意味する。然し此の觀念は近年には學術的論文に採用されてゐる。此の要求狀態は例へば糸の屈曲の際に現はれる。壓側で單纖維は長さの方向に壓される、其の際單纖維は相互に支へ合ふ。が然し横に幾分かはづれる可能性がある、そのために折曲げを要求せられる。屈曲耐久試験器に張られた糸の顯微鏡検査は衝或は折曲作用を認めさす。直線狀態から常に同じ方向に曲げられた糸の場合には之はよりよく認められる。

摩 擦

纖維は互に擦り合はすか或は他の物體に擦り付ける事に依つて損耗さし得る。唯衣料と衣料或は衣料と木材等との摩擦を考へる。然し纖維の内部摩擦⁹⁾も亦此の損耗經過に關與してゐる。纖維或は糸の如何なる屈曲にも衝力が生ずる、此の衝力は纖維に滑りを起させる。損傷の強さは先づ材料の表面狀態及び硬さに左右される。壓が一點に集中するか或は袖口に於けるが如く摩擦が屈曲された纖維に作用するか、或は何かある耐久要求に依つて纖維の組織が弛んでゐて摩擦作用で力が遊んでゐる様な場合には特に損傷が甚だしい。

嚴格な研究には長さ及び横方向及び濕潤、乾燥を區別する。

纖維の運動方向には少くとも三つの場合を區別し得る。1. 纖維が互に長さの方向に滑る、2. 交叉した纖維が互に擦り合ふ、3. どの纖維も長さの方

向に對して横に動く。

Henning⁹⁾ は第2の場合を研究した。私も亦羊毛の場合には第1及び第2の場合が決定的に重要だと思ふ。ぎざぎざの深い溝のあるビスコース人絹及び人造羊毛の横斷面の形では確かに第3の場合に纖維が最も傷み易いだらう。既に最初の二つの場合にはビスコース人絹纖維は損傷を被るから第3の場合ビスコース人絹纖維に關して直接に崩壞の目的を達せねばならぬ(第14圖)。

第14圖

第12圖

摩擦係數に就て吾人はこゝでは多くを論じ得ない。此處に一枚の布帛を引裂き、弛め、壓し潰したりする。簡単に云へば出来るだけの横の方向の要求が同時に起る。その際に濕潤纖維がどんなになるか第15圖に示す。

次に他の物體との摩擦を研究する。肘、ゐしきはあらゆる場合に此の場所では他の物體が纖維に作用する。布、糸、纖維試験器¹⁰⁾が此の要求場合に作られてゐる。誰か自然的損耗の正しい模倣の證明に兩方の場合に對して損傷纖維材料の最も満足な比較試験をやつたかどうかは知らない。

ショツパーの摩擦試験器では纖維は金剛砂粒の稜で分裂されるので短い毛房の近くに尖つた纖維斷片が非常に多く生ずる(第16圖)。第17圖に示してあるのは斯様な分裂を鋭いガラス稜で人工的に作つたものである。Mechels¹⁰⁾の裝置では強力試験器に於ける様に摩擦力和打撃力が結合して其のために壓碎力が纖維に作用する。此の壓碎力

は必ず繰返し休憩する。此の装置も亦私の勝手にならぬので此の際例へばビスコース單糸で纖維損傷の状態の知識を得る事は極めて興味あるものである。簡単な方法でしかも屈曲場所の凸部が粗いガラス面を滑る様に艶消しガラスに纖維を擦りつけた。

第 18 圖の様な 8 字結節を纖維に作るのは容易

第 19 圖

第 18 圖

に可能である。此の際纖維は電動装置に依つて圓筒と見取圖の面の間を往復運動さす(第 19 圖)。實際に高價な締付け装置のない場合には纖維の押し込み及び聯結には例へばコルク栓と輪、或はゴム管とガラス棒、或は人造の固い物質の穿孔と折取

つた圓錐形の蓄音器の針等を勧める。斯の様な研磨損傷は塵を洗落して第 20 圖 a, b, c に示す。

總 括

これまでの機械的纖維試験では纖維長さの方の牽引の要求場合に遙にすばぬけて大きい重要さを與へられてゐる。他の要求も亦強い纖維損傷を惹起し得る事を例示した。自然的損耗に關して君々の創造纖維衣料を改善するためには先づ第一に主要損傷分力をはつきりと識別せねばならぬ。のためには損傷纖維それ自身の基礎的研究に従つてそれに依つて損傷原因を解釋する事が必要である。目下の研究に於ては今までに知られてゐる損傷原因の纖維損傷の例を示す。最近の研究に於ては逆戻りする道を歩む、即ち自然的に損耗した衣料部分に基く損傷纖維の場所から主要の損傷分力を解釋する。問題の定性的解決が少く共近似的に成就しえすれば損耗に對する抵抗力判定の定量的纖維試験は合目的に正當に取扱ひ得る。

[譯者註] 紙質の關係上寫眞判の挿畫は省略する事にした。本文には鮮明な挿畫が載つてゐるから本文の參照をお勧めする。

文 獻

- 1) Wegener, Dehnung und Elastizität von Kunstseiden in Abhängigkeit von der Zeit und Belastung. Dissertation Aachen 1937.
- 2) Weltzien und Biermann, Monatschrift für Seide und Kunstseide 1937, 42, 302.
- 3) Dr. E. Franz und Dr. H. J. Henning, Knickbruchfestigkeitsprüfung von Einzelfasern, Melland Textilberichte 1936, 121.
- 4) H. Staudinger und J. Jurisch, Vergleich der Festigkeit von abgebauten Naturfasern und Kunstfasern aus Zellulose. 230 Mitteilung; Über makromolekulare Verbindungen. Melland Textilberichte 1939, 693.
- 5) W. Schramek und J. Helm, Über die Beziehungen des substantiven Färbeproganges zum Aufbau kunstricher Zellulosefasern. Mitteilungen des Deutschen Forschungsinstitutes für Textilindustrie in Dresden 1938, 309.
- 6) Karl Kusebauch, Beiträge zur Anatomie der Baumwollfaser. Melland Textilberichte 1936, 18.
- 7) Krais, Textile Forschung 1921, 86: 1922, 4.
- 8) O. Bernhardt, Die Wertbestimmung von Stoffen. Melland Textilberichte 1939, 492.
- 9) H. J. Henning, Reibungsmessung an Einzelfasern. Melland Textilberichte 1937, 945.
- 10) O. Mecheels, Über die Messung der Verschleissfestigkeit. Melland Textilberichte 1936, 240.