一般報文

(昭和 60 年 11 月 25 日受理)

硫酸アンモニウム加工レーヨン織物の熱処理に伴う物理的性質の変化——耐炎性織物の調製^{*1}

日東紡績株式会社開発研究所 宮道一夫^{*2}・渡辺健二郎
千葉工業大学工学部 四十宮龍徳^{*3}

CHANGES IN THE PHYSICAL PROPERTIES WITH HEAT TREATMENT OF A RAYON FABRIC TREATED WITH AMMONIUM SULFATE - PREPARATION OF A FLAME-PROOF FABRIC^{*1}

By Kazuo Miyamichi^{*2}, Kenjiro Watanabe
and Ryutoku Yosomiya^{*3}

(R.&D. Laboratory, Nitto Boseki Co., Ltd.,
Fukuyama-cho, Koriyama, Fukushima, Japan)

^{*3} (Department of Industrial Chemistry, Chiba
Institute of Technology, Tsudanuma 2-17-1,
Narashino, Chiba, Japan)

Rayon fabrics treated with ammonium sulfate were heated in the temperature range of 120 to 340°C in air and in nitrogen atmosphere, and the changes in the physical properties were investigated.

The results show that the temperature dependencies of the physical properties have inflections near 180°C. In the range of 120 to 180°C, dehydration and depolymerization seem to mainly proceed, being accompanied with weight loss as well as decrease in tensile strength. However, above around 180°C, the different but noteworthy changes were observed, namely, 1) marked increase in tensile strength, 2) release of carbon and introduction of nitrogen, 3) loss of solubility and changes in density. These may suggest that the introduced nitrogen plays an important role in recombining the splitted denatured molecules and hence in tightening the structure of the char.

Furthermore, an excellent flame-resistant fabric has been prepared by application of the procedure above mentioned. This fabric has a high L.O.I. value of 47, unmeltability, high hygroscopicity and also excellent thermal and electrical insulatabilities, so that it seems to be useful in the fields where hazardous thermal environments exist.

(Received November 25, 1985)

1. 緒 言

^{*1} この報文を「レーヨン繊維の炭素化に関する研究 (第2報), Studies on Carbonization of Rayon Fiber (Part 2)」とする。

^{*2} 現在の所属: 日機装株式会社新素材部, 東京都渋谷区恵比寿 3-43-2

Present address: Advanced Materials Div.,
Nikkiso Co. Ltd., Ebisu 3-43-2, Shibuya-ku,
Tokyo 150-91

第1報¹⁾において、レーヨン織物を各種の酸、塩基およびそれらの塩または混合物で加工したのち、空气中300°Cで熱分解し、得られた熱分解織物の収率と引張強さを測定した。その結果、熱分解織物(char)の収率と引張強さの両者を、未加工織物の熱分解物のそれより、大幅に向上させる加工剤は特定の含硫黄酸と含窒素塩基の組合せ(塩または混合物)に限定されることを認めた。

本報では、第1報で引張強さの増加効果が大きいことが認められた塩の一つである硫酸アンモニウムを用いてレーヨン織物を加工し、これを120℃から340℃の範囲で加熱温度と加熱雰囲気を変えて熱処理し、重量減、収縮率および得られた熱処理織物の引張強さ、溶解性、密度および元素組成を測定した。さらに、これらの結果に基づいて、耐炎性がすぐれしかも実用性のある強度を有する織物を調製する条件を検討した。

レーヨンを、加工剤の非存在下または存在下で、熱分解し、charの分子構造を調べた例は、すでに、多く知られている。R.Baconら²⁾はアルゴン雰囲気中で、また、進藤ら³⁾は塩酸蒸気中で、それぞれ、レーヨンを加熱し、赤外線吸収、X線回折、元素分析などの手段により、炭化過程の分子構造の変化を検討した。また、各種リン酸化合物のような固体無機塩についても、その防炎作用の解明を目的として、種々の検討が加えられた⁴⁾。

しかし、硫酸アンモニウムのような無機塩の存在下でレーヨンを熱分解し、生成し熱分解生成物の機械的並びに物理的性質を測定すると共に実用性のある耐炎性繊維を調製しようとする試みはほとんど知られていない。

2. 実 験

用いたレーヨン織物の組成および加工方法は第1報と同じである。試料は空气中、窒素中とも5℃/minの昇温速度で加熱され、所定温度で1時間保持された。未加工織物から得られた熱処理物については、そのまま、測定に供したが、硫酸アンモニウム加工織物については、熱処理物中に加工剤の分解残渣が残るので、水洗により除去した。しかし、140～180℃間の熱処理物は水で洗滌すると変形が著しいので、水-エタノール液で洗浄した。

織物の引張強さは第1報と同じ方法で測定した。単繊維の強伸度はテンシロンUTM-II(東洋ボールドウィン)を用い、次の条件で測定し、30本の平均値で示す。

つかみ間隔20mm、引張速度20mm/min(レーヨン)、1mm/min(熱処理繊維)。

重量減と収縮率(たて糸方向)は加熱前後の値から計算した。密度の測定は密度勾配管法で行なった。軽液と重液としては、次の組成の溶液を用いた。

密度範囲	軽 液	重 液
1.350～1.520	キシレン/四塩化炭素 3.5/6.5	四塩化炭素
1.469～1.775	テトラブromエタン/ エタノール 3.0/6.2	テトラブromエタン/ エタノール 4.55/5.46

溶解性は酸化銅アンモニア溶液を溶剤としてJIS L 1015により測定した。炭素、水素含量は島津有機微量

分析装置を用い、硫黄含量は銀吸収法で、また、窒素含量はケールダール法で、それぞれ、測定した。酸素含量は全量から炭素、水素、硫黄、窒素、灰分を差引いた値で示す。炭素保持率は次式から算出した。

$$\text{炭素保持率}(\%) = \text{収率}(\%) \times \frac{\text{熱処理物の炭素含量}(\%)}{\text{レーヨンの炭素含量}(\%)}$$

水素および酸素の保持率も同様にして算出した。

3. 結果と考察

3.1 熱処理に伴う機械的および物理的性質の変化

3.1.1 各種無機酸のアンモニウム塩の比較

図1、2には、未加工レーヨン織物および硫酸アンモニウム、リン酸二アンモニウムまたは塩化アンモニウムで、それぞれ、加工されたレーヨン織物について、熱処理温度と重量減または引張強さとの関係が示される。よく知られたように、無機酸のアンモニウム塩で加工した場合、分解開始温度は加工剤が存在しない場合より低温側に移行し、また、重量減は、低温側では加工織物の方が、また高温側では未加工織物の方が、それぞれ、大きくなる結果が得られた。300℃付近での温度における重量減を比較してみると、加工剤なし>塩化アンモニウム>硫酸アンモニウム>リン酸二アンモニウムの順序となった。これに対して、300℃付近での引張強さは硫酸アンモニウム>>加工剤なし≈塩化アンモニウム>リン酸二アンモニウムの順序となり、重量減とは異なる挙動を示した。以下、熱分解織物(char)の収率と引張強さの両

Fig. 1 Weight loss vs. heat treatment temperature (in air).

Additive	Add-on (%)
○ none	
△ (NH ₄) ₂ SO ₄	41.6
□ (NH ₄) ₂ HPO ₄	41.4
× NH ₄ Cl	46.5

Fig. 2 Tensile strength vs. heat treatment temperature (in air).

	Additive	Add-on (%)
○	none	
△	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	41.6
□	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	41.4
×	NH_4Cl	46.5

Tensile strength was measured on specimens of 25 mm wide in the direction of the warp.

者に高い値を与える硫酸アンモニウムを加工剤に用いて、熱処理温度の増加に伴う諸性質の変化を追跡してみよう。

3.1.2 硫酸アンモニウムを加工剤に用いた場合

ここでは、硫酸アンモニウム(以下、ASとして示す)を加工剤に用いた場合について、加熱温度および加熱雰囲気を変えて、重量減、収縮率、引張強さ、溶解性、密度および元素組成の各変化を調べた結果を示す。比較のため、未加工布についての結果も示される。

熱処理温度—重量減曲線(図3)の形状は、明らかに、加熱雰囲気よりもASの存在の有無によって特性づけられる。すなわち、AS加工織物の重量減は未加工織物のそれよりかなり低い120°C付近から始まり、しかも急速な重量の減少を示した。しかし、200°C以上では重量減少速度はゆるやかになり、260°Cを越えると、未加工織物より重量減は小さくなる。同じ温度では、空気中の方が窒素中より重量減が大きくなるのは酸化分解の影響と思われる。収縮は重量減の開始とほぼ同じ温度から始まるが、AS加工織物の120~180°C熱処理物は水—エタノール洗浄によっても著しく収縮し、特に160°C付近の収縮が大きい。このような現象は220°C以上の熱処理物には現われない(図4)。

熱処理温度—引張強さ曲線(図5)において、AS加工織物は特異な挙動を示す。すなわち、その引張強さは熱処理温度の上昇とともに低下してゆくが、180°C付近で

Fig. 3 Effect of heating temperature and atmosphere on weight loss during heat treatment of rayon fabrics.

Atmosphere		
Additive	air	N_2
none	○—	△—
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 41.6%	●—	▲—

Fig. 4 Effect of heating temperature and atmosphere on shrinkage during heat treatment of rayon fabrics.

Atmosphere		
Additive	air	N_2
none	○—	△—
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 41.6%	●—	▲—
(not washed)	●—	▲—

は極小となり、それ以上の温度では増加に転ずる。このような傾向は、未加工織物のみならず、塩化アンモニウム、リン酸二アンモニウム各加工織物でも明確には現われない。260°C以上での引張強さのゆるやかな低下は、収縮および重量減が関係するため、明確ではないが、320°C以上の空気中では、酸化分解のため、低下してゆ

Fig. 5 Effect of heating temperature and atmosphere on tensile strength of heat-treated rayon fabrics.

Atmosphere		
Additive		
none	air	N ₂
(NH ₄) ₂ SO ₄ , 41.6%	○	△
	●	▲

Tensile strength was measured on specimens of 25 mm wide in the direction of the warp.

くことは間違いない。いずれにせよ、260～300℃の熱処理温度では、AS加工織物は、未加工織物より、2～4倍の引張強さを示すようになる。この強度増加効果を確認するために、表1に示した性質を有するポリノジック系(A)、タイヤコード(B)および普通レーヨン(C)の3種のレーヨン単繊維をそれぞれ300℃(窒素中)で加熱して得られた各熱分解繊維の性質を表2に示す。AS加工された3種のレーヨン繊維から得られた熱分解繊維は、未加工レーヨンからのそれより、2倍以上の引張強さを有し、強度に換算しても大幅に向上していることがわかる。

次に、熱処理温度の上昇に伴う物理的性質の変化をみよう。図6に示されたように、AS加工織物は約160℃(空气中)および約180℃(窒素中)から溶解性の低下がはじまり、220℃(空气中)および260℃(窒素中)で、全く不溶となる。これはレーヨンの分子構造の転換が起きたか、あるいは、架橋結合が生成したかのいずれかであろう。これに対して、未加工織物からの熱処理物は、この温度段階では、依然、溶解性を保持している。未加工、加工とも、溶解性の低下は空气中の方が窒素中より低温で始まるのは、酸化により分子構造の変化が促進されるためと思われる。熱処理温度と密度との関係が図7に示されるが、この場合は、加工剤より加熱雰囲気の影響

Table 1 Properties of rayon fibers.

Rayon fiber		A	B	C
Property		(Polynosic)	(Tire cord)	(Regular)
Denier	(d)	1.54	1.60	6.24
Tensile strength	(g)	7.59	7.34	11.6
Tenacity	(g/d)	4.93	4.59	1.86
Elongation	(%)	9.0	14.0	23.3
Modulus of Elasticity	(Kg/mm ²)	1820	1320	690
Crystallinity, X-ray	(%)	46	49	36
Degree of Polymerization		472	406	253

Table 2 Properties of heat-treated rayon fibers.

Additive		none			(NH ₄) ₂ SO ₄		
Add-on(%)		0	0	0	47.2	47.0	51.2
Rayon fiber		A	B	C	A	B	C
Weight loss	(%)	70.5	72.9	66.4	36.0	37.3	37.6
Shrinkage	(%)	18.8	16.0	15.2	7.8	11.1	-
Denier	(d)	0.44	0.47	1.97	0.90	1.03	3.32
Tensile strength	(g)	0.48	0.34	0.55	1.21	1.42	3.79
Tenacity	(g/d)	1.09	0.72	0.71	1.34	1.38	1.14
Elongation	(%)	12.1	17.4	16.9	8.1	6.4	4.9
Modulus of Elasticity	(Kg/mm ²)	437	281	291	595	692	583
Crystallinity, X-ray		Amorphous					

Rayon samples are heated at a rate of 10°C/min in nitrogen atmosphere from room temperature to 300°C and then held at 300°C for 1.5 hours.

Fig. 6 Solubility of heat-treated rayon fabrics in cupri-ammonium solution.

Atmosphere		
Additive	air	N ₂
none	○—○—	△—△—
(NH ₄) ₂ SO ₄ , 41.6%	●—●—	▲—▲—

Fig. 7 Effect of heating temperature and atmosphere on density of heat-treated rayon fibers.

Atmosphere		
Additive	air	N ₂
none	○—○—	△—△—
(NH ₄) ₂ SO ₄ , 41.6%	●—●—	▲—▲—

響の方が大きい。AS加工織物では、いずれの雰囲気中でも、密度の低下は約180℃から始まるが、窒素中では、熱処理温度の上昇とともにそのまま低下してゆくのに対し、空気中では、一度低下したのち200℃以上で増加する方向に転ずる。未加工織物の場合、密度の変化の開始が高温側にずれるが、傾向は全く同じである。窒素中での密度の低下は分子分裂、解重合により分子配列の規則

Fig. 8 Changes in carbon, hydrogen and oxygen contents of rayon fabrics with increasing temperature of heat treatment.

Atmosphere		
Additive	air	N ₂
none	○—○—	△—△—
(NH ₄) ₂ SO ₄ , 41.6%	●—●—	▲—▲—

性が失われるためであろう。ここで、未加工織物より、AS加工織物の方が、窒素中での温度の上昇に伴う密度の低下の度合いが小さいのは興味深い。これは、前者では分子分裂、解重合が熱処理温度の上昇とともに急速に進行してゆくのに対し、後者では、180℃で一度分子分裂が生成したのち、200℃以上で再結合が生起していることを暗示している。空気中での密度の上昇は酸素による架橋結合の生成によるものであろう。

図8, 9には、各温度における熱処理物の元素分析値が示されるが、加工剤の影響が大きい。AS加工布では、重量の減少の始まる約140℃から水素および酸素含量の低下が、また、溶解性および密度の変化が始まる約180℃からは炭素含量の増加が、それぞれ、始まる。一方、約140℃からは硫黄の導入が、また、約180℃からは窒素の導入が、それぞれ始まる。硫黄の導入量は少なく、最大2, 3%程度であり、しかし熱的に不安定で、200~240℃をピークとして、より高温では、放出されて減少してゆく。この場合、加熱雰囲気の影響は認められない。一方、窒素の導入量は160~200℃間で急激に増加し、両雰囲気中とも、6%に達する。空気中では、熱処理温度とともに、窒素の導入量はさらに増加してゆくが、窒素中では、その増加の割合は小さい。これからみて、酸

Fig. 9 Changes in nitrogen and sulfur contents of 41.6% ammonium sulfate-treated rayon fabric with increased temperature of heat treatment.

Atom	Atmosphere	
	air	N ₂
N	—▲—	—△—
S	—●—	—○—

素は窒素の導入を促進するようにみえる。

図8, 9に示した数値は熱処理物中に含まれる各原子の相対比率を示すものであり、この値からでは出発原料中に含まれた各原子が熱処理過程でどの程度放出されたか(または保持されているか)はわからない。そこで、図3の結果をあわせて各熱処理温度における炭素、水素および酸素の各保持率を算出し、図10に示した。これを見ると、図8に示された180℃から200℃にかけてのAS加工繊維の熱処理物の炭素含量の急激な増加は水素および酸素含量の低下と窒素の急速な導入に基づく相対的なもので、実際には炭素の放出はほとんどないと見なしてよい。AS加工物の炭素の放出は約200℃から始まるが、その量は未加工物のそれよりはるかに小さい。この場合、空気中の方が窒素より炭素の放出量が多いことが認められた。これに対して、AS加工物では水素および酸素の各放出量はきわめて大きく、140～200℃間で、すでにそれらの約60%が失われている。しかし、200℃以上になるとそれらの放出の割合は小さくなってゆく。表3には、200℃および300℃の各熱処理物について、水素、酸素、窒素または硫黄と炭素との各原子比が示され、さらに、H. A. Schuytenら⁶⁾の方法により計算

Fig. 10 The retention percentage of carbon, hydrogen and oxygen contents vs. heat treatment temperature.

Additive	Atmosphere	
	air	N ₂
none	—○—	—△—
(NH ₄) ₂ SO ₄ , 41.6%	—●—	—▲—

したグルコース単位当りに失なわれた水の量が示される。この計算では、AS加工物では、200℃で2モルの水が、また、300℃で3モルの水が、それぞれ、失なわれていることになる。進藤ら³⁾はレーヨンを塩酸蒸気中で熱分解し、185℃でグルコース単位当り2モルの水が失なわれることを示したが、本結果もこれにはほぼ一致する。200℃では、加熱雰囲気の影響は出てこないが、300℃になると、明らかに、空気(酸素)は水の放出と窒素の導入を促進している。

Table 3 Calculated results from elementary analysis.

Heat treatment		Atomic ratio				Moles of H ₂ O lost /Glucose
Temp. (°C)	Atmosphere	H/C	O/C	N/C	S/C	
Original Rayon fiber		1.878	0.872	0	0	
<u>Untreated</u>						
200	air	1.736	0.812	0	0	0
200	N ₂	1.791	0.837	0	0	0
300	air	0.454	0.408	0	0	3.6
300	N ₂	0.905	0.239	0	0	2.2
<u>(NH₄)₂SO₄ (41.6%)-treated</u>						
200	air	0.810	0.365	0.083	0.016	2.4
200	N ₂	0.861	0.362	0.085	0.019	2.3
300	air	0.493	0.301	0.177	0.005	3.4
300	N ₂	0.713	0.253	0.093	0.006	2.8

以上の結果からみると、熱処理温度が180℃以上と以下では、次のようにAS加工織物の機械的並びに物理的性質の変化にかなりの相異が認められる。

(a) 120→180℃

炭素の放出はなく、溶解性はほぼ保持され、また、密度が変化しないことから、レーヨンの基本構造(炭素骨格)はほぼ保持され、分子配列にも時に変化はないと見なされる。しかし、観察された水素、酸素の放出と強度低下は構造からの脱水反応と重合度低下の生起を示唆している。脱水の開始とはほぼ同時に硫黄の導入が起るが、その量は極めて僅かである($S/C > 0.02$ 以下)。この段階(120~140℃)では、まだ、窒素の導入は始まっていない。したがって、ASが分解して生じた硫酸がグルコース単位の水酸基とエステル化反応を起しているとしても、その極く一部と反応しているにすぎない。それゆえ、その大部分は脱水された状態のままに留まり、このような構造体は水との親和性が高く、水中で大きな収縮を示すものと思われる。

(b) 180→320℃

溶解性が失われしかも密度が大きく変化することは180℃付近から新しい構造体への転換が始まることを意味する。この段階では、炭素が放出されるが、その量は未加工物のそれよりはるかに少ない。一方、窒素の導入が開始されるが、その量は180~200℃のせまい温度範囲で急激な増加を示し、200℃では6%にも達する。炭素の放出が少なく上に窒素の導入が加わるために、熱分解の収率は、未加工熱分解物のそれより、大幅に向上する。また、180℃まで低下してきた引張強さは、この温度以上で増加に転じ、300℃では、未加工物からのその2倍以上の値を示すようになる。このような物性値の変化からみて、この熱処理段階での分子構造は次のように変化するものと推定される。180℃付近では、よく知られたセルロースの熱分解と同様に、分子分裂、グルコース環内のC-O、C-C結合の切断が活発に行なわれるが、200℃を過ぎると、これらの分裂した変性分子は再結合により比較的高分子量の網目構造体を形成してゆく。これは、この段階で生成した熱分解物は非晶質で^{†1}しかも高温の炎に当てても熔融しないことから裏付けられる。この際、導入された窒素は低分子化された変性分子を相互に結びつける役割(例えば架橋剤として)を演じているのかもしれない。アクリル繊維の熱分解物の場合、空気中の酸素により架橋が生成するため、空気中熱分解物の強度は窒素雰囲気下での熱分解物のそれより

かなり大きい値が得られている。これに対して、レーヨンでは、加工剤からの窒素により架橋が生成するとすれば、加熱雰囲気によって熱分解物の引張強さの差異がほとんど現われないことが理解できる。

第1報に示したように、引張強さを向上させない含窒素塩基を用いても窒素の導入は起こるのに対し、引張強さを向上させる加工剤は含硫黄酸と含窒素塩基の組合せの中にしか存在しないことからみて、導入された硫黄も強度を与える構造体の生成(または架橋の生成)に何らかの役割を担っているに違いない。しかし、本実験の結果だけでは、その機構を明確にすることはむずかしい。

空気中では、窒素中より、収率、炭素保持率とも低い値を示すが、これは、酸化反応により、脱カルボニルのような形で炭素が放出されるためであろう。また、空気中では、熱処理温度とともに密度が増加し、また、O/C比は窒素中より大きな値を示した。これは酸素による架橋の生成を示唆しているものと考えられる。また、空気中では、320℃を超えると強度低下が著しくなる傾向をみせるが、これは酸化架橋より酸化崩壊の影響の方が強くなるためであろう。

3.2 耐炎性繊維の調製

AS加工レーヨンを300℃付近の温度で熱分解すると、未加工レーヨンより、高収率で強度のすぐれた繊維が得られることがわかった。そこで、もしこの繊維が、アクリル繊維を空気中200~300℃で熱分解して得られる繊維と同様に、すぐれた耐炎性を有するならば、充分実用化の可能性がある。

未加工およびAS加工レーヨン織物を空気中250℃と300℃で熱分解し、得られた黒色の織物の限界酸素指数(以下、L.O.I.として示す)を測定した結果を表4に示す。未加工、300℃処理物のL.O.I.値は17であり、原料レーヨンと同程度である。AS加工、300℃処理物では、その値は33に向上するが、それでも、防災加工綿、アラミド繊維の値より若干すぐれている程度である。そこで、セルロース物質の残じん燃焼を防止する効果が認められているリン酸二アンモニウム(以下、APとして示す)をAS/AP=85/15の割合で混合し、この混合物で加工したレーヨン織物を熱分解すると、250℃で44、300℃では47の値を示し、非常にすぐれた耐燃焼性を有することがわかった。

表5には、上記の方法(空気中300℃処理)で製造した耐炎性繊維の性質を示す。本繊維材料は、原料組成がまったく異なるにもかかわらず、アクリル繊維からのそれに極めて類似した組成と性質を示す。

^{†1} AS加工レーヨンは180℃まではセルロースの結晶構造を保つが、200℃以上では非晶化されることがX線図から確かめられている⁶⁾。

Table 4 Limiting Oxygen Index values of heat-treated rayon fabrics.

Additive	none	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4-(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ mixture (85:15 wt. ratio)	
Heating condition in air	250°C 2hrs + 300°C 1hr			250°C 2hrs
Weight (g/m ²)	163	242	246	249
Thickness (mm)	0.42	0.58	0.58	0.58
Limiting Oxygen Index ^{b)} (%)	17	33	47	44

a) Add on : 55~60 wt%

b) JIS K-7201

Table 5 Representative characteristics of a flame-resistant fabric from rayon precursor.

Contraction	:	2/2 twill				
Weight (g/m ²)	:	250				
Thickness (mm)	:	0.51				
Tensile strength (Kg/25mm) Warp X Fill.:	:	22 X 18				
Elongation (%) Warp X Fill.	:	4.5 X 7.5				
Density (g/ml)	:	1.56				
Elementary composition (%)						
C	H	N	O	S	P	Ash
59.4	2.5	12.3	23.2	0.8	1.1	0.7
Moisture regain at 20°C (%) :						
R.H. (%)	20	30	45	65	90	
M.R.	6.4	8.1	10.5	12.7	18.9	
Electric resistance (ohm-cm)	:	>10 ¹²				
Thermal conductivity (Kcal/m-hr-°C)	:	0.1				
Limiting Oxygen Index a) (%)	:	47				
After-glow b) (sec)	:	0				
After-flame b) (sec)	:	0				

a) JIS K-7201

b) JIS L-1091 (45° micro-burner ignition for 1 min.)

アクリルからの耐炎繊維(空气中, 300°C処理)⁷⁾

元素組成(%) : C = 60.5, H = 3.4,

N = 22.3, O = 12.8

密度(g/ml) : 1.52

燃 焼 性 : 残炎時間 0, 残じん時間 0

本材料は、また、柔軟で、吸湿性に富み、しかも炭素繊維のように熱、電気を伝導しないので、不燃材料、高温断熱材料として有用と思われる。

また、本方法の場合、熱分解時の発熱がアクリル繊維の場合より小さいので、紡績、製織が容易である原料繊維の段階で製品化(織物、不織布など)したのち、炭化できるメリットがある。

元素分析を実施された高林利行氏並びにL.O.I.の測定を実施された須田秀昭氏に感謝します。

文 献

- 1) 宮道一夫, 影野賢二, 四十宮龍徳, 織学誌, **42**, T-444 (1986)
- 2) M. M. Tang, R. Bacon, *Carbon*, **2**, 211 (1964)
- 3) A. Shindo, Y. Nakanishi, I. Soma, *Applied Polymer Symposia*, **9**, 271 (1969)
- 4) J. W. Lyons, *J. Fire & Flammability*, **1**, 302 (1970)
- 5) H. A. Schuyten, J. W. Weaver, J. D. Reid, *Ind. Eng. Chem.*, **47**, 1433 (1955)
- 6) 宮道一夫, 高林利行, 矢萩徹郎, 織学誌, **42**, T-568 (1986)
- 7) 宮道一夫, 片山将道, 織学誌, **21**, 640 (1965)