

# 羊毛服地の初期熱流束最大値( $q_{max}$ )에 관한 연구(II)

— 織物表面形態因子와의 상관성을 중심으로 —

崔錫哲·鄭珍順·千泰一\*

釜山大學校 家政大學 衣類學科

\*東亞大學校 家政大學 衣類學科

## A Study on the Initial Maximum Value of Heat Flux, $q_{max}$ of Wool Fabrics (Part II)

— The correlation between  $q_{max}$  and chracteristic values —

Suk Chul Choi, Jin Soun Jung and Tae il Chun\*

Department. of Textiles and Clothings, Pusan National University, Pusan 609-390, Korea

\*Department of Textiles and Cothings, Dong Eui University, Pusan 614-714, Korea

(1991. 7. 9 접수)

### Abstract

In the previous paper, we already discussed about the factor effected upon the initial maximum value of heat flux ( $q_{max}$ ). Thermal conductivity, themal transmittance and surface air cavity of wool fabrics were examind and their correlation to the  $q_{max}$  was also studied In this study, the other factor was examined which had on effect upon the  $q_{max}$  of an objective measure of warm/cool feeling. It was studied that the  $q_{max}$  correlated to the surface sturcture parameters (compression, friction, smoothness, roughness, thickness and weight). It was concerned to the degree of warm/cool feeling when we touched hand on fabrics. We selected twenty sorts of pure wool woven fabrics for men's fall-winter cloth (all Wool). The conclusions are as follow;

1. There was a good correlation between the  $q_{max}$  and the compression property.
2. The surface structure parameters, smoothness and roughness, made various effects on the  $q_{max}$ , when the samples touched on a thin copper plate. So, there was not a certain correlation to the  $q_{max}$ .

### I. 서 론

피복 착용시 접촉 냉온감은 체온이 布에 흡수되는 열 이동 현상으로 해석되어 초기 열유속 최대값( $q_{max}$ )과의 상관성이 있으며 접촉 냉온감의 척도로서 타당하다고 보

고되었다<sup>1,2)</sup>. 이러한 접촉 냉온감은 피복 착용감이나 쾌적성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 섬유 재료의 열전도 특성과 표면구조가  $q_{max}$  값에 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있다<sup>3~6)</sup>. 米田등<sup>7,8)</sup>은 과도적 열전도 측정장치인 Thermo-Labo에 의해 얻어지는  $q_{max}$  값에 관해 이론적 해석을 실시하고  $q_{max}$  값이 냉온감의 예측

Table 1. Characteristic values of fabric surface structure

Blocked properties	Charateristic values	Remarks	Unit	Measurement testers
Compression	LC	linearty	—	KES—FB3
	WC	energy	g·cm/cm <sup>3</sup>	
	RC	resilience		
Surface	MIU	coefficient of friction	—	KES—FB4
	MMD	mean deviation of MIU	—	
	SMD	geometrical roughness	micron	
Thickness & Weight	T	thickness at 0.5 g/cm <sup>2</sup>	mm	KES—FB3
	W	weight per unit area	mg/cm <sup>2</sup>	Balance

치로서 타당하다는 것을 관능시험을 통해 증명한 바 있으며, 여러 용도의 시료에 대한 기본 역학 특성과  $q_{max}$  값과의 관계를 검토하고 布 구조나 섬유 소재와 관련하여 함수량이  $q_{max}$  값에 미치는 영향을 실험적으로 확인한 바 있다. 본 연구자들은 前報<sup>11)</sup>에서 國內 市販중인 男性用 純毛 秋冬服地 20種을 선택하여 접촉 냉온감의 척도로서  $q_{max}$  값을 측정하고 이것에 영향을 미치는 요인으로서 열전도 특성인 열전도율, 열통과율과 직물의 기공도와와의 관계를 검토한 바 있다. 본 연구에서는 접촉 냉온감으로서 피복재료의 쾌적성과의 관계를 설정 평가함으로써 피복재료의 선택시 도움을 주고자, 접촉 냉온감의 척도로서  $q_{max}$  값에 영향을 미치는 요인으로서, 직물의 표면형태 인자인 압축 특성치 3종류, 표면특성치 3종류와 그 외 두께와 무게의 인자를 KES-FB system를 사용하여 계측하고  $q_{max}$  값과의 상관관계와  $q_{max}$  값에 가장 큰 영향을 미치는 요인을 조사하였다.

## II. 실험

### 2.1. 시 료

試料는 國內 市販 中인 男性用 秋冬服地(純毛) 20種을 선택하였으며 그 재료 특성은 前報<sup>11)</sup>에 준하였다.

### 2.2. 측정 방법

#### 2.2.1. $q_{max}$ 의 측정

布의  $q_{max}$  값 측정은 과도적 열전도 측정장치인 Thermo-Labo를 이용하였으며, 그 주요부의 block diagram과 측정 방법은 前報<sup>11)</sup>에 準하였다.

Table 2. Compression characteristic values of wool fabric samples

Sample No.	Compression characteristic values		
	LC	WC (g·cm/cm <sup>2</sup> )	RC (%)
1	0.317	0.260	62.87
2	0.315	0.251	70.69
3	0.356	0.272	64.16
4	0.360	0.238	65.07
5	0.297	0.223	64.04
6	0.384	0.305	66.38
7	0.358	0.246	67.42
8	0.315	0.204	65.39
9	0.320	0.207	58.06
10	0.251	0.236	57.04
11	0.270	0.174	61.81
12	0.314	0.206	69.70
13	0.269	0.139	58.32
14	0.262	0.172	57.60
15	0.266	0.220	54.98
16	0.285	0.201	58.71
17	0.251	0.184	57.08
18	0.273	0.142	59.40
19	0.326	0.225	71.00
20	0.350	0.205	67.94

#### 2.2.2. 表面 形態 因子의 계측

KES-FB system<sup>9)</sup>을 사용하여 표준상태에서 표면형태 인자를 계측하였다. 표면 형태 인자로서는 압축 특성의 3가지 특성치(LC, WC, RC), 표면 특성의 3가지 특성치(MIU, MMD, SMD)와 그 외 두께 및 무게를 들었으며 이들을 Table 1에 나타내었다. 표면특성 항목에

대해서는 布의 경, 위사 방향에 따른 제 성질을 계측하였다.

### III. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1. 표면형태 인자와 $q_{max}$ 값과의 관계

비교적 유사한 열전도율을 갖는 纖維 布의 경우  $q_{max}$  값은 布의 표면형태에 의해 영향을 받고, 벌키성과 매끄러움이 관여하고 있는 것으로 보고된 바 있다<sup>1,10</sup>. 벌키성은 압축 특성을, 매끄러움은 표면 특성을 나타낸 것으로 본 실험에서는 시료의 표면 형태 인자로서 압축 특성, 표면 특성, 두께와 무게를 선정하고 이들과  $q_{max}$  값 사이의 관계에 대해 검토하였다.

##### 3.1.1. 시료의 압축특성과 $q_{max}$ 값과의 관계

布의 벌키성과 관계되는 압축 특성은 布의 두께와 밀접한 관계를 가지고 있다. 이와같은 압축 특성과  $q_{max}$  값 사이에 어떠한 상관관계를 나타내는지에 대해 살펴보았다. Table 2는 KES-FS system을 사용하여 계측한 시료의 압축 특성치를 나타낸 것이고 Table 3은 시료의 압축특성과  $q_{max}$  값과의 상관계수를 구한 것이다. Fig. 1, 2, 3은 Table 3을 근거로 하여 압축특성치와  $q_{max}$  값과의 관계를 plot하여 나타낸 것이다. Table 3에서와 같이 중상관계수에서  $q_{max}$  값과 압축특성과의 사이에 높은 상관이 보였고 단 상관계수에서도 압축특성치 모두 비교적 높은 負의 상관을 나타내었다. 이것에 의해 시료의 압축특성이 클수록 즉, 시료가 벌키할수록  $q_{max}$  값은 작아지는 경향이 인정된다. 이와같이 압축특성과  $q_{max}$  값 사이에 높은 상관이 나타난 것은  $q_{max}$  값에 가장 영향을 미치는 열원판 접촉시 시료의 두께가 압축특성과도 높은 상관을 갖고 있기 때문이라고 추정된다. 이를 확인하기 위하여 Table 4에 열원판 접촉시의 시료 두께와 압축특성과의 상관계수를 나타내었다. 여기에서도 알 수 있듯

Table 3. Correlation coefficient between compression property and  $q_{max}$

Characteristic values	Simple correlation coefficient	Multiple correlation coefficient
LC	-0.751	
WC	-0.743	0.851
RC	-0.696	

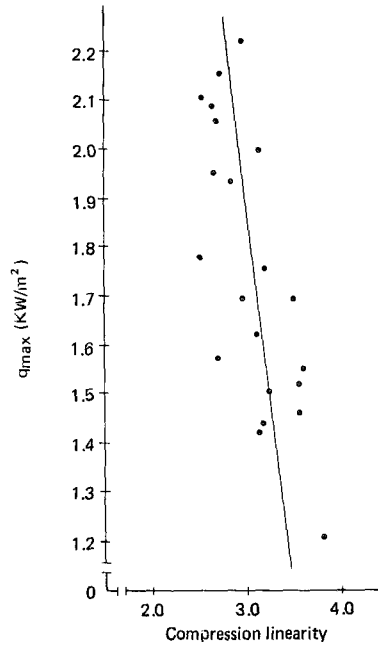


Fig. 1. The relation between compression linearity and  $q_{max}$ .

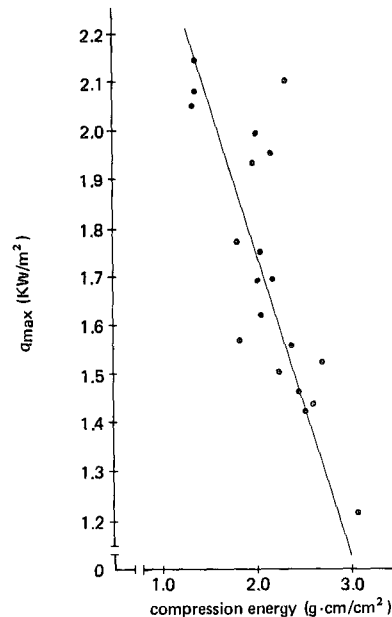


Fig. 2. The relation between compression energy and  $q_{max}$ .

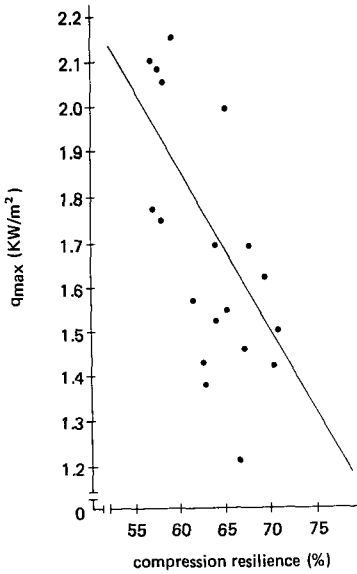


Fig. 3. The relation between compression resilience and  $q_{max}$ .

이 중상관계수에서 이들간에 높은 상관을 보였고 단상관계수에서도 압축특성치 모두 비교적 높은 正의 상관을 나타내었다. 따라서 압축특성이 클수록 접촉시의 시료의 두께는 두껍고 이로인해 布 전체를 통한 유출열량이 작아져서 결과적으로  $q_{max}$ 값은 작아진다고 생각된다.

3.1.2. 시료의 표면특성과  $q_{max}$  값과의 관계

布 표면의 평활 요철정도를 나타내는 표면특성은 布조직 및 布 구성상태 등에 따라 달라진다. 이와같은 표면특성과  $q_{max}$  값 사이에는 어떤 상관관계를 나타내는지에 대해 살펴보았다. Table 5은 KES-FB system을 사용

Table 4. Correlation coefficient between compression property and thickness at the load 12.5 g/cm<sup>2</sup>

Characteristic values	Simple correlation coefficient	Multiple correlation coefficient
LC	0.731	
WC	0.773	0.853
RC	0.690	

Table 5. Surface characteristic values of wool fabric samples

Sample No.	Surface characteristic values								
	MIU-1 (warp direction)	MIU-2 (wept direction)	MIU (mean)	MMD-1 (warp direction)	MMD-2 (wept direction)	MMD (mean)	SMD-1 (warp direction)	SMD-2 (wept direction)	SMD (mean)
1	0.142	0.148	0.145	0.0105	0.0120	0.01125	2.975	3.258	3.1165
2	0.094	0.135	0.1145	0.0109	0.0107	0.0108	2.452	2.827	2.6395
3	0.147	0.145	0.146	0.0112	0.0115	0.01135	2.848	3.305	3.0765
4	0.138	0.148	0.143	0.0107	0.0108	0.01075	2.957	2.852	2.9045
5	0.142	0.149	0.1455	0.0092	0.0104	0.0098	2.200	2.602	2.401
6	0.186	0.220	0.203	0.0126	0.0143	0.01345	3.480	4.107	3.7935
7	0.151	0.143	0.147	0.0118	0.0107	0.01125	2.473	2.718	2.5955
8	0.138	0.132	0.135	0.0109	0.0103	0.0106	2.158	2.352	2.255
9	0.128	0.138	0.133	0.0110	0.0111	0.01105	3.028	2.723	2.8755
10	0.133	0.128	0.1305	0.0113	0.0103	0.0108	2.098	2.265	2.1815
11	0.142	0.174	0.158	0.0100	0.0136	0.0118	2.462	3.133	2.7975
12	0.137	0.147	0.142	0.0118	0.0119	0.01185	2.858	2.950	2.904
13	0.124	0.128	0.126	0.0094	0.0258	0.0176	2.503	4.137	3.32
14	0.133	0.134	0.1335	0.0105	0.0156	0.01305	2.145	3.307	2.726
15	0.142	0.142	0.142	0.0107	0.0115	0.0111	2.137	2.508	2.3225
16	0.123	0.135	0.129	0.0109	0.0106	0.01075	2.895	2.735	2.815
17	0.127	0.141	0.134	0.0160	0.0105	0.01325	5.132	2.230	3.681
18	0.128	0.136	0.132	0.0121	0.0117	0.0119	2.570	3.183	2.8765
19	0.137	0.144	0.1405	0.0105	0.0123	0.0114	2.480	2.942	2.711
20	0.130	0.129	0.1295	0.0106	0.0099	0.01025	2.383	2.515	2.449

하여 계측한 시료의 표면 특성치를 나타낸 것이고, Table 6은 시료의 표면특성치와  $q_{max}$  값과의 상관계수를 구한 것이다. Table 6에서 볼 수 있는 바와 같이 중 상관계수에서 표면 특성과  $q_{max}$  값 사이에 비교적 높은 상관이 보였고, 단상관 계수에서는 표면마찰과의 사이에서 만이 그다지 높지 않은 정도의 상관이 인정되었다. 이와같이 표면특성과  $q_{max}$  값 사이에 상관관계가 인정되었지만 각 특성치 사이에는 거의 상관이 나타나지 않는 것에 대해 Fig. 4, 5, 6에 나타내어 살펴보았다.

Fig. 4는 표면마찰과  $q_{max}$  값과의 관계를 plot하여 나

Table 6. Correlation coefficient between surface property and  $q_{max}$

Characteristic values	Simple correlation coefficient	Multiple correlation coefficient
MIU	-0.555	
MMD	0.187	0.714
SMD	-0.360	

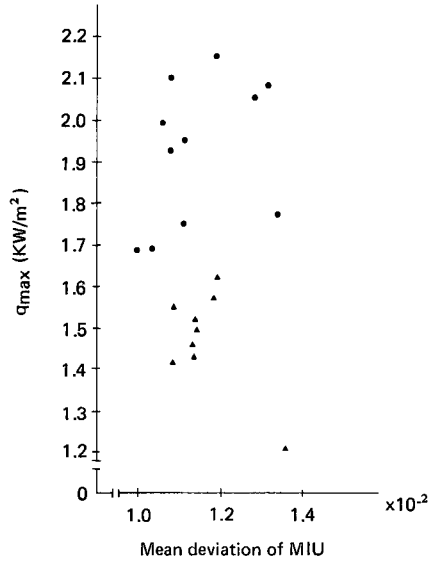


Fig. 5. The relation between mean deviation of MIU and  $q_{max}$ .

▲: The thick fabric samples, their thickness range is over 0.6 mm at the load 12.5 g/cm<sup>2</sup>.  
●: The thin fabric samples, their thickness range is below 0.6 mm at the load 12.5 g/cm<sup>2</sup>.

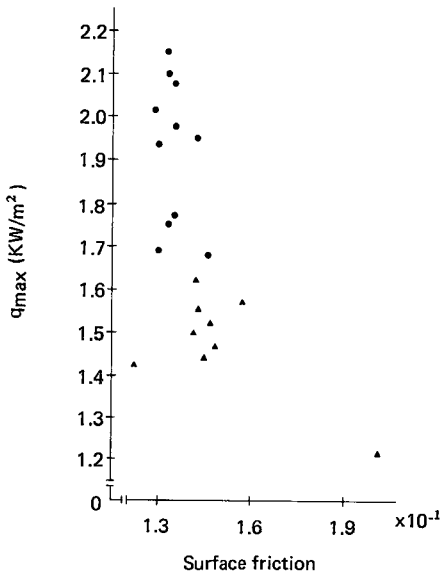


Fig. 4. The relation between coefficient of friction and  $q_{max}$ .

▲: The thick fabric samples, their thickness range is over 0.6 mm at the load 12.5 g/cm<sup>2</sup>.  
●: The thin fabric samples, their thickness range is below 0.6 mm at the load 12.5 g/cm<sup>2</sup>.

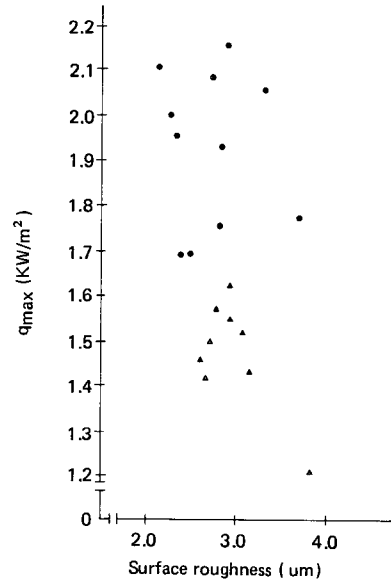


Fig. 6. The relation between surface roughness and  $q_{max}$ .

▲: The thick fabric samples, their thickness range is over 0.6 mm at the load 12.5 g/cm<sup>2</sup>.  
●: The thin fabric samples, their thickness range is below 0.6 mm at the load 12.5 g/cm<sup>2</sup>.

타낸 것이다. 일반적으로 표면마찰이 적을수록 표면이 평활하여  $q_{max}$  값이 커지게 된다. Fig. 4를 보면  $q_{max}$  값의 범위가 넓음에도 불구하고 시료의 표면 마찰은 큰 변화가 없었다. 그렇지만 표면마찰과  $q_{max}$  값 사이에는 다소 負의 관계가 보이며 시료의 두께가 두꺼운 것이 얇은 것 보다 표면 마찰이 커서  $q_{max}$  값은 작아지는 것으로 나타났다.

Fig. 5는 표면마찰 변동과  $q_{max}$  값과의 관계를 plot하여 나타낸 것이다. 일반적으로 표면마찰 변동이 클수록 布와의 접촉 면적이 적어서  $q_{max}$  값은 작아지게 된다. Fig. 5를 보면 표면마찰 변동은 적지만 시료의 두께가 두꺼워  $q_{max}$  값이 크지않은 것이 많았고, 또한 표면 마찰변동은 컸지만 시료의 두께가 얇아서  $q_{max}$  값이 작아지지 않는 것도 있었다. 이와같이 표면마찰 변동과  $q_{max}$  값 사이에는 표면 특성과 시료의 두께가 영향을 미치어 이들 간에는 거의 상관성이 보이지 않는다고 생각된다.

Fig. 6은 표면요철과  $q_{max}$  값과의 관계를 plot하여 나타낸 것이다. 일반적으로 표면요철이 클수록 布와의 접촉 면적이 적어져서  $q_{max}$  값은 작아지지만 Fig. 6을 보면 이들 간에는 거의 상관성이 보이지 않음을 알 수 있다. 이것 역시 표면특성의 시료의 두께가 관여하기 때문이라고 생각된다. 이상과 같이 표면특성과  $q_{max}$  값 사이에 상관성은 인정되었지만 각 특성치와의 사이에 상관성이 보이지 않는 것은 시료의 표면형태, 즉 표면의 평활, 요철 뿐만 아니라 시료의 두께가 영향을 미치기 때문이라고 생각된다.

**3.1.3. 시료의 두께·무게와  $q_{max}$  값과의 관계**

布의 두께는  $q_{max}$ 에 가장 큰 상관성을 갖는 요인으로 추정되었다. 이와같은 두께 및 무게와  $q_{max}$  값 사이에는 어떤 상관관계를 나타내는지 살펴보았다. Table 7은 압축과정의 폭선상에서 구한 최대하중  $50\text{g/cm}^2$  및 초하중  $0.5\text{g/cm}^2$  하에서의 두께와 무게를 측정된 값을 나타낸 것이고 Table 8은 초하중  $0.5\text{g/cm}^2$  하에서의 두께 및 무게와  $q_{max}$  값과의 상관계수를 구한 것이다. 그리고 Fig. 7, 8은 Table 7에 의하여 두께 및 무게와  $q_{max}$  값과의 관계를 plot한 것이다.

Table 8에서 볼 수 있는 바와같이 중상관계수에서 두께 무게와  $q_{max}$  값 사이에 높은 상관성이 나타났고 단상관계수에서도 두께, 무게 모두 높은 負의 상관성을 나타냈다. 이것에 의해 두께가 두꺼울수록  $q_{max}$  값이 작아지는 경향이 인정되었다. 이와같은 현상은 시료가 얇을수록

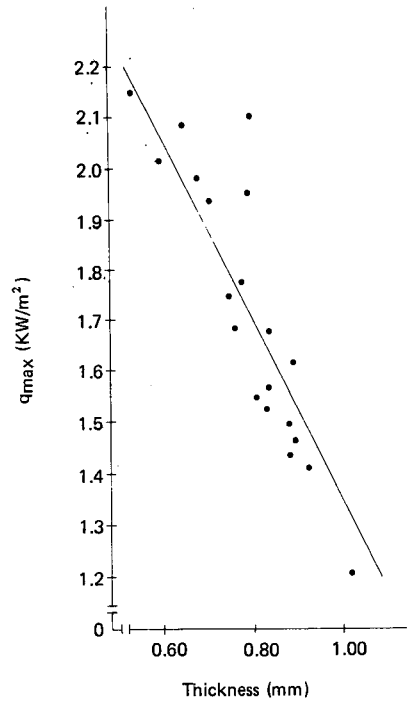


Fig. 7. The relation between thickness and  $q_{max}$ .

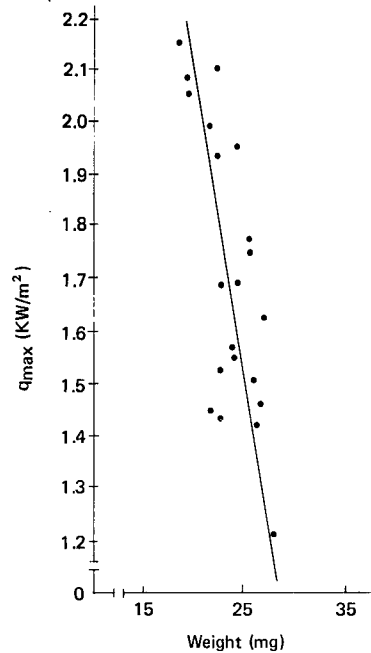


Fig. 8. The relation between weight and  $q_{max}$ .

Table 7. Thickness and weight of wool fabric samples

Sample No.	Thickness at 0.5 g/cm <sup>2</sup>	Thickness at 50 g/cm <sup>2</sup>	Weight (mg/cm <sup>2</sup> )
1	0.877	0.548	22.843
2	0.922	0.602	26.246
3	0.844	0.538	22.604
4	0.810	0.546	24.381
5	0.830	0.529	24.144
6	1.127	0.808	27.742
7	0.886	0.609	26.830
8	0.684	0.429	21.732
9	0.749	0.486	25.856
10	0.800	0.425	22.724
11	0.827	0.570	24.465
12	0.894	0.632	27.413
13	0.596	0.388	19.737
14	0.651	0.387	19.646
15	0.793	0.463	24.524
16	0.711	0.429	22.859
17	0.772	0.475	25.728
18	0.545	0.338	18.607
19	0.884	0.607	25.912
20	0.764	0.529	23.269

Table 8. Correlation coefficient between thickness, weight and q<sub>max</sub>

Properties	Simple correlation coefficient	Multiple correlation coefficient
Thickness at 0.5 g/cm <sup>2</sup>	-0.936	0.929
Weight	-0.749	

布와 열원관과의 접촉시에 布 전체를 통한 유출열량이 커져 결과적으로 q<sub>max</sub> 값이 커지기 때문이라고 생각된다. 또한 무게와 q<sub>max</sub> 값과의 상관성은 무게가 무거운 시료일수록 두께가 두꺼운 것이 많고, 두께와 q<sub>max</sub> 값 사이의 높은 상관성이 있으므로 이로 인해 q<sub>max</sub> 값은 작아진다고 생각된다.

IV. 결 론

國內에서 市販되고 있는 男性用 純毛 秋冬服地 20種을

선택하여 과도적 열전도 장치인 Thermo-Labo에 의해 접촉냉온감의 척도로서 초기열유속 최대값(q<sub>max</sub>)을 얻고 이것이 영향을 미치는 요인으로서, KES-FB system을 사용하여 표준상태에서 표면형태 인자를 계측하였다. 표면형태 인자로서는 압축특성의 3가지 특성치(LC, WC, RC), 표면 특성의 3가지 특성치(MIU, MMD, SMD)와 그 외 두께 및 무게를 들었으며 이들 인자를 계측하고 q<sub>max</sub> 값과의 상관관계와 q<sub>max</sub> 값에 가장 큰 영향을 미치는 요인을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) q<sub>max</sub> 값은 시료의 두께에 대해서 가장 높은 상관성이 인정되었고 그의 압축특성, 표면특성과도 상관성이 보였기 때문에 q<sub>max</sub> 값은 표면형태에도 영향을 받는다고 추정된다.

2) 압축 특성치와 q<sub>max</sub> 값 사이의 높은 상관성은 시료의 두께가 압축특성치에 관여하기 때문이라고 생각된다.

3) 표면특성치와 q<sub>max</sub> 값 사이의 낮은 상관성은 시료의 표면 형태 즉, 시료표면의 평활, 요철상태 및 시료의 두께가 동시에 영향을 미치기 때문이라고 추정된다.

謝辭 : 본 연구에 많은 도움을 주신 주)코오롱 기술연구원 연구소 관계자 여러분과 담당 연구원들께 깊은 감사를 드립니다.

參 考 文 獻

- 1) 川端秀雄, 赤木陽子, 衣服用布の冷温感と熱吸收特性との關係について, 纖維機械學會誌, 30(1), pp. 83-92 (1977)
- 2) 川端秀雄, 布の熱水分移動特性測定裝置の試作とその應用, 纖維機械學會誌, 37(8), pp. 38-49 (1984)
- 3) 米田守宏, 川端秀雄, 過渡的熱傳導の解析とその應用(第2報) 皮膚の過渡的熱傳導と冷温感との關連についての理論的考察 纖維機械學會誌, 34(10), pp. 39-48 (1981)
- 4) 米田守宏, 被服材料と冷温感, 纖維機械學會誌, 35(8), pp. 45-50 (1982)
- 5) 近田淳雄, 太田建一, 島海浩一郎, 美齊津利正, 布の冷感にいて-測定裝置の試作及び2, 3の考察, 纖維機械學會誌, 33(9), pp. 103-114 (1982)
- 6) 米田守宏, 川端秀雄, 過渡的熱傳導の解析とその應用(第3報) 二層問題の解析, 纖維機械學會誌, 34(12), pp. 56-62 (1981)
- 7) 妹尾順子, 米田守宏, 丹羽雅子, 被服材料の熱傳導特性に關する基礎的研究(第3報) 布の接觸冷温感測定と

- しての初期熱流束最大値( $q_{max}$ )について, 日本家政學會誌, **37**(12), pp. 41-53 (1986)
- 8) 今井順子, 米田守宏, 丹羽雅子, 接觸冷温感の評價のための官能試験, 纖維製品消費科學誌, **28**(10), pp. 29-37 (1987)
- 9) 丹羽雅子, 衣服材科の力學的性質 データ集, 纖維機械學會誌, **28**(11), pp. 32-45 (1975)
- 10) 安喰功, 川股 浩, 村山和弘, 吉田清一郎, 消費科學からみに被服材科學(三共出版), pp. 73-79 (1986)
- 11) 崔錫哲, 鄭珍順, 千泰一, 羊毛服地の初期熱流束最大値( $q_{max}$ )와의 相關性(I), 韓國衣類學會地, 第 卷號, pp. - (1991)