

# 모직물의 접착심지 접착에 의한 물성 변화\*

池 周 爰 · 柳 孝 仙

서울대학교 가정대학 의류학과

## Changes of Mechanical Properties of Wool Fabrics with Fusible Interlinings

Ju-Won Jee·Hyo-Seon Ryu

Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University  
(1995. 5. 29 접수)

### Abstract

This paper described the changes of mechanical KES values after fusing 4 different (in weave & density) wool face fabrics with 3 different (in weave & extensibility) fusible interlinings.

The fusing condition was 150°C, 4kg. f/cm<sup>2</sup>.

The results of the study were as follows:

(1) After fusing, KES mechanical value of B, 2HB, G, 2HG5, WC increased, where as LT, WT weren't changed so much and EM, RT decreased.

It means after fusing extensibility and recovery property were decreased and volume and stiffness were increased.

(2) Within the limits of this investigation, tensile property seemed to be more influenced by the characteristics of face fabrics, and bending property did by the effect of adhesive penetration and shear and compression property did by complex of the characteristics of face fabrics and interlinings and the effect of adhesive penetration.

### I. 서 론

의복 생산 효율의 향상과 봉제 공정 자동화로 pattern making, pattern grading, 재단 등에까지 컴퓨터로 대치된 기술이 개발 실용화되고있다.

의복의 품질의 향상과 봉제 공정의 자동화 및 간소화의 관점에서 접착 심지의 접착과 이로 인한 의복의 변형이 봉제에서 문제가 되고 있다. 접착 심지로 접착하면 겹감의 태가 변하는 경우가 있고 이제까지의 경험이나 기술로 이러한 변화를 예측하기 어려운 것이 문제이다. 이러한 문제는 겹감뿐 아니라 심지 및 접착포의 성질을 적절히 파악하지 않고 봉제공정을 행함으로써, 생기는 것으로 생각되어진다.

\* 본 연구는 생산기술연구원의 지원에 의하여 연구되었음.

의류용 옷감은 미적 외관, 중량감, 레질리언스, 적당한 강도, 형태 안정성, 보온성등의 성질을 갖추어야 하

지만 걸감만으로는 이러한 조건을 만족시키지 못하는 경우가 많다.

심지는 일반적으로 재단된 걸감에 적합하여 준다. 걸감의 강도 및 탄성의 부족을 심지의 강도와 탄성으로 보완해 주며 아름다운 실루엣을 만들어 주고 형태 안정성을 부여한다. 그러므로 심지는 의복의 종류, 걸감 종류, 부위, 용도에 따라 여러 성능이 요구되고 다양한 것이 필요하다<sup>1)</sup>.

井上<sup>2)</sup>는 모심지, 麻심지, 不織布심지에 대하여 강연도, 구김방지도, 열가소성, 신장탄성도, 강도, 수축율 등을 측정하여 비교하였다. 모심지는 습열가소성이 크고 구김방지도도 적당하여 라펠심, 앞판보강심지로 적합하나 형태 안정성에서 단점이 있었다. 麻심지는 열가소성, 신장 탄성점에서 강한 굽힘과 신장의 고정을 필요로 하는 부위에서는 적합하나 꺾이기 쉬우므로 라펠심으로는 좋지 않고 수축율이 크므로(5%) 보정이 필요하다. 不織布심지는 보강성이 크지만 실루엣의 구성에서 부자연스러운 결점 등이 있는 것으로 보고하였다.

여러 종류의 심지 중에서 표면에 열가소성 수지인 접착제가 부여되어, 프레스기 또는 다림질 등의 방법으로 가열 가압함으로써 걸감에 접착하여 사용되는 접착 심지는 부인복, 남성복, 아동복, 학생복, 작업복 등 기성복의 의류 봉제에 많이 이용되고 있다.

Koeing과 Kaldolph<sup>3)</sup>는 조직이 다른 7가지의 접착 심지에 대한 세척에 따른 변화, 구김회복도, 드레이프성을 측정 비교하였다. 65 PET/35 Cotton의 걸감에 7가지의 심지를 접착시 모든 심지는 형태 안정성에서 바람직한 결과가 나왔으나, 세척 후에는 수축에 의한 표면의 비틀림으로 바람직하지 않은 결과가 나왔다. 심지의 구조에 따라 접착포의 구김 회복도에 큰 영향은 주지 않지만, 드레이프성에서는 심지의 구조에 따라 접착포에 영향을 주는 것으로 보고되었다.

접착제중 폴리이미드계는 耐드라이클리닝성이 우수하여 일반 의류용에 많이 사용되고 있다. 나일론 6, 나일론 66, 나일론 12의 三成分 또는 그것을 主體로 多成分의 共重合물이 기본이고 모, 건갈은 단백질 섬유와 나일론뿐 아니라 모든 섬유에 우수한 접착력을 갖는다<sup>4)</sup>.

접착 심지를 접착하면 걸감의 태는 예측하지 못한 방향으로 변화될 수 있으므로 바람직한 심지의 선택을 위해서는 접착 후의 물리적 특성과 걸감과 심지의 조합에

관한 연구가 필요하다고 할 수 있다.

Nitta<sup>5)</sup>는 직물의 물리적특성의 객관적 평가와 개인적 경험을 바탕으로 심지와 걸감의 적합한 조화를 굽힘, 전단강성을 중심으로 연구하였다. 1979~1983년의 5년간의 일본 여름용, 겨울용 신사복의 굽힘, 전단강성의 값으로부터 심지의 적당한 범위를 제시하였고 심지의 형태안정성의 중요성도 강조하였다.

Kanayama와 Niwa<sup>6)</sup>는 앞판보강심지와 걸감과의 조합에서 굽힘, 전단에 대한 물리적 특성을 논의하였다. 탄성체인 직물복합체의 combined beam의 이론에 따라 걸감과 심지의 굽힘강성과 두께로부터 복합체의 굽힘강성의 예측을 제시하였으며 이로부터 접착포의 굽힘강성의 변화와 바람직한 심지의 예측을 시도하였다. 접착포의 전단강성에 대해서는 걸감과 심지의 합으로 표시하였다.

Nagano<sup>7)</sup>는 KES Data를 이용하여 박리강도, 전단, 신장성을 기준으로 접착심지와 걸감의 바람직한 조합의 관계를 소개하였다. 접착심지의 선택에서의 박리강도, 전단, 신장성의 중요성을 들었고 이것을 기준으로 걸감과의 결합력의 형태, 사용부위를 고려한 바람직한 심지의 선택법에 대한 시스템화를 시도하였다.

걸감 소재에 비해 심지를 포함한 봉제 부자재에의 관심이 낮고 소비 성능에 대한 지식이 많이 알려져 있지 않지만 심지 선정에서 소비 성능 파악은 중요하다. 의복소재의 선정, 봉제 공정 설계 및 봉제 공정 관리등을 적절히 행하기 위하여 주어진 걸감과 접착 심지를 접착하였을 때 필요한 소재의 성질은 무엇인지, 의복 소재 성질의 데이터로부터 무엇을 어떤 식으로 뽑아서 어떻게 봉제에 응용할 수 있는지에 대하여 이제까지 연구되어진 것을 검토하고 앞으로 필요로 하는 것에 대한 연구가 필요하다고 할 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 접착포의 물성에 대한 연구를 정리해보고, 신사복에 주로 이용되는 4종류의 모직물을 걸감으로 하고 신사복에서 많이 쓰이는 폴리이미드계 접착 심지중 신장성에서 차이를 보이는 심지 3종류를 조합하여 이에 따른 접착포의 물성변화 거동에 대하여 조사하였다. 이러한 연구를 통하여 걸감의 성질을 고려한 접착 심지 선택, 접착 포의 취급 자료, 봉제 공정 설계의 기초 자료에 도움이 되고자 한다.

II. 실험

1. 시 료

겉감으로는 모 100% 4종류를 사용하였으며 심지로는 신사복에 많이 쓰이는 3종류 심지(일신 심지製)를 사용하였다. 각각의 특징과 KES-FB System Value 는 Table 1, 2, 3과 같다.

2. 실험방법

1. 접착 방법

Roller식 접착 프레스기(한국 FIBLON : H-700)를 사용하여 예비 실험을 통하여 확인한 3가지 접착 심지의 적정 접착 조건인 온도 150°C, 압력 4kgf/cm<sup>2</sup>에서 12초동안 겉감의 경사방향에 대하여 심지의 경사방향으

로 각각 접착시켰다.

2. 물성 변화의 측정

각각 20×20cm<sup>2</sup> 크기의 시험포 3매를 취하여 KES-FB System으로 16가지 물리특성을 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

조직과 밀도가 다른 겉감 4종류와 경, 위사의 신장성에서 차이가 있는 심지 3종류를 150°C, 4kgf/cm<sup>2</sup>의 조건에서 접착 후 KES-FB시스템으로 16가지 물리특성을 측정하였고 그 결과는 Table 4와 같다. 본 연구에서는 접착 후 변화가 큰 인장성질, 굽힘성질, 전단성질, 압축성질에 대하여 고찰하였다.

Table 1. Characteristics of wool fabrics.

No.	material(%)	yarn no. (Nm)		wt. (g/m <sup>2</sup> )	fabric count (ends×picks/in <sup>2</sup> )	thickness (mm)	weave
		warp	weft				
F1	wool 100	2/48	2/48	16.7133	53×48	0.4549	plain
F2	wool 100	2/66	2/66	18.7200	95×61	0.5379	twill(1/2)
F3	wool 100	2/72	2/72	18.8867	96×73	0.5770	crepe
F4	wool 100	2/72	2/72	21.4667	115×77	0.5387	satin (5 harness)

Table 2. Characteristics of interlinings.

NO.	material(%)	weave	fabric count (ends×picks/in <sup>2</sup> ) (yarn no : Ne)	adhesive material	no. of adhesive dot per in <sup>2</sup>	adhesive wt (g/m <sup>2</sup> )	wt. (g/m <sup>2</sup> )	thickness (mm)
I 1	cotton 100	plain	44×29 (2/40, 2/30)	Polyamide	17	11	7.8517	0.7674
I 2	cotton 100	brokentwill	46×39 (2/40, 2/40)	Polyamide	17	11	7.73911	0.7438
I 3	cotton 100	plain	44×39 (2/30, 2/30)	Polyamide	17	11	7.8612	0.7651

Table 3. KES values of fabrics &amp; interlinings.

	Fabrics				Interlinings		
	F1	F2	F3	F4	I1	I2	I3
<b>TENSILE</b>							
EM-1	3.8710	5.6432	4.0343	4.5488	7.2602	6.1005	2.5725
EM-2	7.0723	4.4345	6.8118	6.1822	6.8437	10.5922	10.3553
EM	5.4717	5.0388	6.4231	5.3655	7.0519	8.3463	6.4639
LT-1	0.5977	0.6087	0.6955	0.6576	0.5140	0.5213	0.6358
LT-2	0.5527	0.6465	0.5993	0.5616	0.5714	0.4909	0.5068
LT	0.5752	0.6276	0.6474	0.6096	0.5427	0.5061	0.5713
WT-1	5.7493	8.5587	6.9580	7.4643	9.3296	7.8930	4.0268
WT-2	9.7673	7.1377	13.1973	8.6403	9.7679	12.9967	13.1107
WT	7.7583	7.8482	10.0777	8.0523	9.5487	10.4449	8.5687
RT-1	72.4572	74.2340	72.5397	74.1758	37.2900	35.3402	53.6203
RT-2	75.7525	76.6668	56.0913	71.0490	38.7519	30.9016	37.0883
RT	74.1048	75.4504	69.3155	72.6124	38.0210	33.1209	45.6543
<b>BENDING</b>							
B-1	0.1002	0.1006	0.0885	0.1041	0.0294	0.0285	0.0373
B-2	0.0772	0.0726	0.0598	0.0699	0.0145	0.0146	0.0174
B	0.0887	0.0866	0.0742	0.0870	0.0219	0.0215	0.0274
2HB-1	0.0265	0.0262	0.0279	0.0323	0.0190	0.0216	0.0292
2HB-2	0.0183	0.0212	0.0169	0.0213	0.0114	0.0105	0.0110
2HB	0.0224	0.0237	0.0224	0.0268	0.0152	0.0161	0.0201
<b>SURFACE</b>							
MIU	0.1537	0.1814	0.1409	0.1566	0.1826	0.1993	0.1803
MMD	0.0216	0.0131	0.0138	0.0133	0.0381	0.0371	0.0481
SMD	4.4913	3.7167	5.4186	2.3977	17.7768	18.0667	17.1663
<b>SHEAR</b>							
G-1	0.5602	0.5308	0.4500	0.4802	0.2295	0.2377	0.2964
G-2	0.4965	0.4369	0.4385	0.4328	0.2213	0.2483	0.3152
G	0.5284	0.4839	0.4443	0.4565	0.2254	0.2430	0.3058
2HG-1	0.4165	0.4737	0.4443	0.5014	0.4051	0.4312	0.4900
2HG-2	0.3887	0.2940	0.4385	0.3904	0.3332	0.5210	0.5864
2HG	0.4026	0.3838	0.4565	0.4459	0.3691	0.4761	0.5382
2HG5-1	1.1776	1.1531	0.9653	1.0894	0.6664	0.6909	0.8248
2HG5-2	1.0911	0.8820	0.9816	0.9326	0.5945	0.7742	0.9718
2HG5	1.1344	1.0176	0.9735	1.0110	0.6305	0.7326	0.8983
<b>COMP</b>							
LC	0.3314	0.3601	0.3202	0.3310	0.2962	0.2754	0.2957
WC	0.885	0.0987	0.1225	0.0934	0.2529	0.2190	0.1503
RC	56.0252	54.9737	59.0426	56.6342	45.3637	51.1093	49.9033
T	0.4549	0.5379	0.5770	0.5387	0.7674	0.7438	0.6291
W	16.7133	18.7200	18.8867	21.4667	7.4517	7.7391	7.6612

Table 4. KES values of composite material after fusing

	F 1			F 2			F 3			F 4		
	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	I3
<b>TENSILE</b>												
EM-1	3.6097	3.1605	1.9927	5.3573	5.0225	2.6950	3.7077	3.6505	2.6542	4.2793	4.0752	2.7930
EM-2	6.0197	5.7412	5.9453	4.6468	4.3937	4.42632	7.6848	7.6440	7.1867	6.0107	5.7493	5.4553
EM	4.8402	4.4508	3.9690	5.0021	4.7081	3.5607	5.6963	5.6473	4.9204	5.1450	4.9123	4.1242
LT-1	0.6129	0.6263	0.5959	0.6225	0.6350	0.6009	0.7371	0.7103	0.6492	0.6982	0.6883	0.6204
LT-2	0.6419	0.6660	0.6832	0.6752	0.6694	0.7061	0.6425	0.6851	0.7056	0.6224	0.6379	0.6623
LT	0.6274	0.6462	0.6400	0.6488	0.6552	0.6535	0.6898	0.6977	0.6774	0.6603	0.6631	0.6414
WT-1	5.3708	5.4217	3.6152	8.3301	7.9635	4.0381	6.8320	6.4636	4.3038	7.4539	7.0108	4.2835
WT-2	9.9282	9.5480	10.1362	7.8327	7.3218	7.8060	12.2974	13.0909	12.6594	9.3194	9.0150	9.0197
WT	7.4995	7.4848	6.8757	8.0814	7.6427	5.9220	9.5647	9.7772	8.4816	8.3866	8.0805	6.6516
RT-1	68.2548	65.2613	59.8040	61.1755	56.0008	57.3636	63.6189	63.7442	55.6767	64.1887	62.6859	55.8390
RT-2	64.3839	60.4713	64.1892	69.1243	68.5173	69.9891	51.7035	50.5858	55.5197	63.0430	60.0754	51.9157
RT	66.3193	62.8663	61.9966	65.1499	62.2590	63.6763	57.6612	57.1650	55.5982	63.6169	61.3807	58.8774
<b>BENDING</b>												
B-1	0.5074	0.6176	0.7850	0.5211	0.6248	0.8149	0.5782	0.7355	0.8564	0.6926	0.8549	0.9461
B-2	0.3331	0.3144	0.3298	0.3879	0.3499	0.4105	0.3608	0.4589	0.3639	0.3412	0.3255	0.3495
B	0.4202	0.4660	0.5574	0.4545	0.4873	0.6127	0.4643	0.5972	0.6102	0.5169	0.5903	0.6478
2HB-1	0.2709	0.3536	0.4130	0.2562	0.3348	0.4009	0.2902	0.4052	0.5100	0.3417	0.4488	0.5131
2HB-2	0.1659	0.1785	0.1529	0.2112	0.2136	0.1924	0.1706	0.2454	0.1705	0.1655	0.1756	0.1686
2HB	0.2184	0.2660	0.2830	0.2337	0.2742	0.2967	0.2304	0.3253	0.3403	0.2536	0.3122	0.3409
<b>SURFACE</b>												
MHU	0.1619	0.1533	0.1517	0.1902	0.1884	0.1878	0.1475	0.1558	0.1477	0.1599	0.1655	0.1626
MMD	0.0431	0.0404	0.0409	0.0133	0.0127	0.0132	0.0136	0.0163	0.0151	0.0108	0.0116	0.0114
SMD	6.9957	6.5870	6.8805	2.9119	2.9381	2.9097	4.3348	4.4624	4.4870	2.1400	2.1903	2.1327
<b>SHEAR</b>												
G-1	1.4463	2.3839	2.5104	1.3687	1.8089	2.3030	1.1752	1.7019	2.0719	1.3557	1.7411	2.0253
G-2	1.4382	2.0417	2.3242	1.2707	1.7175	2.0768	1.0658	1.5353	1.8759	1.2789	0.6415	1.9437
G	1.4422	2.2128	2.4173	1.3197	1.7632	2.1899	1.1205	1.6186	1.9739	1.3173	1.6913	1.9845
2HG-1	1.7232	2.9612	2.8779	1.6905	2.4320	2.7587	1.5174	2.2948	2.7767	1.7215	2.4124	2.8077
2HG-2	1.7199	2.5937	2.7979	1.4488	2.1560	2.5627	1.5125	2.3422	2.7326	1.6382	2.2981	2.6672
2HG	1.7215	2.7775	2.8379	1.5696	2.2940	2.6607	1.5149	2.3185	2.7546	1.6799	2.3553	2.7375
2HG5-1	3.8971	5.7059	6.6411	3.6048	5.0797	6.1724	3.2389	5.0633	6.0237	3.7550	5.3279	5.8326
2HG5-2	4.0670	5.9764	6.2932	3.3859	4.8739	5.6219	2.9874	4.7808	5.5746	3.5427	4.9882	5.5305
2HG5	3.9821	5.7059	6.4672	3.4953	4.9768	5.8972	3.1131	4.9221	5.7991	3.6489	5.1581	5.6816
<b>COMP</b>												
LC	0.3105	0.3324	0.3076	0.3016	0.3231	0.2749	0.3256	0.3341	0.3220	0.2988	0.3563	0.2886
WC	0.2111	0.1991	0.1463	0.2345	0.2447	0.1565	0.2445	0.2273	0.1765	0.2063	0.2073	0.1536
RC	54.8336	58.5532	60.0806	55.7593	50.6926	58.0675	56.9235	57.8123	59.8579	58.2570	55.4772	60.4911
T	0.8895	0.8537	0.7764	1.0107	1.0010	0.8944	1.0116	0.9644	0.8936	0.9920	0.9408	0.9009
W	24.1625	24.7675	24.4942	25.8067	26.4592	26.3717	25.8658	26.6650	26.4842	29.1042	29.7617	29.3508

1. 인장 성질

(1) 신장율(EM : %)

EM은 의복의 Suitability와 착용의 Fitness에서 중요하므로 접착시 심지는 특정 범위 내에 있어야 한다. Nagano<sup>8)</sup>는 신사복의 앞판보강용 심지의 접착후 EM을 3~11%의 값으로 제시하였고 이번 실험 결과도 이 범위에 포함되었다.

Fig. 1의 (1)은 결감의 신장율과 4가지 결감과 3가지 심지의 각각 접착 후의 신장율의 변화를 보여준다. 접착포의 신장율은 결감보다 0.4~1.4% 감소하였다. 이것은 접착으로 구속력을 갖게 된 결과라고 할 수 있다. 또한 접착포의 신장율은 심지보다 결감에 의한 차이가 나타나므로 결감의 신장률에 의해서 주로 결정되는 것으로 나타났다. Table 3에서 살펴 보면 결감1의 경우는 위사방향 신장성(E2)이 경사방향 신장성(E1)의 2

배의 값을 갖는다. 결감2는 E1이 E2보다 조금 큰 특징을 갖고 결감3, 결감4 경우 E2와 E1의 비가 3:2정도이다. 심지에서 심지1 경우 E1과 E2가 비슷하고, 심지2 경우 E2가 E1보다 40% 크며 심지3 경우는 E2가 E1의 3배 정도 크고 경사 방향의 신장성이 아주 작다. 접착 전 신장성은 결감에서는 결감3>결감1>결감4>결감2의 순이며 심지에서는 심지2>심지1>심지3의 순이다. 접착 후 결감의 경우 심지1, 심지2와 접착에서는 결감에 따라서 결감3>결감4>결감2>결감1의 순이며, 심지3과의 접착에서는 결감3>결감4>결감1>결감2의 순으로 심지1, 심지2와 심지3간에 차이를 보이고 결감1의 경우 접착 후 신장성의 저하가 가장 큰 것으로 나타났다.

결감1의 경우는, 접착이 경사 방향으로 이루어졌으며 결감의 E1이 작으므로 이것이 접착포의 EM에 영향을 주는 것으로 생각된다. 결감2의 경우에는 심지1, 심지2

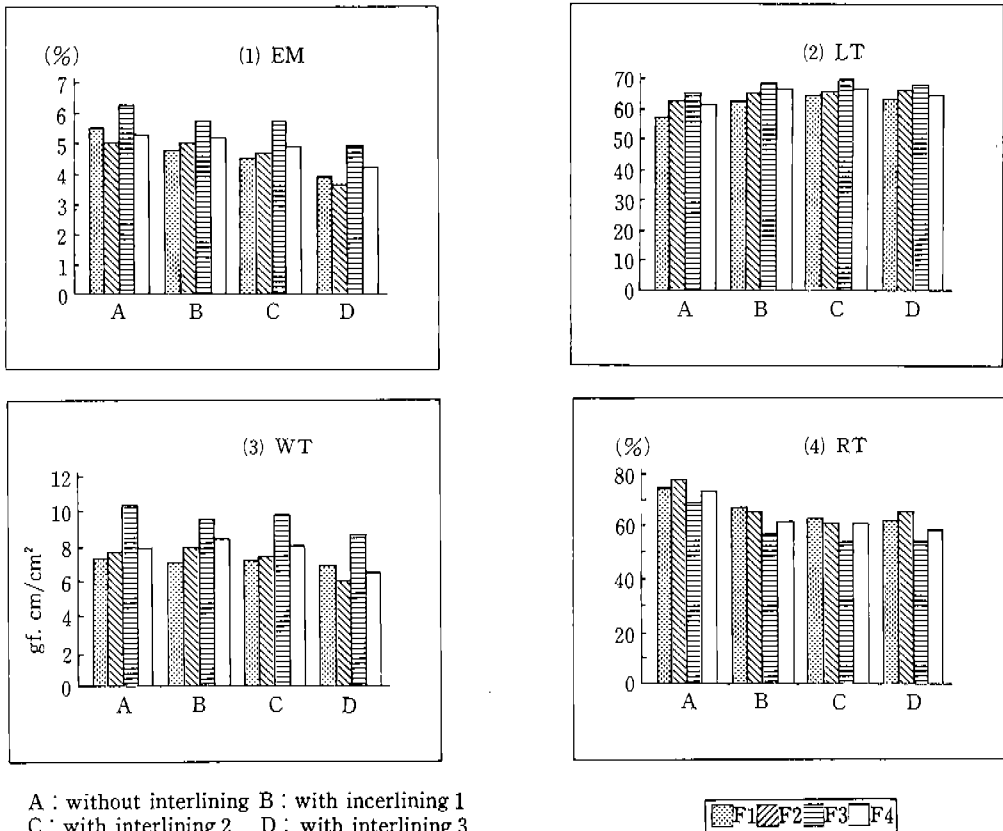


Fig. 1. Tensile property changes after fusing.

와 접착시 심지의 경, 위사 신장율이 크므로 접착 후 신장률에 크게 영향이 없으나 심지3의 경우 E1이 아주 적고 걸감2의 E2도 적으므로 걸감에 의한 위사방향의 신장률에 의한 보완 작용이 없어 그 영향을 민감하게 받는 듯하다. 걸감3, 걸감4의 경우에는 E1, E2의 3:2 비율의 신장률로 접착 후에 다른 걸감보다 신장률의 저하가 낮았다.

접착 후 심지에 따라서 심지1>심지2>심지3의 순으로 심지의 EM과 다르게 바뀌었다. 걸감과 심지의 피복도를 계산하여 보았고 그 결과는 Table 5와 같다. 여기서 심지의 피복도는 심지3>심지2>심지1로 나타났다. 그러므로 Table 5에서 피복도가 큰 심지가 접착체의 분포가 크고 결과 접착에 의해서 구속이 더 되어 신장성이 더 저하한 것으로 생각되며 앞으로 이러한 구속력을 평가할 수 있는 박리 강도의 접착 조건에 따른 연구가 필요하리라고 본다.

그러므로 접착 후의 EM은 걸감의 신장률에 의해서 주로 결정되고 심지에서는 심지3과 같이 E1값이 작은 경우 접착 후 신장성의 저하에 그 영향이 크다고 할 수 있다.

Table 5. Cover factor of the fabrics & the interlinings.

	F1	F2	F3	F4	I1	I2	I3
Cover factor	19.0	25.1	26.0	29.5	12.3	13.4	15.2

(2) 선형도(LT : -)

Fig. 1의 (2)는 걸감과 각 접착포의 선형도를 나타내었다. 선형도는 직물이 신장 될때의 rigidity(강성)을 나타낸다. 접착으로 걸감보다 약간의 증가를 보인다. 접착 전 걸감에서의 선형도는 걸감3>걸감2>걸감4>걸감1의 순이며 심지에서는 심지3>심지1>심지2의 순이다. 접착포는 걸감의 차이에 따라 걸감3>걸감2>걸감4>걸감1의 順으로 걸감의 영향이 크게 나타났다. 심지 자체의 선형도는 접착 후 접착포의 선형도를 증가시키는 역할은 하지만 심지에 따른 차이는 보이지 않는다.

(3) 직물의 단위 면적당 인장 에너지(WT : gf.cm/cm<sup>2</sup>)

Fig. 1의 (3)은 걸감과 각 접착포의 단위 면적당 인

장 에너지를 나타내었다. 접착 후 신장률 감소 비가 선형도의 증가 비보다 크고 이것이 복합적으로 작용하여 대체적으로 감소하였다.

접착 후 걸감의 WT의 경향에 따라 WT값이 영향을 받는 것으로 보인다. 심지에 따라서는 심지1, 심지2와 같이 WT값이 큰 경우는 접착포의 WT값의 변화에 별 영향이 없으나 Table 3, 4에서 보이는 바와 같이 WT1이 작은 심지3과 WT2가 작은 걸감2를 접착 시 걸감에 의한 위사 방향의 보완성이 없으므로 심지의 WT1의 영향이 잘 나타나고 결과로 접착포의 WT값의 감소가 큰 것으로 나타났다. 또한 Table 3, 4에서 보이는 바와 같이 심지의 WT1에 의해서는 접착포의 WT1이 영향을 받지만 심지의 WT2값에 의해서는 접착포의 WT2값이 별로 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 특히 WT1이 작고 WT2이 큰 심지3경우에 접착포의 WT1은 큰 감소를 보이지만 WT2의 큰 증가는 보이지 않는다. 여기서 심지의 경사 방향의 WT값이 위사 방향의 값보다 영향이 큰 것을 알 수 있다.

(4) RT(%) (Resilience, 회복도, 단위 : %)

Shishoo 등<sup>9)</sup>은 다층 접착포(multilayer textile structure)의 인장 후 회복은  $P_c = P_1 + P_2 > 0$ 와  $P_c = 0$  사이에서 생기고 residual extension에 대하여 다음과 같이 설명하고 있다.

Fig. 2의 multilayer의 요소 1, 2에서

$$P_1 = E_{01} A_1 (\epsilon_1 - \epsilon_{01})$$

$$P_2 = E_{02} A_2 (\epsilon_2 - \epsilon_{02})$$

$$P_c = P_1 + P_2 = E_{01} A_1 (\epsilon_1 - \epsilon_{01}) + E_{02} A_2 (\epsilon_2 - \epsilon_{02})$$

회복의 상태에서,

$$P_{01} = E_{01} A_1 (\epsilon_{0C} - \epsilon_{01})$$

$$P_{02} = E_{02} A_2 (\epsilon_{0C} - \epsilon_{02})$$

$$\text{Total force } (P_1 + P_2, P_{01} + P_{02}) = 0 \text{ 이므로}$$

$$\epsilon_{0C} = (E_{01} A_1 \epsilon_{01} + E_{02} A_2 \epsilon_{02}) / (E_{01} A_1 + E_{02} A_2) \quad \text{---(1)}$$

$P_1, P_2, P_c$  : Load for component 1 & 2 & composite material

$A_1, A_2$  : Effective cross-sectional area

$\epsilon_{01}, \epsilon_{02}, \epsilon_{0C}$  : Residual extension

$E_{01}, E_{02}$  : Average stiffness of the recovery curves for component 1 & 2

여기서  $E_{01}, E_{02}$ 를 직접 측정하는 것은 불가능하고

$E_1/E_2$ 는 3, 6, 9, 12, 15%의 일반 신장으로 비교할 수 있으므로  $E_{01}/E_{02} \approx E_1/E_2$ 에서 값을 정할 수 있다. 그러므로 식(1)로부터 접착 후의 회복도를 각 요소의  $E_1 E_2$ ,  $\epsilon_{01}$ ,  $\epsilon_{02}$ 로부터 추측 가능하다고 할 수 있다. 접착포의 인장에서의 회복도의 예측을 위하여 이러한 이론에 대한 검토도 앞으로 필요하다고 생각된다.

Fig. 1의 (4)는 걸감과 각 접착포의 인장 후 회복도를 보여준다. 접착포로 10%정도 회복도의 감소를 보이고 심지와 걸감의 RT값이 함께 영향을 주는 것으로 나타났다. 접착포의 RT는 걸감의 RT에 의해서 주로 결정되고 심지의 RT값이 걸감보다 적으므로 접착 후 회복도의 감소를 보인다. 접착 전 걸감에서 RT는 걸감  $2 >$  걸감  $1 >$  걸감  $4 >$  걸감  $3$ 의 順이고 접착 후도 같은 경향을 보인다. 걸감  $3$ 은 RT  $2$ 가 다른 걸감보다 현저히 낮고 접착 후도 이 영향으로 회복도가 낮게 나타났다. 접착 후의 접착포에서 심지의 RT값의 차이에 의한 영향은 크지 않은 것으로 나타났다.

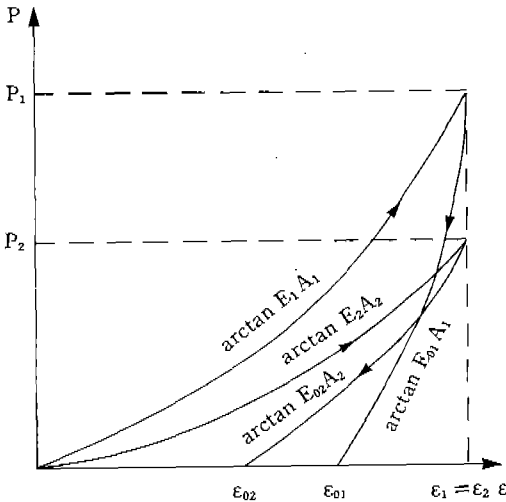


Fig. 2. Extension-recovery curve.

2. 굽힘 성질

(1) 굽힘강성 ( $B : gf \cdot cm^2/cm$ )

외복에서 B는 뒤레이프성과 외복의 형태 안정성에 중요한 특성이라고 할 수 있다<sup>5)</sup>.

Niwa와 Kanayama는 접착포의 굽힘강성을 걸감과 심지의 두께와 굽힘강성으로부터 다음과 같이 제시하였다<sup>6)</sup>.

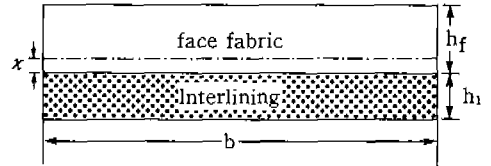
$$Bc(\text{predicted}) = \alpha_b Bc(\text{calculation})$$

$$\alpha_b = Bc / (B_f + B_i) \quad (2)$$

$$Bc(\text{cal}) = I_f E_f + I_L E_i$$

$$I_f = I_f + (h_f/2 - x)^2 h_f b$$

$$I_L = I_L + (h_i/2 + x)^2 h_i b$$



$\alpha_b$  : effect of penetration of adhesive

$Bc, B_f, B_i$  : bending rigidity of composite material & face fabric & interlining

$E_f, E_i$  : moduli

$h_f, h_i$  : thickness of the face fabric and interlining fabric

$b$  : fabric width

$I_f, I_L$  : moment of inertia of the face fabric side and interlining fabric side of composite

$I_f, I_i$  : moment of inertia of the cross section area

$x$  : distance from the boundary to the neutral axis of composite fabric

또한 접합포의 굽힘 거동에서 특이한 현상으로 걸감과 심지의 강성 차이등으로 비대칭성을 보인다<sup>6,10)</sup>. Fig. 3은 이번 실험 결과 중에서 걸감2와 심지1의 접착포의 굽힘 히스테리시스 곡선을 나타낸 것으로 비대칭성을 확인할 수 있다. 접착포는 굽힘의 방향에 따라 심지가 tension을 받는 그래프의 좌측의 경우(걸감이 오목하게 나타난 부분)가 심지가 compression을 받는 그래프의 우측의 경우(걸감이 볼록하게 나타난 부분)보다 굽힘강성도 더 크고 굽힘에 필요한 에너지도 더 크다. 또한 걸감이 오목하게 나타난 부분에서보다 걸감이 볼록하게 나타난 부분에서 접착제의 영향이 더 크다<sup>10)</sup>. 외복 착용 시도 걸감이 볼록하게 나타난 부분의 경우가 더 중요하다<sup>6)</sup>. 그러므로 접착포의 굽힘 거동에서 걸감이 볼록하게 나타난 부분일때의 굽힘거동의 연구가 좀 더 필요할 것으로 생각된다.



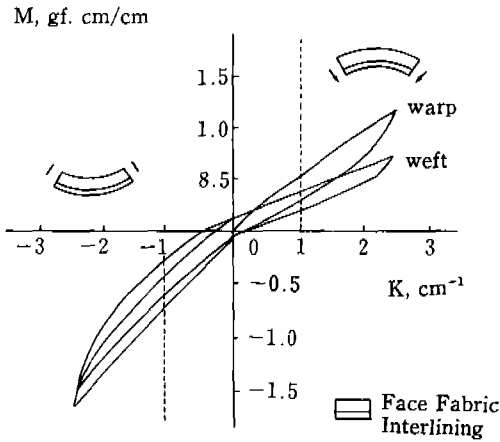


Fig. 3. Bending hysteresis curve of a fused composite fabric.

Fig. 4의 (1)은 접착 후의 굽힘 강성의 변화를 나타낸다. 접착 후 겉감 굽힘 강성과 심지 굽힘 강성의 합에 대하여 4~6배의 증가를 보인다. 겉감 자체의 굽힘 강성은 겉감4>겉감2>겉감3의 순이지만 접착 후의 겉감에 따른 차이는 거의 없다. 또한 겉감, 심지의 B1이 B2보다 크고 접착 후에도 B1이 크게 나왔다. 여기서 평균 굽힘 강성의 합보다 4~6배 증가한 것은 접착제의 영향으로 볼 수 있다. 그러므로 접착제의 굽힘 강성의 예측을 위해서는 접착제의 퍼지는 정도가 평가되어야 한다고 생각된다. 접착제의 퍼지는 정도는 접착

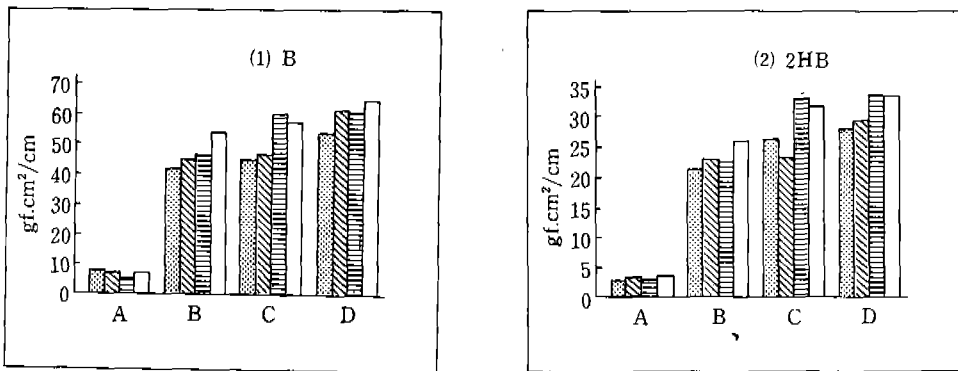
제의 물리적, 화학적 특성, 심지 원단에서의 접착제의 질량과 분포, 겉감의 두께, 섬유 구조, 조직, 표면의 거칠기, 접착 조건에 따라 다르다<sup>11)</sup>.

식 (2)로부터 복합비  $\alpha_b = B_c / (B_f + B_i)$  를 계산해 본 결과는 Table 6과 같고 그 대표적인 경향은 다음과 같다. 겉감에서의  $\alpha$ 비를 살펴보면 경사 방향에서는 겉감4>겉감3>겉감2>겉감1의 순이고 위사 방향에서는 겉감3>겉감2>겉감4>겉감1의 순으로 평균 값은 겉감3>겉감4>겉감2>겉감1의 순이다. 심지에 따른  $\alpha$ 비는 심지3>심지2>심지1의 순이며 경사 방향의 복합비가 위사 방향보다 크게 나타났다. 이 복합비의 경향은 접착포의 굽힘강성 증가의 경향을 잘 설명해 주는 것으로 생각된다.

여기서 접착 후의 굽힘강성은 겉감의 굽힘강성보다는 겉감의 표면 특성에 따른 접착 효과와 심지와 접착 효과, 그 중에서도 경사 방향에서의 접착의 영향이 큰 것으로 생각된다. 본 실험 연구 결과에서는 다른 요인보다 Table 3, 5에서 살펴 볼 수 있듯이 겉감과 심지의 피복도와 겉감의 표면특성 중 마찰계수의 변동(MMD)이 클수록 접착량이 증가하여 굽힘강성이 증가한 것으로 나타났다.

(2) 굽힘 히스테리시스(2HB : gf.cm<sup>2</sup>/cm)

일반적으로 2HB는 굽힘 강성의 크고 작음에 비례하고 1/2B가 적당하다고 하며 이번 실험도 이 범위내에 있었다. 히스테리시스는 형태 안정성과 구김에 관계하



A : without interlining B : with interlining 1 C : with interlining 2 D : with, interlining 3

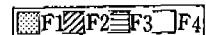


Fig. 4. Bending property changes after fusing.

는 양으로 소성 부분이라 할 수 있다<sup>42)</sup>. 이러한 히스테리시스의 증가는 심지의 기능과 위배된다고 할 수 있으나 굽힘 강성의 증가로 수반되는 현상이라 할 수 있고 앞으로 이러한 이력 현상과 접착포의 방추도와와의 관계에 관한 연구도 필요하리라고 본다.

Fig. 4의 (2)는 접착후의 굽힘 히스테리시스의 변화를 나타낸다. 접착으로 10~15배의 큰 증가를 보이고 접착 후 걸감의 2HB값이 따른 영향은 보이지 않는다. 접착전 심지에서의 2HB의 값은 심지3>심지2>심지1의 順이고 접착후 심지에 따라 심지3>심지2>심지1의 順으로 심지의 영향이 나타난다. 이것은 심지 자체의 히스테리시스의 값과 심지별  $\alpha_6$ 의 차이의 영향이 함께 나타난 것으로 보여진다. 접착 후 2HB1이 2HB2보다 더 크므로 2HB1의 영향을 확인 할 수 있고 경사 방향의 이력 현상의 조절의 필요성을 볼 수 있다.

회복도가 좋은 심지1의 경우는 심지의 회복도가 좋았고 특히 2HB1이 가장 낮으므로 우수하다. 심지3경우  $\alpha_6$ 가 크므로 굽힘 강성의 증가가 크고, B가 크므로 2HB이 크며 2HB1이 2HB2 보다 2배 정도의 값을 갖는다. 결과로 3가지의 심지 중 히스테리시스의 증가가 가장 크다. 접착 후의 2HB를 고려시 심지의 2HB1과 복합비의 중요함을 알 수 있다.

3. 전단 성질

(1) 전단 강성(G : gf/cm. deg)

굽힘 강성, 신장성, 전단 강성은 의복의 제조에서 매우 중요하다. 착용에서의 이상적인 구조는 높은 굽힘 강성, 적당한 신장, 좋은 전단 강성을 갖는 것이다<sup>9)</sup>.

Table 6.  $\alpha_6$  values after fusing.

		F 1	F 2	F 3	F 4
I 1	warp	3.9151	4.0085	4.8159	5.1880
	weft	3.6325	4.4195	4.8560	4.0427
	mean	3.7738	4.2140	4.8360	4.6154
I 2	warp	4.7988	4.8397	5.1316	6.4472
	weft	3.4248	4.0126	6.6180	3.8521
	mean	4.1118	4.4262	5.8748	5.1497
I 3	warp	5.7090	5.9094	6.8076	6.6910
	weft	3.4863	4.5611	4.7137	4.0034
	mean	4.5977	5.2353	5.7607	5.3472

이 중에서 전단 강성은 의복형성의 중요 특성으로 접착 또는 걸감의 값을 많이 변화시키지 않는 것이 바람직하며<sup>7)</sup> 좋은 심지 선택에서 심지의 굽힘에서의 유연성은 의복 형태에 큰 영향이 없으나 심지의 낮은 전단 강성은 작업시 모양 유지가 어렵다<sup>8)</sup>고 하였다.

Niwa와 Kanayama<sup>6)</sup>는 접착포의 전단 강성을 걸감과 심지의 전단강성의 합으로 표현하고 접착제의 침투 효과가 중요하다고 하였고 이번 실험에서도 이러한 현상을 확인 할 수 있었다.

$$Gc = \alpha_6(G_f + G_i)$$

$\alpha_6$  : effect of adhesive penetration on the shear stiffness

$G_c, G_f, G_i$  : Shear rigidity of composite & face fabric & interlining

Fig. 5의 (1)은 접착 후의 전단 강성의 변화를 보여 준다. 접착 후 전단 강성은 걸감과 심지의 전단 강성의 합보다 2~3배 증가하였다. 접착포에서 G의 증가는 걸감의 경, 위사의 교차점에서 접착에 의한 구속의 영향으로 생각된다. Table 6으로 부터 피복도가 큰 심지가 접착제의 복합비( $\alpha_6$ )가 크고 구속의 정도가 큰 것으로 나타났다. 그러므로 전단강성의 복합비  $\alpha_6$ 는  $\alpha_6$ 와 같은 경향으로 심지3>심지2>심지1의 順으로 나타났다. 접착 전 걸감에서의 G는 걸감1>걸감2>걸감4>걸감3의 順이고 접착 후에도 전단 강성의 걸감에 따른 경향은 걸감1>걸감2>걸감4>걸감3의 順으로 접착포의 G는 걸감의 영향을 받는 것으로 나타났다. 접착전의 심지에서의 G는 심지3>심지2>심지1의 順이고 접착 후 심지에 따른 전단 강성은 심지3>심지2>심지1의 順으로 심지의 영향도 받는 것으로 나타났다. 또한 경사, 위사에 따라서는 심지2, 심지3에서 G2가 G1보다 크지만 접착포에서는 G1이 G2보다 더 큰 값을 나타낸다. 이것은 걸감의 G1이 큰 영향이라고 생각되며 여기서 심지의 경, 위사값보다 걸감의 경, 위사값의 영향이 우선함을 볼 수 있다.

위의 결과로부터 접착포의 전단강성은 걸감과 심지의 전단강성의 차이와 접착제의 복합비의 차이가 함께 나타나는 것으로 보여진다.

(2)  $\Phi = 0.5^\circ$ 에서의 전단 히스테리시스(2HG : gf/cm)

Fig. 5의 (2)은 접착 후의  $\Phi = 0.5^\circ$ 에서의 전단 히스테리시스의 변화를 보여준다. 일반적으로 전단은 이력

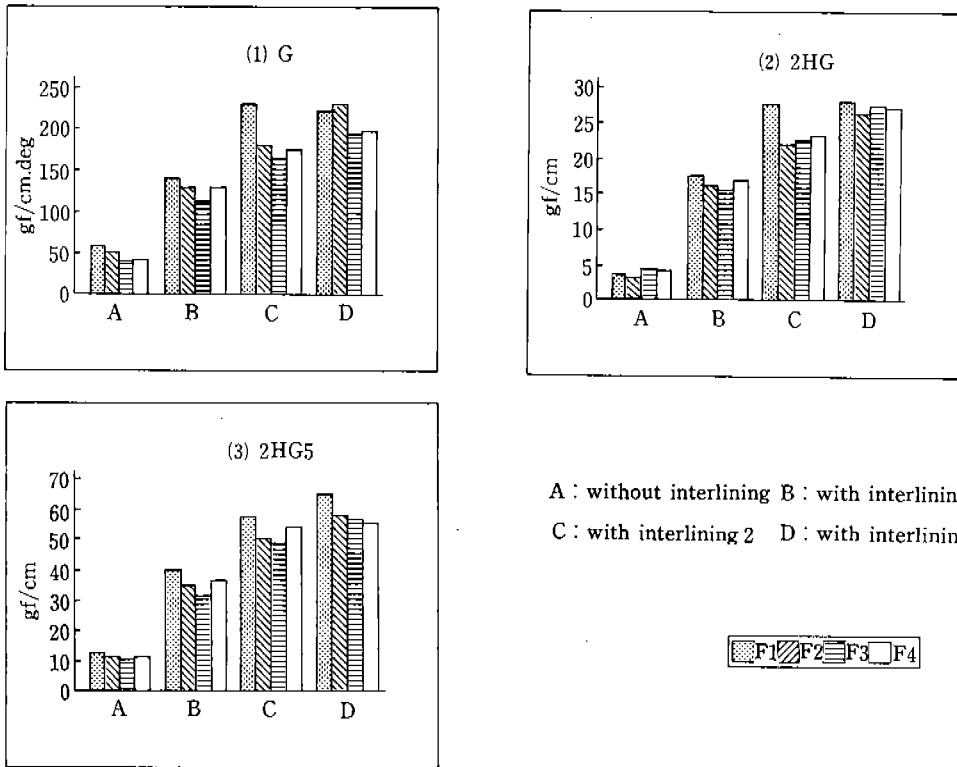


Fig. 5. Shear property changes after fusing.

현상의 차이가 많이 나타난다. 이것은 교차실이 서로 미끄러지면서 마찰 에너지의 손실이 일어나기 때문이라고 볼 수 있다<sup>13)</sup>.

접착포의 2HG는 걸감의 2HG보다 4배 정도 증가하였다. 걸감에 의한 차이보다는 심지의 전단 히스테리시스의 값과 접착제의 영향이 크게 나타난다. 접착 후의 걸감별 2HG의 값은 걸감1이 가장 크고 걸감2, 걸감3, 걸감4의 경우는 비슷하다. 접착 후의 심지 별 2HG의 값은 심지3>심지2>심지1로 나타난다. Nagano<sup>8)</sup>는 접착 후의 G, 2HG는 걸감의 3배의 조건이 대체로 적당하다고 제시하였고 이 조건에는 심지1만이 타당하고 다른 심지의 이력 차는 크게 나타났다. 이것은 심지1이 피복도가 가장 작고 접착제의 복합비도 가장 작으므로 접착 후 구속의 정도가 작을 것이고 전단강성도 작게 나타났다. 일반적으로 전단 히스테리시스는 전단 강성의 크기에 따라 결정된다. 그러므로 2HG의 값이 다른 심지의 경우보다 작은 것으로 생각된다.

A : without interlining B : with interlining 1  
C : with interlining 2 D : with interlining 3

F1 F2 F3 F4

(3)  $\phi=5^\circ$ 에서의 전단 히스테리시스(2HG5 : gf/cm)

Fig. 5의 (3)은 접착 후의  $\phi=5^\circ$ 에서의 전단 히스테리시스의 변화를 보여준다. 접착포의 2HG는 걸감의 2HG5보다 3~4배의 증가를 보인다. 전단 히스테리시스는 전단 강성의 크기에 따라 결정되므로 전단 강성에서의 접착 후의 효과와 같이 걸감의 영향과 심지의 2HG5 값과  $\alpha_6$ 값의 영향이 함께 나타난 것으로 볼 수 있다. 경, 위사에서의 히스테리시스를 Table 4에서 살펴보면 접착 후 경사 방향의 히스테리시스가 위사 방향보다 더 크게 나왔다. 또한 심지2, 심지3의 경우 위사 방향의 2HG5가 경사 방향의 2HG5보다 더 크지만 접착 후의 경사 방향의 2HG5가 더 크다. 이것으로부터 걸감의 경사 방향의 2HG5가 더 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

4. 압축 성질

(1) 선형도(LC : -)

Fig. 6의 (1)은 접착 후의 압축 선형도를 나타낸다. 접착 후 LC는 조금 감소 또는 증가하였다. 선형도가 감소하는 것은 압축이 부드러워지는 것을 의미한다. 접착 후 걸감과 심지의 영향에 따른 차이는 보이지 않으나 걸감의 값과 크게 다르지 않다. 걸감3을 제외하고 거의 모든 걸감에서 접착 후 선형도의 감소를 보인다. 걸감3외에는 심지 접착 후 더 낮은 LC값을 갖는 심지의 영향으로 압축이 부드러워진 것으로 생각된다. 걸감 3의 경우 걸감중 LC가 가장 작고 접착제의 복합비가 가장 크므로 이 영향으로 LC가 증가한 것이 아닌가 추정해 본다.

(2) 회복도(RC : %)

Fig. 6의 (2)는 접착 후의 압축의 회복도를 나타낸다. 접착 후 걸감과 심지에 따른 차이는 보이지 않는다. 접착 후 압축에 대한 회복도가 심지3의 경우는 좋

아지나 나머지는 감소한다. 여기서 심지3의 경우 RC는 세 가지의 심지 중 가장 좋은 것은 아니지만 심지3의 접착제의 복합비가 가장 크고 이 영향으로 회복도가 증가한 것으로 생각된다.

(3) 압축 에너지(WC : gf.cm/cm<sup>2</sup>)

Fig. 6의 (3)은 접착 후의 압축에너지의 변화를 나타낸다. 접착 후에 걸감보다 WC 값이 2~3배정도 증가하였고 걸감과 심지가 함께 영향을 주는 것으로 보여진다. 압축에 필요한 에너지 값이 크면 그만큼 부피감이 크다. 심지 자체의 조적이 걸감보다 느슨하므로 접착 후 부피감이 증가함을 볼 수 있다.

접착 전 걸감에서의 WC는 걸감3>걸감2>걸감4>걸감1의 순으로 접착 후도 같은 순서이다. 접착 전 심지에서의 WC는 심지1>심지2>심지3의 순으로 접착 후도 같은 순서이다. 또한 α값이 심지3>심지2>심지1의 순으로 크므로 α값이 큰 접착포에서는 접착제가 많이 부착되어 딱딱해지면서 WC는 감소할 것이다.

그러므로 걸감과 심지의 WC값과 α값의 변화가 접착

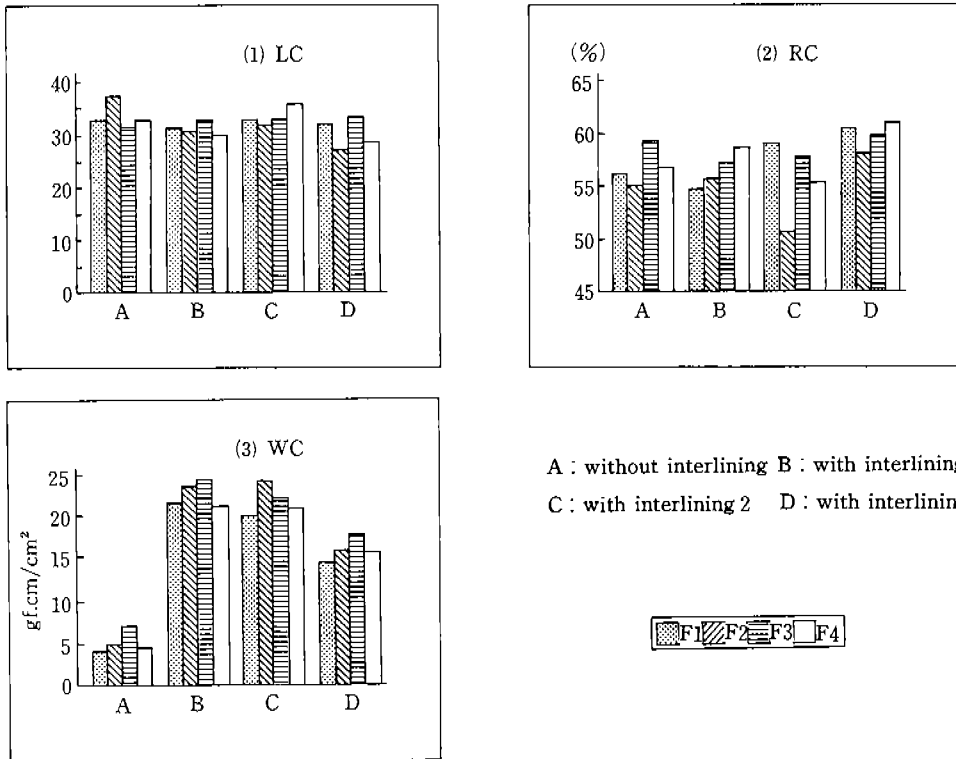


Fig. 6. Changes of compression property after fusing

후의 WC의 값의 변화에 영향을 미친다고 할 수 있다.

#### IV. 결 론

조직과 밀도가 서로 다른 4종류의 걸감에 신장성의 차이를 보이는 3가지 심지를 접착시킨 경우 접착 후의 물성 변화는 이번 연구의 범위에서 다음과 같이 나타났다.

1) 접착 후에 LT, B, 2HB, G, 2HG, 2HG5, WC는 증가하였고 EM은 감소하여 접착 후에 신장성은 저하하고 부피감이 있지만 좀 더 강경하고 이력 현상이 커지는 결과를 보였다.

2) 접착 후 인장 성질은 걸감의 차이에 의해서 EM, WT, LT, RT가 영향을 많이 받고 심지의 경사 방향의 값이 적은 경우는 걸감의 위사방향의 보완성이 없는 경우에 심지의 영향을 민감하게 받는다.

3) 접착 후 굽힘 성질은 접착제의 복합비( $\alpha_b=4-6$ )에 의해서 B, 2HB가 결정되는 것으로 보인다.

4) 접착 후 전단 성질에서 G, 2HG, 2HG5는 걸감과 심지의 영향과 접착제의 복합비( $\alpha_c=2-3$ )의 영향을 모두 받는 것으로 나타났다.

5) 접착 후 압축 성질에서 LC는 걸감의 LC값과 거의 비슷하였고, RC에서는 접착제의 복합비의 영향을 볼 수 있었으며, WC에서는 걸감과 심지, 접착제의 복합비의 영향을 모두 받는 것으로 나타났다.

6) 접착 후 심지에 따라서 심지1과 접착한 경우(E1, E2 비슷한 경우)신장성의 저하가 적고 인장성질의 회복도가 좋다. 회복도가 가장 작고 접착제의 복합비도 가장 작으므로 B, 2HB, G, 2HG의 증가가 다른 심지보다 작았고 WC의 증가는 가장 컸다. E1이 낮은 경우의 심지3과 접착에서는 접착 후의 신장성의 저하가 가장 크고 이력 현상이 크다. 회복도가 가장 크고 접착제의 복합비도 가장 커서 굽힘 성질과 전단성질의 증가가 크고 WC의 증가는 가장 작아서 접착 후 형태 안정성은 증가하였고 다른 심지에 비해서 부피감도 떨어지는 것으로 나타났다. 심지 2의 경우는 신장성과 B, 2HB, G, 2HG의 변화에서 심지1과 심지3의 중간적인 경향을 보여주었다.

7) 본 연구로부터, 접착 후 각 물리특성에 영향을 주는 인자에 대하여 대체적인 경향을 알아보았고 이러한 결과가 접착 후의 바라는 물리특성의 조절에서 기초가

되었으면 한다. 또한 접착제의 복합비( $\alpha_b$ ,  $\alpha_c$ )의 중요함을 알 수 있었고 앞으로 여기에 대한 연구가 많이 이뤄져야 할 것으로 생각한다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 山田都一, “芯地に要求される物性”, 繊維製品消費科學誌(日), 14(8), pp. 319-324(1973)
- 2) 井上 英, “2, 3の心地の特性について”, 家政學雜誌(日), 17(3), pp. 37-40(1966)
- 3) S.K. Koeing & S.J. Kadolph, “Comparision of Performance Characteristics of Seven Fusible Interfacings”, *Textile Res. J.*, 53, p. 341(1983)
- 4) 田村新十郎, “接着芯地について”, 繊維製品消費科學誌(日), 23(1), pp. 10-14(1982)
- 5) M. Nitta, “Optimum Combination of Face and Interlining fabrics from the view point of Mechanical Properties”, Objective Measurment evaluation of apparel fabrics, pp. 453-460(1986)
- 6) Kanayama & Niwa, “Mechanical Behavior of the Composite Fabric Reinforced by Fusible Interlining”, Objective specification of fabric qulaity and mechanical properties and performance, pp. 347-370(1986)
- 7) S.Nagano, “Proper evaluation and Quality design of Garment Interlining”, Objective measurment applications to product design and process contol, pp. 235-242(1986)
- 8) S.Nagano, “For Easy Understanding of Fusible Interlinings and the KES Evaluation Method”, *Textile Technology*, pp. 62-69(1992)
- 9) R.Shishoo, P.H. Klever, et al, “Multilayer Textile structures Relationship Between the Properties of a Textile Composite and Its Components”, *Textile Res. J.*, 41, pp. 669-679(1971)
- 10) R.C. Dhingra & R. Postle, “Some Aspects of the Tailorbility of Woven and Knitted outweat Fabrics”, *Clothing Res. J.*, 8, pp. 59-76(1980)
- 11) M. Kanayama & M. Niwa, “The Bending Properties of Fused Fabric Composites”, Objective Evaluation Of Apparel Fabrics, pp. 443-451(1983)
- 12) H. Morooka, Y.Kikuchi, M.Niwa and K.Furusato, “Sun-Ray Test法による被服材料のしわ回復性と基本力學特性との關係”, 維製品消費科學誌(日), 17, pp. 176-181(1976)
- 13) B. Behre, “Mechanical Properties of Textile Fabrics”. *Textile Res. J.*, 31(2) pp. 87-93(1961)