

탄성직물의 신축성에 직물조직이 미치는 영향

1. 서 언

의류산업에서 사용하는 직물의 대부분은 길이방향, 폭방향 또는 양쪽방향으로 신장이 일어날 수 있다. 오랫동안 업체에서는 제품개발에 대해 풍부한 경험을 축적해 왔지만, 특히 일반적으로 판매되는 범위에서 벗어난 조직의 경우는 직물의 신장성 또는 신축성에 조직이 미치는 영향에 대해서는 거의 모르고 있는 실정이다. 이러한 일련의 실험에서 중요한 것은 표준조직으로 분류될 수 없는 특수한 조직의 직물에 관한 정보를 얻는 것이다. 비록 이런 실험결과가 몇가지 제한조건이 있더라도 양모직물에도 적용될 수 있다고 가정하고 면과 탄성섬유 Dorlastan을 조합하여 원료로 사용하였다.

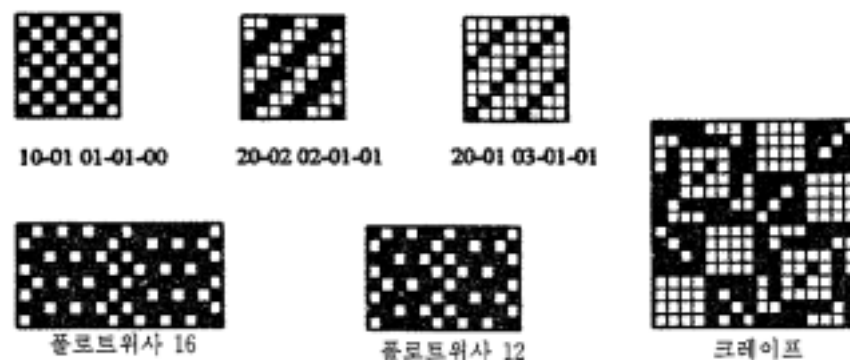
<표 1> 실과 가연

경사	
3-실린더 링방직사, 면 100%	
14tex · 2(Nm 70/2) ZZ	
더블 트위스트, 714 T/m S, $\alpha=121$	
위사	
<콤비네이션 가연 A>	<콤비네이션 가연 B>
3-실린더 링방직사, 면 100%	3-실린더 링방직사, 면 100%
17tex · 2(Nm 60/2) ZZ	14tex · 2(Nm 70/2) ZZ
Dorlastan(Bayer-Faser GmbH) 80dtex	Dorlastan 45dtex
Hamel 2단계 가연, 750 T/m, S	Hamel 2단계 가연, 750 T/m, S
<콤비네이션 가연 C>	<합연사 D (경사)>
3-실린더 링방직사, 면 100%	3-실린더 링방직사, 면 100%
14tex · 2(Nm 70/2) ZZ	4tex 2(Nm 70/2) ZZ
Dorlastan 80dtex	더블 트위스트, 714 T/m S, $\alpha=121$
Hamel 2단계 가연, 750 T/m, S	

2. 실험

단사와 콤비네이션 가연은 방적과 연사공정에서 생산되는 표준범위로부터 선택되었다.(표 1 참조) 콤비네이션 가연은 Hamel 공정에 따라 실시되었다. 드래프트 80dtex 1 : 4.2, 45dtex 1 : 3.6 이었다. 스트레치 콤비네이션 가연이 위사에만 사용되어 직물은 폭방향으로 신장되었다.

본 연구에서 경사 및 위사밀도, 조직, 위입순서(플레인 콤비네이션 가연, 합연사 D와 교대) 탄성사 비율 및 위사장력 등을 변화시키면서 실험을 진행하였다. 또한 직물은 Dornier GTV, Sulzer Ruti G 6200 및 Picanol GTX 래피어직기를 사용하여 제직하였다. 또한 Weave-Master PT(Enka tecnica) 인장시험기를 사용하여 위사장력을 측정하였다.



<그림 1> 조직

조직(그림 1 참조)은 교차점의 선명함, 플로트(float) 길이 및 분포, 조직 외관을 토대로 선정하였다. 제작된 직물샘플 중 몇 가지는 조직이 다른 것을 제외하고 동일한 실의 밀도가 제직되었기 때문에 평직이 가장 치밀한 직물을, 크레이프조직이 가장 느슨한 직물을 형성한다. 2능조직은 교차점의 선명함이 비슷하지만 플로트길이 차이에 따른 효과를 나타내고 있다. 플로팅 위

사조직은 위사의 교차점이 전혀 다르므로 선택되었다. 크레이프조직은 길이가 긴 것과 짧은 플로트사를 모두 형성시키는데 그러한 배열로 인하여 실을 이동시켜 바탕조직을 수축시킨다.

직물은 생지의 스티밍, 원스 세정기에서 정련, 무장력상태로 텀블 건조, 텐터에서 열고 정, 염색 및 후처리 등을 하였다. 그리고 이완된 생지, 정련후 무장력상태로 건조된 직물 및 최종 가공직물에 대해 직물폭을 측정하고 폭방향 수축을 평가하였으며 사밀도, 최종직물에 대한 분석, 단위면적당 중량, 탄성사 비율 등도 시험하였다.

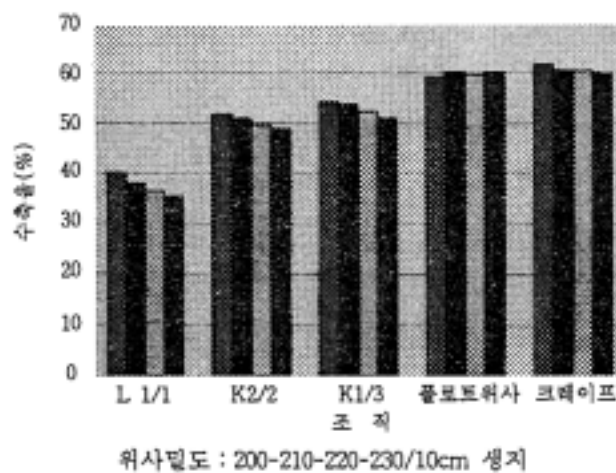
<표 2> 실험 배열

실 험	1. VR	2. VR	3. VR	4. VR	5. VR	6. VR	7. VR	8. VR
직 기	Donier	Donier	Donier	Donier	Donier	Donier	Picanol	Sulzer Ruti
직기 추수	16	16	16	16	16	16	16	12
위 사	Nm 60/2 80dtex	Nm 60/2 80dtex + Nm 70/2 O, EL	Nm 70/2 45dtex + Nm 70/2 O, EL	Nm 70/2 45dtex 또는 Nm 60/2 80dtex	Nm 70/2 45dtex 또는 Nm 60/2 80dtex와 Nm 70/2 O, EL	Nm 70/2 80dtex	45dtex와 Nm 60/2 80dtex	45dtex와 Nm 60/2 80dtex
바디수/피치	110/2	110/2	110/2	110/2	110/2	110/2	65/4	80/3
위사율수/ 10cm,바디	220	220	220	220	220	220	260	240
위사율수/ 10cm,생지	200, 210, 220, 230	200, 230	200, 230	220	220	200, 210, 220, 230	180, 200, 230, 250	180, 200, 230, 250
위입순서	플레인	1 : 1	1 : 1	플레인	2 : 1, 1 : 2	플레인	플레인	플레인
위사장력	변화							
조 직	L 1/1 K 2/2 Z K 1/3 Z 플로트 위사 크레이프	L 1/1 K 2/2 Z K 1/3 Z 플로트 위사 크레이프	L 1/1 K 2/2 Z K 1/3 Z 플로트 위사 크레이프	K 2/2 Z	L 1/1 K 2/2 Z	L 1/1 K 2/2 Z	L 1/1 K 2/2 Z 플로트 위사	L 1/1 K 2/2 Z 플로트 위사

3. 폭방향 수축에 대한 분석

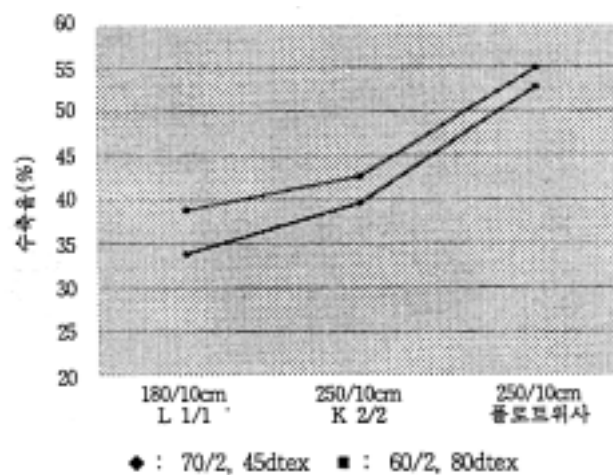
정련한 직물의 폭이 생지폭에 비해 어느 정도 감소되었는지에 대해 특히 주의해야 한다. 직물은 원스 세정기에서 로프형태로 정련 된 후 무장력상태로 텀블건조되므로 위사방향으로 최대의 이완시킬 수 있었다. 이완된 직물의 폭 감소를 통해 탄성사에 의해 발생한 인장강력에 대한 결론을 도출할 수 있다. 실제로 직물은 정련 후 미리 결정된 폭으로 신장시키기 때문에 폭의 감소는 특히 중요하다. 무장력상태로 건조된 직물의 폭방향 수축은 일반적으로 결정하지 않는다.

조직과 위사밀도에 따른 폭방향 수축은 예상했던 결과가 얻어졌다. (그림 2 참조) 위사밀도 증가는 폭방향 수축(생지폭에서 이완된 상태의 직물폭(을 감소시킨다. 플로트 위사조직과 크레이프 조직의 폭방향 수축률이 큰 것은 능 조직의 교차점처럼 선명하지 못하기 때문으로 예상된 결과였다. 그러나 K1/K3이 2/2조직보다 큰 것은 예상하지 못한 결과이다. 크레이프 조직과 플로트 위사조직의 경우 위사밀도 증가가 전혀 영향을 미치지 않는 것은 의외이다. 이것은 직물의 치밀도가 매우 낮기 때문으로 추측된다.



<그림 2> 조직과 위사밀도에 따른 폭방향 수축률(%)

탄성사가 직물의 수축에 크게 영향을 미치는 것은 예상된 결과이다. 탄성사(80dtex, 45dtex)와 콤비네이션 가연이 본 실험에서 사용되었다. 탄성사 비율은 플레인 위입순서와 더불어 100% 면과 콤비네이션 가연을 바꾸어 가면서 2 : 1, 1 : 1 및 1 : 2의 순서로 위입하였다. 태번수의 탄성사가 사용된 직물의 폭방향 수축의 증가는 당연한 사실이다. 여러 직물조직간의 차이에 특히 주의해야 한다.(그림 3 참조) L1/1의 경우 다른 직물조직의 치밀도와 비슷한 수준으로 맞추기 위해 위사밀도를 감소시켰다. 직물의 치밀도는 직물의 폭방향 수축에 크게 영향을 미치므로 더욱 자세하게 검토할 것이다.

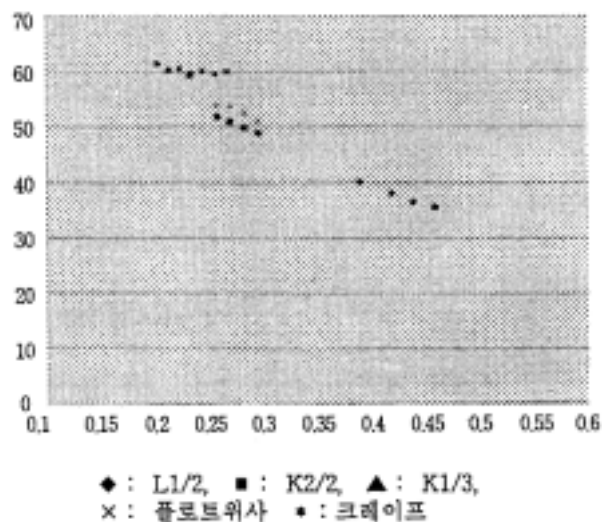


<그림 3> 탄성사 변수와 위사밀도에 따른 폭방향 수축률(%)

Koch에 따르면 직물의 치밀도는 직물의 밀도를 나타내는 방법 중 하나로 조직과 요구되는 직물특성에 의존한다. 어패럴 직물의 최저 치밀도는 0.15이다. 예를 들어 느슨한 능직물은 태번수의 실로 만들어진다. 치밀한 개버딘 또는 트리코트 조직의 최대 치밀도는 0.85~0.90이다. 직물의 치밀도는 직물의 개발·평가할 때 유용하다. 콤비네이션 가연이 70/2, 45dtex인 경우 직물조직에 따른 치밀도는 L1/1은 0.39, K2/2는 0.35, 플로트 위사 콤비네이션은 0.32이

다 폭방향의 수축은 치밀도가 가장 낮은 경우에 최대로 일어난다.

폭방향 수축은 직물의 치밀도에 의존하며, 일반적으로 치밀도가 높을수록 폭방향 수축은 더 작다.(그림 4 참조) 이러한 일련의 실험에서 위사는 모두 동일하다는 점을 염두해 두어야 한다. K1/3의 경우 폭방향 수축이 큰 것은 위사 플롯트의 길이가 길기 때문에 발생한 부수적인 효과를 나타낸다. 플롯트 위사와 크레이프 조직간 거동의 차이는 치밀도가 매우 낮기 때문에 발생하는 것으로 생각된다. 그러나 위사밀도의 증가는 거의 영향을 미치지 않는다.



<그림 4> 직물의 치밀도에 따른 폭방향 수축률(%)

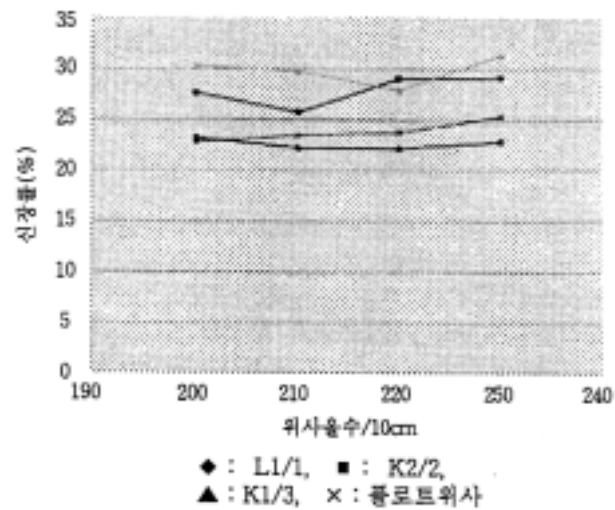
<그림 4>는 조직을 평가할 때 유용하게 사용될 수 있다. 직물의 치밀도가 0.4 또는 그 이상이면 조직에 의존하는 폭방향 수축은 후공정에서 열고정되는 폭으로부터 크게 벗어나지 않기 때문에 가공공정 중 용이하게 안정화된다. 폭방향 수축은 직물중량에 영향을 미치기 때문에 어떤 경우에는 위사올수를 증가시켜도 직물의 중량은 더욱 감소될 수 있다.

4. 신장성에 대한 분석

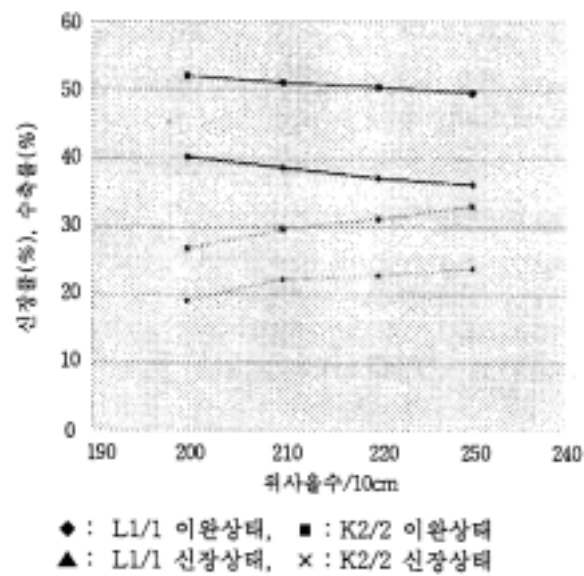
최대로 이완된 직물의폭을 측정하여 연구중인 수축력에 대해서 결론을 도출할 수 있는 폭방향 수축시험에 이어서 제품의 성능에 매우 중요한 인자인 신장성을 측정하였다. 직물은 최대로 이완된 상태가 아니라 텐터에서 규정된 폭으로 열고정시킨 후 최종직물상태로 가고오디었다. 신도는 직물 폭 50mm 스트립(위사방향만 제거)에 50N의 하중을 주어 측정하였다.(그림 5 참조) 평직은 약 130cm폭으로 열고정 되었지만 다른 조직은 124cm 폭으로 열고정되었기 때문에 평직과 능조직간의 차이는 예상했던 결과이다. 그러나 폭방향 수축이 최대로 일어난 플롯 위사조직의 신장성이 더 낮지만 최종직물의 폭은 능조직의 폭과 같다는 것은 쉽게 규명할 수 없었다. 위사밀도 증가는 신장성을 약간 증가시키지만 평직의 경우 동일한 것은 치밀도가 상대적으로 크기 때문이다. 폭방향 수축과 신장성이 매우 다양하기 때문에 더 자세하게 비교하기 위하여 <그림 6>의 값을 다른 직물에 대한 결과인 <그림 5>와 비교하였을 때 그러한 경향은 명확하였다. 위사밀도가 증가하는 경우 신장성 증가와 폭방향 수축감소(완전히 이완된 상태의 직물)는 다르다. 이러한 결과는 서로 상반되는 것처럼 보이지만 만약 탄성사의 비율 증가를 고려한다면 쉽게 이해할 수 있으며, 신장성이 하중 50N 에서 전체 신도의 일부분임을 설명할 수 있다.

위사밀도의 변화에 따라 탄성성분의 비율은 약간 증가한다. 탄성사의 변수 변화 또는 위입순서에 있어서 탄성사를 함유한 실과 함유하지 않은 실의 블렌딩에 의해 그 효과는 더 크게 나타날 수 있다. <그림 7>은 탄성사의 변수가 폭방향 수축에 미치는 효과를 나타내고 있다. 비록 조직에 따라 서로 비교하였을 때 균일하지 않지만 태번수일수록 폭방향 수축이 증가하고 신장성도 더 크게 나타났다. 그렇지만 탄성사 비율이 위입순서에 따라 변하는 경우

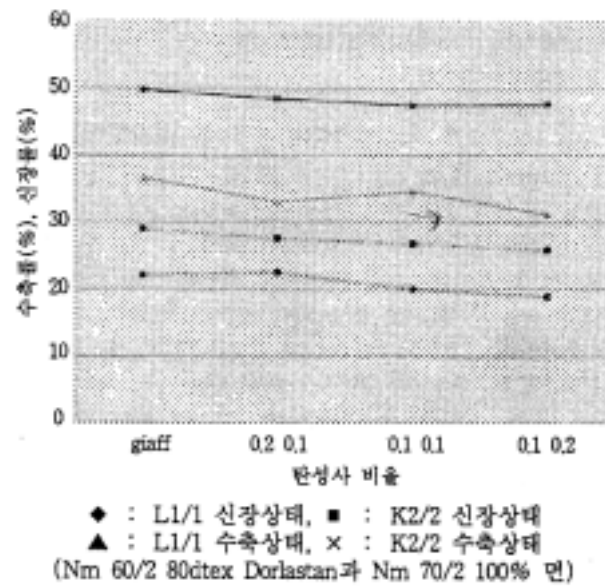
폭 방향 수축과 신장성은 어떻게 변할 것인가? 단 이때 위사밀도는 모든 위
입순서에 대해서 동일하다.



<그림 5> 조직과 위사율수에 따른 신장률(%)



<그림 6> 위사율수/10cm에 따른 열고정된 직물폭의 신장률(%)



<그림 7> 위입순서가 다른 경우 탄성사의 비율에 따른 폭방향 수축률(%)과 신장률(%)

폭방향 수축과 신장성은 예상했던 것처럼 감소하였다. 플레인에서 1 : 2 위입순서까지 탄성사 비율이 약 65%감소하는 경우 폭방향 수축과 신장성의 감소량이 작은 것은 의외이다. 이러한 결과를 통하여 우리는 탄성거동에 큰 차이가 없다면 가격적인 면을 고려하여 위입순서에 따라 탄성사의 비율을 감소시킬 수 있다고 가정할 수 있다. 그렇지만 잔류신도에 대한 실험결과를 통해 이러한 생각이 잘못 되었음을 알 수 있었다.

5. 위사장력에 대한 분석

위사장력이 탄성거동에 미치는 영향을 결정하기 위하여 2/2능조직의직물을 제작하였다. 이때 경사와 위사의 밀도는 동일하다. 콤비네이션 가연은 위사 Nm70/2, 45dtex Dorlastan, Nm60/2 80dtex Dorlastan, 플레인 위입순서에만 사용되었다. 위사절을 통해 결정된 위사장력은 Weave Master를 사용하여 측정하였

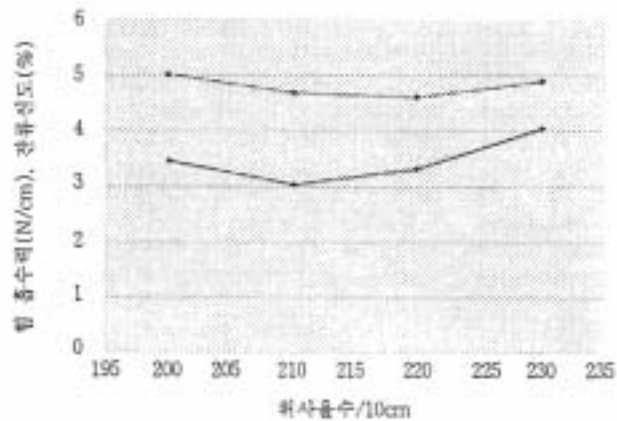
다.

그리퍼를 받는 부분에서 변부쪽으로 되돌아가는 위사경로의 시작점에서 결정된 위사장력의 상한값은 17cN이었다. 하한값 0cN은 위사절이 일어났을 때의 값이다. 장력의 평균값은 약 8cN이었다. 폭방향 수축(최대로 미완된 직물)과 신장성(하중 50cN)의 차이는 매우 작다. 따라서 측정범위 내에서 최소 위사장력은 탄성거동에 거의 영향을 미치지 않는다고 가정할 수 있다. 그러나 잔류신도를 측정한 후에야 비로서 약간의 차이가 있음을 알 수 있었다.

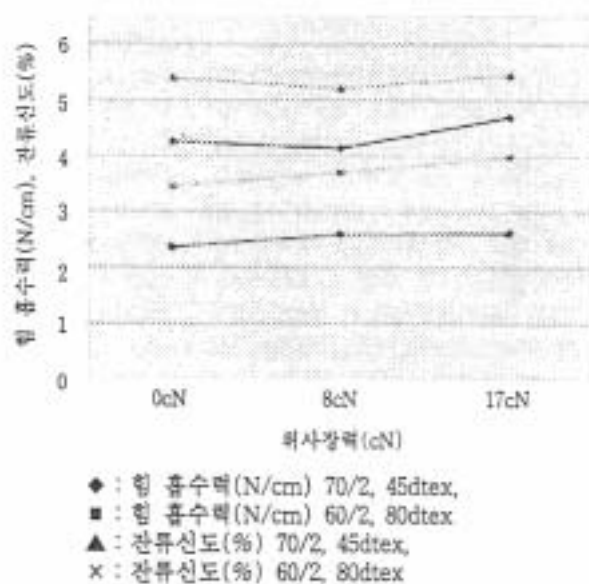
6. 탄성에 대한 분석

탄성은 규정된 신도범위에 대해서 힘 흡수력과 잔류신도를 측정하여 평가하였다. 평직의 경우 상한신도는 하중 50N에서 미리 결정된 신장성의 15%수준이며 다른 조직의 경우 20%(10N/cm 샘플 폭)수준이었다. 동적하중은 상한신도와 하한신도 사이에서 5회 반복하여 주었으며 상한신도에서 정지시간은 300초였다. 샘플의 힘 흡수력은 이완 후 잔류신도처럼 샘플이 상한신도에 도달하였을 때 측정하였다. 평직은 위사올수를 증가시키고 잔류신도를 감소시켰을 때 힘 흡수력은 뚜렷하게 증가하지 않았고 다른 조직도 비슷한 경향을 나타내었다.(그림 8 참조)

잔류신도가 일시 정지시간 300초 후에 측정되었다는 점에 주의해야 한다. 이것은 위사장력을 다르게 하여 제직된 직물샘플에 대한 것이다. 위사장력이 탄성거동에 영향을 미치지 않는다는 처음 주장은 힘 흡수력과 잔류신도를 측정하여 확인될 수 없었지만 시험결과를 통해 위사장력이 높을수록 힘 흡수력과 잔류신도가 증가함을 알 수 있었다. 제직공정중 위사장력을 모니터링하여 위사방향으로 탄성이 있는 직물을 생산할 때 품질평가방법으로 사용될 수 있다.



<그림 8> 조직과 위사율수에 따른 힘 흡수력 (◆)[N/cm]과 잔류신도(■)[%]



<그림 9> 조직 K2/2의 위사장력[cN]에 따른 힘 흡수력[N/cm]과 잔류신도(%)

<그림 9>는 탄성사 비율에 따른 잔류신도에 대한 시험결과이다. 최종직물에 존재하는 탄성재료의 비율은 화학적인 방법으로 결정되었다. 탄성성분의 무게는 최종직물의 위사밀도, 탄성사 번수 및 위임순서의 함수로서 0.7~3.5%까지 변화되었다. 이전의 시험결과 중에서 신장성 시험시 직물폭이 훨씬 더 작았던 것은 잔류신도 증가가 최종 가먼트의 치수안정성에 결정적인 영향을

미치는 것으로 가정했기 때문이다.

이런 분야의 연구과제를 수행하는 동안에 얻은 결과 중에서 일부만을 발
췌하여 본고에 소개하였는데, 회사에서 실제 경험한 많은 사례를 확인할 수
있었고 식물조직과 특성시간에 존재하는 복잡한 상호관계를 이해할 수 있었
다. 따라서 우리는 이러한 연구결과가 다양한 종류의 스트레치직물을 개발하
는 데 있어서 조직을 검토할 때 많은 도움이 되기를 바란다.