

직물에 나타나는 실의 결점형태

1. 서 언

같은 굵기와 길이에서 실의 결점이 재료디자인, 경위사 밀도, 변수 및 꼬임 들에 따라 직물로 만들어졌을 때 다른 외관으로 나타난다는 것을 우스터 통계와 같은 여러 책자에서 소개해 왔다. 본고에서 표현한 “같은 굵기와 길이”라는 것은 용량형 균제도 테스터나 로터정방에 설치된 결점감지장치를 사용해 측정한 섬유 단면의 굵기와 길이를 나타낸다.

실에 결점이 있는 직물의 외관과 이들 결점의 굵기 사이의 상관관계는 결점의 중량을 측정하는 것 보다 직경을 측정하여 얻어지는게 더 좋은 것으로 제안되어 왔다. 그러나 조사결과는 객관적으로 실의 결점을 중량으로 측정한 것이 직물에 있는 굵기와 길이 결점을 사람의 눈으로 주관적인 판단을 한 거소가 직접적인 상관관계를 갖고 있다며 이 제안을 반박하고 있다. 본고는 직물에서 나타나는 그런 결점과 함께 실결점의 굵기와 길이에 관련하여 실시한 조사결과를 나타내려고 한다. 특별제직한 직물에 들어있는 실의 결점모양에 대해 굵기결점과 길이결점에 관련된 시험은 로터정방기에 부착된 우스터 폴리가드결점감지장치(Uster Polyguard capacitive type yarn fault supervisory installation)를 사용하여 결정하고, 4개의 외관에 대한 등급도 정하려고 한다.

2. 조사 목적

이 조사는 직물에 눈에 보이는 결점의 점위가 어디까지인가를 나타내야 하며, 로터정방기에서 UPG 용량형결점감지장치가 얼마나 잘 결점을 찾아내며 정사(Clearing)할 수 있는가도 나타내 주어야 한다.

특별제직한 직물에서 눈으로 판정될 수 있었던 결점은 쉽게 인식되는 정

도에 따라 분류시켜 놓았다. 이것은 눈으로 찾아낸 결점과 용량 측정시스템으로 찾아낸 결점과의 상관관계를 찾기 위해서이다.

3. 시험과정

직물의 구조를 눈으로 쉽게 분석할 수 있도록 경사는 필라멘트사, 위사는 시험용으로 만든 방적사로 직물을 만들었는데, 이것은 경사의 결점에는 전혀 영향을 미치지 않으면서 위사의 결점을 쉽게 빼낼 수 있다.

<표 1> 각 실의 품질데이터

	시험 1	시험 2	시험 3
중량변동 (CVn%)	12.9	12.8	12.3
가는결점/1,000m (-50%)*	0	0	0
굵은결점/1,000m (+50%)*	24	22	13
넵/1,000m (+280%)*	1	4	1
잔털 (hairiness)	5.40	5.45	5.14
비강도 (cN/tex)	13.73	13.39	13.39
인장강도 변동 (CVF%)	5.63	8.43	5.93
인장신도 (%)	6.73	6.92	7.15
인장신도 변동 (CVE%)	5.78	5.14	5.07
파단일량(N·cm)	14.27	14.47	14.35

주) * 우스터 테스트에서 세팅하여 시험

시험 1 : 標準薩

시험 2 : 인위적 결점을 만든 실

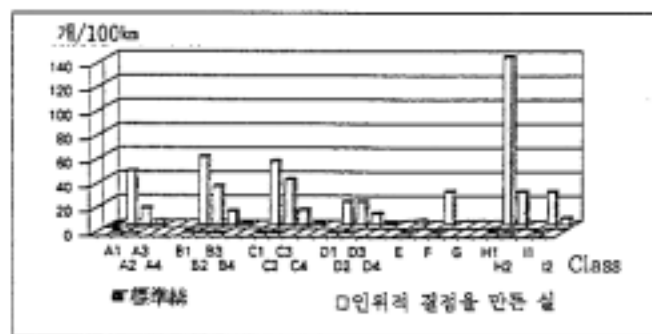
시험 3 : 整絲(clearing)를 거친 실

모든 연속시험을 비교할 목적으로 표준사는 UPG5가 장치(전자감지장치가 장착되었지만 작동시키지 않은)된 Rieter사의 로터정방기로 방적했고, <표 1>의 시험 1에서와 같이 어떤 문제가 되는 결점이 나타나도 정사하지않았다.

세가지 시험사 모두 100% 면의 58tex(Nm 17), OE사이며, 제직은 Sulzer Rueti 레피어직기 G 7100형으로 하였다.

시험 2의 실은 인위적으로 결점을 갖도록 방적했으며, 이것 역시 UPG로 정사하지 않았다. 인위적인 결점을 만들기 위해 방적기에서 개섬 할 때 주기적으로 섬유를 조금 더 넣어주었고, 앞으로의 시험에서 재현성을 보장하기 위해 일정한 시간간격도 두었다. <표 1>은 시험 1, 2, 3실의 품질데이터이다.

시험 1, 2 두 실의 품질데이터는 특별한 차이는 없으며, 모두 높은 품질값을 나타낸다. 그러나 두 실을 우스터 클래시매트로 측정 평가했을 때 <그림 1>과 같이 인위적 결점을 만든 실의 품질은 전혀 다른 결과로 나타나므로 실 가공업자나 제조업자에게는 이것이 대단히 중요하다. 시험 2의 실로 측정 한 클래시매트 결과는 이 실로 직물을 짤 때 외관은 상당히 나쁠 것이라는 예측을 할 수 있다.



<그림 1> 시험 1, 2의 클래시매트치의 비교

이 두 실로 제작하면서 두 실이 천의 외관에 나타날 결과가 어느 정도 될 것인가는 명백해졌고, 실의 밀도(thread density)가 작은 필라멘트사를 경사로 하여 매우 가벼운 직물을 만들었을 때 보통 괜찮은 정도의 변동치를 가진 실들도 문제가 있는 것으로 여겨졌다.

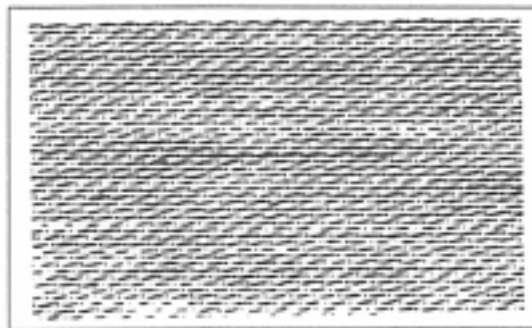
표준사(시험 1)로 만든 직물의 외관은 특별히 나쁜결과는 없었으나, 인위적

결점을 넣은실(시험 2)로 만든 직물은 예상했던 대로 좋지 않은 결과를 나타내었다.

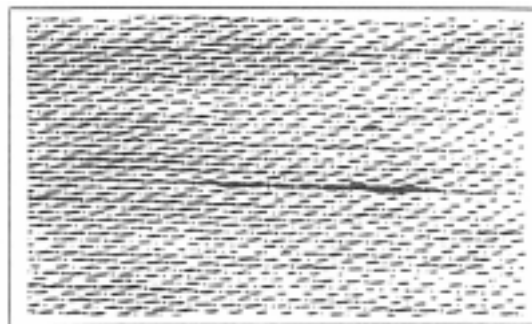
직물에서 인위적으로 만든 결점을 모두 확인할 수 있었으며, 직물에서 두드러짐의 정도에 따라 육안으로 분류할 수 있었다. 이런 면에서 다음 4개의 등급이 적용되었다.

- 겨우 보이는 것(Just recognizable) : 4급
- 보이는 것(recognizable) : 3급
- 쉽게 보이는 것(easily recognizable) : 2급
- 현저하게 두드러진 것(conspicuous) : 1급

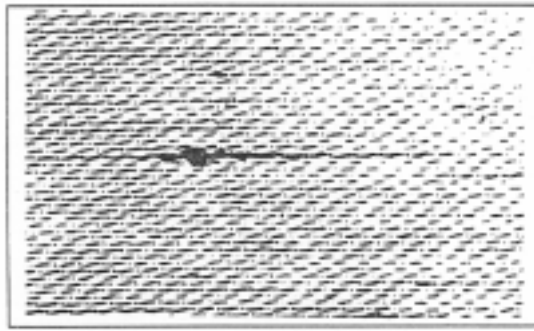
이들 분류단계는 매우 적절한 것으로 여겨지며 <그림 2~5>에 4개 등급을 각각의 대표적인 예로 들어 놓았다.



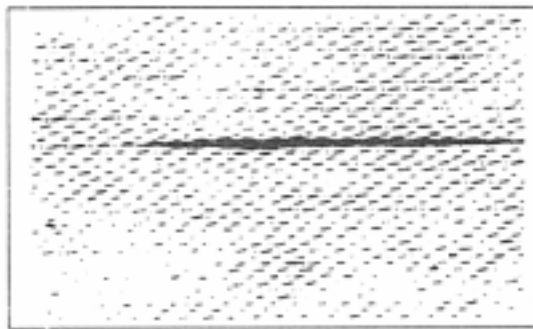
<그림 2> 실의 결점이 4급인 직물



<그림 3> 실의 결점이 3급인 직물

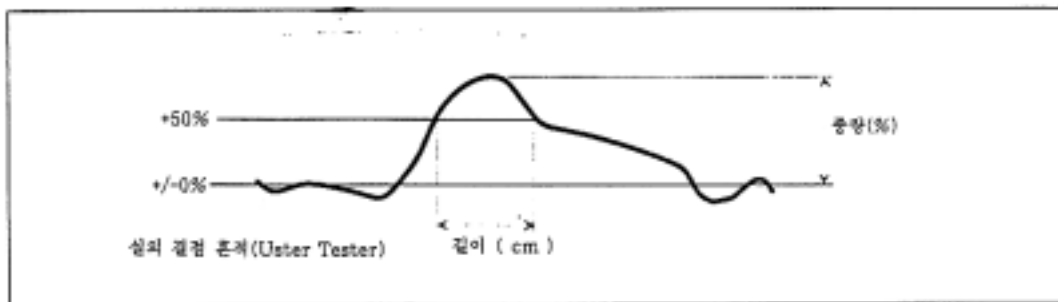


<그림 4> 실의 결점이 2급인 직물



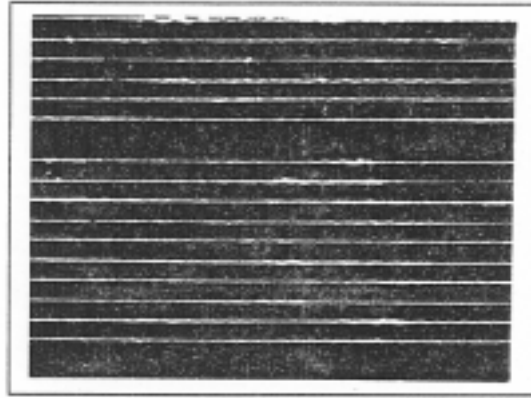
<그림 5> 실의 결점이 1급인 직물

직물에서 총 138개의 결점이 그들의 외간에 근거를 두고 분류되었으며, 천에서 결점을 뽑아내어 Uster tester(diagram trace)를 이용하여 길이와 단면굵기를 측정하였다. <그림 6>에서는 결점의 길이와 단면굵기를 결정하는 방법을 그려 놓았다.

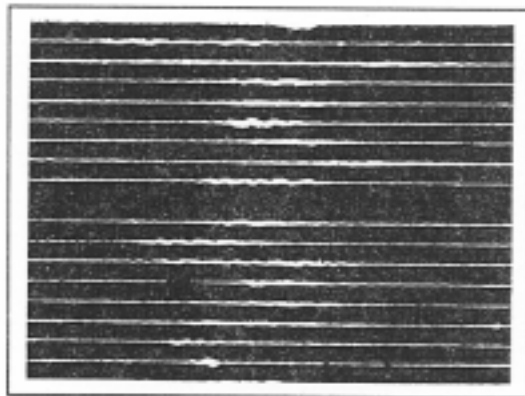


<그림 6> Uster Tester의 실 결점 흔적

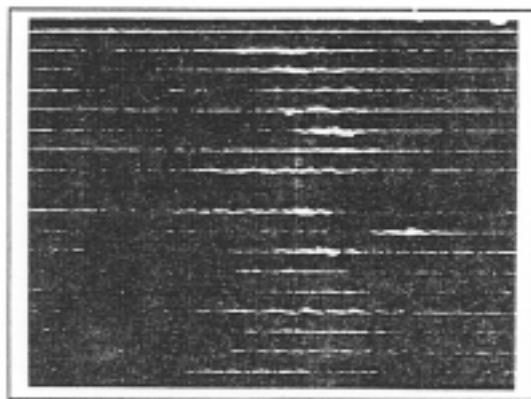
우스터 테스터로 측정한 결점들을 직물에서 분류한 것처럼 주관적인 분류에 따라 사조판(yarn blackboard)에 진열해놓았다(그림 7~10 참조).



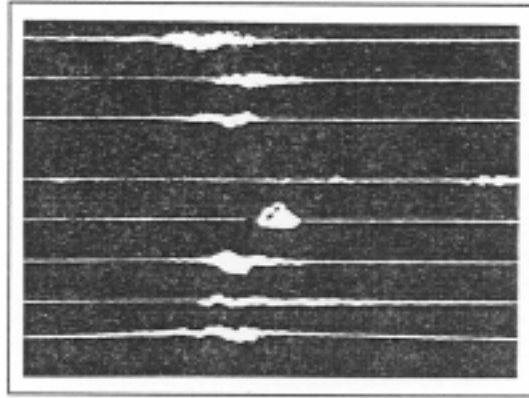
<그림 7> 실의 결점이 4급인 직물



<그림 8> 실의 결점이 3급인 직물



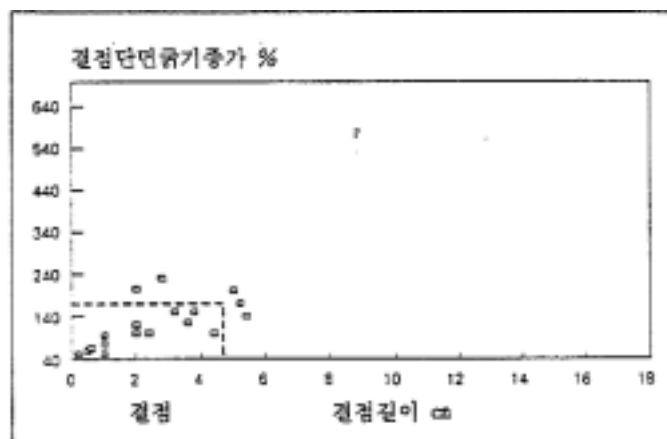
<그림 9> 실의 결점이 2급인 직물



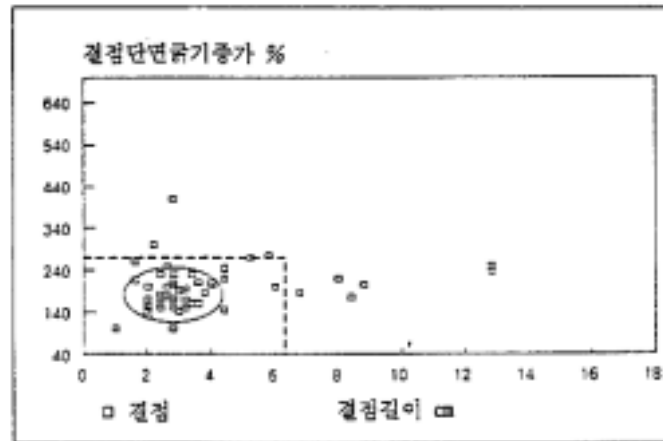
<그림 10> 실의 결점이 1급인 직물

4. 굵은 결점(thick place faults)의 등급한계 설정

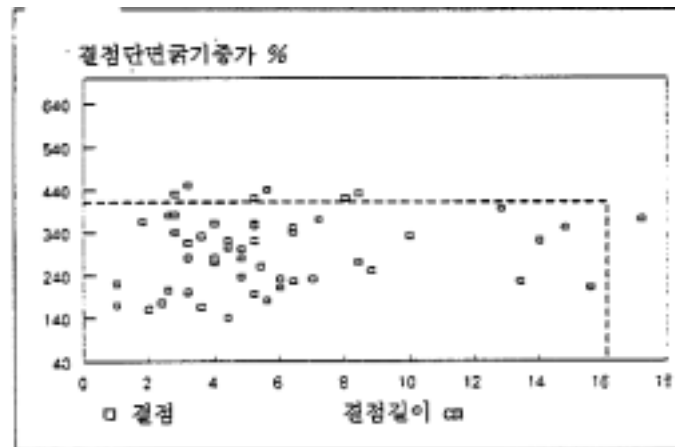
뽑아낸 결점의 단면굵기와 길이는 <그림 11~14>에서 보는 바와 같이 천에서 두드러진 정도가 커짐에 따라 결점의 수와 굵기도 함께 증가한다. 예를 들어 <그림 11>의 “겨우 보이는 것”(4급)에서는 평균 단면굵기에 비해 최대 단면굵기증가가 240%, 최대 5.5cm 길이의 범위에 들어가는 결점을 19개 뽑아내는데 반해, “보이는 것”(3급)은 최대 단면굵기증가 420%, 최대 13cm 길이의 범위에 들어가는 결점을 50개나 뽑아내었다.



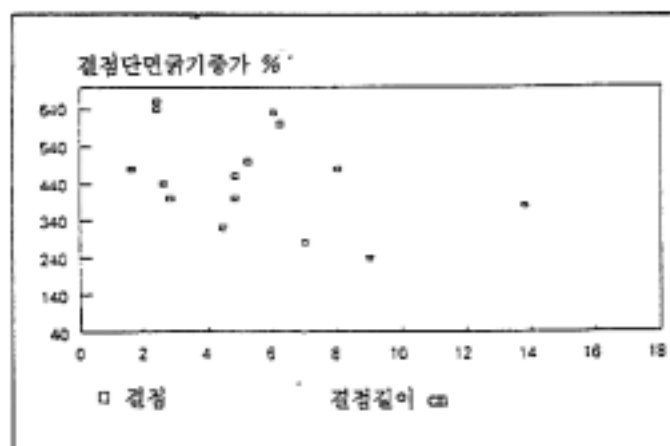
<그림 11> 실의 결점이 4급인 직물



<그림 12> 실의 결점이 3급인 직물



<그림 13> 실의 결점이 2급인 직물

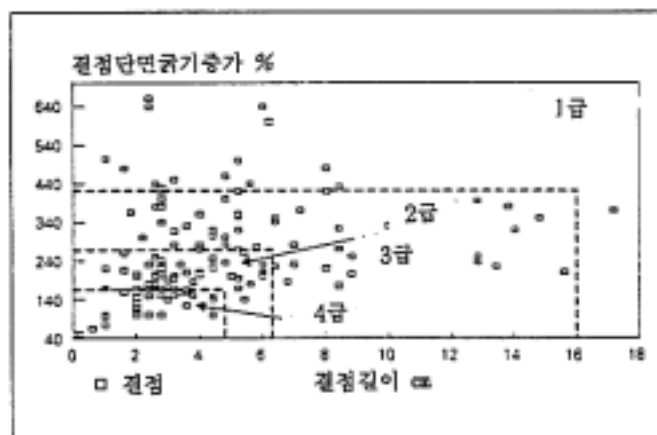


<그림 14> 실의 결점이 1급인 직물

<그림 11>을 참고로 보면 단면굵기증가가 45% 정도되는 실의 결점은 식물에서는 “겨우보이는 것”(4급)으로 될 수 있겠지만, 이 직물이 15m/min의 속도로 검사대를 통과하지 않고 정지된 상태였다는 것을 고려해야 한다.

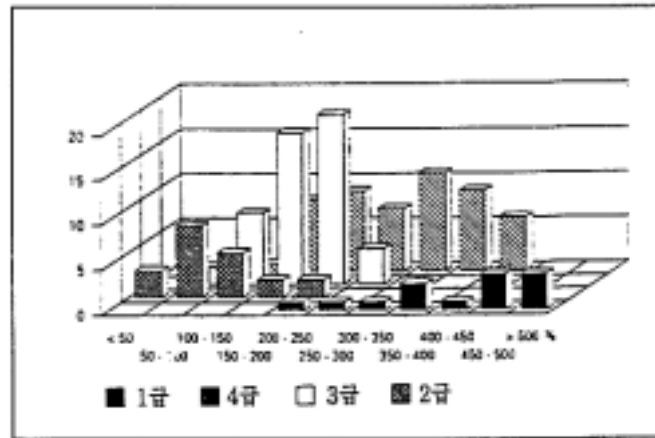
위에서 언급한 단면의 굵기 결점으로 4가지 형태의 등급한계를 결정하기는 확실히 가능하지만 길이결점이라는 개념으로 등급한계를 세우기는 매우 어렵다. <그림 12>는 “직물의 보이는 것” (3급)의 단면굵기와 길이 결점을 나타낸 것이다. 이 그림에서 특이사항은 타원안에 나타난 집중된 결과치들이다.

<그림 13>의 “쉽게 보이는 것” (2급)에서는 결점의 굵기와 길이의 분포가 훨씬 크다. 결점의 최대 단면굵기 증가는 460%에 이르며, 최대 결점길이 또한 약 17cm에 이른다. 이 등급에서 상위 한계를 두어야 한다면 단면굵기 증가는 약 420% 결점길이는 약 16cm로 해야 할 것이다. <그림 14>의 “현저하게 두드러진 것” (1급)의 결점은 그들의 굵기가 크기 때문에 관측자가 분류 안한 것이 아니라 그 결점의 모양 때문이다. 사실, 결점의 굵기는 꽤 다양하며, 이 등급에서는 결점 수는 적고 굵기와 길이의 변동치가 높아서 등급한계를 두기가 매우 어렵다.



<그림 15> 식물에서 1, 2, 3, 4급의 등급 한계

<그림 15>에서처럼 모든 결점과 결점등급을 하나의 그림으로 합치면 등급 한계의 각 단계는 거의 일정한 관계를 나타내며, 특히 단면 굽기한계가 확실하게 나타난다. 이것은 눈으로 관측하는 것과 기계로 측정한 것에 대한 실의 결점이 서로 직접적인 관계가 있음을 반영하므로 용량측정시스템이 실의 결점을 찾아낼 수 있다는 것을 확인시켜 주는 것이다. 이것은 결점제거장치에서 정사효과를 판정할 때 매우 중요하다.

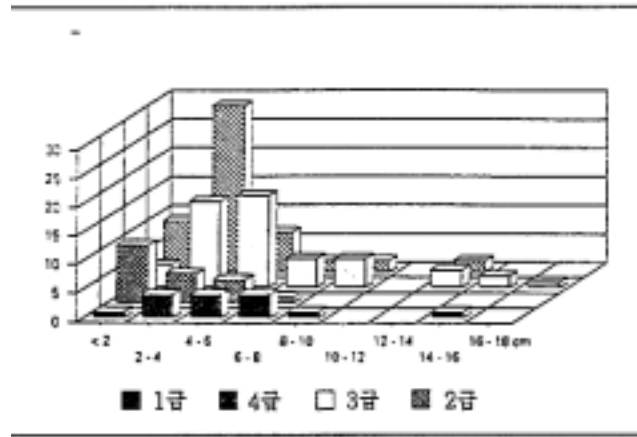


<그림 16> 각 등급의 50% 단면굽기군에서 결점빈도

<그림 16>은 각 등급에서 결점의 단면굽기 증가의 한 예로서 파형을 나타낸다. 이 그림에서 각 결정등급은 50~100%, 100~150%와 같이 50%의 단면굽기증가군으로 나누었는데, 이들 각 군에서 놓여진 결점의 빈도를 보면 어떤 결점집중을 발견할 수 있으며, 각 결점등급내에서 최대빈도는 그 다음 등급 (더 큰 결점의 단면굽기 등급) 앞에 뚜렷하게 위치하고 있다.

같은 측정을 단면굽기등급이 아닌 길이등급(그림 17참조)으로 해 보았으나 여기에는 파형은 없으나 이 경우 길이결점(2cm단위군)군의 최대빈도는 2~6cm 범위에 각 등급이 집중되어 있다. 이것은 사람의 눈은 결점의 길이

증가보다는 단면 굽기증가에 대한 변화에 더 크게 작용한다는 것을 제시한다.



<그림 17> 각 등급의 2cm길이군에서의 결점 빈도

5. 가는결점(thin place faults)의 등급한계 설정

천에 있는 가는결점은 굵은 결점 만큼이나 문제가 된다. 한가닥의 실에 있는 섬유율수와 가는결점의 굽기와 길이에 따라 천의 외관등급을 떨어뜨는 결과를 초래할 수 있으며, 실에서 약한 부위는 제직중 사절 및 정대 등의 심각한 결과를 초래할 수 있다.

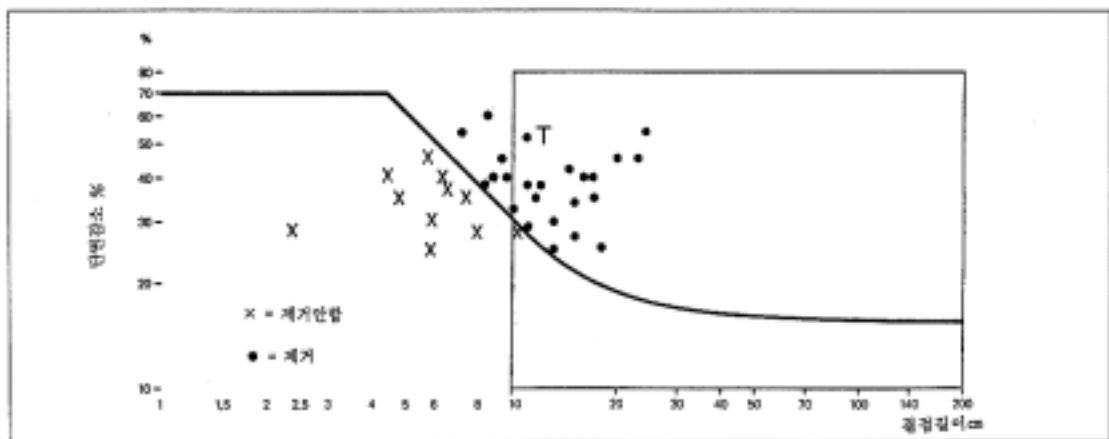
직물의 “겨우 보이는 것” (4급)에서 측정하기 위해 뽑아 내었던 가는 결점은 굽기가 평균실의 단면보다 조금 작은 것으로 알려졌다. UPG실결점감지장치의 가는결점채널중 가장 민감한 곳으로 세팅하여 측정해도 가는결점을 찾아내기가 매우 어렵다. 더욱이 방적공정 중에 가는결점, 굵은결점 등을 찾는다는 이유로 정대횟수가 많아지면 부정적 영향을 미치게 된다.

가는결점에 대한 UPG5의 정사효과를 조사하기 위해 실을 3장과 동일한 방적조건하에 10개의 추에서 방적하였고 그 중 5개 추만을 결점감지장치를 거치도록 작동시켰다. 실에 같은 시간간격에서 같은 가는결점이 나타나도록

10개 모두의 추에서, 공급슬라이버를 절단하고 이 절단된 슬라이버를 제공급하기 전에 일부분을 빼내고 이어 주거나, 단순히 공급슬라이버를 잠시 뒤로 붙들어 놓음으로써 예비드래프트가 일어나게 하였다.

전자결점제거장치를 하지 않은 5개의 추에서 가는결점은 결점제거장치를 가동시켜 정사시킨 나머지 5개 추의 실에 기초를 두고 결정해야 했다. 실의 가는결점의 위치에 대한 분석은 결점의 원이 되는 부분과 단면굵기(실의 평균단면굵기에 대한 감소율)와 길이로 구할 수 있었다.

이 방법은 결점제거장치를 작동시킨 5개의 추에 감지된 가는 결점이 너무 길어져 전자결점제거장치가 슬라이버 드로잉 롤러를 정사시켰을 때 스펀박스로 되돌아 가는 것 때문에 채택할 수 밖에 없었다. 결과적으로 제거된 가는결점의 길이나 굵기에 대한 분석결과를 얻을 수는 없었으므로, 결점제거장치를 하지 않은 실 패키지에서 찾을 수 밖에 없었다. 이 방법은 동시에 전자결점 제거장치의 신뢰성을 체크할 수 있는 가능성도 만들어 주었다.



<그림 18> 가는결점이 제거된 부분(점 표시)과 제거되지 않은 부분(X 표시)

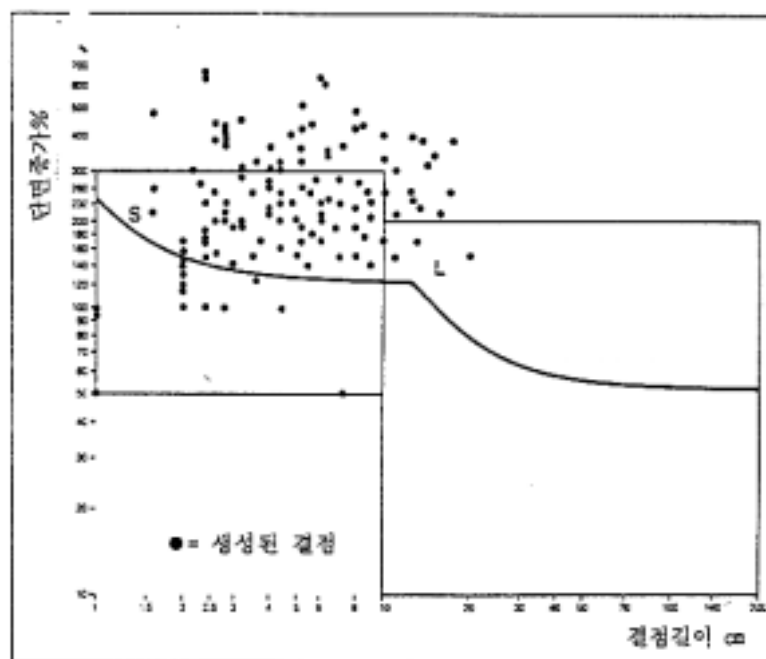
<그림 18>의 가는결점분석은 근사치법을 써서 결정했지만 매우 신중을 기한 방법이었다. 이런 면에서 제거해야 할 가는결점(가느결점 제거한계 윗부

분)과 실에 남아 있어도 괜찮은 결점(제거선 아래부분)의 차이를 UPG가 얼마나 정확하게 분석할 수 있는가를 보여준다.

6. 짧고 굵은 결점과 길고 굵은 결점의 클리어링한계

짧고 굵은 결점채널(S-채널)과 길고 굵은 결점채널(L-채널)을 고려하여 UPG는 트랜슬레이터 베이스 시트(translator basis sheet)와 슬랜슬레이터(translator)의 도움을 받도록 함께 설치하였다.

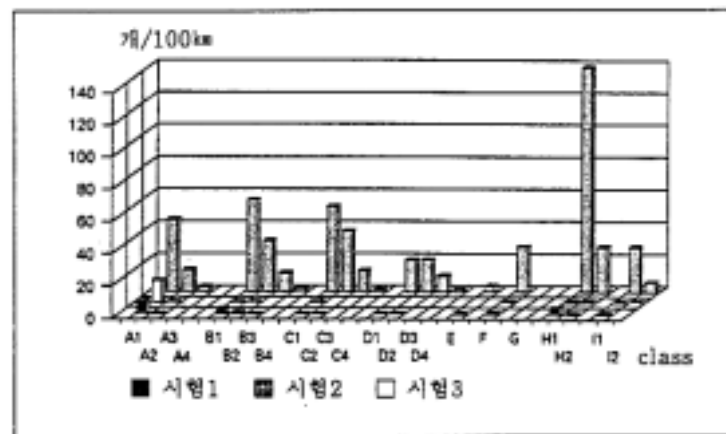
트랜슬레이터 베이스 시트 위에 있는 점들의 위치를 기초로 해서 트랜슬레이터의 한계는 <그림 19>에서 나타낸 것과 같이 두게 됐고, 이것은 크게 문제가 되는 짧고 굵은 결점(S-채널 120%/2cm)과 길고 굵은 결점(L-채널 50%/30cm)을 제거해 줄 것이다.



<그림 19> 직물에서 뽑아낸 굵은결점(점 표시)을 측정하여 트랜슬라이트 베이스시트에 플롯한 것

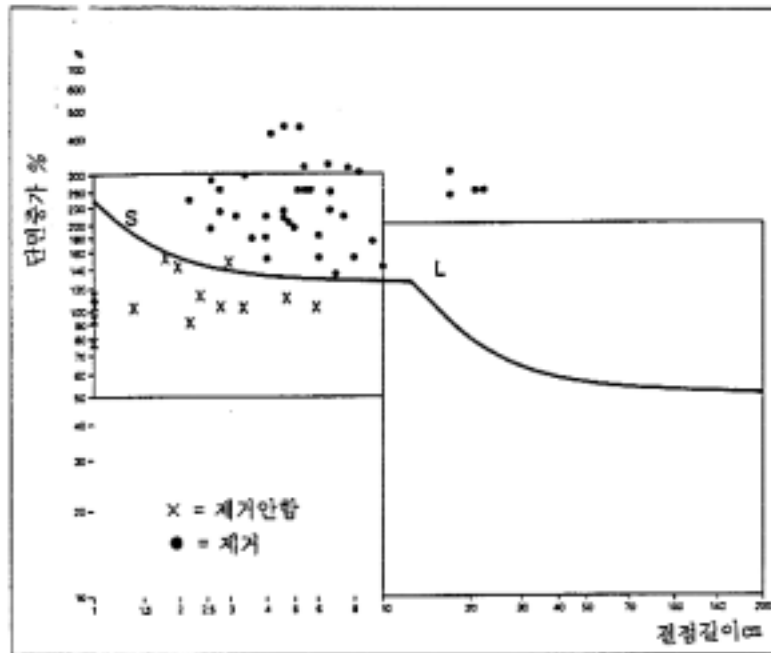
시험 3은 이미 설명한 시험 1, 2와 같은 조건으로 행하였으나 이번 경우는 실결점감지장치로 감지한 결점은 실 패키지에서 제거하고 난 후 검사한 것이었다. 그리고 이 실을 앞의 시험 1, 2와 마찬가지로 직물로 만들어 검사후에도 결점이 여전히 남아 있는지 어떤지를 눈으로 확인하였다. <그림 20>에서 보는 바와 같이 균제도 값 CVm%와 굵은 결점(+50%)의 수, 클래시매트 값 모두 개선되었다.

<그림 20>의 다이어그램은 시험 1, 2, 3을 참조하여 만들었고 직물에서 사용할 수 있을만한 굵은 결점의 수치를 얻을 수 있다는 것을 보여준다. 시험 3은 실이 정사과정을 거쳤기 때문에 굵은 결점수가 가장 낮게 나온 것이다. 실의 결점제거를 하지 않은 표준사(시험 1)는 굵은결점이 많고, 인위적으로 결점을 만들어 준 실(시험 2)은 예상한 대로 훨씬 더 많았다.



<그림 20> 시험 1, 2, 3의 클래시매트 값

<그림 21>은 단면굵기증가와 길이결점처럼 직물에서 결점으로 나타난 것이 트랜슬레이터 베이스 시트에는 X표로 들어가 있고, 실 패키지에서 UPG로 감지하여 뽑아낸 결점은 점으로 표시되어 있다.



<그림 21> 식물에서 결정된 굵은 결점(X표시)과 전자결점제거장치에서 뽑아낸 굵은결점(점표시)

그림에서 보는 바와 같이 클리어링 한계선은 실제로 모든 X표와 점표시 사이를 지나가는데, 이것은 실의 품질을 검사할 때 높은 정확성을 얻을 수 있다는 것을 나타낸다.

7. 결 론

용량형 센서 시스템이 결점 제거한계를 만들어 둔 실의 굵기와 길이에 관계된 결점을 찾아 제거할 수 있다는 것을 보장하기 위해 OE정방기에 있는 UPG결점감지장치로 시험을 실시하였다. 이와 관련하여 용량형 센서가 사람의 눈과 마찬가지로 식물에 결점이 있을 때 굵기 결점과 길이결점을 평가할 수 있다는 것을 알았다.

식물에 대한 주관적인 평가에서, 중량의 +45%의 단면 굵기증가결점과 -

30%의 단면굽기 감소결점을 사람의 눈으로 찾을 수 있다는 것을 알았다. 이런 면에서, 단면굽기결점이 길이결점보다 훨씬 중요하다는 것을 알 수 있었다.

직물에서 주관적으로 평가한 결점과 우스터 테스터로 측정한 객관적인 결점평가는 직물에서 다음과 같은 결점을 기초해서 등급을 매길 수 있었다.

- 겨우 보이는 것 (just recognizable) : 4급
- 보이는 것 (recognizable) : 3급
- 쉽게 보이는 것 (easily recognizable) : 2급
- 현저하게 두드러지는 것 (conspicuous) : 1급