

섬유가 소면기의 실린더에서 도퍼로 이동시 일어나는 배열의 변화

1. 서 론

카딩중에 혹의 형성에 관해서는 상당히 많은 발표가 있었지만 혹의 형성 기구에 대해서는 아직까지도 만족스럽게 밝혀지지 않고 있다. 후단혹(trailing hook)의 형성기구와 선단혹(leading hook)의 형성에 대한 몇 가지 가능성에 대해서는 Morton과 Summers가 그 의견을 제시하였지만, 그들은 실린더로부터 도퍼로 섬유가 이동할 때 역전 가능성에 대해서는 고려하지 않았다. Moldi와 Joshi는, 혹은 실린더에서 형성되고 그것들이 도퍼로 이동되는 과정에서 그 방향이 역전되어 실린더와이어상의 선단혹은 도퍼에서는 후단혹으로, 실린더와이어상의 후단혹은 도퍼에서는 선단혹으로 각각 바뀌는데 바뀌는 수도 거의 같다고 하였다. Ghosh와 Bhaduri는 위의 두 가지 이론 모두 만족스럽지 못하며 실린더에서 도퍼로 이동하는 동안에 섬유는 반이상이나 그 방향이 역전된다고 했다. 그들은 수동식 벤치형(bench-model)소면기에서 섬유가 아닌 실을 트레이서(tracer)로 사용하였다.

본 연구는 Ghosh와 Bhaduri가 사용한 것보다는 좀더 믿을만한 기술을 이용하였으며 혹 형성기구에 관해 좀더 재미있는 사실을 제공한다.

2. 실 험

가. 트레이서(tracer) 섬유의 준비

길이 44mm, 0.17mg/m인 비스코스 섬유를 평행화한 터프트(tuft)를 한쪽끝만을 염색하거나 또는 양쪽을 각각 다른 직접염료로 염색하고 U.V광을 쬔을 때 형광될 수 있도록 2%의 푸른색 KVM용액에 침청시켰다. 섬유 전 길이에 대해서 각각 다른 비율로 염색해서 7개의 터프트를 준비했는데 그것은 다음

과 같다.

나. 염색된 트레이서 섬유에 의한 실험

Shirley의 소형 소면기로 본 연구를 진행하였다. 길이 44mm, 0.17mg/m의 비스코스 섬유 40g을 소면기에 공급했다. 드럼에서 웹(web)을 분리해서 다시 한번 소면기에 공급했다. 이때 각각의 터프트에서 한올씩 뽑은 7개의 트레이서 섬유를 소면기 폭에 걸쳐서 서로 충분한 간격으로 랩에 놓았다. 도퍼는 제거함으로서 섬유를 실린더상에 머무르게 했다. 소면기를 정지한 후에 필터를 통해 실린더 표면에 UV광선을 쬌어 트레이서 섬유의 배열을 관찰해서 도식화했다. 실린더를 손으로 천천히 돌려서 실린더 전표면을 관찰한 후에 도퍼를 원래위치로 설치해서 소면기를 작동했다. 형성되어 나오는 웹을 검은 판 위에 모아서 그 안에서의 트레이서 섬유의 배열을 관찰해서 도식화했다. 이와 같은 실험을 7회 반복했다. 실험 중 트레이서의 일부는 소실되었고 어떤 것은 실린더에서는 관찰이 안되었지만 웹에서는 다시 나타나기도 하였는데 이런 것들은 고려하지 않았다.

3. 결과 및 토론

표1에는 실린더와 웹에서 트레이서 섬유와 배열상태가 나와있다. 표2, 3은 실린더에서 도퍼로 섬유의 이동형태를 보여준다. 섬유배열의 변화에 대한 성질이 표4에 있고, 표5는 표4를 요약한 것이다.

<표 1> 실린더와 웹에서의 섬유의 배열

섬유의배열	後端쪽	先端쪽	양 측	직선상섬유	기 타	총 계
실린더	2	28	2	12	2	46
웹	20	9	10	5	2	46

<표 2> 실린더에서 도퍼로 섬유의 이동

(1)		(1)로 부터			
실린더상에서의 先端		웹에서의 先端		웹에서의 後端	
흑		흑	직선상	흑	직선상
흑	30	8	8	10	4
직선상	14	3	3	5	3
계	44	11	11	15	7
(2)		(2)로 부터			
실린더상에서의 後端		웹에서의 後端		웹에서의 先端	
흑		흑	직선상	흑	직선상
흑	4	-	2	2	-
직선상	40	15	6	6	13
계	44	15	8	8	13

가. 실린더와 도퍼에서의 섬유배열

표1의 경우에, 실린더에서는 많은 수의 섬유가 선단방향으로 흑이 형성되었지만 도퍼로 이동됨에 따라서 섬유의 배열은 물론, 흑의 배열방법도 변화함을 알 수 있다. 도퍼상에서의 대부분의 흑은 후단흑이며 섬유가 도퍼로 이동함에 따라서 흑의 총숫자도 증가한 것으로 보아 실린더로부터 도퍼표면으로의 이동에 따른 섬유내에서의 상대적인 무질서의 증가를 알 수 있다. 실린더에서 도퍼표면으로 섬유의 이동형태를 보면 섬유의 50%가 이동과정에서 그 방향이 역전됨을 보여준다. 이 결과는 Ghosh와 Bhaduri에 의해 연구한 결과와 일치한다.

나. 섬유배열 변화의 성질

표3을 보면 이동 시 그 배열 상태가 44올의 섬유 중 32올이 변화했음을 알 수 있다. 역전되지 않고 도퍼로 이동한 섬유들은 역전해서 도퍼로 이동한 섬유보다 더 그 배열의 변화가 컸다. 즉 역전 없이 도퍼로 이동한 섬유 22올 중 198올은 배열이 변화했으며 반면 역전된 경우에는 섬유22올 중 13올만이

배열이 변했다.

<표 3> 실린더로부터 도퍼로 섬유의 이동 형태

실린더 표 면의 섬유	수	도퍼 표면으로 이동			
		역전		역전 없이	
		배열의 변화없음	배열의 변화有	배열의 변화없음	배열의 변화有
後端 쪽	2	1	1	-	-
先端 쪽	28	7	6	2	13
직선상 섬유	12	1	5	1	5
양쪽 모두 측 형성	2	-	1	-	1
계	44	9	13	3	19

이동 중 후단쪽 및 선단쪽의 일부는 실린더와 도퍼사이의 소면작용에 의해 직선적으로 되었다. 선단쪽이 형성된 섬유와 직선적으로 된 섬유는 그 수가 같았다. 도퍼로 이동 시 형성된 선단쪽의 수는 직선적으로 된 섬유의 수보다 많았는데, 도퍼표면에서는 대부분의 섬유가 후단 쪽인 것은 이와 같은 이유에서이다.

<표 4> 도퍼로 이동시 섬유의 배열의 변화에 관한 성질

실린더 표면에서의 섬유배열	이동형태	섬유수	쪽의 직선화	쪽이 직선화되고 직선화된것이 이 되는것	직선화가 후형성	직선화가 양쪽 쪽 형성
後端 쪽	Undergoes reversal	1	—	—	1 (trailing)	—
	No reversal	—	—	—	—	—
先端 쪽	Undergoes reversal	6	2 (trailing)	2 (trailing straightened, leading hooked)	2 (leading)	—
	No reversal	13	1 (leading)	7 (trailing hooked, leading straightened)	5 (trailing)	—
양쪽의 쪽	Undergoes reversal	1	1 (leading)	—	—	—
	No reversal	1	1 (trailing)	—	—	—
직선상	Undergoes reversal	5	—	—	3 (trailing) 1 (leading)	1
	No reversal	5	—	—	2 (trailing) 2 (leading)	1

<표 5> 배열의 총변환(표4의 요약)

섬유 뒷부분이 직선상이던 것이 후이된것	섬유앞부분이 직선상이던 것 이 후이 된것	後端 후이 직선화한것	先端 후이 직선화한것
20	9	5	9

다. 웹에서의 후단후

표2로부터 웹에 있는 30개의 후단후 가운데서 10개는 실린더에서는 선단후이던 것이 이동하는 동안에 역전되어서 생긴것이고 5개는 실린더에서는 직선상이었던 것이 역전되어 뒷방향으로 후이 형성된 것이고 15개는 실린더에서는 뒷부분이 직선상이 없던 것이 후을 형성해서 생긴것이다. 그러므로 웹에서 발견한 30개의 후단후중 20개는 이동과정중 형성된 것으로 Morton과 Summers에 의해 제시된 기구를 통해 이루어진 것 같고 반면 나머지는 Moldi와 Joshi에 의해 제시된 섬유의 역전에 의한 것이다.

라. 웹에서의 선단후

도퍼에서 발견된 19개의 선단후 가운데서 2개는 실린더상에서는 후단후이었던 것이 이동시 역전된 것이며 6개는 실린더 상에서는 뒷부분이 직선이었던 것이 역전되어 선단방향으로 후을 형성한 것이며 8개는 실린더상에서도 선단후이었던 것이 역전없이 이동된 것이며 3개는 실린더상에서는 선단부분이 직선이었던 것이 이동과정중 선단에서 후이 형성되어 역전없이 이동한 것이다. 그러므로 웹에서의 선단후 19개중 9개는 원래는 직선이었던 것이 실린더에서 도퍼로 이동시 선단방향으로 후이 형성된 것이다. 실린더에서 도퍼로 이동시 선단후의 형성가능기구가 다음에 제시되어있다.

마. 선단흑의 형성기구

도포로 이동시의 선단흑의 형성은 섬유의 선단이 휘어지기 때문이라고 생각된다. 실린더와 같은 속도로 움직이는 섬유의 선단이 상대적으로 저속도로 움직이는 도포표면과 접촉하게 되면 휘어지며 만약 섬유가 실린더에 느슨히 파지되어 있으면 역전없이 이동된다. 선단의 휘어짐이 발생해서 섬유의 역전없이 실린더에서 도퍼로 섬유가 이동할 확률은 나머지 섬유에 대한 실린더의 적극제어(positive control)의 성질 및 양에 상당히 의존한다.

바. 흑형성패턴에 대한 카딩 변수의 영향

Simpson은 도퍼속도에 대한 실린더 속도비가 증가할수록 후단흑이 많이 생기는 반면 도포속도를 증가시켜 속도비를 감소시키면 선단흑 형성이 증가한다는 것을 발견했다.

위에서 말한 속도비의 증가로 인한 후단흑 형성의 증가는 Morton과 Summers에 의해 제시된 후단흑형성기구에 의해 쉽게 설명된다. 도포속도 증가로 인한 선단흑 형성의 증가현상은 더 자세한 설명을 요하는데, 왜냐하면 표면적으로는 본 저자에 의해 제시된 선단흑 형성기구와 모순되는 것 같기 때문이다. 따라서 좀더 세밀히 조사해보면 그 두 가지 경우는 서로 조화되지 않음을 알 수 있다. 즉 섬유선단의 휘어짐은 도퍼속도가 클때에도 발생한다. 왜냐하면 어떤 작동조건하에서도 실린더의 표면속도는 도퍼의 표면속도보다 훨씬 크기 때문이다. 그렇게 큰 표면속도차이에서 상대속도가 약간 변한다고 해서 선단끝이 휘어짐으로 인한 흑의 형성에 어떤 효과를 줄것이라고는 생각지 않는다. 그렇지만 일단 흑이 형성되어 역전없이 도퍼로 이동하느냐 하는 문제는 실린더와 물리적인 접촉상태에 있는 나머지 섬유에 대해서 실린더의 적극제어(positive control)의 양과 질에 따른다. 만약 섬유가 실린더에 의

해 느슨히 파지되면 역전없이 도퍼로 이동되기 쉽다. 실린더 속도가 일정할 때 도포속도가 증가되면 실린더와 도포와의 작용부분에 있는 섬유의 하중이 증가된다는 것은 잘 알려져 있다. 실린더의 작용부분에서의 하중의 증가는 실린더와이어가 개개의 섬유들에 대해서 갖게되는 적극제어를 감소시켜 그 상태에서 섬유는 역전없이 더 쉽게 이동할 것이며 따라서 선단혹은 도퍼표면에서도 선단혹이 된다. 섬유의 상당부분이 실린더로부터 도퍼로 이동시 그 배열이 변화한다는 것을 인식할 필요가 있다. 혹이 형성되고 예전에 형성된 혹은 없어진다. 실린더로부터 이동시 역전되기도 하고 역전되지 않기도 하고 또한 배열의 변화가 있기도 하고 없기도 한다. 그러므로 웹에서 선단 혹은 후단혹의 백분율은 다음의 3가지 인자의 균형에 따라 다르다.

① 실린더로부터 도퍼로 이동시 역전되거나 역전이 안되는 혹의 수.

② 이동도중 직선화한 섬유가 혹이 되는 수 및 그것들의 역전되는 수와 안되는 수.

③ 실린더와 도퍼사이의 소면작용에 의한 혹이 직선화되는 수.

①,②,③의 수 및 혹의 수는 그러므로 섬유공정 및 기계인자에 영향받는다. 큰혹과 작은혹간의 불균형정도는 카딩조건에 따라 변하나 혹형성기구 또는 섬유배열의 변화형태가 카딩변수에 의해 영향받는 것 같지는 않다.