

OE로터정방의 개발 동향

1. 서 론

로터정방기가 세상에 첫선을 보인 것은 약 20년 전 스위스 Basie에서 개최되었던 ITMA에서이다. 현재 전세계에서 생산되고 있는 실의 12~15%는 로터정방기에 의해서 생산된다.

지금까지 개발에 대한 역점을 방적기술의 진보, 기계공학적인 개선, 기계의 자동화 등에 두어 왔다.

경제성과 특히 세번수 실의 영역에서 높은 품질수준을 유지하면서 새로운 생산방식을 찾고자 하는 문제를 가장 최우선으로 생각해 왔다. 그럼으로 해서 현재 90,000rpm의 로터속도를 가지게 되었지만 이보다 더 높은 속도를 목표로 하고 있는데 일부에서는 이미 달성되기도 했다. 로터 직경을 개선함으로써 세번수 실의 높은 품질수준을 유지하면서 어떻게 기계의 운전을 양호한 상태로 할 수 있는가에 대한 연구보고서가 발표되고 있다. 슬라이버의 준비공정은 실의 품질에 중요한 영향을 미치게 된다. 이미 많은 방적공장에서 적합한 장치를 기계에 부착시킴으로써 품질보전과 생산관리를 계속적으로 해오고 있다. 자동화된 로터정방 공장은 현재 모범적인 기술개발의 예로서 여겨진다. 이러한 이유로 기계효율과 자동화수준 간의 상호관계를 알아야 하는 것은 중요한 일이다. 응용공학분야와 물질이동의 자동화 및 방적공장에서 의 중앙모니터링에 있어서 더 개발되어야 할 점에 관해서 언급하고자 한다.

2. 세번수와 균일한 로터방적사의 생산

가. 경제적 측면

많은 개발업무에 있어서 그 동기는 새로이 응용된 생산방식을 얻고자 하

는 것이다. 로터정방의 경우, 이러한 것은 Nm 50(약 Ne 30)이나 보다 세번수의 범위에서 경제적으로 실의 생산을 증가시키려고 하는 노력으로 나타났다. 이러한 관점에서 경제성은 생산품의 품질을 그대로 유지하면서 생산비용을 절감시키거나 또는 주어진 생산비용으로써 품질수준을 높임에 의해서 달성될 수가 있다. 이전에 발표된 문헌에서 보면 생산비용은 기본적으로 5가지 변수에 의해서 결정된다. <표 1>이 문헌에서 인용한 것인데 이로부터 다음 사항을 알 수 있다.

<표 1> 생산비용의 변화를 추정하기 위한 E값

要 因	중요도	Nm 50 (Ne 30)	E값 Nm 28 (Ne 17)	Nm 10 (Ne 6)
로 우 터 속 도	1	-1.2757	-1.0810	-1.1059
꼬 임	2	+0.9763	+0.9458	+0.8192
기 계 가 격	3	+0.5429	+0.5480	+0.5186
생 산 시 간 / 년	4	-0.5025	-0.5071	-0.4799
자 본 회 수 율	5	+0.4715	+0.4758	+0.4503
사 절 수	9	+0.1078	+0.0878	+0.0541
보 전 비 용	10	+0.0715	+0.0721	+0.0683
사 절 을 연 결 하 는 데 걸 리 는 시 간	16	+0.0468	+0.0330	+0.0123

○ 가장 중요한 2개의 변수는 로터 속도와 실의 꼬임수이다. 이 변수들은 생산속도와 실의 꼬임수이다. 이 변수들은 생산속도에 직접적으로 영향을 미친다. 예를 들면 Nm 50실인 경우 로터 속도를 10% 증가시키게 되면 생산비용은 12.8%가 절감될 수 있다. 반면에 꼬임수를 10% 증가시키게 되면 생산비용은 9.8%만큼 증가될 것이다.

○ 기계비용, 연간 생산시간, 자본회수율 등에서의 변화는 비용을 산출하는데 있어 그 영향이 다소 적은 편이다.

○ 사절수, 보전비용, 사절을 연결하는데 걸리는 시간 등은 앞의 5가지 요인에 비해 그 중요성이 덜하다.

이러한 결과로서 지금까지 방적공장에서는 로터의 속도를 보다 더 증가시켜왔다. 그리고 특히 세번수 범위에서 실의 꼬임이 증가되어야만 한다는 점을 고려하지 않는다면 속도의 증가는 별 무리가 없음이 밝혀졌다. 물론 실의 품질에 악영향을 미쳐서는 않된다. 동일한 생산비용으로 고급제품을 얻을 수 있는 하나의 가능성은 슬라이버의 준비를 보다 더 잘하는 것이다. 그런 점에서 단주기 불균제 제어용 연조기 RSB51의 개발은 매우 중요한 일이다. 3-over-3 드래프트 시스템과 전자식 균제도 제어시스템으로써 단주기와 중주기의 불균제도를 줄임으로써 균일한 슬라이버를 생산할 수 있다.

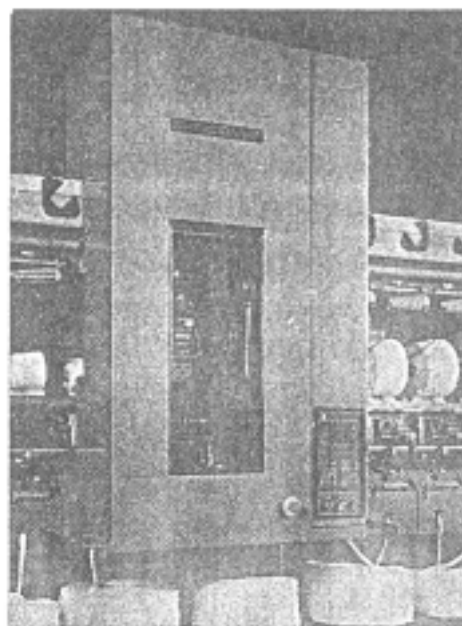
나. 공정조건

이런의 RU 11, RUO 4, RU 14 Spincomat <그림 1> OE 로터정방기는 정방요소의 상호교환성과 조절능력으로 고품질의 실을 생산할 수 있는 공정조건을 얻을 수가 있다. 이러한 기계들은 로터 속도를 90,000rpm까지 올릴 수 있도록 설계되어 있다. 방출포지션(position : 추)의 간격 때문에 원료공급통으로서 18×42"의 캔을 사용할 수 있다. 패키지의 모양은 원통형이나 각도가 4° 20'까지 되는 콘 형태가 모두 가능하며 미리 정해진 길이까지 감을 수 있다.

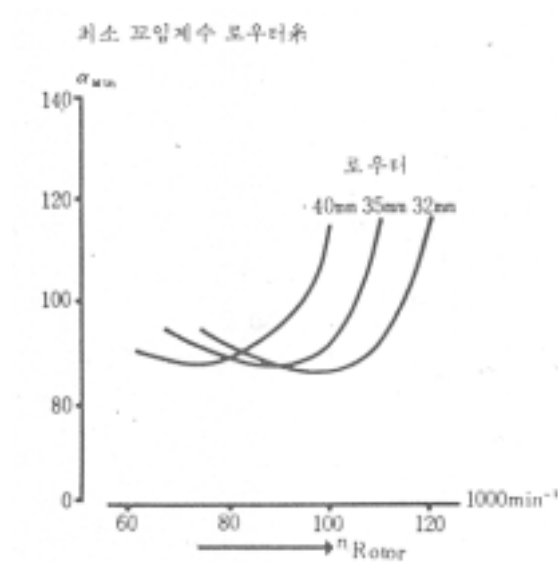
실에 왁스를 묻히는 장치도 부착되어 있다. 자동화된 기계에는 로터청소장치, 가속장치, 도핑장치, 빈목관을 각 추로 보내는 장치, 만관된 패키지를 다시 회수하는 장치 등이 있다. 기계와 자동화된 부속들은 마이크로프로세서로 제어된다. 원하는 사 품질을 얻기 위해서 다른 것으로 교체가 가능한 요소들을 올바르게 선택하는 일과 최적상태로 기계를 조립하는 일은 숙련된 작업자의 기술 여하에 달려왔다.

특히 로터의 직경과 속도 사이에는 밀접한 관계가 있고 이것이 실의 물성과 작업상태에 영향을 미치고 있다는 사실도 알려져 있다. 작업상태를 판별하는 척도로서 α min값을 들 수 있는데, 일정한 로터 속도에서 최소 꼬임계수가 감소할수록 사절수는 적어진다. <그림 2>는 로터 직경이 40mm인 경우 최적의 로터 속도는 80,000rpm이고 로터 직경이 35mm인 경우 95,000rpm이 된다는 것을 보여준다. 예를 들어 로터 직경이 적은 경우는 로터 속도를 더욱 높일 수 있다.

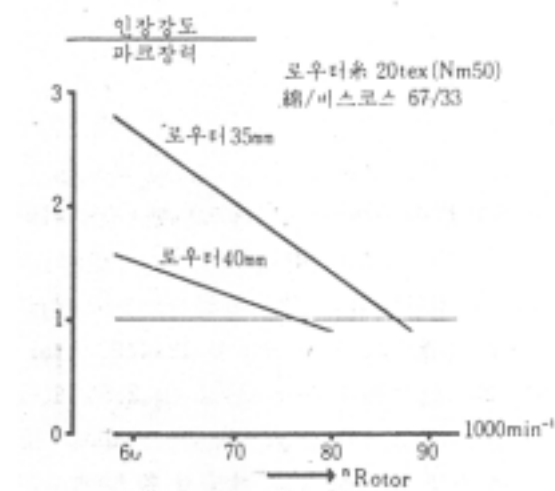
또한 작업상태는 생산중인 실의 피크장력에 의해서도 역시 결정된다. 방출 중에 이 피크장력이 미치는 영향은 실의 강도보다 더 크다. 만족할만한 방출은 실의 인장강도를 방출하는 동안에 생기는 실의 피크장력 값으로 나눈 몫이 1보다 훨씬 클 경우에 가능해진다. <그림 3>은 이에 대한 예로서 로터 직경이 40mm인 경우보다 30mm인 경우가 더 높은 속도에서 1이라는 값을 갖게 된다.



<그림 1> 로터 정방기 RU14-Spincomat



<그림 2> 로터 속도 n_{Rotor} 에 따른 최소 꼬임 계수 α_{min}

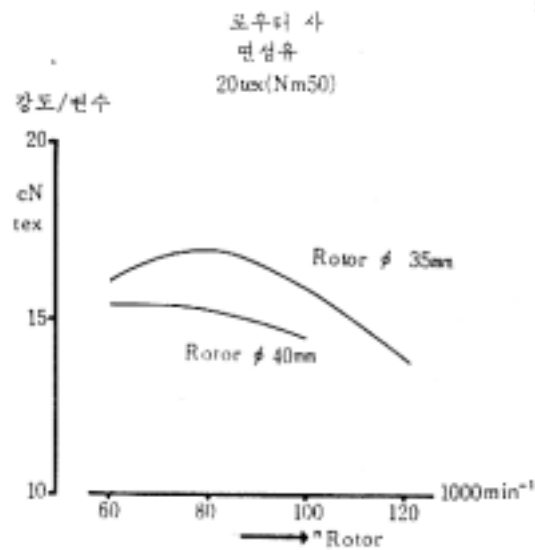


<그림 3> 로터 n_{Rotor} 에 따라 피크장력 값으로 나눈 인장강도

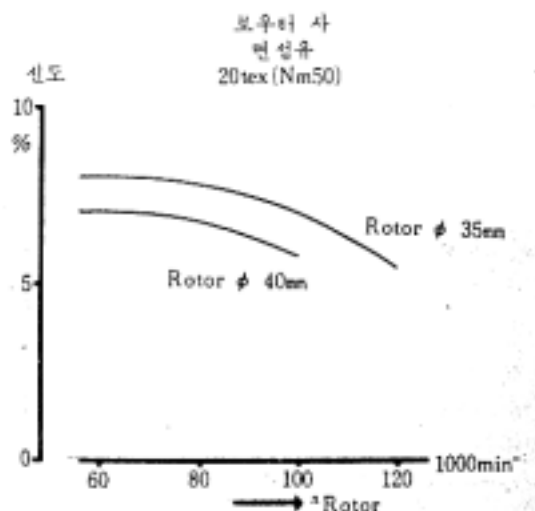
로터 직경이 일정할 때 로터 속도를 증가시키게 되면 실의 품질에 나쁜 영향을 미치게 된다. <그림 4 ~ 7>은 Giza 45 면섬유의 경우 실의 품질이 나빠지는 상태가 로터 직경을 감소시킴으로 인해 로터 속도를 증가시키는데 따라 어떻게 보상 되는가를 보여주는 그림이다.

불행히도 속도가 더 높은 경우에 이러한 관계를 추정할 수 있는 범위를

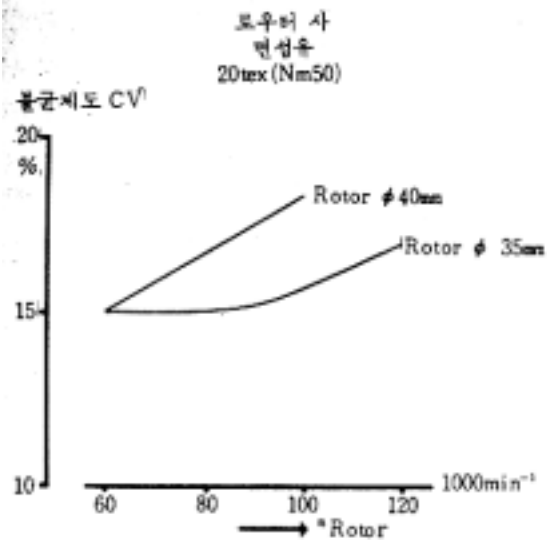
극히 제한된 정도 내에서 밖에 되지를 못한다. 기술적인 관점에서 보면 단섬유 길이에 대한 로터 직경의 비 때문에 직경은 감소시키는데 한계가 있으므로 로터 속도를 증가시키는데도 한계가 있다는 것을 알 수가 있다. 기술적으로 가능한 최대의 로터 속도는 무엇보다도 베어링에 달려있다. 이 경우에 사용되는 베어링은 아직도 개발할 여지가 많다.



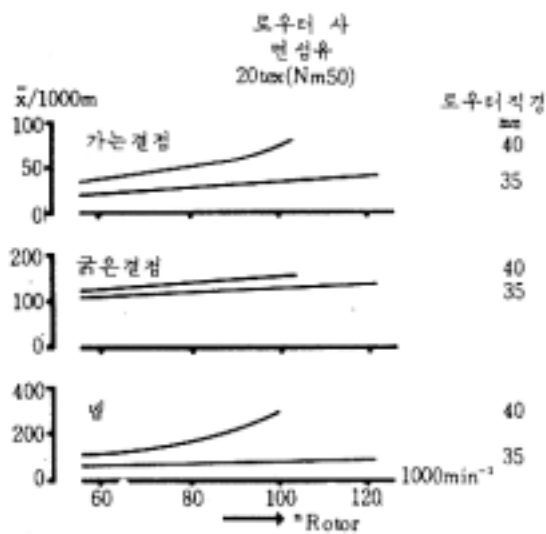
<그림 4> 강도 / 변수



<그림 5> 절단신도



<그림 6> 불균제도



<그림 7> 결점수

다. 슬라이버의 준비

실의 균제도 이외에도 방출 추의 위치에 따라 실의 품질을 좌우하는 실의 길이 - 변동 유선에 영향을 미칠 수 있다. Zellweger-Uster에 따르면 직물에 있어 위사방향의 줄무늬를 없애기 위해서는 실 100m의 CV(total)가 2.5%보다

작을 필요가 있다 안전을 위해서는 평균 CV(total)가 2.0%보다 작을 것을 목표로 해야만 한다.

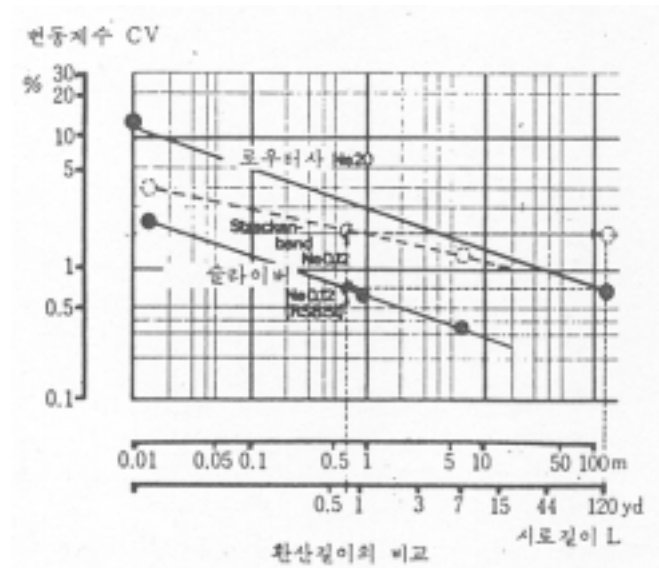
이 경우 CV(total)는 패키지 간의 변동계수 CV_B 값과 패키지 내의 변동계수인 CV_W 값의 합으로 나타난다. Wegener는 직물의 표면 변동특성과 실의 길이 변동특성 간에는 밀접한 관계가 있다는 이론을 제시하였다. 실제로 측정된 길이 변동계수와 수학적으로 계산한 이상적인 길이 변동계수를 비교함으로써 각 공정단계에서의 품질에 미치는 영향을 계산해내는 것이 가능하게 된다. 공급한 원료의 시료길이와 처리된 원료의 시료길이를 고려하여 각각의 경우에 해당되는 CV(L)값을 직접 비교해보면 동일한 결과를 유도해낸다. 그러므로 마지막 연조기를 통과한 슬라이버의 값으로부터 기대되는 실의 변수 변동을 추정하는 것이 가능하다.

가로, 세로 축을 log 값으로 하여 나눈 눈금 위에 그렸을 때 이상적인 길이 변동곡선 CV(L)은 대략적으로 직선을 나타낸다. 실제로 측정된 변동곡선 역시 이론적으로는 위와 같이 적용해 볼 수 있는데, 실제로 해 본 결과 가장 짧은 길이와 가장 긴 길이 L에서 측정한 두 값 사이를 연결하는 직선을 중심으로 어떤 폭을 가진 구역 내에 놓여 있게 된다.

<그림 8>에서 보이는 예는 그 관계를 설명해준다. 방적공장에서 1.7dtex, 40mm인 레이온 섬유를 두배로 드래프트한 슬라이버는 매우 만족스럽게 처리되었다. 두번째 드래프트는 RSB51을 사용하였다. 10캔의 슬라이버의 평균 변수는 Ne 0.12(4.93 ktex, Nm 0.20)고 평균 Uster CV값은 2.5%였다. 이 10캔으로부터 5×7 yds와 5×1 yds를 각각의 캔으로부터 교대로 취해서 각 50개씩의 값을 얻었다. CV_{1yd} 은 0.63%였고 CV_{7yd} 은 0.33%로 나타났다.

이 슬라이버로 로터정방기의 10추에서 방출한 결과 Ne 20인 실이 방출되었고 이 10 보빈에서 5×120 yds를 선택하였다. CV_{120yd} 은 0.71%로 나타난 반면

Uster CV는 15.3%로 나타났다. 120yds 실과 0.72yds 슬라이버의 환산된 길이에
서의 변동계수는 비교해 보면 이 로터정방기에서는 어떠한 드래프트 결점도
나타나지 않았음을 알 수 있다.



<그림 8> 슬라이버와 로터사 간의 환산된 길이에서의 비교

반면에 Uster CV가 0.4%와 CV_{7yd} 이 2%인 슬라이버로부터 CV_{20yd} 이 2.0%보다 좋은 실을 생산해 낼 수 없었다. 지금까지 말한 바에 따라 이러한 값을 아직까지 결정적인 요인으로서 분류할 수는 없다. 그렇지만 오늘날의 표준작업에 따라 최적으로 처리되지 않은 슬라이버를 사용하게 되면 실의 품질상에는 뚜렷한 저하가 있다. 단주기 불균제를 제어하기 위해서 마지막 드래프트시에는 RSB 51을 사용하도록 추천되고 있다. 재래식 시스템과 새로운 시스템을 사용한 후, 비교해보면 다음과 같은 결론을 유도해 낼 수 있다. 드래프트된 슬라이버의 변동 값이 보통 0.6에서 1.3까지 이다. 이것을 불균제 제어용 연조기에 사용하게 되면 0.2에서 0.6%까지 개선시킬 수 있다. 이러한 슬라이버를 사용해서 공급하게 되면 로터방적사에서 얻어지는 값을 “Uster -

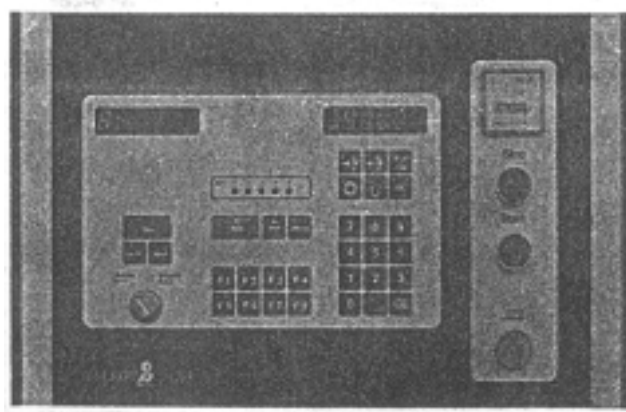
Statistics”에서 10% 면상 위에 있거나 그 이하를 차지하게 된다. 이러한 사실은 실의 균제도에 있어서 좋은 값을 얻기 위해서는 슬라이버의 균제도가 중요한 요인이 된다는 사실을 확실히 해주고 있다.

라. 품질과 공정관리

슬라이버 균제도의 모니터링을 단순히 시료길이를 반복해서 선택해서는 안되고 연속적으로 감지할 수 있도록 제어되어야 한다. 이러한 목적으로 자동공정 모니터링장치가 사용된다.

드래프트기구에 공정제어를 위한 센서를 부착한다. 많은 기계에는 내부에서 자료를 수집할 수 있는 Zellweger-Uster의 슬라이버 데이터 처리 시스템이 부착되어 있다. 이장치는 중요한 품질 수치를 자동으로 모니터링할 수 있으며 한 교대반에서 생산한 양에 대한 데이터를 불러 낼 수도 있다.

로터 정방기 RU14-Spincomat의 경우, Spincomat-시스템이 유용하게 사용된다. 이 시스템의 특징은 특별히 성능이 좋은 중앙 제어장치이다<그림 9>.공정 모니터링에 중요한 데이터를 처리하고 기억하게 된다. 여러가지 실 클리어링 시스템을 부착할 수도 있다.



<그림 9> Spinocontrol의 조작 패널

Spincontrol center <그림 10>는 공장관리자의 입장에서 사용되도록 설계되었고 16대의 기계로부터 데이터를 불러 내어 그 값을 구한 후 화면이나 프린터로 표시할 수 있다. 연조기는 물론 각종 공정 모니터링 시스템을 결합할 수 있도록 인터페이스(interface)가 달려 있다.



<그림 10> 스크린과 프린터가 달린 Spincontrol Center

언제라도 기계조건과 방출추에 대한 결과를 화면상에 불러 낼 수 있고 필요하다면 프린트도 할 수 있다. 교대가 끝난 후면 자동적으로 프린트되어 나온다. 이러한 데이터를 일별 또는 월별로 정리할 수 도 있다.

기계조건에 대한 데이터<표 2>는 4대의 기계를 한 그룹으로 해서 다음과 같은 정보를 알려준다.

- 기계조건과 교대 요소
- 생산에 관한 데이터
- 작업상태와 기계성능에 관한 데이터

<표 2> RU14-Spincomat Machine report from the SPINCONTROL CENTER

RU-14M/C report		23.06.86 13:50			
班 1		교대시간 07:50			
機 械		1	2	3	4
운전시간	h:min	07:50	07:50	07:50	07:50
원 로	code	00113	00114	00114	00113
실의 변수	Nm	50.0	50.0	50.0	50.0
효 율	%	94.8	98.1	96.0	97.2
생산속도	m/min	102.0	102.0	102.0	102.0
생 산 량	kg	196.3	203.2	198.8	197.4
추당 생산량	g/h	116	120	118	117
도 링		52	49	59	57
시간/정지	min	23	10	18	12
결 함		8	23	15	31
사 절 수		117	139	162	165
사절수/1000rotor hrs		101.1	82.1	95.6	97.5
실의 결함 경고		0/0	0/0	0/0	0/0
실의 연접/1000km		10.3	8.1	9.6	9.9

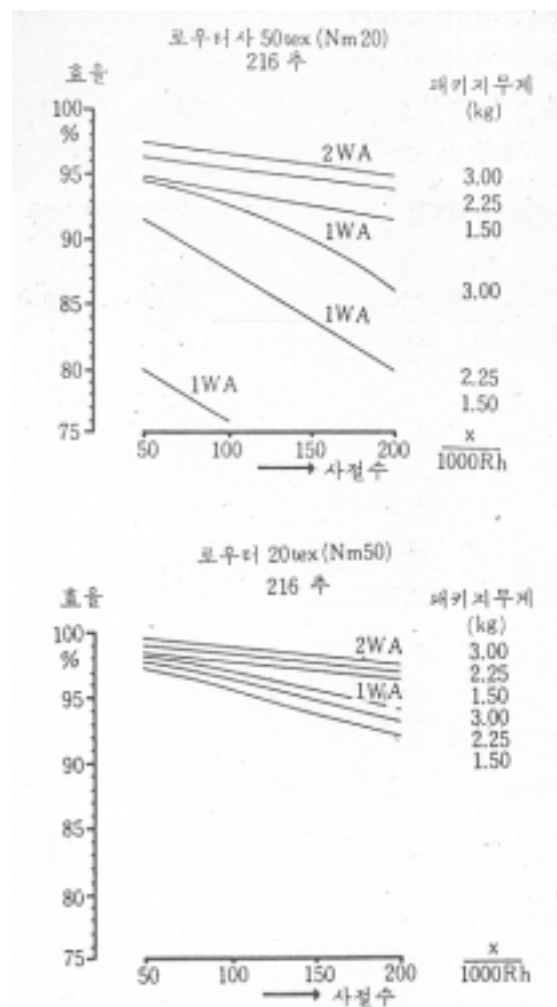
<표 3> RU14-Spincomat Spincontrol center의 방출 추 데이터

RU-14 방출 추 데이터		23.06.86	13.52	교대 시간 07:52			
기계 1		사절의 상한선 3					
반 1		Minus deviation efficiency : 25.0%					
SPS	NE%	RB/GR	STB%	STW%	STS%	STA%	STQ%
4	91.6	4 0	4.8	3.6	0.0	0.0	0.0
57	61.9	2 0	1.3	0.0	26.8	0.0	0.0
81	92.7	5 0	3.2	0.5	3.4	0.0	0.0
94	89.8	5 0	4.8	0.4	5.0	0.0	0.0
108	0.0	0 0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
157	69.4	2 0	0.2	1.2	29.2	0.0	0.0
204	88.7	4 0	6.9	0.5	3.7	0.0	0.0
정지시간(%)							
SPS: 방출 추		GR: 클리어러 정지		STS%: 결함			
NE%: 효율		STB%: 사절		STA%: 동작 안함			
BR: 사절수		STW%: 도링		STQ%: 실의결함/사절합계			

방출추에 관한 데이터<표 3>에서는 결함이 있는 추를 밝히고 있다. 사절수

가 어느 한계를 넘거나 효율이 어느 한계 아래로 떨어지면 결함 있는 추로 나타나게 된다.

이 자료들은 생산의 최적화를 이루도록 공장을 관리하고 결함부분을 고치며 인원을 효과적으로 운용하는데 도움이 된다.



<그림 11, 12> 실의 변수와 패키지 무게가 다를 때 사절수에 나타난 RU 14-Spinoomat 로터 정방기 효율

마. 경제적인 자동화

로터정방기의 자동화, 로터의 청소, 사절의 연결, 실의 권취, 치즈나 콘 형

태로 감기 위한 빈 튜브의 공급은 물론 기계상으로의 운반까지 이미 실행되어 왔다. 로터 정방기에는 1~2의 자동화된 시스템을 선택적으로 부착시킬 수 있다. 그것들은 로터 청소, 방출 시작, 도핑 등의 기능을 하게 된다. <그림 11>은 216개의 추로 20tex(Nm50)실을 방출하는 로터 정방기에서 평균 사절수와 보빈의 무게에 따라 정방기의 효율을 나타내는 그림이다. 실의 위치와 보빈의 무게에 따라 다르지만 1~2개의 자동화된 시스템을 사용하게 되면 효율 95% 혹은 그 이상에 달할 수 있게 된다. 태번수 실의 예를 들면 50tex (Nm 20) 실의 경우 지금까지의 경험으로 미루어 두개의 자동화된 시스템, 도퍼/클리너가 추천되고 있다. 그렇게 하지 않는다면 3kg의 공급패키지를 사용할 경우라도 기계의 경제적인 운전을 더 이상 보장 할 수가 없다<그림 12>.

3. 미래의 개발 추이

가. 새로운 응용분야

단섬유방직분야에서 연구소와 기계제작회사는 실의 구조를 보다 더 개선하기 위해서 많은 개발업무를 수행하고 있다. 그 업무는 특히 세번수 범위(Nm 60 이상)에서 주로 실의 강력을 증가시키고 그 외 다른 품질특성을 개선하는데 주력되고 있다. 한가지 목표는 로터 속도를 증가시킴과 동시에 필요한 꼬임계수를 줄이는 것이다. 슬라이버의 오프닝, 공급튜브와 오프닝 롤러 및 스타트 롤러 하우징의 모양을 편리하게 바꾸는 등의 분야에 대해 연구개발 중이다. 최적의 공기역학과 공기소비량에 관한 연구는 잡물과 먼지의 분리, 봉제분야에서의 원료 이동, 섬유날림의 감소 등에 관하여 추진되고 있다.

로터 속도를 90,000rpm 이상으로 증가시키게 하기 위해서 로터의 모양에 대한 연구가 수행되고 있다. 로터 속도가 그 정도의 고속이 될 경우 기계의 동작이 원활히 되기 위해서는 베어링에 관한 공업이 개발될 필요가 있다. 개

발업무는 기계적으로 허용되는 최대속도, 생산비용, 에너지소비량, 원활한 동작 등의 요인 등에 대한 것이다.

원료를 자동으로 기계까지 운반하는 일과 기계로부터 다시 회수하는 새로운 문제가 발생한다. 이 문제에 있어서 가능한 해결책이 이미 연구되어졌는데 여러가지 운전조건과 연관되어야만 한다. 방적공장과 기계제작회사 그리고 운반과 작업에 있어 관련된 회사들 간에 새로운 제휴가 있어야만 한다.

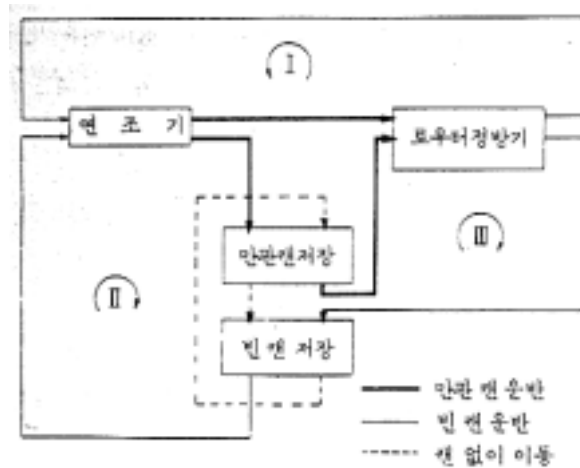
<그림 13>은 캔 운반시스템에 있어서 원료의 흐름도를 나타낸다. 연조기로부터 로터정방기까지 만관 캔을 직접 공급하며 빈 캔은 다시 연조기까지 보내는 과정을 보여준다. 두번째 회로는 로터정방까지 보내는 만관 캔의 보관시설(buffer zone)과 다시 돌아오는 빈 캔의 보관영역을 구성한다. 그 곳에서 캔은 완전히 비워주고, 확인되며 필요한 연조기로 되돌아 간다.

지금까지 기계로부터 보빈을 운반하는 것은 언제나 수동으로 하였지만 지금은 도핑과 만관의 보빈의 운반작업 역시 로봇을 사용하는 것이 가능해졌다<그림 14>. 로봇은 정지상태거나 움직이는 상태의 작업에도 사용되며 만관의 보빈을 각종의 운반장치에 넣는다.

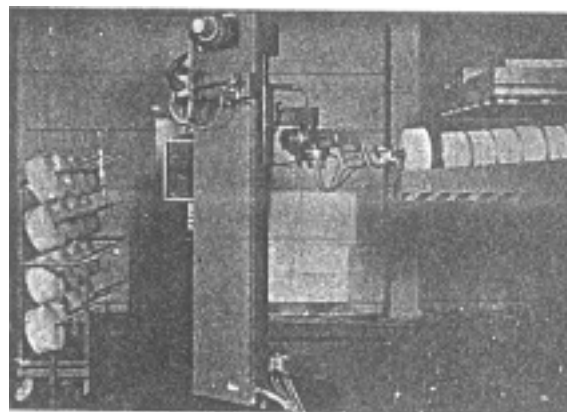
미래에는 중앙의 운반장소까지 보내는 전자동 컨베이어 시스템을 상상할 수 있다.

전자동화 된 보빈 운반 외에 부분 자동화된 시스템 역시 실행 가능하다. 작업자는 노동으로부터 벗어나 그의 장점을 최대로 살리게 된다. 시스템은 책임작업량을 덜어 주도록 설계되어 있으며 작업과정을 인간과 같이 하도록 되어 있다.

그러한 작업시스템에 대한 경제성 문제에 관해 당장 대답할 수는 없다. 방적공장에서의 작업환경이 다르고 여러가지 가능성에 대해 충족시키기 위해서는 다양한 선택이 이루어져야 한다.



<그림 13> 자동 캔 운반의 흐름도

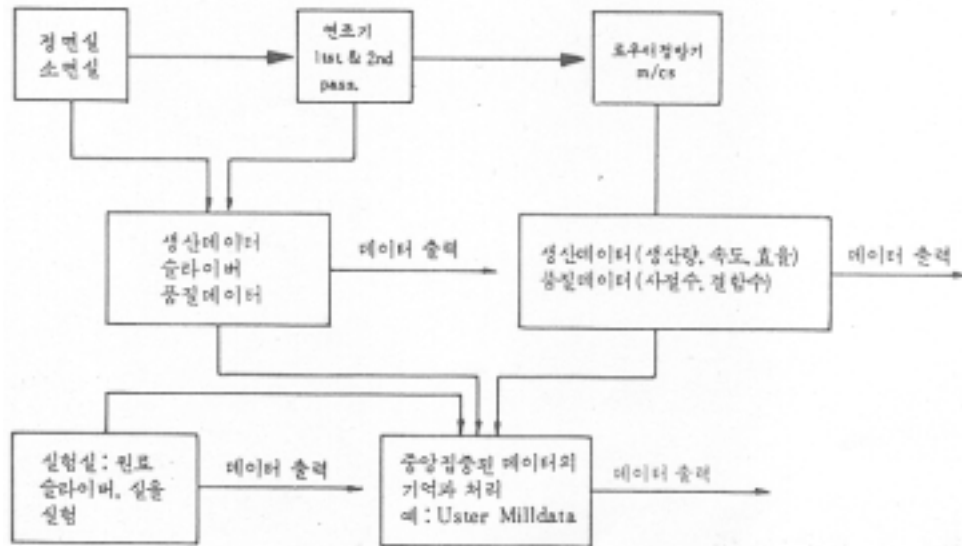


<그림 14> RU14-Spincomat에서 도핑하는 로봇

나. 품질과 생산의 중앙집중식 모니터링

미래에는 품질 및 생산문제와 관련하여 단지 각각의 기계를 모니터링하는 일만으로는 충분하지 못하게 될 것이다. <그림 15>에서 공정데이터가 처리되는 과정을 도표로서 볼 수 있다. 기계수준에서 데이터를 모으고 처리한다. 중요한 특성은 불러 낼 수도 있다. 방적공장의 각 공정에서의 품질과 생산량을 모니터링하기 위한 공정수준에서의 시스템들이 있다. 공장 전체의 수준에서 중앙 데이터처리 시스템으로 데이터들을 한데 모아 방적공장 선반에 걸

쳐 실제 상황을 항상 통찰해 볼 수 있다. 장기간에 걸쳐 비교해 보는 일도 쉽게 해낼 수 있다.



<그림 15> 품질과 생산성을 위한 방적공장의 중앙 모니터링에 있어서의 데이터 흐름

4. 요약

과법부터 개발에 대한 역점을 주로 방적기술의 진보, 기계설계의 rojs, 기계의 자동화 등의 분야에 두어 왔고 경제적인 측면에서 로터 속도를 고속화시켜 왔다. 여러가지 방출요소를 채택함에 의해 특히 로터 직경을 줄임으로써 품질특성을 더욱 좋게 개선시킬 수 있는 공정조건을 찾아 왔다. 기계성능에 영향을 주는 요인들을 고찰하였다. 로터정방에서 슬라이버의 균제도가 실의 품질에 얼마나 직접적으로 영향을 미치는가를 보였다. 태번수를 생산하는 동안, 트레이스 로봇을 하나 쓰는 대신 두개를 사용할 경우 기계효율은 개선될 수가 있다. 기계상에서와 방적공장 전체에 걸쳐 연속적으로 품질과 공정을 모니터링하기 위해 여러가지 방법을 고안해 왔다.

방적기술을 더욱 발전시키고 로터 속도를 더욱 증가시킴에 의해 생산범위를 확장 시키려는 방향으로 노력을 하고 있기 때문에 미래에는 몇가지 중요한 개발책이 분명히 나오게 될 것이다. 첨단기술을 이용한 로봇공학이 개발됨에 따라 공장 내의 원료 흐름에 대한 자동화 개념을 추구해 나가는 것이 중요하다. 연속적으로 품질과 생산을 모니터링해서 중앙장치에 모음으로 해서 경제성을 높일 뿐만 아니라 작업량을 줄이고 방적공장에서 육체적 노동을 없애게 될 것이다.