플렉시블 레피어직기(Flexible rapier loom)

1. 서 론

플렉시블 레피어직기는 술저직기를 제외하고는 이들이 업계에 보급되기 시작한 1955년도 이래 실질적으로 산업화된 유일한 셔틀리스직기라고 볼 수 있다. 따라서 오늘날 제직분야에서의 플렉시블 레피어직기는 개발의 단계를 넘어 완성의 단계에 이르렀다고 볼 수 있다. 그 결과 플렉시블 레피어직기는 리지드 레피어직기(rigid rapier loom)보다 더 넓은 바디폭을 가질 수 있게 되어 업계에 더욱 많이 보급되어 왔다. 사실 오늘날에 와서 이와 같은 장점은 DORNIER사에서 383cm의 바디폭과 이와 같은 광폭에서 180회/분의 위입속도를 낼 수 있는 리지드 레피어 직기를 제작해 내고 있기 때문에 플렉시블 레피어직기만이 가지는 장점이라고는 볼 수 없게 되었다. VAMATEX사와 NUOVO PIGNONE사에서는 엷은 면직물과 견직물 제직용의 바디폭 190cm이상의 플렉시블 레피어 직기의 제조에만 전념하고 있는데 이들 직기의 위입속도는 360회/분에 달하고 있다.

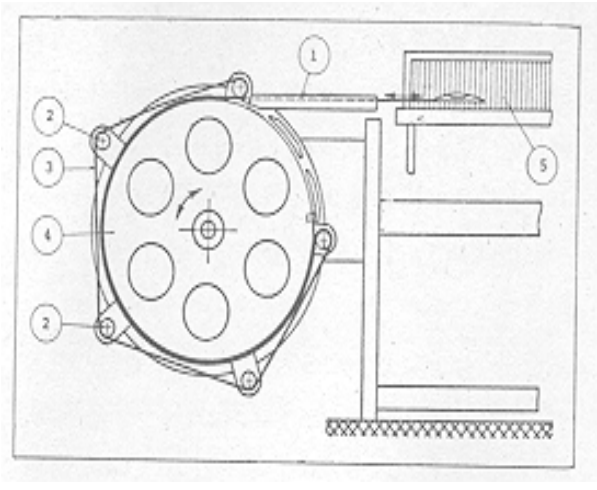
바디폭이 넓은 DORNIER사 직기를 제외하고는 리지드 레피어직기 중에서 바디폭이 285cm를 초과하는 직기는 실제적으로 없다.

플렉시블 레피어직기를 사용하여 카핏의 배킹직물(backing cloth)이나 폴리프로필렌 패킹직물과 같은 특수직물을 성공적으로 제직할 수 있는 직기는 SOMET사의 제품뿐인 것 같이 보이며 경사개구 내에 별도의 레피어유도장치를 사용하지 않고서도 460cm 의 바디폭을 가지고 있다.

모든 플렉시블 레피어직기 제작사들은 공히 타월직물제직전용의 직기 한가지씩을 제작해 내고 있다.

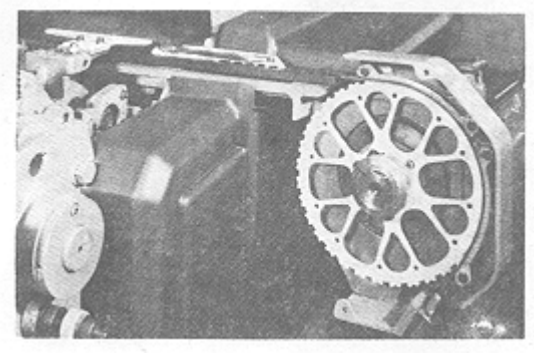
2. 레피어와 이의 작동

세계 28개국에 2,000대가 넘는 RUTI사의 F2001플렉시블 레피어직기가 설비되어 사용되고 있다. 이 직기의 플렉시블 레피어는 강철로 만들어져 있으며 작은 구멍이 뚫어져 있지는 않고 그림 1에서 보는 바와 같이 원형의 작은 바퀴에 의해 작동되어 진다. 이와 같은 장치는 미국의 DRAPER사, 일본의 HIRAIWA사 및 대만의 KING-KONG사의 제품에서도 찾아 볼 수 있다. 이들 RUTI사 이외 회사들의 직기에서는 모두 다른 혼합물질로 보강된 플라스틱 제품의 레피어를 사용하고 있다. 이들 양쪽의 레피어에는 끝에 클램프(clamp)가 부착되어 있어 서로 상반되는 작용을 한다. 이들 레피어는 개구중간에서 서로 정확하게 만날 수 있을 정도로 꿋꿋해야 함은 물론 다른 한편으로는 그림 2에서 보는 바와 같은 원형의 케이스내로 들어가서 레피어에 뚫려 있는 작은 구멍과 맞물리도록 되어 있는 직경이 작은 톱니바퀴에 감길 수 있도록 유연해야 한다.



<그림1> RUTI사의 F2001형 직기의 플렉시블 레피어

(2) : 플렉시블 레피어를 작동시키는 작은 바퀴로써 윤활제없이도 마찰에 견디어내게 하기 위해 DuPont사의 “Vespel”로 제작하였다.



<그림 2> VAMTEX사의 직기에서 구멍 뚫린 레피어가 작은 직경의 톱니바퀴에 감겨 복귀하고 있는 모습(SOMET의 특허품임)

처음에 시도되었던 플라스틱제 레피어는 115℃쯤 되면 열을 받아 누굴누굴해 졌기 때문에 고속에서는 적합치 못했다. 그뒤 여기에 이황화몰리브덴(bisulfure de molybdene)을 첨가시킴으로써 이 문제를 해결할 수 있게 되었다. 레피어에 이 보다 폭이 더 넓은 통풍이 잘 되도록 만들어진 금속케이스를 씌우므로써 레피어가 과열되는 것을 막을 수 있게 되었으며 따라서 제직시 레피어의 온도가 70~80℃를 넘지 않게 되었다.

직기제작사와 이용자들한테 레피어를 제작공급하고 있는 회사들 중에서 두개를 꼽는다면 다음의 두 회사를 들 수 있다.

① CINCLA사 : 이태리의 밀라노에 위치하고 있으며 모든 형태의 직기에 맞는 레피어를 제작 공급하고 있다. 이들 레피어의 두께는 3.2mm로 모두 동일하지만 레피어에 뚫려 있는 구멍의 형태나 레피어의 끝부분의 모양은 사용되는 방향, 즉 직기의 오른쪽에 사용되는냐 왼쪽에 사용되는냐에 따라 서로 달라지게 된다.

② DROUET DIAMOND사 : 이 회사는 프랑스 파리에 위치하고 있으며 번갈아 이루어지는 굴곡, 마찰계수, 열에 의한 형태변화 등에 안정성을 가지고 있는 Celorn87이라 불리는 레피어를 제작 공급하고 있다. 이 회사는 현재 여

러가지 혼합방법을 채택하여 마찰계수 및 열에 대해 고도의 안정성을 가지는 레피어개발에 역점을 두고 있다.

필자생각으로는 레피어의 브레이크 작용을 피하므로써 과열현상을 막는 것이 좋지 않을까 생각한다. 레피어의 케이스 없이 레피어를 귄취 톱니바퀴에 직접 감기게 하여 복귀시킴으로써 브레이크 작용을 감소시킬 수 있다. 레피어를 여러가지 혼합성분, 예를 들면 여러 겹의 폴리에스터 직물로 심을 만들고 여기에 에폭시수지(resine Epoxy)를 입히고 그 위에 테플론으로 피복하는 방법을 사용하므로써 마찰계수를 줄일 수 있을 것이다.

새로운 형태의 케이스는 마찰계수를 감소시켜 줄 것이다. 케이스의 두 벽은 파상형을 이루는데 이들 파상형의 정점은 케이스의 변과 45° 의 각을 이루고, 한 정점은 이웃한 다른 정점에 대해 서로 반대방향을 취하게 된다.

가. 클램프(Clamp)

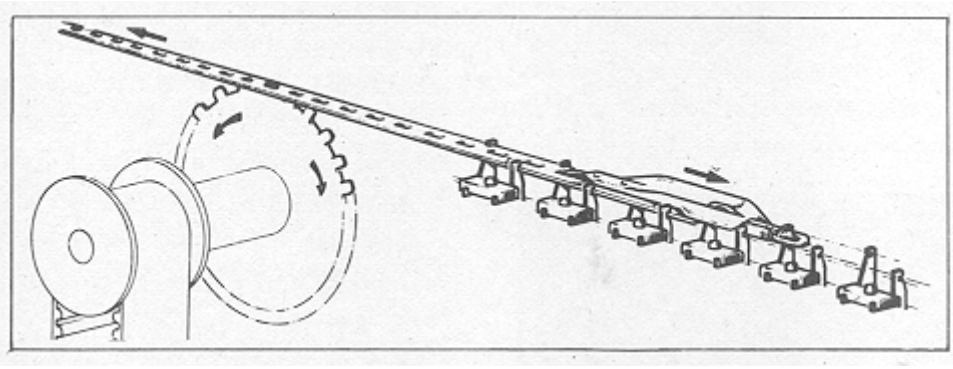
레피어운동에 의해 개구중간에서 서로 마주치던 전달 클램프와 수취클램프는 현재 자동접합방법으로 대체되어지고 있다. 최근에 새로 개량형 클램프가 출현했는데 이것은 위사의 품질이 바뀔 때마다 거기에 따라 클램프를 조정할 필요 없이 여러 종류의 위사에 두루 사용할 수 있는 만능 클램프이다.

나. 개구내로 레피어를 유도하는 별도의 유도장치가 없는 레피어

대부분의 플렉시블 레피어직기는 그림3에서 보는 바와 같이 개구내의 레피어 통로에 레피어를 유도하는 장치를 가지고 있다.

SOMET의 일부 직기와 PICANOL의 PGW RUTI의 F200/2001 직기는 세번수의 경사를 사용 제직하거나 경사밀도가 클 때 또는 아세테이트, 유리, 아라미드(aramid)형인 케블러(Kevlar)등의 연속 필라멘트사를 사용 제직할 때 제직

이 용이한 장점이 있다.



<그림 3> SAURER 350S직기의 개구내 레피어 유도장치

이 레피어는 폭이 10mm, 두께가 4mm로 그 단면이 다른 종류의 레피어와 다르다.

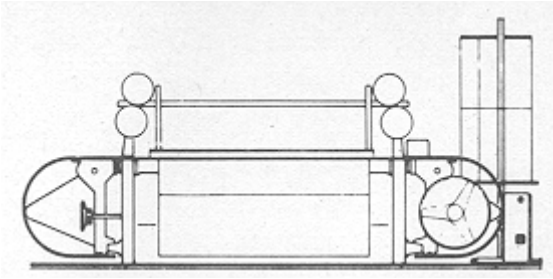
PICANOL의 PGW직기는 상업적으로 대성공을 이룩한 플렉시블 레피어직기이다. 이 직기를 사용하는 미국내 제직업자들은 현재 이 직기가 낼 수 있는 제직속도를 십분 활용하지 못하고 있는 것 같다. 이들 직기들은 현재 겨우 분당 450~470m의 위사를 위입시켜 데님, 위사방향에 두둑이 있는 엷거나 중간정도의 벨루어(velour) 및 엷은 면직물 등을 제직하고 있다(42시간에 3~4교대).

이것을 보고서도 PGW직기가 속도와 개구내에 레피어 유도장치가 없다는 면에서 큰 장점을 가지고 있다고 볼 수 있을는지? 제직중의 순수 제직효율이 직기가 낼 수 있는 최대 속도보다 더욱 중요함은 두말할 나위 없다.

3. 직기의 설치면적

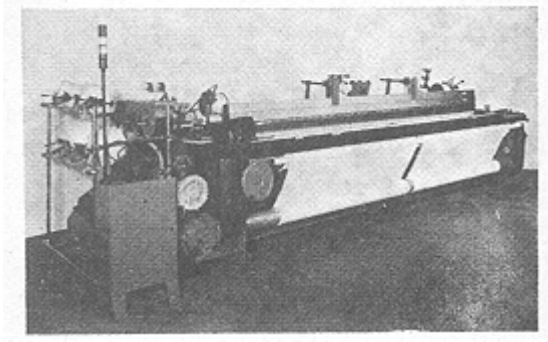
직기의 소요설치면적은 건물비, 조명비, 공기조절비 그리고 특히 전체적인 인건비에 크게 영향을 미친다. 이와 같은 명백한 사실에도 불구하고 실제 사용되는 바디폭보다 훨씬 더 넓은 NUOVO PIGNONE의 TP 300직기와 현재 사

용되고 있는 PICANOL의 PGW(그림4) 직기와 같은 것들이 다량 보급되고 있는 것을 보면 직기의 소요설치면적 문제는 아무래도 주관적인 문제인 것 같다. 이것은 제직효율에 영향을 미치는 모든 요인을 고려하는 미국의 경우이다.



<그림 4> 반원형의 레피어 케이스를 포함한 PICANOL의 PGW직기의 설치면적의 예

전체폭 : 400, 475, 525mm
바디폭 : 163, 237, 282mm



<그림 5> 직경이 작은 톱니바퀴에 의해 구멍 뚫린 레피어를 복귀시키도록 된 VAMATEX의 C301 플렉시블 레피어 직기

따라서 직기의 설치면적은 제직하려는 직물의 종류, 직기의 내적인 특성 및 그 지역의 인건비 등과 상호관련시켜 같이 고려되어야 한다.

그러나 정성들여 제직하는 실내 장식용 자카드직물과 같이 직기의 설치면

적문제가 2차적인 문제로 간주 될 경우에는 이미 제작되어 보급되고 있는 SOMET,, VAMATEX, NUOVO PIGNONE직기나 앞으로 제작 보급되게 될 PICANOL직기처럼 약간 덜 거추장스럽게 개선한 직기들은제조업자가 이용자에게 권하기가 한층 더 수월해질 것이다. 소용설치면적이란 측면에서 볼 때 플렉시블 레피어직기는 그 동안 그렇게 유효하지 못해 왔었으나 1979년도에 SOMET와 VAMATEX사에서 그림 5에서 보는 바와 같은 작은 톱니바퀴를 사용하여 개구양쪽에서 레피어를 복귀시키는 장치를 채택한 이후로 설치면적을 적게 할 수 있었으며 PICANOL에서 제작하는 PGW직기에도 이 장치를 채택하게 될 것이다.

직기의 설치면적을 보다 더 줄이기 위하여 플렉시블 레피어를 개구 밖에서 곧바로 위로 올리는 방법을 생각해 견본도 만들어 진 일이 있었으나 산업화되지는 못했다.

가. 기타의 플렉시블 레피어직기

기타 세계 각지에서 현재 제작되고 있는 플렉시블 레피어직기들의 몇몇 특성들에 대해 요약해 보면 다음 표1과 같다.

<표 1> 플렉시블 레피어직기의 특성개요

織機	바 디 幅		分當緯入速度	레피어 복귀장치	開口內의誘導裝置有無
	最小	最大			
Nuovo Pignone社의 TP 300	190	410		半圓形의 테	有
Nuovo Pignone社의 TP 400	200	360	700~860		有
Somet社의 UV 700	190	460	600~660		無
	190	460	600~660	작은 直徑의 복귀장치	無
Vamatex社의 C 201	190	360	600~760	半圓形의 케이스	有
Vamatex社의 C 301	190	380	680~930	작은 直徑의 복귀장치	有
Picanol社의 PGW	190	300	450~460	半圓形의 케이스	無
Ruti社의 F 2000	190	270	680	작은 바퀴	無
Saurer社의 S 350	190	330	300~480	납작한 케이스	有

일본의 TSUDAKOMA사에서 한 종류의 플렉시블 레피어직기를 생산하고 있는데 그 직기의 특성에 대해서는 아직 잘 알려지지 않고 있다. IWAMA사의 Dewas 플렉시블 레피어직기는 작은 톱니바퀴(pigion dente)에 의해 레피어가 작동되고 위입속도는 분당 480m이다.

IWAMA와 ASAHI사에서는 지난해 11월에 열린 Otemas에 한쪽에만 레피어가 설비된 플렉시블 레피어직기를 전시했었는데 이들 회사에서 획득한 특허내용을 액면 그대로 믿는다면 이들 직기의 생산능력이 양면에 두개의 레피어가 설비된 플렉시블 레피어직기와 맞먹는다고 볼 수 있다. 이와 같은 방식은 1977년에 이미 에스파니아의 MATESA사의 Expomatex직기에서 채택되어 같은 내용을 발표한 바 있었으나 이 직기는 그 후 산업화되지는 못했었다.

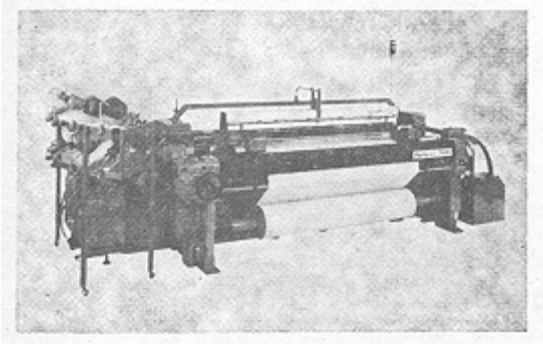
이것말고도 에스파냐, 영국, 이태리, 브라질 및 대만 등의 몇몇 제작회사에서는 그전에 한번씩 시도되었던 방식들을 모방하여서 양면 플렉시블 레피어직기들을 생산해 내고 있다.

4. 최근의 플렉시블 레피어직기

가. Nuovo Pignone의 TP 400 직기

그림 6에서 보는 바와 같이 Nuovo Pignone에서 만들고 있는 TP400플렉시블 레피어직기는 TP300직기를 보다 치밀하고 생산속도를 높게 개량한 것이다. 이 직기의 특성은 다음과 같다.

바디幅	실 제 속 도		
	82年 8月 現在	82年 10月	
200cm	310回/分	350回/分	700m/分
360cm	210回/分	240回/分	860m/分



<그림 6> NUOVO PIGNONE사의 새로운 TP400직기

이 직기는 이전의 TP300직기를 보다 치밀하고 생산속도가 높게 개량한 것이다.

개구내에 위치해 있는 레피어 유도장치의 톱니는 새로운 원리에 의한 것이며 마모방지처리를 받은 레피어의 소모를 줄여준다.

바디와 플렉시블 레피어의 작동에는 구식방법인 코넥팅로드와 크랭크를 사용하고 있는데 작동시 소음은 아주 적다.

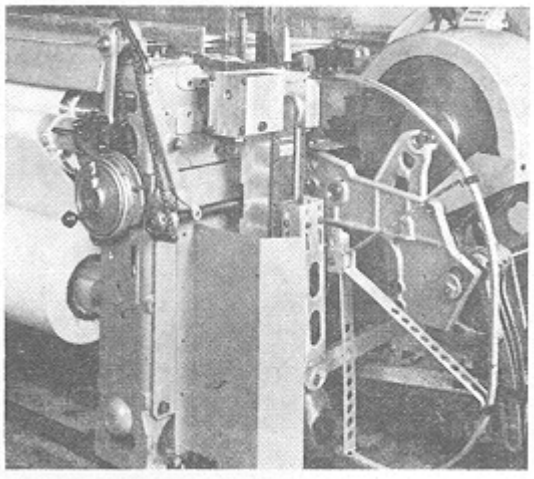
나. Saurer사의 S350직기

Saurer사는 플렉시블 레피어직기 생산에 있어 다음과 같은 두 방향을 채택하고 있다.

① 그 하나는 재래식의 자동북직기 생산으로의 전환으로 80,000대의 Saurer사 북직기가 아직도 가동되고 있다. 이 경우 이 직기를 사용함에 따른 문제는 제직속도를 증가시켜야 된다는 점이다. 6개색상의 실을 위사로 사용할 수 있는 장점이 있기 때문에 이러한 재래식 북직기로의 복귀도 유효하리라 생각된다.

② 다른 한 방향은 분당 300~400m의 위입이 가능한 새로운 형태의 직기생산방향이다.

플렉시블 레피어직기의 레피어는 보통 폭이 24~30m이고 두께가 3.2mm이다. 그림7에서 보는 바와 같이 S350직기의 경우는 레피어의 폭이 10mm이고 두께가 4mm인데 이 레피어는 여러 물질이 층을 이룬 형태로 만들어진 것으로 아주 유연하며 납작한 반원형의 케이스 속으로 복귀되고 작동시 과열되지 않는다. 이 직기의 플렉시블 레피어는 가장 빠른 속도로 제직할 수 있도록 위사를 전달하고 파지하는데 소요되는 시간을 줄일 수 있게 만들어져 있다.



<그림 7> SAURER사의 S350직기의 플렉시블 레피어 복귀 케이스는 높이가 개구형성장치를 초과하지 않도록 납작하게 만들었다.