

Water-Jet Loom

1. 서 론

Edmund Cartwright(1743~1823)이 180여년전에 발명한 역직기(Power Loom)는 영국의 면방직공업과 기타섬유공업을 급격히 발전시키는 요인이 되었으며, 마침내는 산업혁명으로까지 이끌게 되었다.

그 후 산업혁명의 발발 이래 2세기간 현대과학은 눈부신 진보를 거듭하였는데, 제직공업 분야에 있어서는 John Kay에 의하여 발명된 Flying Shuttle Loom에 대한 많은 개선이 이루어 졌으며 Shuttle Change와 Cop Change System에 의한 자동직기(Automatic Loom)의 개발에 까지 이르렀다.

그러나 Shuttle Loom은 너무나 잡음이 많고, 제직효율이 한정되어 있으며, 특히 현재와 같이 전반적인 공업이 짧은 층의 노동력 결핍으로 곤란을 받고 있는 차제에 제직공업은 전보다 점차 수익성이 감소되고 있다.

따라서 경영자들은 이와 같은 직기의 결점을 극복하고, 결국은 생산성을 보다 향상시키기 위하여 비상한 노력을 하게 되었는데, 이것이 세계각국에서 Shuttle lessloom의 개발에 관심을 갖게 된 원인이다.

Shuttle less Loom은 Cop나 Shuttle이 없이 고속운전이 가능한 것으로 현재까지 출현된 것으로는 Gripper Loom, Carrier Loom, Rapier Loom, 그리고 Jet Loom으로 분류 될 수 있는데, 그들 사이의 큰 차이는 Picking방법의 상이에 있다.

이들 중에서 처음의 3종은 진정한 의미로는 Shuttle less Loom이라고 볼 수 없다. 왜냐하면 이것들은 Picking 목적으로 통상의 Shuttle대신에 소형 Shuttle이나 Needle을 사용하기 때문이다. 따라서 그들의 구조로 보아 혁명적인 기술의 도약을 하였다고는 볼 수 없다.

실용적인 Jet Loom으로서 최초의 것은 1949년에 Czechoslovakia의 investa(전

에는 Kovo)에 의하여 개발된 p-45 Air-Jet Loom이며, 그 후 Sweden의 Maxbo air jet Loom Czechoslovakia의 Kovo Water-Jet Loom이 각각 등장하였다. 일본에 서는 Murata Machine Co.가 Maxbo와의 기술제휴로 Murata-Maxbo Air Jet Loom 을 현재개발중에 있으며, Nissan Motor Co.는 독자적으로 Prince Water-Jet Loom LW를 개발시켰다.

이 Prince Water-Jet Loom은 현재 연속적으로 제작되어 판매되고 있으며, 이 형의 직기로서 다수가 이미 일본 국내에서 가동중에 있다. 또한 1965년 12월 말에, Prince Water-Jet Loom은 4개의 영국공장에 117대, 3개의 미국공장에 4대, 1개의 Canada공장에 4대를 수출하였는데, 이것들은 주로 시험목적으로 수출 된 것이지만 그 이상의 주문이 가까운 장래에 기대된다고 한다.

또 일본 빈송시에 있는 Enshu Limited에서는 Investa와의 기술협력으로, 1964 년 10월 이래 Water-jet Loom의 개발에 착수하여, 현재의 Enshu Water-Jet Loom 을 제작하였다. 뿐만 아니라 미국의 Draper Corp과 investa간의 협정에 의하여 Draper Corp에서 미국, Canada, 그리고 Latin America 지방에 Water-Jet Loom을 제조판매토록 한 것은 각국 섬유업계에 비상한 관심을 집중시키고 있다.

Water-Jet Loom은 위사를 공급하는데 Air-Jet Loom보다도 훨씬 적은 Energy 를 필요로 하여, 또한 사용사의 면에서 보면, Air-Jet Loom은 방적사만을 사용 할 수 있는데 반하여, Water-Jet Loom은 발수성 Filament사를 사용할 수 있다. 그러나 후술하겠지만, Water-jet Loom에서도 보통의 Filament 직물을 제직할 수 있도록 개량되고 있다.

Water-Jet Loom은 고속운전(Prince LW-105에서는 500r.p.m.)과 적은 전기소모 량(0.435KW), 단위 시간당의 Picking Length가 큰 것(Shuttle Loom보다 6.6배), 위사목관의 권사공정이 삭제되는 것. 그리고 공원들로 하여금 좋은 작업환경 을 줄 수 있는 잡음의 감소등 여러 가지 특징 때문에 큰 주목을 받고 있다.

다음에 Water-Jet Loom의 작동방법을 Prince Water-Jet Loom에 준하여 설명하겠다.

2. Water-Jet Loom의 구조

보통역직기는 ①Shedding Motion ②Picking Motion ③Beating Motion ④Taking-Up Motion ⑤Letting off Motion등의 주운동에 의하여 운전되지만, 그러나 Jet Loom은 Picking Motion이 보통직기와 차이가 있다.

Shuttle loom에서는 Spool에 감긴 위사는 Shuttle과 함께 개구간을 통과하지만, prince Water-Jet Loom에서는 위사가 Jet Nozzle로부터 분사된 고압의 물에 의하여 개구를 통과하여 Picking Motion을 완결짓는다.

위사는 직접 Cone, Cheese Pirm 혹은 Bottle에서 Jet Nozzle에 공급하도록 되어 있는데, Jetting을 위한 위사의 적당한 길이는 Measuring Drum과 Feed Roller에 의하여 조절되어, 장력조절장치를 지나서 1회의 Jetting을 위한 길이 만큼씩 Air Suction Tube내에 보관된다.

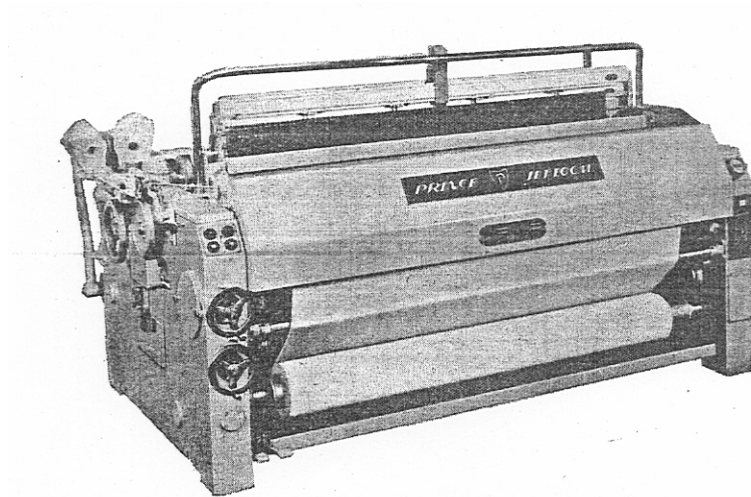
그 후 위사는 U형 Pipe내에 부유상태로 준비되었다가 단속적 작동을 하는 Opening Gripper와 Guide장치를 통과하여, 다음 통로로부터 나오는 Jet Water의 Stream에 의하여 인출된다.

물은 정압 Valve와 Water Filter를 통과한 후에는 Jet-Pump에 의하여 Jet Nozzle로 보내어지는데, 이 장치는 Lever에 의하여 조정된다.

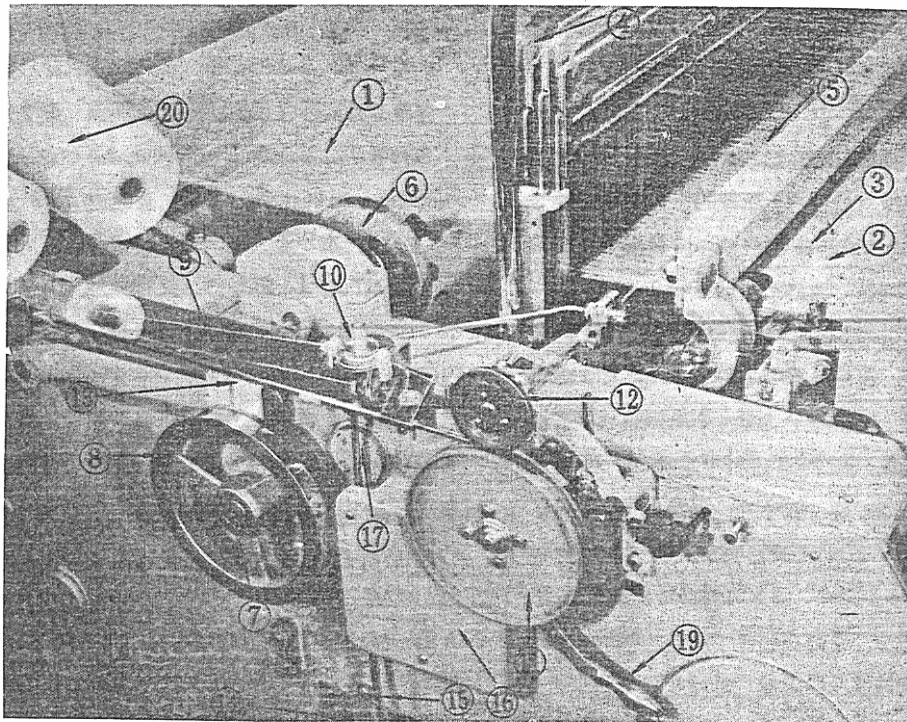
Jet Nozzle에서는 위사가 Jet Water의 Stream에 부착하였다가 고속도로 개구내로 들어가는데, 이때 위사는 Jet에 의하여 공급될 때마다 직기 한편에 있는 Cutter에 의하여 절단된다.

다른 한편에는 Weft-End Grasping & Removing장치가 있어서 Nozzle 반대편에 있는 위사의 자유로운 일단을 파지하여 Beating을 완전하게 한다.

이와 같이 하여 제작된 직물은 수분을 포함하고 있으므로 Rubber-Latex Sponge Roller와 금속 Roller간을 통과하여 수분을 제거하고 권취공정중에 있는 Fan에 의하여 건조된다.



<그림 1> Prince Water – Jet Loom LW의 외관



<그림 2> Prince Water-Jet Loom의 Picking기구

(1)Warp Yarns (2)Woven Fabric (3)Warps Before Weaving (4)Heald Frame
 (5)Reed Cap (6)Selvedge Inrterweaving Device (7)Picking Crank Shaft
 (8)Timing Wheel (9)Weft Yarn (10)Weft Compensator (11)Measuring Drum
 (12)Feed Roller (14)Pool Pipe (15)Water Filter (16)Jet Pump (17)Water Pipe
 (18)Jet Nozzle (19)Hand Driven Lever (20)Weft Yarn in the form of cone Etc

<표 1> Prine Water-Jet Loom LW의 성능

Type	LW31-105	LW31-145	LW31-165
바디폭(cm)	105(42")	145(57")	165(65")
회전수(r.p.m)	600(max.)	500(max.)	400(max.)
크기(cm)(W×L×H)	169×136×111	209×136×111	229×136×111

Letting-Off mechanism은 Automatic Positive Compensation형이며, 바디침에 의한 진동을 소감시키는 장치가 설치되어 있다. 다음 그림 1은 Prince-Jet Loom LW의 외관이고, 그림2는 그 Picking기구를 보여주는 것이며, 다음 표 1에서는 Prince Water-Jet Loom의 3가지 형의 바디폭, 회전수, 그리고 크기를 표시한다.

Prince Water-Jet Loom의 중요기구를 상술하면 다음과 같다.

1) Jet Nozzle

이것은 Jet Loom의 가장 기본적인 중요부분의 하나로 Jetting의 성패여부는 이것의 상태에 따라 크게 좌우된다. Jet Nozzle에 요구되는 기본적인 조건은 다음과 같다.

a) 위사가 Jet Stream에 의하여 반송되어 요망되는 위치까지 보내어질 수 있도록 충분한 고농도의 물이 준비되어야 하고

b) Jetting을 위한 이상적인 상태를 항상 유지되어야 하고

c) Weft-Change를 할 능력이 있고

d) 고속의 jetting을 위하여는 Nozzle의 단면이 작아야 하고 소량의 물이 필

요하여야 한다.

2) Measuring Devices

위사는 단속적으로 Picking되어 30~40m/sec의 속도로 개구내를 통과하므로 Cone, Pirn, 등에서 위사가 풀리는데 필요한 속도는 600m/min이 된다. 따라서 사장력의 예리한 진동으로 인하여 Pirn이나 Cone으로부터 직접사를 공급하는 것은 불가능하다.

이런 이유로 Prince Jet Loom에서는 위사가 연속적으로 공급되도록 설계되어 있는데, Jetting을 위한 위사의 적절한 길이는 Measuring Drum과 Feed Roller에 의하여 조절되고 1회의 Jetting을 위한 길이 만큼의 위사가 Air Suction Tube내에 보관된다. Air Suction Tube내에서는 위사가 서로 엉키지 않도록 부유 상태로 되어 있다가 Tube 외부로 인출되어 Compensator를 지나 Nozzle로 공급된다.

3) Jet Pump

Jet Pump는 이 기계의 심장과 같이 불리우는 것으로서, 비록 Jet Nozzle이 아무리 완전하더라도, 만족할만한 Pump가 없이는 완전한 Jetting을 할 수가 없다.

Nozzle로부터의 Water Jet Pressure는 $10\sim 20\text{kg/cm}^2$ 인데, Water Pressure에 어떠한 변화가 있으면, Picking운동에 직접적인 관계가 있으므로, 1회 Jetting시에 요구되는 0.5~1.0cc의 Jet Water량의 변화는 최소로 하여야 한다.

Jet Water Stream상에 있는 위사의 속도는 초기단계에는 Jet Water Stream의 속도와 동일하지 않지만, 속도를 증가시켜 Stream의 속도에 이르게 된다. 이때 위사는, 심지어 Jetting이 완결된 때에는 위사의 속도가 다음 위사의 속도

보다 크거나 동일하여야 한다.

결국, 이 직기의 jetting시간은 0.03초 정도로 맞추어지며, 또 순간적인 Water Jet Pressure는 시시각각으로 Jet Water의 속도를 조절할 수 있도록 조정하게 되어있다.

4) Selvedge Interweaving

Water-Jet Loom에 의하여 생성된 Selvedge는 직기의 구조중 외관뿐만 아니라 실제적인 목적에도 Shuttle Loom에 의한 것보다 결점이 있다. 따라서 Shuttle Loom에서 형성된 것과 유사한 외관과 구조를 갖는 Selvedge를 형성하는 것이 큰 문제이다.

과거의 Air 혹은 Water Jet Loom의 결점은 Selvedge 경사의 길이의 변동으로 인하여 Selvedge Warp의 강력이 변화하기 쉽고, 그 결과로 Selvedge 효과를 감소시키는 것이었다. 그러나 이 기계에서는 2개의 Bobbin으로부터 풀린 Grasping Yarn이 경사로서 동일상에 위치하여 Jet에 의하여 송출된 일체의 위사를 파지하여 보다 견고한 Selvedge구조를 얻을 수 있다.

5) Weft-End Grasping & Removing

상기한 바와 같이 Water Jetting된 위사는 Nozzle쪽에는 grasper에 의하여 파지되어 있지만 Nozzle 반대측에는 자유로히 되어있다. 이와 같은 상태하에서는 Beating은 효과가 없으며 불균일한 제직 및 Selvedge 형성에 있어서 만족치 못한 결과를 얻는다. 따라서 위사에 적당한 장력을 주기 위하여는, 위사의 자유로운 일단을 적당한 방법으로 파지함이 필요하다.

이 Grasping장치는 보통은 직기의 배면에 위치하고 있지만 이와 같은 위치에서는 기계의 작동과정에 곤란을 주므로, Prince Jet Loom에서는 바디전면에

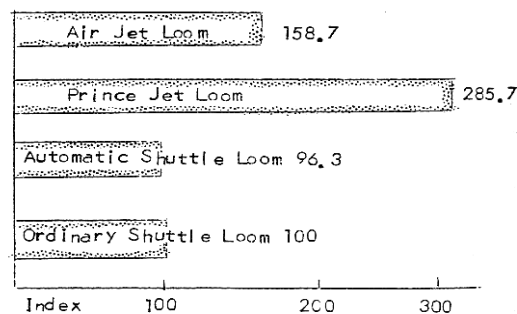
위치하고 있다.

기타 중요장치로서 Letting-off장치 Shedding 장치, Beating장치, Taking up장치가 있는 것은 보통직기와 다를 것이 없지만, 별로 뚜렷한 특징은 없으며 단지 고속운전에 적당하도록 설계되어 있다.

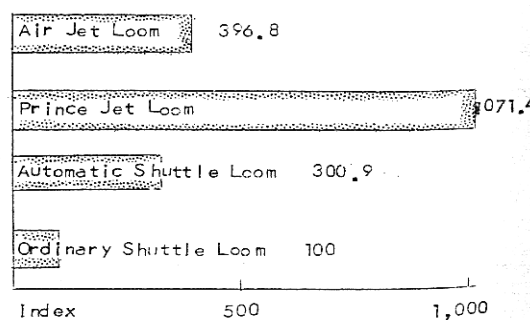
3. Water-Jet Loom의 특징

1) 생산성 및 경제성

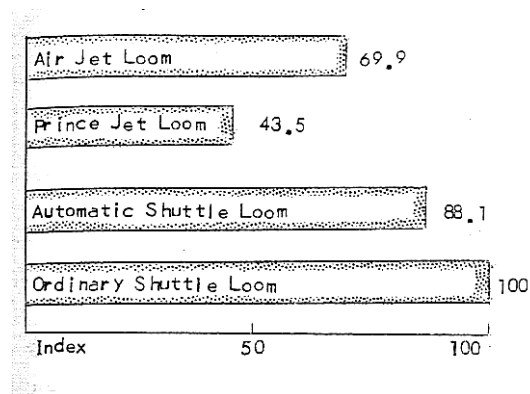
Water-Jet Loom은 고속회전, 기타 여러 가지 장점이 있는 까닭에 종래의 직기에서는 볼 수 없는 뚜렷한 생산성의 증가와 Cost의 절하가 있다. 다음 그림 3, 4, 5, 6은 Prince Water-Jet Loom과 Air Jet Loom, Automatic Shuttle Loom, 보통직기의 생산성과 Cost를 비교하는 그림이다.



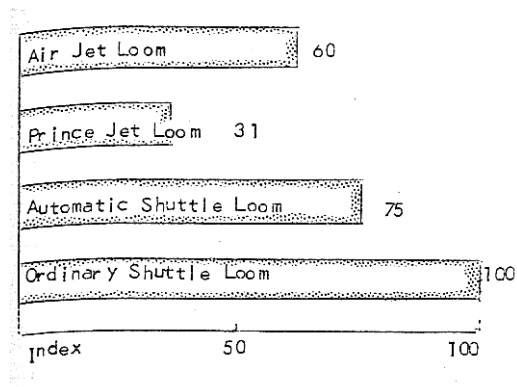
<그림 3> 직기 1대당 생산량



<그림 4> 작업인 1인당 생산량



<그림 5> 직물 50m당 임금



<그림 6> 직물 50m당 Cost

2) Spooling 공정의 불요

Water-Jet Loom에 공급되는 위사는 Prin, Cone, 혹은 이와 유사한 형태로 이루어지므로 Shuttle Loom의 운전에는 필요한 Spooling을 위한 장치나 기술자가 필요없다. 따라서 Water-Jet Loom을 사용함으로써 생산공정을 보다 단순화할 수 있다.

3) 작업환경의 개선

Shuttle Loom의 Picking운동으로 인한 잡음이나 위험은 작업인들에게 좋은

환경을 부여하지 못한다.

Labor Science Institute에 의하면, 90 Phone이상의 조건하에서 일하는 사람들은 시끄러운 잡음에 대하여 불만을 표시한다. 다음 표 2는 Water-Jet Loom과 보통직기와의 잡음의 세기를 나타내는 것으로 Water-Jet Loom은 90Phone 이하의 잡음을 내므로 좋은 작업환경을 줄 수 있다.

<표 2> 잡음측정치

직 기	Phons(1대)	Phons(1대 이상)
Water jet Loom	70	75~80
보통 Shuttle Loom	110	120~130

4) 기 타

Prince Jet Loom은 Shuttle Pirm Stick 혹은 Buffer와 같은 것이 필요치 않지만, Jetting을 위하여 물의 소비가 있는데, 그 양은 사용사의 종류, 직물폭, 기타 조건에 따라서 변한다.

그러나 물의 소모량은 직기 1대에 시간당 약 15~20l가 필요한데, 이 목적으로 특정한 물이 사용되지는 않으며 적절한 Filter가 설비되면 80%의 물은 회수하여 계속 사용할 수 있다.

4. 미래의 문제점과 그 해결전망

1) Water-Jet Loom의 응용에 대한 전망

Water Jet Loom은, 그 Picking속도가 50m/sec로서 매우 우수한 성능을 가지고 있지만, 모든 조직의 직물에 적합하지는 않다. 또 그 Picking방법이 충분히 강력하지는 못하므로, 강연사인 경우에는 이완되기 쉽다. 더군다나 수분에 접할 때, 변질되는 섬유는 이 직기에 사용할 수가 없으며, 수분에 대하여

충분한 저항력이 없는 실은 사용할 때에는 그 실이 고속개구 운동에 견딜수가 없으므로 고속도운전은 기대할 수가 없다.

그러나 강연사를 사용하는 문제는 그 사의 Heat-setting과 jet Water의 양의 조절, 그리고 Jet Water Pressure의 조절에 의하여 해결할 수가 있다. 또한 Rayon이나 Acetate와 같이 수분에 대한 저항력이 적은 섬유에 대한 문제는 적당한 호제의 개발에 의하여 해결되어 왔다.

화학섬유를 적절히 처리함으로써 Water-Jet Loom의 사용상의 한계는 실제로 제거될 수 있으며 만일 수분과의 접촉으로 변질되는 사의 문제가 제직과정에서 수분을 제거하던가 적당한 건조장치를 개발함으로써 성공적으로 해결될 수 있다면 어떤 특정한 한계도 고려할 수 없다.

2) 직물의 조직

Water Jet-Loom으로 제직할 수 있는 직물의 조직은 평직, 사문직, 주자직 등 3종의 기본조직에 한정되어 있다. 이것은 직기가 고속으로 운전됨으로써 개구운동이 단순하게 반복되어야만 한다는 사실에 기인된다.

이 3종의 기본조직 이상의 구조를 갖는 직물은 Shuttle이 있는 Dobby나 jacquard직기에 의하여 제직될 수 있지만, 만일 이 Water Jet Loom이 Dobby나 Jacquard직기와 결합될 때에는 Water jet Loom의 고속 생산성은 불가능할지도 모른다. 그러나 이 3종의 기본조직 이상의 다른 조직을 갖는 직물의 생산고를 높이기 위하여 이 Water Jet Loom을 응용한다는 것은 개구장치를 고속으로 하여야만 하는 근본적인 기술적 개발이 필요하다.을 응용한다는 것은 개구장치를 고속으로 하여야만 하는 근본적인 기술적 개발이 필요하다.

3) 회전속도

3종의 기본조직 이상의 조직을 갖는 직물의 제직은 별문제로 하고, 우리들은 Water Jet Loom의 속도한계, 혹은 생산성을 생각하여야 한다. 이론적으로 Jet Loom의 회전속도는 매우 크다. 그러나 실제로 사용할 때는

Picking 속도는 50m/sec이며, 1회 Picking 시간은 0.04초이고, 그때의 Picking 된 사의 비행각도는 120° 이고 바디 폭은 200cm이다. 이 경우에 있어서 직기의 1회동작은 0.12초가 필요하며, 회전수는 500/min이다.

위사에 대하여는, 회전수는 바디간격을 희생하고서라도 증가될 수 있을지 모른다. 그러나 개구운동과 경사에 대하여 곤란이 야기된다는 관점에서 보면, 회전수의 한계는 약 800/min가 되어야 한다고 생각된다.

상술한 바와 같이 아직도 해결하여야 할 많은 문제가 남아 있다. 그러나 가장 중요한 문제는 경사와 위사의 준비에 관한 것이며 직기 자체에서의 중요한 문제는 개구운동에 대한 것이다.

이와 같은 문제들을 해결함으로써 이 Water Jet Loom은 섬유공업의 제직분야에서 미래에 주요한 구실을 할 것으로 기대된다.