

## 섬유수학

### - 기구의 요소(11) -

#### 7.12.4 조방기의 차동장치

<그림 37>은 또 다른 조방기의 차동장치를 나타낸 것이다. 스핀들의 구동 모터로부터 직접 동력을 받는 중심축 S, 기어 F, 2중 체인, 기어 G, 헬리컬기 H 및 I를 통해 이루어진다. 보빈의 구동은 두부분으로 나누어져 있는데, 한 쪽은 중심축으로부터 차동기어 a, C, D, b, 기어 W, 2중 체인, 기어 X를 통해 최종적으로 헬리컬기어 Y 및 Z를 구동시키고, 다른 한 부분은 보텀 콘 드럼 으로부터 차동장치의 케이싱에 고정된 기어 v에 동력을 전달함으로써 이루어진다. 여기서 복합기어 C, D가 베어링에 의해 케이싱에 연결되어 있기 때문에 케이싱은 차동 치차열의 암 역할을 하게 된다. 따라서 이 장치의 e값은

$$e = \frac{a}{C} \times \frac{D}{b} = +\frac{32}{16} \times \frac{15}{33} = +\frac{10}{11}$$

중심축의 회전속도가 705rpm이며, 케이싱이 정지상태 즉, 보텀 콘 드럼 으로부터의 입력이 없다면 스핀들 속도는

$$705 \times \frac{42}{36} \times \frac{45}{37} = 1,000\text{rpm}$$

이며, 보빈의 속도는

$$705 \times \frac{10}{11} \times \frac{41}{32} \times \frac{45}{37} = 1,000\text{rpm}$$

이 된다.

조사의 보빈에 감기는 어떤 시점에서 보빈의 초과회전수가 80rpm이라면 기어 W의 rpm은 얼마가 되어야 하며, 기어 W의 rpm을 정확히 맞추기 위해



## 8. 간헐적 구동운동(intermittent rotary motion)

### 8.1 개요

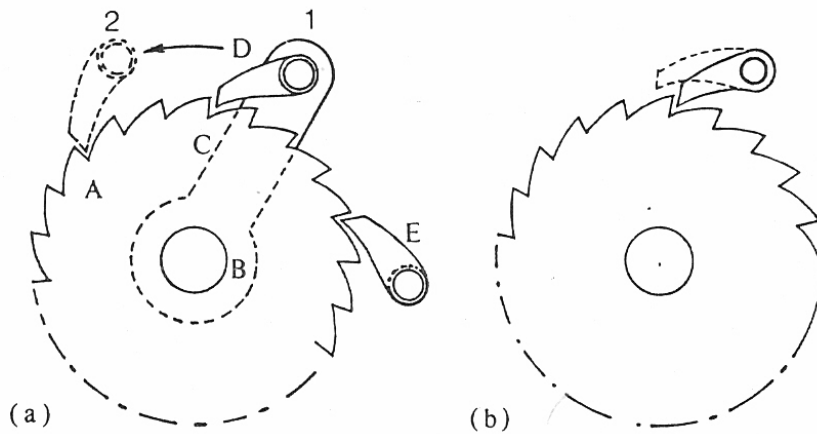
앞에서 설명한 대부분은 거의 모두가 연속적 회전운동에 관한 것이었다. 섬유기계에서는 많은 경우 간헐적 운동을 필요로 한다. 예를 들면 도비직기에서 紋紙(pattern paper)의 이동, 정소면기에서 랩의 공급, Uster 단사강력시험기에서 기록지의 이동 등이다. 기구학에 관해 전반적으로 취급한 참고서를 보면 간헐적 운동을 얻을 수 있는 방법이 여러가지 소개되어 있지만 여기서는 가장 널리 사용되는 몇 가지 형태만을 기술하고자 한다.

### 8.2 래칫(ratchet) 운동

#### 8.2.1 래칫 휠과 포울(pawl)

많은 형태의 래칫이 있지만 이 중에서 가장 간단한 형태가 래칫과 포울을 사용하는 것이다. <그림 38(a)>에서 래칫 휠 A는 축 B에 고정되어 있다. 자유롭게 회전하는 레버 C는 레버의 바깥끝에 중심을 둔 포울 D를 이동시킨다. 그림에서 보인 위치에서 포울은 래칫 휠 상의 1개의 톱니 앞에 놓여 있다. 레버 C는 반시계방향으로 운동하도록 되어 있어 포울이 톱니를 밀어내므로 래칫 휠은 레버 C의 요동거리에 따라 일정한 각도를 회전하게 된다. 점선으로 포울은 위치 1에서 위치 2로 움직이게 된다. 레버가 시계방향으로 회전하여 원위치로 돌아올 때 포울은 래칫 휠의 톱니 위를 미끄러져 새로운 위치의 톱니 위에서 정지하게 도니다. 이 때 포울 E는 래칫 휠이 시계방향으로 따라 도는 것을 방지한다. 레버의 최소 요동거리는 포울이 최소한 래칫 휠의 1피치를 이동하도록 되어야 한다. 그러므로 이 장치에서 가능한 가장 느린 회전수는

로 표시된다. 한 포올이 다른 한 포올보다 1/2만큼 긴 2개의 포올을 사용하면 <그림 38(b)>이 래칫 휠을 더 느린 속도로 회전시킬 수 있다. 또 보다 정확성이 요구될 때는 3개의 포올을 사용하며, 이러한 장치를 벗어나어 래칫 포올(vernier ratchet and pawl) 장치라고 부른다. 여기서 2또는 3개의 포올을 사용하는 것을 감속기어와 같은 역할을 얻기 위한 것이다. 포올을 2개 사용하는 경우 레버는 톱니를 한 개 움직이도록 하는데 2회의 운동이 필요하게 되며, 포올을 3개 사용하는 경우는 3회의 운동을 필요로 한다.



<그림 38> 래칫 휠과 포올에 의한 간헐적 회전운동

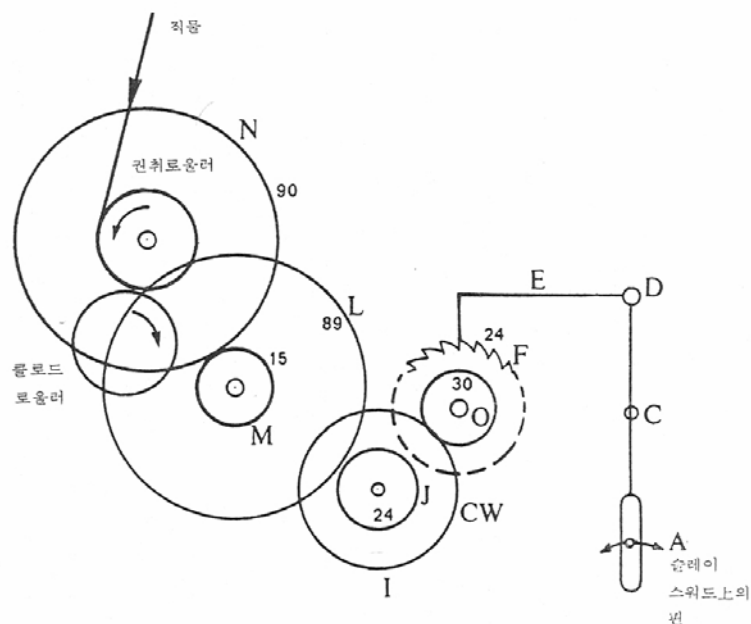
### 8.2.2 송출장치(let off device)

많은 섬유기계에서는 섬유의 이동을 제어해야 하지만 꼭 연속적으로 해야 할 필요가 없는 경우에 래칫 구동방식을 사용하고 있다. 직기에서는 경사의 송출 및 직물의 권취에 래칫구동방식을 채택하고 있다. 로퍼 송출장치에서 포올의 운동은 경사의 장력과 빔의 직경에 의해 결정된다. 경사장력이 증가되면 포올의 운동이 빨라져 경사의 송출속도를 약간 늘려줌으로써 경사장력이 떨어지도록 한다. 마찬가지로 경사 빔의 직경이 감소되면 송출길이를 경사장력과 빔의 직경을 감지하여, 이 정보를 포올의 요동운동에 전달함으로써 빔의 회전을 조절하도록 되어 있다.

### 8.2.3 권취운동(take-up motion)

직기에서 적극적 권취운동의 기능은 직물을 앞쪽으로 당겨 위사간의 간격과 단위길이당 위사 올 수를 정확히 제어하는 것이다. 위사가 1올 삽입될 때 클로드 펠(cloth fell)이 전방으로 1mm 이동한다면 이 직물의 위사밀도는 직축을 무시할 때 10올/cm가 된다. 권취장치의 또 다른 기능은 경사의 한 끝을 잡아당김으로써 원하는 제직장력을 부여하고 직물을 클로드 롤러에 감는 것이다. 직물은 반드시 연속적으로 움직일 필요가 없으므로 래칫포올장치를 유용하게 사용할 수 있다. 권취운동에 대한 설명이 중복되는 감이 있지만 이 원리를 설명하기 위해 pickles의 7휠운동(7wheel motion)에 대해 영국식 단위를 사용하여 설명하기로 한다.

<그림 39>에서 A는 슬레이 스위드(slay sword)에 부착된 핀으로서 작은 원호위를 요동하고 있다. 권취레버는 C를 중심으로 하며, 레버의 한 끝 B에는 홈이 파여 있어 핀(로드) A가 끼워지도록 되어 있다. 포올 E는 점 D를 중심으로 움직이며 래칫 휠의 톱니를 잡아당기는 역할을 한다.



<그림 39> 간헐적 구동방식에 의한 적극적 권취장치

래칫 휠의 치수는 24t이며, 래칫 휠 F와 동일한 축에 고정된 표준기어 G의 치수는 36t이다. 기어 I는 변속기어로서 스윙 피니언 J와 동일한 스테드(stud)에 고정되어 있으며 치수는 24t이다. 스윙 피니언은 치수가 89t인 캐리어 휠 L과 톱니를 맞물고 있으며, 치수 15t인 캐리어 피니언 M은 L과 복합기어를 형성하고 있다. 이 피니언은 다시 치수가 90t인 권취롤러 기어 N을 회전시키며, 권취롤러의 원주는 15.05in이다.

$W_c$ 를 변환기어의 치수라고 하면 이 치차열에 대한 구동기어와 피동기어의 치차비는

$$\frac{1 \times 36 \times 24 \times 15}{24 \times W_c \times 89 \times 90} = \frac{6}{89 \times W_c}$$

여기서 분자의 1은 슬레이가 중심점으로 돌아감으로써 포울에 의해 움직이는 래칫 휠의 치수가 피크(pick) 당 1개임을 뜻한다. 이 값( $6/89W_c$ )은 피크 당 권취롤러가 회전되는 비율을 나타낸다. 따라서 클로드 롤러의 원주가 15.05in이므로 1피크당 권취되는 직물의 길이는

$$\frac{6 \times 15.05}{89 \times W_c} = 1.015/W_c$$

로 된다. 즉, 위사간의 거리는  $1.015/W_c$ 가 되며, 이 값의 역수를 취하면  $W_c/1.015$ 로서 위사 올 수/in가 된다.

직기에 걸려있는 직물의 위사 올 수/in를  $n_1$ 이라고 놓는다. 직물을 직기로 부터 떼어내면 직물이 약간 수축되어 상대적으로 올수/in는 증가된다. 여기서  $l$ 을 직기상에서 직물의 길이라고 하면

$$\text{길이 } l \text{ 내의 위사 올 수} = l \times n_1$$

직기로부터 떼어낸 후 직물의 C% 수축한다면 분리 후의 직물 길이는  $\left(\frac{100-C}{100}\right)l$ 이 되며, 이 길이속에도 역시 위사가  $l \times n_1$ 올이 들어 있으므로 이완 상태에서 직물의 올 수/in는

$$l \times n_1 \times \left(\frac{100}{100-C}\right) \times \frac{1}{l} = \frac{100n_1}{100-C}$$

로 된다.

보통 직축율은 1.5% 정도이므로  $C = 1.5$ ,  $n_1 = W_c/1.015$ 를 대입하면

$$\text{이완된 직물의 위사 올수/in} = \frac{100}{100-1.5} \times \frac{W_c}{1.015} = W_c(\text{근사값})$$

이러한 권취장치에서는 위사올 수/in가 변환기어의 치수와 동일하므로 원하는 변환기어의 치수계산이 매우 간편화되었다. 실제로 측정된 위사 올 수/in가 변환기어의 치수와 같지 않을 때는 단지 간단한 수정만 하면된다.

#### 8.2.4 위사간격의 변동

부정확한 권취운동은 위사간격의 변동을 일으키는 주원인이 되며, 위사간격의 변동은 직물 전폭에 걸쳐 줄무늬(bar, stripe) 형태의 결점을 나타내게 된다. 이러한 변동주기당 위사 올수가 작거나 아주 많을 경우는 결점이 눈에 잘 띄지 않게 된다. 위사간격 변동의 대표적인 원인은 기어의 편심(eccentricity) 및 잘못 제작되었거나 손상된 톱니 등이다. 따라서 이러한 권취운동방식을 채택하면 각 기어의 1회전 또는 톱니 1개당 위사가 몇올 삽입되는가를 계산할 수 있다. <표 5> 및 <표 6>은 변환기어의 차수를 74t로 했을 때 각 기어들의 1회전에 삽입되는 위사 올 수를 나타낸 것이다.

외관으로 나타나는 직물의 결점은 제직도는 직물종류에 따라 영향을 받는다. 예를 들어 포플린은 이러한 위사결점이 특히 잘 나타난다.

<표 5> 각 기어의 1회전에 따른 위임 수와 주기

| 기 어          | 위사올 수 | 주기(in) |
|--------------|-------|--------|
| 래칫과 표준기어     | 24*   | 0.32   |
| 스윙 피니언과 변환기어 | 49*   | 0.66   |
| 캐리어 휠과 피니언   | 183*  | 14.8   |
| 권취 롤러 기어     | 1,097 | 2.5    |

\* 이러한 기어들의 편심은 눈에 잘 띄는 위사 결점을 주게 된다.

<표 6> 기어의 톱니 1개에 결함이 있을 때의 위사결점

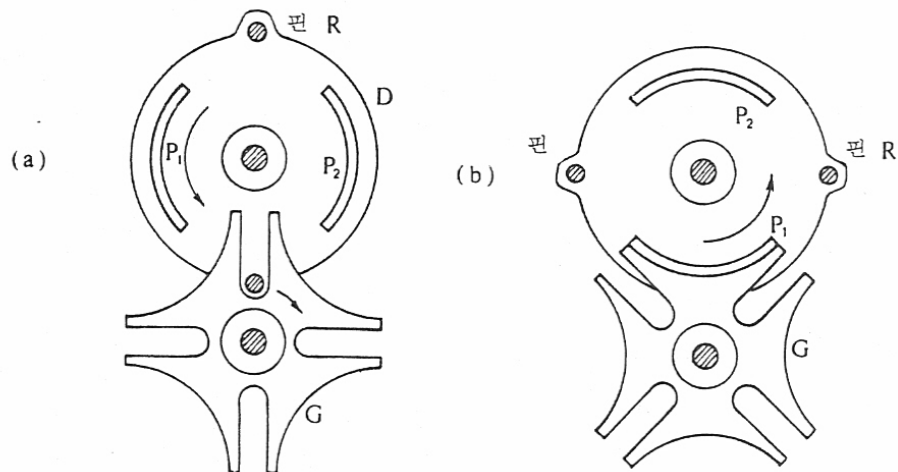
| 기 어     | 톱니1개당 위임 올 수 | 결점간의 거리(in) |
|---------|--------------|-------------|
| 표준기어    | 2~3          | 0.32        |
| 변환기어    | 2~3          | 0.66        |
| 스윙 피니언  | 2            | 0.66        |
| 캐리어 휠   | 2            | 2.5         |
| 캐리어 피니언 | 12*          | 2.5         |
| 권취롤러 기어 | 12*          | 14.8        |

\* 결점이 잘 나타남

### 8.3 제네바 휠(Geneva wheel)

이러한 형태로 연속적인 회전을 간헐적인 회전으로 바꾸는 장치를 일명 핀 앤드 스타 휠(pin and star wheel) 또는 말티즈 크로스(Maltese Cross)라고 하며, 후자는 피동체에 4개의 슬롯(slot)이 있을 때 부르는 이름이다. <그림 40>에서 구동체는 원판 D로서 2개의 구동핀을 가지고 있다. 구동핀은 제네바 휠G의 슬롯에 들어가 이를 1/4회전시킨다.

다음 구동원판의 1/4회전은 로킹 플레이트(locking plate) P로서 제네바 휠을 다시 1/4 회전시킨다. 이러한 특수 구동형식에서 피동축은 구동축이 2회전할 때 1회전을 하게 된다 또 이와 달리 구동핀이 1개인 것과 슬롯이 4개 이상인 장치도 응용할 수 있다.



<그림 40> 제네바 휠에 의한 간헐적 구동방식

(a) 제네바 휠의 회전

(b) 플레이트 P1에 의한 제네바 휠의 고정

Ruti사의 RH형 도비직기에서 구동핀이 1개, 슬롯이 16개인 제네바 장치를 상요하여 패턴 실린더(pattern cylinder)를 구동시키고 있으며, 이 장치의 감속비는 1:16이 된다.

이러한 간헐적 구동방식에서는 무거운 하중하에서 고속으로 회전하면 기계에 충격이 많이 가기 때문에 이러한 조건을 가지는 부문에는 사용할 수가 없다.