

섬유수학

- 원사 준비(yarn preparation) (2) -

3. 권취수와 트레이버스 비

3.1 정의

권사시스템에 있어서 권취(wind)는 양 가이드가 패키지를 어느 한 방향으로 트레이버스하는 동안에 생기는 패키지의 회전수를 의미한다. 따라서 권취수라 함은 싱글 트레이버스(single travers)당 몇 올의 코일이 패키지의 표면에 위치하게 되는가를 가리키는 것이다. 트레이버스 비는 양 가이드가 더블 트레이버스(double travers)하는 동안에 패키지의 표면에 위치하게 될 코일 수와 같다. 따라서 트레이버스 비는 권취수의 2배가 되는 것이다.

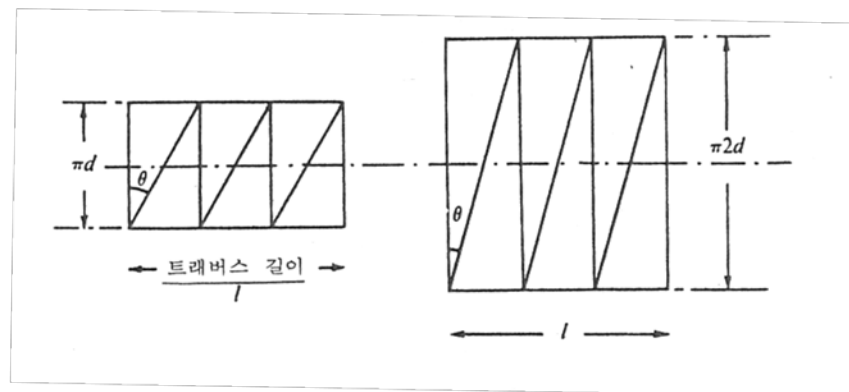
3.2 스핀들 회전속도가 일정한 프리시전 와인더(Precision Winder)

프리시전 와인더에는 패키지 스핀들과 트레이버스 캠이 설치된 축 사이에 기어 또는 벨트가 장치되어 있다. 그러므로 캠의 매 회전당(이것은 일반적으로 양 가이드의 더블 트레이버스 수와 일치함) 패키지의 회전수는 일정하므로 권취가 시작되는 순간부터 완전한 패키지를 형성할 때까지 권취수와 트레이버스비는 일정하며, 트레이버스속도 V_t 도 일정하다. 그러나 패키지의 표면속도는 패키지의 직경에 비례하므로 권취가 진행됨에 따라 패키지의 표면속도는 증가하게 된다. 권취각 θ 는 권취가 진행됨에 따라 감소하게 된다. (이와 같은 현상은 앞의 예제에서 구체적으로 언급하였음). <그림 5>는 권취가 3회 이루어지는 동안 패키지에 나타내는 현상을 그림으로 설명한 것이다. 원통형 패키지의 표면을 펼쳐 직사각형으로 나타내고 있는데, 오른쪽 패키지의 원주길이는 왼쪽 패키지의 2배임을 알 수 있다.

3.3 드럼 구동 패키지

드럼 와인더에서 패키지는 일정한 속도도 회전하는 실린더상에서 마찰력에 의해 구동드럼과 동일한 표면속도로 회전한다. 물론 드럼과 패키지간에는 미끄러짐

현상이 전혀 발생되지 않는다. 어떤 권취기구에는 양가이드를 구동시키기 위해 별개의 독립된 캠을 사용한다. 그러나 대부분의 드럼 와인더에는 실이 드럼표면에 파인 호밍 의해 조절된다. 따라서 트레이버스속도와 드럼의 표면속도는 항상 일정하므로 이것은 일정한 권취각과 일정한 권사속도로 패키지를 형성하기 위한 조건인 것이다.



원주길이가 다른 패키지에 대해 각각 3회 권취
패키지의 직경이 증가함에 따라 권취각 θ 는 감소한다

<그림 5> 직경이 다른 치즈에서 권취가 3회 형성된 형태 : 스프링들구동 패키지를 형성함에 있어서 치즈의 직경이 권취각에 미치는 영향

패키지의 회전속도는 패키지의 직경이 증가함에 따라 다음 관계식으로 인해 감소된다.

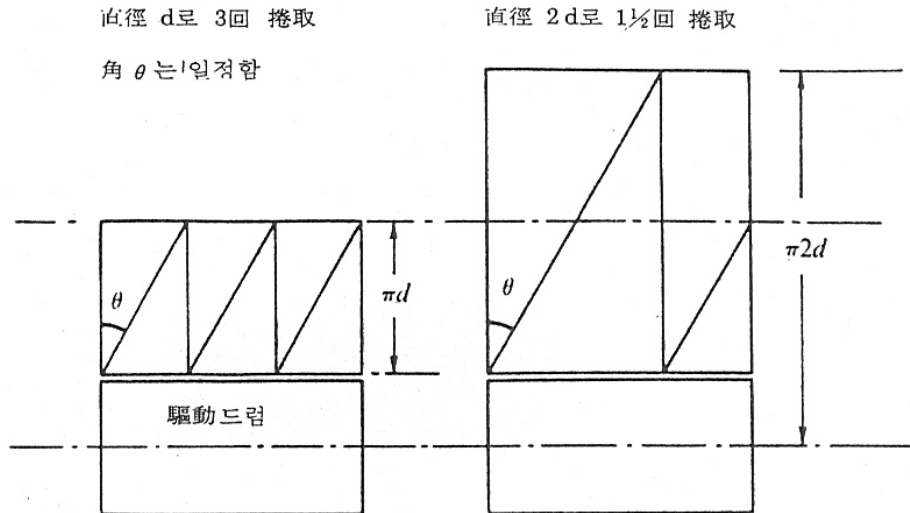
$$\text{패키지의 표면속도} = \pi \times \text{직경} \times \text{속도(rpm)}$$

표면속도와 π 는 상수이므로

$$\text{속도(rpm)} \propto \frac{1}{\text{직경}}$$

이와 같은 이유로 권취초기에는 트레이버스속도가 크며 패키지의 직경이 증가함

에 따라 트레이버스속도는 작아지게 된다. <그림 6> 참조



<그림 6> 직경이 다른 치즈상에 권취가 3회 형성된 형태 : 드럼 구동패키지에 있어서는 권취각이 변하지 않는다.

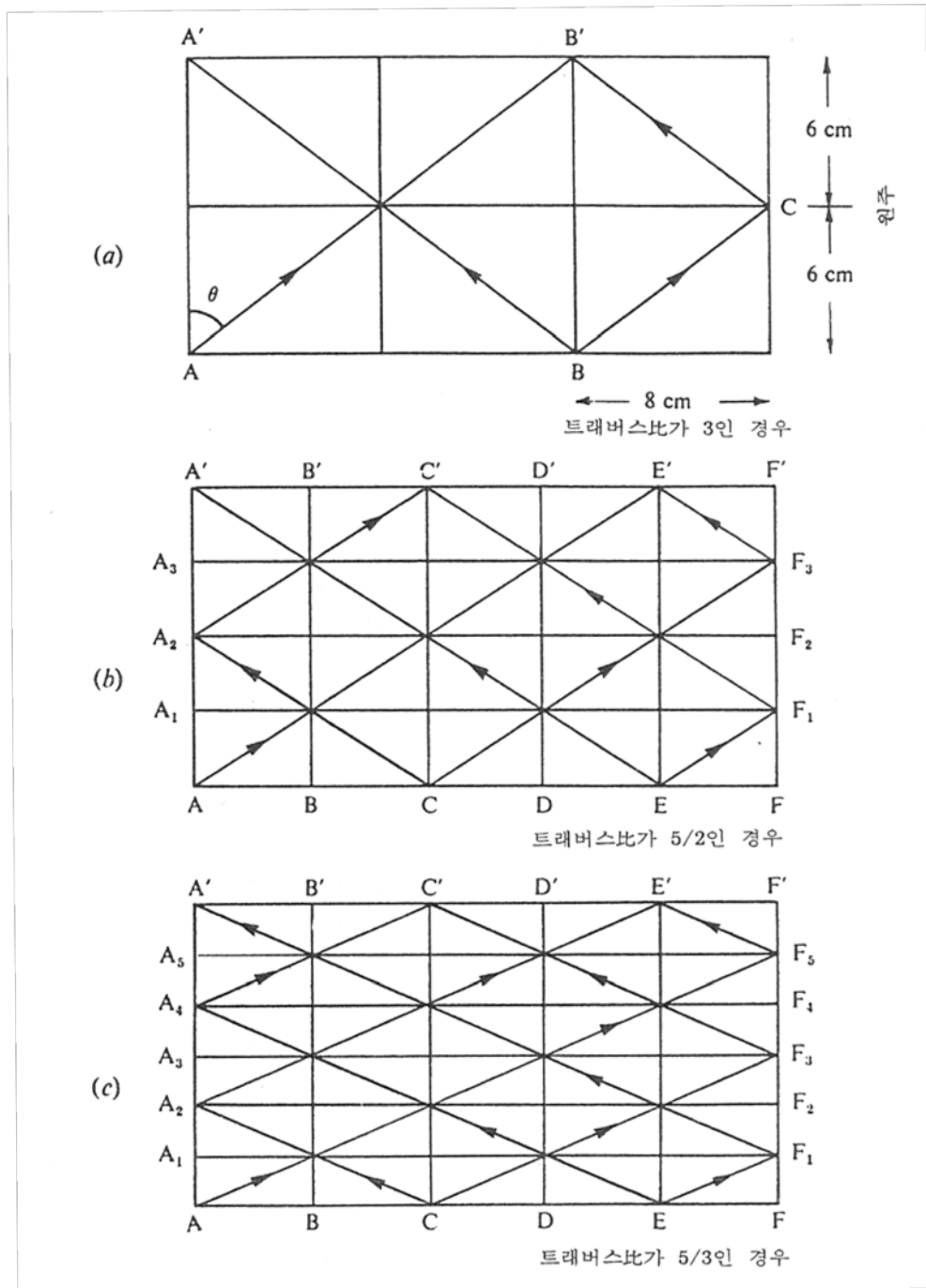
[예제 5]

트레이버스길이가 24cm인 치즈를 원주길이 12cm인 프리시전 와인더로 권사하고 있다. 트레이버스비를 (a) 3, (b) $5/2$, (c) $5/3$ 라고 가정한 후 치즈의 표면을 하나의 평면으로 전개하여 치즈의 중심부를 지나는 실의 1완전경로를 그리고, 패키지 길이 방향으로 나타나는 실의 감김형태인 마름모꼴의 수를 구하고 위에서 말한 각 트레이버스비를 구하라. 또한 트레이버스비(X/Y)가 변함에 따라 나타나는 현상들은 어떠한가?

다만, X 와 Y 는 공통인수(common factor)를 갖고 있지 않는 정수(whole number)이다.

게인(gain)의 개념을 설명하고, 트레이버스비가 3과 $5/2$ 인 조건에서 직경이 0.25mm인 실이 권사될 경우 더블 트레이버스상 패키지의 회전수로 최소게인으로 구하라.

이 문제를 해결함에 있어서 몇가지 중요한 권사원리가 이론적으로 이루어질 것이다.



<그림 7> 트래버스비가 2, 5/2 및 5/3인 경우

(a) 트래버스비가 3일 경우

패키지중심부의 표면은 길이가 24cm(트래버스 길이)이며 폭이 12cm(원주길이)

인 직사각형으로 나타낼 수 있다.

트래버스비가 3일 경우 1회의 트래버스마다 형성되는 코일수는 1.5개이다. 따라서 하나의 완전한 코일이 형성되려면 양 가이드가 트래버스 길이의 2/3에 해당되는 16cm를 이동했을 때 이루어진다. <그림 7(a)>에서 권사는 점 A에서부터 시작된다.

실제로 점 A와 A'는 같은 위상적이며, 역시 점 B와 B'도 같은 위상점이라는 사실을 유의해야 한다. 24cm의 트래버스길이는 8cm씩 분할되어 3배분을 형성하고 있으며, 한번 트래버스한 실끝은 패키지의 끝부분인 동시에 원주길이의 중간점에 위치하게 되므로 원주방향으로는 각각 6cm길이인 2배분으로 나뉘게 된다. 첫번째 코일은 AB'로서 나타냈으며 AB'에 이어서 나타내는 BC는 반만 형성된 코일이다. 그림에서 표시된 점들 중 점 B와 B'는 실이 권사되는 과정 중 실이 점 B에 이르게 되면 B'를 향하여 수직으로 감겨지게 된다는 사실과 화살표 방향은 실이 왼쪽에서 오른쪽으로 권사된다는 것을 의미한다.

앞으로는 권사시 실의 주행경로를 설명함에 있어서 실이 상부점에서 하부점을 향하여 감겨지는 것과 반대로 하부점에서 상부점을 향하여 감겨지는 권사경로는 ()로 표시될 것이다. 따라서 <그림 7(a)>에 있어서 양 가이드 더블 트래버스하밍 따라 형성되는 실의 1완전 주행경로는 AB'(BB')C CB'(B'B) A'로 표시될 수 있으며 실은 권사출발점은 점 A로 되돌아 온다. 따라서 실이 완전하게 1회 더블 트래버스하므로 실의 1완전 주행경로가 완성되는 것이다. 패키지의 길이 방향으로 형성되는 마름모꼴의 수는 1.5개이며 원주방향으로 형성되는 마름모꼴의 수는 1개가 된다.

(b) 트래버스비가 5/2인 경우

이 경우에 양 가이드는 1회 더블 트래버스하므로 2.5개의 코일이 형성된다. 따라서 정수의 코일수를 형성하기 위해서는 양 가이드가 2회 트래버스해야 한다.

<그림 7(b)>에서 보는 바와 같이 양 가이드가 1회 트래버스하므로 해서 패키지에는 불과 1.25개의 코일이 형성되며 이 때의 실의 주행경로는 AE'(E'E)F₁F₁C'

$(C'C)A_2A_2C'(C'C)F_3F_3E'(E'E)A'$ 로 표시된다. 길이 방향으로 형성되는 마름모꼴의 수는 2.5개이며 원주방향으로 형성되는 마름모꼴의 수는 2개가 된다.

(c) 트래버스비가 5/3일 경우

이 경우에 더블 트래버스마다 패키지에 형성되는 코일 수는 5/3개가 된다.

1완전 주행경로를 형성하기 위해서는 패키지상에 놓여지는 코일 수는 정수가 되어야 한다. 따라서 트래버스 비가 5/3일 경우, 양 가이드가 3회에 걸친 더블 트래버스를 해야한다.

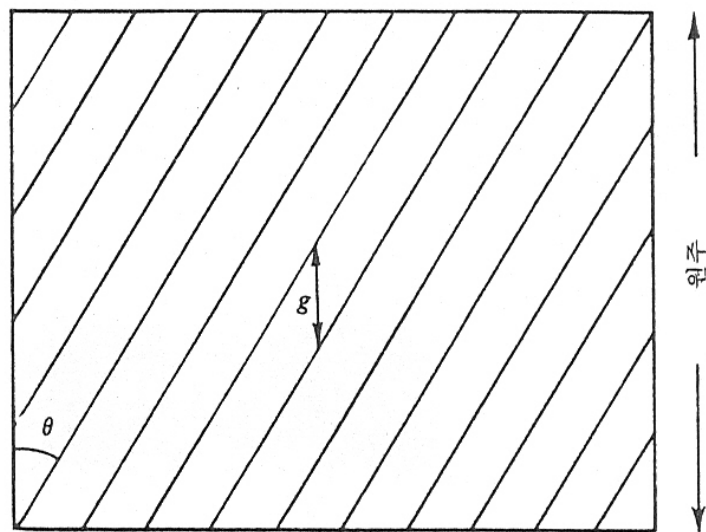
1회의 싱글 트래버스가 끝날 때 패키지에 형성되는 코일 수는 5/6개가 된다. 따라서 패키지의 원주길이는 각각 2cm인 6등분의 동일한 길이로서 분할된다. 완전한 코일이 형성되려면 양 가이드가 6/5만큼 트래버스해야 한다. 따라서 트래버스 길이는 각각 4.8cm로서 5등분으로 분할된다.

<그림 7.7(c)>에서 실의 1완전 주행경로를 보면, 길이방향으로 생기는 마름모꼴의 수는 2.5개이며 원주방향으로 생기는 마름모꼴의 수는 3개이다.

앞의 설명에서 보았듯이 트래버스비가 X/Y 로 표시될 경우 (여기에서 X 와 Y 는 공통인수를 포함하지 않음), 1완전 주행경로는 더블 트래버스의 회전을 나타내는 Y 에 따라 결정된다. 패키지의 양끝 어느 한편에는 트래버스방향이 바뀌는 점 Y 개가 패키지 원주둘레에 위치하게 되며 이 점들은 형성되는 마름모꼴의 꼭지점이 된다. 따라서 원주둘레에 Y 개의 마름모꼴이 형성된다. 마찬가지로 1완전주행에서 X 개의 완전한 코일이 만들어지며 이들 코일 중 각각은 패키지상에 표시된 모점 $(ABC.....$ 또는 $A'B'C')$ 과 적어도 한번은 만나게 된다. 따라서 패키지의 길이 방향으로 꼭지점 X 개가 생긴다. 그러나 권사가 진행에 따라 패키지상에 마름모꼴이 만들어지기 위해서는 2개의 꼭지점이 반드시 필요하다. 이 때 $X/2$ 개의 마름모꼴이 패키지의 길이 방향으로 형성된다. <표 1>에 위의 내용을 요약하였다.

게인(Gain)

패키지상에 1완전 주행경로가 형성된 후, 실은 출발점으로 다시 돌아오며 그 다음 코일은 앞서 형성된 코일 바로 위에 겹쳐서 위치하게 된다. 이것은 극히 바람직하지 못한 현상으로 이렇게 만들어진 패키지는 견고하지 못하고 슬모없는 패키지가 된다. 따라서 1완전 주행이 끝나는 점에서 앞서 형성된 코일의 양쪽 어느 방향이던 약간 떨어진 곳에 두번째 코일이 놓이도록 하는 것이 필요하다.



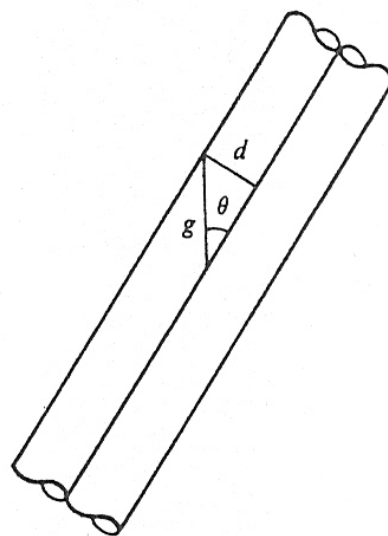
直線게인= g

回轉게인= $\frac{g}{\text{원주길이}}$

실의 직경= d

권취각= θ

$$g = d \sin \theta$$



<그림 8>

<표 1>

트래버스비	패키지상에 형성되는 1완전 주행경로 마다 발생하는 더블 트래버스의 횟수	마음모꼴의 수	
		길이방향	원주방향
X/Y	Y	X/2	Y
3/1	1	3/2	1
5/2	2	5/2	2
5/3	3	5/2	3

<그림 8>에 표시되어 있는 거리 g 를 직선게인(linear gain)이라고 한다. 회전게인(revolution gain)은 직선게인을 원주길이로 나눈 값이다. 실제로 회전게인이 어찌면 더 널리 알려진 수학적 수치일지도 모르다. 회전(revolution)의 형용사적 의미는 밑으로 내려지다 또는 하강된다는 뜻이며 게인의 의미는 직선게인과는 별개의 뜻이다. 최소직선 게인은 2개의 코일이 접한 상태로 있는 일련의 코일에서 얻을 수 있는 값이다. 만약 실의 단면을 원형이라고 가정한다면 직선 게인 g 는 다음 식에 의해 구하여 진다.

따라서 조건(a)에서 $\tan \theta = 16/12$

$$= 1.33$$

이므로 $\theta = 53^\circ 8'$ 이 된다. 그러므로

$$g = 0.25 / \sin 53^\circ 8' = 0.25 / 0.80$$

0.3125mm가 된다.

이때 얻어지는 회전게인 = 0.0026회전/더블 트래버스 인바,

이것은 다음 공식에 의해 얻어진 값이다.

$$\text{회전게인} = \frac{\text{직선게인}}{\text{원주길이}}$$

조건(b)에서 $\tan \theta = (4 \times 4.8) / 12 = 1.6$

$$\begin{aligned}\theta = 58^\circ \text{이므로 } g &= 0.25/\sin 58^\circ \\ &= 0.25/0.848 \\ &= 0.2947\text{mm가 된다.}\end{aligned}$$

이 경우에 양 가이드가 2회 더블 트레이버스 하므로 패키지에서 1완전 주행마다의 회전계인은 0.00246이며 이 값은 직선계인을 원주길이로 나누어 줌으로써 얻을 수 있다. 그러나 위에서 말한 바와 같이 2회에 걸친 더블 트레이버스를 해야만 1완전주행이 완성되므로 더블 트레이버스당 얻어지는 회전 계인은 $0.00246/2$ 즉, 0.00123이 된다. 위의 두 경우에 있어서 바람직한 권사는 회전 값이 각각 0.0026과 0.00123일 때 얻어진다는 사실을 알 수 있다.

앞의 예제에서 설명된 계인이란 거의 접한 상태로 놓여진 코일과 코일간의 거리를 의미하였지만, 필요에 따라서 계인은 어느정도 조절될 수 있다. 고압염색용 패키지를 권사하는데 있어서 패키지의 제조과정 전반에 걸쳐 이 같은 조절을 해 줌으로써 염액이 패키지로 잘 침투하도록 한다. 이와 같이 패키지상에 놓여지게 되는 코일과 코일간의 간격이 정확하게 조절한다는 의미에서 프리시전 와인더라는 이름이 주어지게 된 것이다.

3.4 드럼권사기에 의한 패터닝(patterning)

계인의 개념을 이용하지 않고 일정한 트레이버스비로써 일련의 코일의 위치를 정해서 하는 패키지의 제조방법을 이미앞에서 설명하였는데, 이러한 체제를 ‘패터닝(patterning)’ 또는 ‘리보닝(ribboning)’이라고 부른다. 드럼권사기에 의해 패키지가 만들어지는 동안 드럼의 직경과 패키지의 직경 간에는 간단한 비례관계가 이루어지는 순간들이 존재하며 이 때의 트레이버스비는 위에서 말한 간단한 비례관계가 깨어질 때까지 극히 제한된 시간동안에 패터닝을 가능케 한다. 예를 들면 패키지 직경이 5cm, 드럼 직경이 10cm일 경우, 패키지 직경과 드럼 직경간에는 1 : 2라는 간단한 비례관계가 성립된다. 그러나 만약 패키지 직경이 5.1cm로 증가될 경우,

증가된 패키지직경과 드럼직경간의 비는 $1 : 1.9607$ 이 된다. 앞서 $1 : 2$ 라는 비례관계와 비교하면 $1 : 1.9607$ 은 간단한 비례관계는 아니다. 완전하게 형성된 패키지가 다음 공정으로 이동되어 사용될 때 패키지의 실이 자연스럽게 해사될 수 없는 형태의 패터닝 작용을 막기 위해 권사기에 엔티패터닝(anti patterning) 장치가 사용되고 있고 어떤것은 패키지를 드럼으로부터 들어 올리거나 또는 패키지가 드럼 옆으로 미끄러지도록 드럼의 속도를 감속시키거나 가속시킨다. 그럼으로써 드럼의 회전과 패키지의 회전간에 존재하는 일정한 비례관계가 깨지게 된다.