

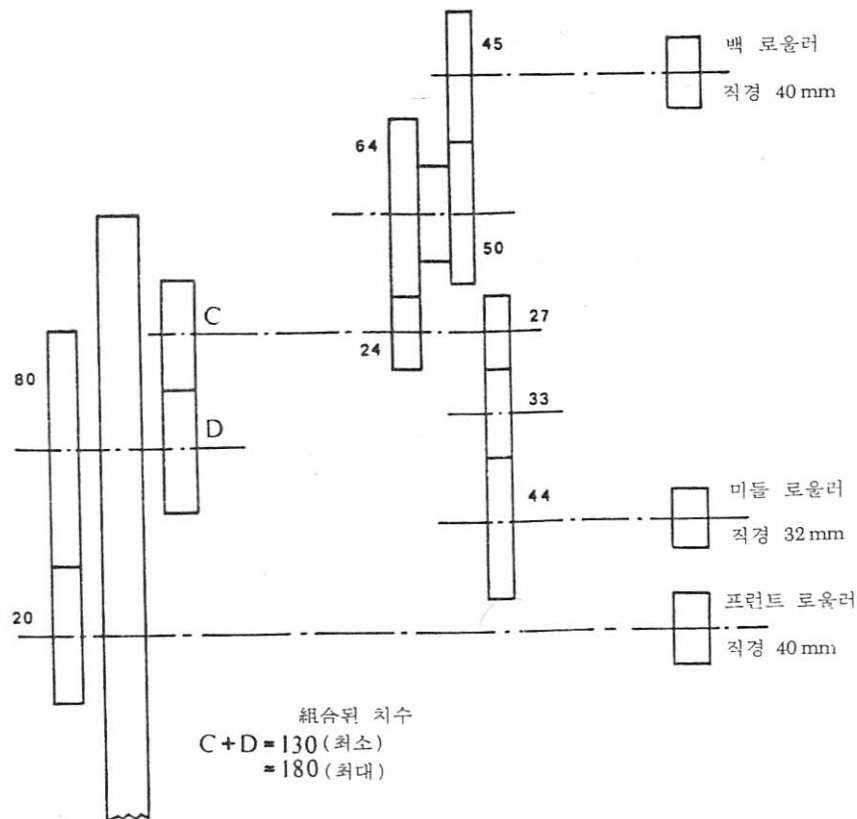
섬유수학

- 실 (8) -

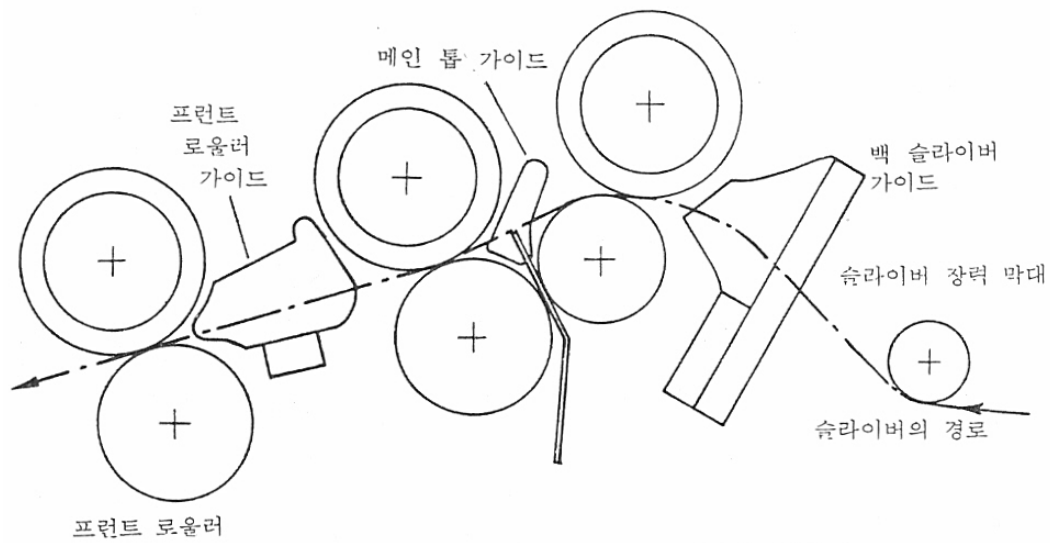
6. 조방기(speedframe, flyframe)

6.1 개요

시방기를 거친 후에 간방기, 조방기를 거치고 특히 세번수를 방적하기 위해 파인잭(fine-jack) 조방기를 써오는 동안 근래의 조방기는 크게 발전해 왔다. 오늘날 많은 실은 연조 슬라이버를 드래프트하고 그것에 약간의 꼬임을 주어 조방(roving)을 만들고 그것을 직접 조방기에 넣음으로써 방적된다. <그림 19>는 Platt 763기계의 치차형태를 나타낸 것이고 <그림 20>은 여러가지 드래프트 기구중 한 예를 나타낸 것이다.



<그림 19> Platt SKF 2종 에이프런 드래프트 기구



<그림 20> 3/3 선식 드래프트 롤러 기구

그 총드래프트는 다음과 같이 된다.

$$\frac{45}{50} \times \frac{64}{24} \times \frac{C}{D} \times \frac{80}{20} \times \frac{\text{프런트 롤러 직경}(40\text{mm})}{\text{백 롤러 직경}(40\text{mm})} = 9.6 \frac{C}{D}$$

기어 C와 D의 값에는 1~2개의 제한이 있다. 즉 기어 C는 50~100개 까지의 톱니를 가지며, 기어 D는 48~100개까지의 톱니를 갖는다. 따라서 두 톱니의 합은 130~180에 이른다. 3.9ktex의 슬라이버가 조방기로 들어가고 0.57ktex의 조사가 보빈에 감겨야 한다고 하자. 그 때 드래프트는 다음과 같이 된다.

$$\frac{3.9}{0.57} = 6.84$$

따라서,

$$9.6 \frac{C}{D} = 6.84$$

$$\frac{C}{D} = \frac{6.84}{9.6} = \frac{1}{1.4}$$

그리하여 기어 D의 치수에 대한 기어 C의 치수의 비는 1:1.4가 된다.

결국 기어 C에 있는 톱니 10개와 D에 있는 톱니 14개는 이가 맞을 것이다. 그러나 그 합은 이미 언급된 최소의 수 130보다 훨씬 적은 단지 24t이다. 만약 기어 C가 60t였다면, D는 $60 \times 1.4(84t)$ 가 되고 그 조합은 C가 50과 100사이이고 D가 48과 100사이일 경우 합이 130과 180사이여야 하는 제한을 만족시켜 줄 것이다.

6.2 드래프트 상수

여기서 D를 편의상, 드래프트 체인지 기어로 사용하기로 하고 총 드래프트를 계산하는 데에서 D는 빼고 기어 C에 대해 60슬 넣음으로써 다음 식이 얻어진다.

$$\text{드래프트 상수} = \frac{45}{50} \times \frac{64}{24} \times \frac{60}{1} \times \frac{80}{20} \times \frac{40}{40} = 576$$

주어진 드래프트 d에 대해서,

$$\text{기어 D에 대한 드래프트} = \frac{\text{드래프트 상수}}{d} \times \frac{576}{d}$$

60t의 기어 C를 쓸 때 드래프트를 가장 적게 하려면 기어 D에 대한 최대치인 100t를 쓰면 되므로 5.76이 된다는 것을 주목해야 한다.

6.3 조사의 꼬임(twist in roving)

실에 비해서 조사의 꼬임량은 아주 적다. 비록 꼬임은 보빈의 조방기에서 만들어질 때 늘어남을 방지해 주고 다음 드래프트 기구로 옮겨갈 때의 늘어남을 방지하기 위해서 충분한 강력을 조사에 주는 중요한 작용을 하고 있음에도 불구하고 그 양은 아주 적다. 꼬임을 너무 많이 주면 드래프트가 잘 안되며 너무 적게 주면 조사의 끊김이 생길 것이다.

기본식에 의해 주어진 꼬임의 양은 다음과 같다.

$$\text{꼬임수/단위길이} = \frac{\text{스핀들의 rpm}}{\text{송출 길이(분당)}}$$

문제는 얼마만한 길이를 “단위길이”로 하느냐는 것이다. 길이로서는 in가 사용되고 회전수/in(turns/inch)라는 꼬임수가 사용된다. 조사에 대해서 회전수/in의 값이 알려지고, 만약 단위길이가 1cm라면 꼬임은 0.39(1÷2.54)가 될 것이다. 1보다 작은 값은 실제로 기술자에게는 환영을 못받으므로 10cm당 회전수(turns/10cm), 또는 m당 회전수(turns/m)가 더 좋을 것이다. 조사의 꼬임수로 m당 회전수가 더 좋은 방법이라고 가정하고 <그림 21>에 있는 기어전동도를 보고 회전수/m가 얼마인지를 정해보자. 폴리 F와 기어 J를 갖고 있는 축의 rpm이 n이라고 하자.

스핀들의 rpm은

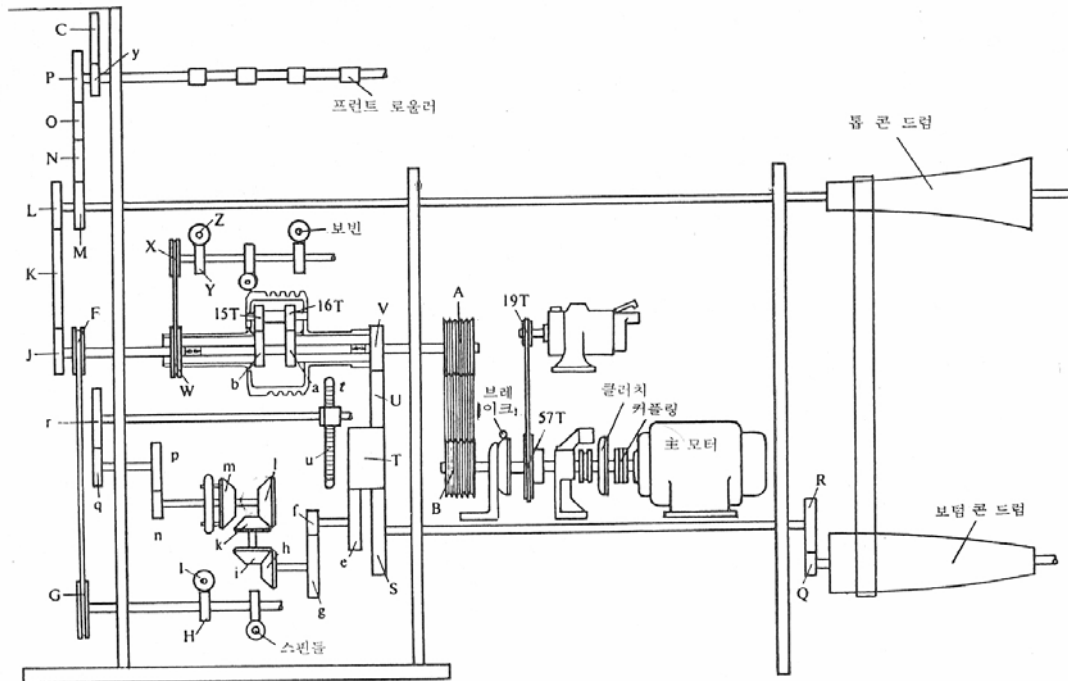
$$n \times \frac{\text{폴리 F의 직경}}{\text{폴리 G의 직경}} \times \frac{H}{I}$$

가 되고, 프런트 롤러에 의해 송출된 조사의 길이는 다음과 같이 될 것이다.

$$n \times \frac{J}{L} \times \frac{M}{P} \times \pi \times \frac{\text{프런트 롤러 직경(mm)}}{1,000}$$

첫번째 값을 두번째 값으로 나눔으로써 다음을 얻는다.

$$\text{회전수/m} = \frac{n}{n} \times \frac{F}{G} \times \frac{H}{I} \times \frac{L}{J} \times \frac{P}{M} \times \frac{1,000}{\pi} \times \frac{1}{\text{프런트 롤러 직경(mm)}}$$



<그림 21 (a)> 보빈과 꼬임기에 다이어그램

<그림 21>의 치수와 40mm 프런트 롤러를 사용하면 회전수/m 를 계산하는 식은 다음과 같이 된다.

$$\frac{42}{36} \times \frac{45}{37} \times \frac{L}{J} \times \frac{81}{30} \times \frac{1,000}{40} \times \frac{1}{\pi} = 30.48 \frac{L}{J}$$

기어 L 을 “꼬임상수 체인지 휠”이라 하고, J를 “꼬임 체인지 휠”이라고 한다. 만약 L 을 50t 라 하고 마지막 공식에서 J를 생략하면 다음을 얻게 된다.

$$30.48 \times \frac{50}{1} = 1,524$$

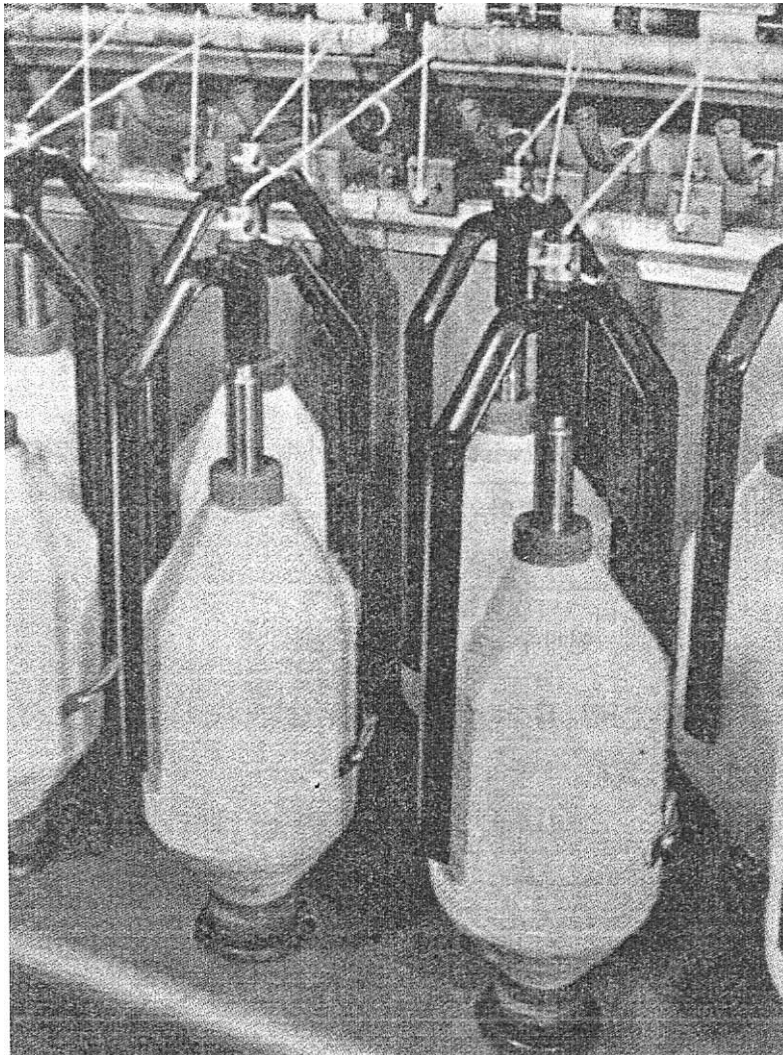
이것이 꼬임상수(twist constant)이다.

송출된 실의 꼬임수는 간단히 다음과 같이 된다.

$$\text{꼬임수}/\text{m(tpm)} = \frac{\text{꼬임상수}}{\text{꼬임 체인지 횟}}$$

주어진 꼬임량에 대해서 요구되는 꼬임 체인지 횟을 계산하기 위해서 공식이 다음과 같이 변경된다.

$$\text{꼬임 체인지 횟} = \frac{\text{꼬임상수}}{\text{꼬임수}/\text{m(tpm)}}$$



<그림 21(b)> 현대적인 조방기 위에서 조사의 감김과 꼬임

[예제 18]

1,524 의 꼬임상수와 38t 를 가진 꼬임 체인지 휠을 사용할 때 조사의 꼬임 수/m 는 얼마가 될까?

$$\text{tpm} = \frac{\text{꼬임수}}{\text{꼬임 체인지 휠}} = \frac{1,524}{38} = 40.1$$

[예제 19]

꼬임상수 체인지 휠 L 이 50 대신 60 이라면 38t 꼬임 체인지 휠이 사용될 때 이것은 꼬임수/m 에 얼마만한 영향을 주는가?

이미 우리는 L 의 값이 꼬임상수 계산에 있어서 분자항에 있고 따라서 L 의 더 큰 값이 더 큰 꼬임상수를 만들어 낸다는 것을 보아 왔다. 그러므로 새로운 꼬임상수는 $1,524 \times 60/50$ 즉, 거의 1,829 가 될 것이며 38t 체인지 휠의 꼬임수/m 는 $1,829/38$ 또는 48 에 거의 가까운 값이 될 것이다.

6.4 연계수(twist factor)

본 장의 뒤에서 연계수(twist factor, twist multiplier)의 개념은 실의 꼬임, 연계수, tpm, 선밀도와의 관계에서 유도된 공식과 결부시켜 논의 될 것이다.

$$\text{연계수} = \text{꼬임수/m(tpm)} \times \sqrt{C}$$

다만, C : tex 로 표시한 실의 선밀도

연계수의 값은 섬유 가닥의 꼬임 정도를 나타내는 것으로서 큰 값은 강연(hard twist)을 나타내고, 작은 값은 약연(soft twist)을 나타낸다.

같은 원리가 조사에 대해서도 적용된다. 0.6ktex 의 조사가 46tpm 을 가졌다고 하자. 공식에서 선밀도로 tex 대신에 ktex 를 사용하면 다음과 같이 된다.

$$\text{연계수} = 46 \times \sqrt{0.6} = 46 \times 0.775 = 35.65$$

꼬임수/cm 가 조사와 실의 꼬임수 측정단위라면, 위 예에서의 연계수는 다음과 같이 된다.

$$\text{연계수} = 0.46 \times 0.775 = 0.36$$

다시, 조사의 선밀도를 ktex 가 아닌 tex 로 나타내며 이것을 c' 로 표시한다면 연계수는 다음과 같이 될 것이다.

$$\begin{aligned} \text{연계수} &= (\text{꼬임수/cm}) \times \sqrt{c'} = 0.46 \times \sqrt{600} \\ &= 0.46 \times 24.5 = 11.27 \end{aligned}$$

$\sqrt{600}$, 즉 24.5 는 0.6 의 제곱근과 다른 자리수를 가지며 보통 이러한 수의 제곱근이 10 의 계승으로 곱해지거나 나누어질 때는 오차가 생길 수 있다.

위의 논의로부터 정의에 대한 일치가 섬유기술자들 사이에서 이루어져야 되고, 그렇지 않다면 오해가 생길지 모르는 계산에 SI 단위 같은 것이 사용되어야 한다.

<표 4>는 예전에 쓰던 단위계에서의 연계수와 함께 조방기에서 생산되는 조사의 연계수를 보여준 것이다.

면사 변수식에서 tpi, 변수와 연계수 간의 관계는 다음과 같다.

$$\text{연계수} = \frac{\text{in 당 꼬임수(tpi)}}{\sqrt{\text{변수}}}$$

<표 4> 조방기의 연계수

시료	시 방 및 간 방		조 방	
	Tex 식	면산변수식	Tex 식	면사변수식
인도면	11.5-12.5	1.2-1.3	12.5-13.5	1.3-1.4
미국면	9.6-10.5	1.0-1.1	10.5-11.5	1.1-1.2
이집트면	8.5-10.5	0.9-1.1	9.6-10.5	1.0-1.1
인조섬유	7.7-9.6	0.8-1.0	8.5-9.6	0.9-1.0

Tex 식, 연계수 = (꼬임수/cm) × √tex

면사변수식, 연계수 = (꼬임수/in) / √면사변수

예전에 사용되던 연계수를 새로운 연계수로 바꾸기 위한 환산계수가 유도될 수 있다. 꼬임수/cm는 2.54로 나누어진 in당 꼬임수의 값과 같고, tex로 표시되는 선밀도는 면사 변수에 의해 나누어진 590.5와 같다. 따라서 다음을 얻을 수 있다.

$$\text{Tex식 연계수} = (\text{꼬임수/cm}) \times \sqrt{\text{선 밀도(tex)}}$$

$$= \left(\frac{\text{in당 꼬임수}}{2.54} \right) \times \sqrt{\frac{590.5}{\text{변수}}}$$

$$= \frac{\sqrt{590.5}}{2.54} \times \frac{\text{꼬임수/in}}{\sqrt{\text{변수}}} = \frac{24.3}{2.54} \times \text{면사변수식 연계수}$$

그리하여 tex식 연계수 = 9.568 × 면사변수식 연계수

소모 변수식에서 $\text{tex} = 886/\text{소모사}$ 변수이다. 따라서 환산계수 계산은 $\sqrt{590.5}$ 대신에 $\sqrt{886}$ 을 사용할 수 있을 것이다.

그리하여

$$\begin{aligned}\text{tex식 연계수} &= \frac{29.77}{2.54} \times \text{소모 변수식 연계수} \\ &= 11.72 \times \text{소모 변수식 연계수}\end{aligned}$$

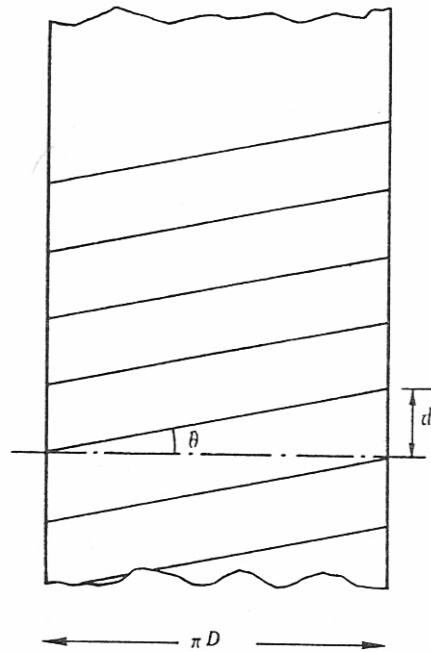
$9.6 \times \text{면사변수식 연계수}$ 또는 $11.7 \times \text{소모식 연계수}$ 는 tex식 연계수 와 거의 같게 된다.

6.5 cm당 코일 수(코일 수/cm)

보빈에 감긴 조사가 원형 단면을 가졌다고 가정하면, 감김의 이상적인 형태는 가정용 보빈에 한 코일이 이웃하는 코일과 아주 접하면서 감겨있는 재봉사의 형태와 같다. <그림 22>는 조방기 보빈의 표면을 나타낸 것이다. 보빈의 1회 회전에 대해서 조사가 가이드는 조사의 가정된 직경과 같은 거리를 위로 (또는 아래로) 움직여야 한다. 그 보빈의 표면은 πD 의 수평변위를 가지며 조사 가이드는 d 의 수직변위를 갖는다. 그 코일들은 매우 작은 각 θ (즉, $\frac{d}{\pi D} = \tan\theta$)를 이룰 것이다.

코일수/cm는 $1/d$ 일 것이고 여기서 d 는 cm로 표시된 직경이다. 또한 $d/\pi D$ 는 수평과 수직 방향에서의 속도비이고 구동장치에서의 올바른 기어의 선택은 그 비가 생산되는 조사의 선밀도에 알맞다는 것을 확신해 준다. 만약 조사가 큰 선밀도를 갖는다면, 그것의 직경은 커질 것이고 따라서 조사 가이드의 수직변위도 커질 것이다. 바꾸어 말하면 시료가 더 두꺼울수록 트레이스의 속도는 더 빨라진다. 조사의 직경이 선밀도의 제곱근에 비례하기 때문에 또한 트레이스의 속도(리프트의 속도와 관계됨)는 tex 로 표시된 선밀도의 제

굵근에 비례하게 되는 것이다.



<그림 22> 조사보빈위의 cm당 코일수

기어형태<그림 21(a)>에서 리프트 랙(lifter rack)을 움직이는 치차열의 기어 f 와 n 은 양쪽 다 변경이 가능하고 구동기어로 쓰인다. 그 결과 각 기어의 치수가 더 많아짐에 따라 리프트 또는 트래버스의 속도가 더 빨라지게 되는 것이다. 그리하여 조사의 선밀도가 더 커짐에 따라 체인지 휠(S)에서는 더 많은 톱니가 요구될 것이며, 그리하여 조사의 직경이 선밀도의 제곱근에 비례하기 때문에 체인지 휠의 치수는 tex로 표시된 선밀도의 제곱근에 비례하게 된다.

[예제 20]

236tex인 조사가 올바르게 감겨진 보빈을 만들기 위해 12t 리프트 체인지 휠을 요한다. 선밀도를 만약 395tex로 바꾸자면 얼마의 리프터 체인지 휠이

요구되는가?

$$\begin{aligned}\text{요구되는 기어} &= \text{현재의 체인지 휠} \times \sqrt{\frac{\text{새로운 선밀도}}{\text{현재의 선밀도}}} \\ &= 12 \times \sqrt{\frac{395}{236}} = 12 \times \sqrt{1.68} = 12 \times 1.3 = 15.6 \approx 16t\end{aligned}$$

그러나 약간의 조정이 필요하다. 즉, 17t의 기어가 더 만족스러운 것 같다. 엄격하게 따져서 정확치는 않지만 조사의 단면이 원형이라는 가정이 되어야 할 것이다.

[예제 21]

[예제 20]에서 12t 리프트 체인지 휠이 대략 6.5코일을 만든다면, 16t의 기어는 몇 코일을 만들까?

이 관계는 앞서와 역수의 관계이다.

$$\begin{aligned}\text{코일수/cm} &= \frac{\text{현재의 체인지 휠의 치수}}{\text{새로운 체인지 휠의 치수}} \times \text{현재의츠당 코일수} \\ &= \frac{12}{16} \times 6.5 \approx 4.9\end{aligned}$$

필요로 하는 코일 수/cm에 대한 $\sqrt{\text{선밀도(tex)}}$ 에 근거한 값은 다음과 같다.

$$\text{현재의 코일수/cm} \times \sqrt{236/395}$$

$$\text{현재의 값} \times \sqrt{\frac{\text{이전의 선밀도(tex)}}{\text{새로운 선밀도(tex)}}}$$

$$= 6.5 \times 0.775 = 5.04(\text{코일수/cm})$$

두 결과 사이에 일치함을 알 수 있다.