

성유수학

- 기구의 요소(6)-

7.3 기어에 사용되는 용어

7.3.1 피치원통(pitch cylinder)

한쌍의 피치원통이라 함은 기어와 동일한 중심선에서 기어와 동일한 속도로 서로 미끄러짐 없이 회전하는 가상의 원통을 말한다.

7.3.2 피치원(pitch circle)

피치원은 피치원통의 단면을 말한다.

7.3.3 피치, 원통피치(circular pitch)

기어의 피치는 피치원을 따라서 겹 이웃한 두 톱니간의 간격을 말한다.

7.3.4 어덴덤(addendum)

어덴덤은 톱니의 끝에서 피치원까지의 간격을 말한다.

7.3.5 디덴덤(dedendum)

디덴덤은 피치원으로부터 톱니의 뿌리까지의 간격을 말한다

7.3.6. 클리어런스(clearance)

디덴덤에서 어덴덤을 뺀 길이를 말한다.

7.4 피치의 측정방법

π (3.1416)를 기어의 원주피치로 나누면 지름피치(diametral pitch : DP)가 된다. 그러므로 피치원의 지름을 d , 계수를 n 이라고 하면 원통피치는

$$\frac{\pi d}{n}$$

로 주어지며 지름피치 DP는

$$\frac{\pi n}{\pi d} = \frac{n}{d}$$

으로 주어진다. 원통피치를 π 로 나누면 톱니의 모듈(module)이 된다.

따라서 모듈은

$$\frac{\pi d}{\pi n} = \frac{d}{n}$$

즉, 지름피치의 역수는 모듈이 된다. 그러므로

$$\text{모듈} = \frac{1}{\text{DP}}$$

영국 및 미국식에서는 모듈을 in단위로 표시하는 반면 대륙식에서는 mm 단위로 표시하는 것을 표준으로 삼고 있다. 정확히 톱니가 맞물리는 2개의 기어는 동일한 DP 또는 모듈을 가져야 하며, 이 기어들의 중심간격도 이들의 피치원의 반경을 합한 것과 같아야 한다.

기어에 대한 상세한 목록표가 출판되어 있으므로 이로부터 원통피치, 지름 피치 및 모듈을 읽을 수 있다. 예를 들어 10s DP(in 단위)는 원통피치가 0.314이며, 모듈은 2.54mm 이다. 16s DP는 원통피치가 0.1963in이며 모듈은 1.587mm이다. 여기서 DP가 커질수록 원통피치는 작아진다. 따라서 미소변화가 요구되는 정밀 기어에서는 높은 DP를 갖는 기어를 선택하게 된다.

치수 50t인 기어가 치수 80t인 기어와 맞물린다고 하면 50t 기어의 피치원 직경은 다음과 같이 주어진다.

$$\frac{\text{치수}}{\text{DP}} = \frac{50}{16} = 3\frac{1}{8}\text{in}$$

마찬가지로 80t 기어에서 피치원의 직경은 $80/16 = 5\text{in}$ 이다. 또한 예가 8로서 치수비가 5 : 8인 기어를 선택할 수 있다. 기어의 중심간격을 일정하게 유지한다면 한쌍의 톱니바퀴의 치수는 피치 지름을 $3\frac{1}{8}\text{in}$ 및 5in 로 각각 나누는 조건을 만족해야 한다. 그러므로 작은 톱니바퀴의 치수는 큰

$$\text{DP} \times 3\frac{1}{8} = 8 \times 3\frac{1}{8} = 25$$

큰 톱니바퀴의 치수는

$$8 \times 5 = 40$$

이 기어장치에서 한쪽 톱니바퀴가 변환기어(change wheel)로 사용된다고 할 때 치수가 50t에서 51t로 증가하면 2% 속도변화 치수가 20t 에서 21t로 증가하면 4%의 속도변화가 생김을 알 수 있다. 따라서 예가 큰 기어장치에서는 미세한 속도변화를 시킬 수 있다. 여기서 치수를 늘리면 이에 따라 피치 지름도 증가되며, 이와 반대로 치수를 적게하면 피치지름이 작아짐을 알아두어야 한다. 이러한 이유로 변환기어는 통상 고정된 한쪽 기어로부터 거리를 조절할 수 있는 베어링에 조립시킨다.

위에 대한 예로서 아주 간단한 스퍼 기어에 대해 생각해 보자, 조금은 복잡하겠지만 베벨, 헬리컬, 워엄 기어 등의 구동에도 마찬가지로 법칙이 적용된다.

7.5 치차열의 치수비

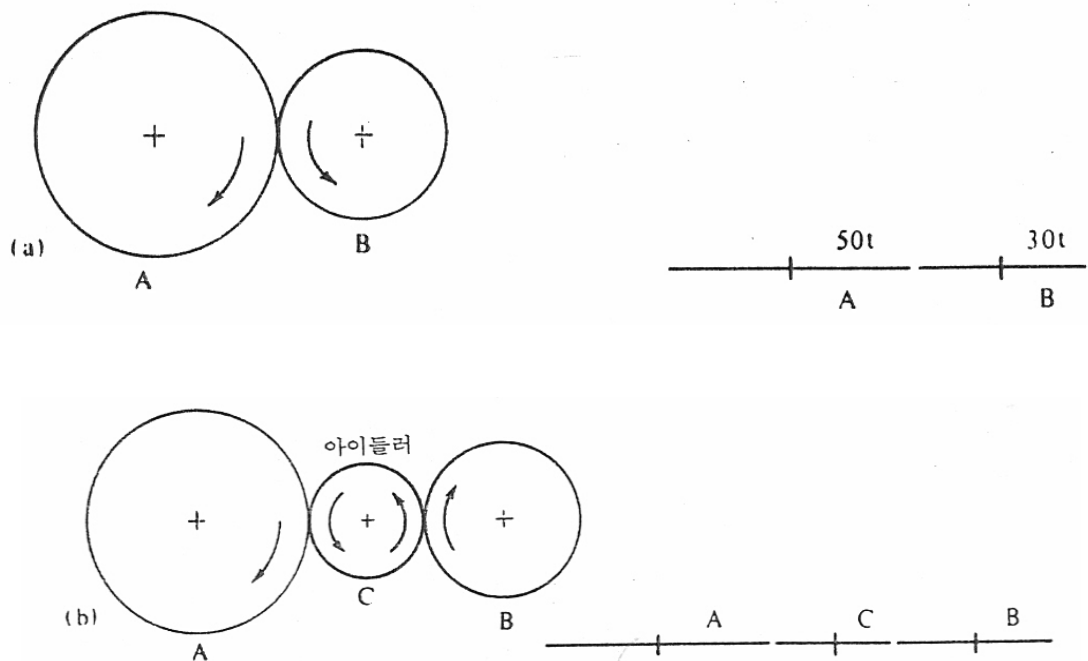
치차열(gear train)이라함은 전달계에 있는 일열의 기어들을 말한다.

치차열에 들어있는 톱니바퀴의 수에 관계없이 전체 열에 대한 속도비 (velocity ratio)는

$$\frac{\text{첫번째 구동기어의 회전속도}}{\text{마지막 파동기어의 회전속도}}$$

로 주어진다.

치차열은 단지 간단한 기어장치를 반복할 뿐이므로 어떤 치차열이든 간에 모두 한쌍의 기어로 간략화시킬 수 있다. 기어의 조합에 사용되는 몇가지 배열방법이 <그림 19>에 주어져 있다. 톱니를 맞물고 있는 한쌍의 기어는 각각의 피치원 지름과 같은 지름을 갖는 톱니가 없는 원통으로 생각될 수 있다. 이들의 상대속도는 피치원 지름에 반비례한다. 따라서 기어의 치수는 피치원의 지름에 비례하므로 서로 이를 맞물고 있는 두 기어의 속도는 각각의 치수에 반비례하게 된다.



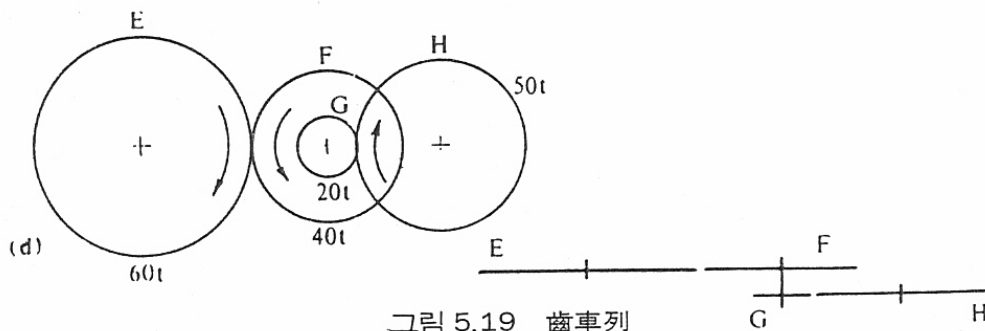
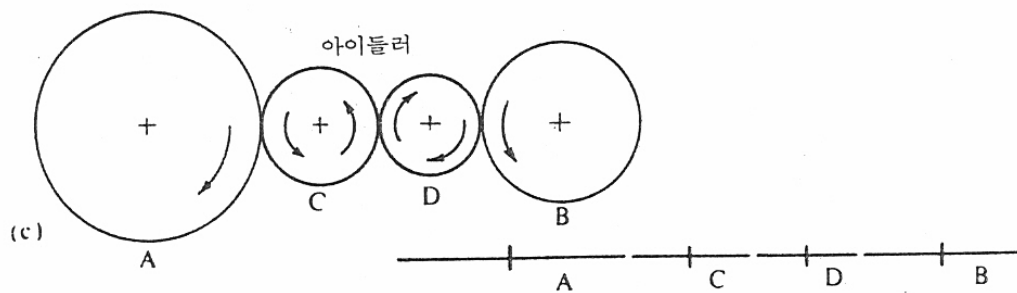


그림 5.19 齒車列

<그림 19> 치차열

[예제 16]

<그림 19(a)>에서 기어 A의 치수는 50, 기어 B의 치수는 30이다. A가 200rpm으로 회전한다면 B의 회전속도는?

$$\frac{A의\ rpm}{B의\ rpm} = \frac{B의\ 치수}{A의\ 치수}$$

그러므로

$$\frac{200}{B의\ rpm} = \frac{30}{50}$$

$$B의\ rpm = \frac{50 \times 200}{30} = 333.3rpm$$

마지막 기어가 첫번째 기어와 같은 방향으로 회전하면 속도비는 양수(+)로 표시된다. 단 2개의 톱니바퀴로 구성된 기어장치에서 피동기어는 반대방향으로 회전한다. 즉 속도비가 음수(-)로 표시된다. 기어 C는 B의 회전속도에 영향을 주지 않고 A와 B사이에 끼울 수가 있는데 회전방향이 반대로 바뀐다 <그림 19(b)>.

C와 같은 기어를 아이들러(idler), 캐리어 또는 중간 톱니바퀴(intermediate wheel)라고 부른다. 아이들러휠은 크기가 상당히 큰 2개의 톱니 바퀴가 직접 맞물리도록 하기 어려울 때 사용되며, 여기서 짝수개의 아이들러는 속도비를 (-)로 한다는 것을 염두에 둘 필요가 있다. <그림 19(c)>

또다른 형태의 전달체(carrier)로서 복합기어(compound gear, compound carrier wheel)가 있다. <그림 19(d)>에서 기어 F와 G는 동일 축에 고정되어 있으므로 같은 속도로 회전하게 된다. 전체 치차열 중에서 각기 한쌍의 기어씩 분리하여 생각해보자. E를 첫번째 구동기어로 하고 속도를 120rpm이라 하면 기어 F의 속도는 $120 \times 60/40$ 이며 기어 G도 이와 같은 속도로 회전한다. 다음 기어 G와 H의 한쌍에 대해 생각해 보면

$$\text{H의 회전속도} = \text{G의 회전속도} \times \frac{20}{50}$$

$$= 120 \times \frac{60}{40} \times \frac{20}{50} = 72\text{rpm}$$

이 계산을 자세히 살펴보면 마지막 기어의 속도는 다음과 같이 표시될 수 있다.

$$\text{첫번째 구동기어의 rpm} \times \frac{\text{구동기어의 치수들의 곱}}{\text{피동기어의 치수들의 곱}}$$

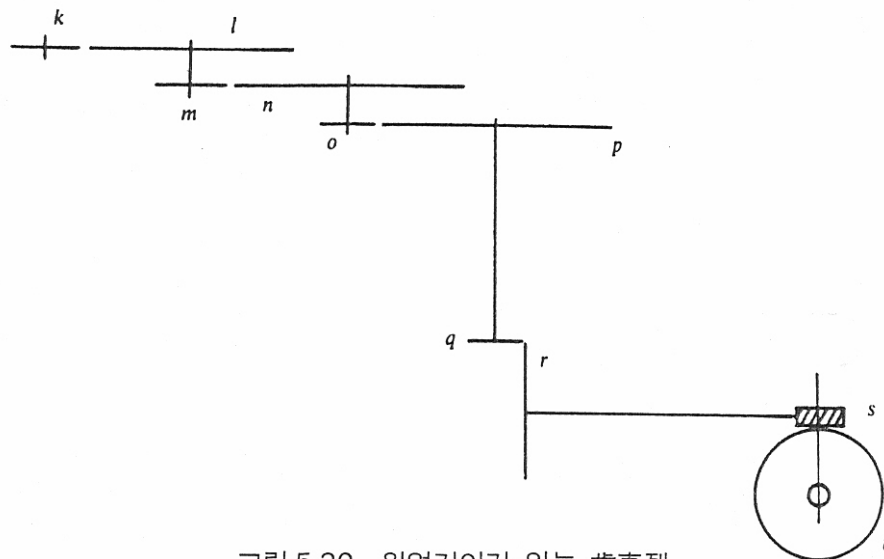
위 식은 일반적으로 다음과 같이 간략하게 표시한다.

$$\text{첫번째 구동 기어의 rpm} \times \frac{\text{구동기어}}{\text{피동기어}}$$

이 법칙은 어떤 치차열에 대해서도 적용된다.

[예제 17]

<그림 20>에는 2개의 복합기어와 한쌍의 베벨 기어, 웜 및 웜 기어가 있다. 첫번째 구동기어 k의 회전속도는 1,000rpm이며, 각 기어의 치수는 $k = 20$, $l = 60$, $m = 24$, $n = 54$, $o = 28$, $p = 64$, $r = 30$, $t = 40$, s가 한줄 나사 웜일 때 마지막 기어 t의 회전속도를 구하라



<그림 20> 웜기어가 있는 차차열

치차열을 관찰해 보면 k, m, o, q 및 s는 구동 기어임을 알 수 있다. 그러므로 위의 법칙을 사용하여 마지막 기어 t의 rpm을 구한다.

$$1,000 \times \frac{20 \times 24 \times 28 \times 20 \times 1}{60 \times 54 \times 64 \times 30 \times 40} \approx 1.08\text{rpm}$$

이 예에서 복합기어는 감속이 요구되는 장치에 얼마나 요긴하게 사용되는
가를 알 수 있다.