

섬유수학

- 기구의 요소(12) -

9. 캠(cam)

9.1 개요

섬유기계에는 캠을 사용한 기구가 많이 응용되고 있으며, 그 예로서 나스미드 콤머(Nasmith comber)에서 디태칭 롤러(detaching roller)의 전후운동을 조절하는데 캠, 도비 나이프(dobby knife)의 운동을 조절하는 캠, 편성기에서 바늘의 운동을 조절하는 캠 등을 들 수 있다.

캠 회전운동을 왕복운동으로 전환시키는 기구로서 정의된다. 이 정의로부터 캠과 변속장치간에는 다음과 같은 기본적인 차이가 있음을 유도할 수 있다. 변속장치에서는 운동의 특성이 영향을 받지 않는다. 예를 들어 단순 치차열에 들어간 일정한 원운동은 속도가 바뀌고 방향이 바뀌기는 하지만 후에도 일정한 원운동으로 남아있게 된다. 그러나 캠에는 입력이 일정한 원운동이라도 출력은 선운동 또는 복합된 운동으로 나타나게 된다.

9.2 캠의 기본형태

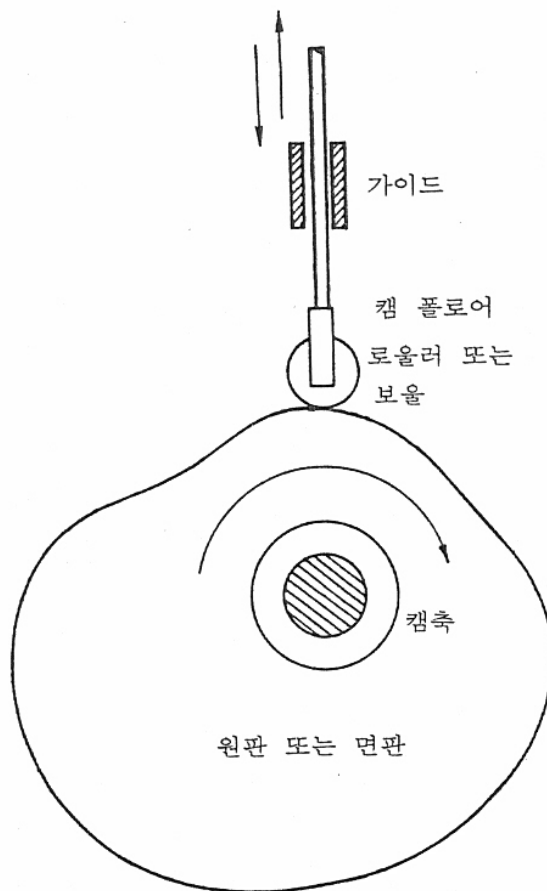
<그림 41>은 원판(야나)캠을 보인 것이다. 면판 또는 원판이 회전함에 따라 롤러 플로어(roller follower)는 수직방향으로 상하운동을 하게 되며, 이 운동은 플로어의 다른 끝에 연결된 기구에 전달되게 된다. 상승운동을 얻기 위해서 원판은 중력 또는 스프링의 하중을 이겨내고 위로 밀어 올리도록 모양을 갖추어야 한다. 이에 반해 하강운동은 중력 또는 스프링의 회복력에 의해 이루어지며 이러한 캠을 소극적 캠(negative cam)이라고 한다. 적극적 구동방식을 얻는 방법에 대해서는 나중에 언급하기로 한다. 요구되는 플로어의 운동이 <그림 42>와 같을 때 1/4회전은 일정한 상승속도를 갖도록 해야 하며, 1/2회전은 그 상태로 정지되도록 해야 하고, 나머지 1/4회전은 일정한 속도로

하강하도록 해야 한다. 캠의 설계에 있어서 제한 조건은 다음과 같다.

롤러의 직경 : 3cm

원판과 롤러의 중심간의 최소간격 : 4cm

동정(lift) : 4cm

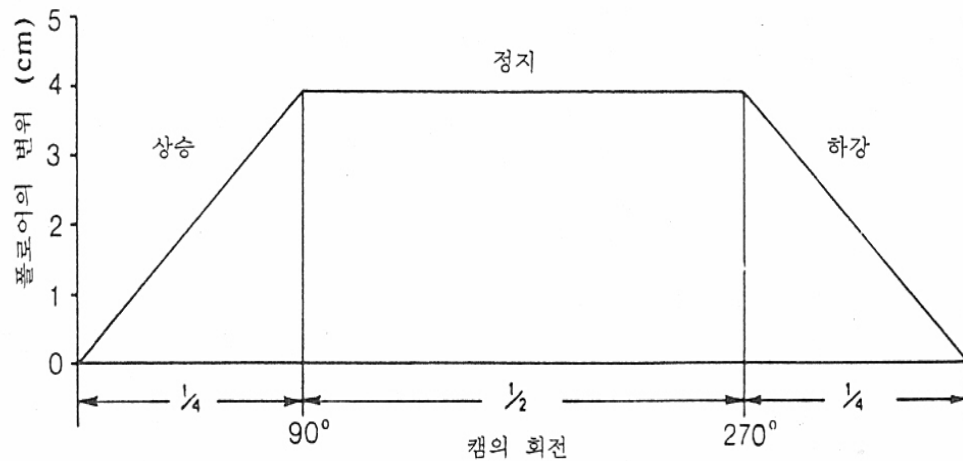


<그림 41> 간단한 소극적 캠에 의한 구동

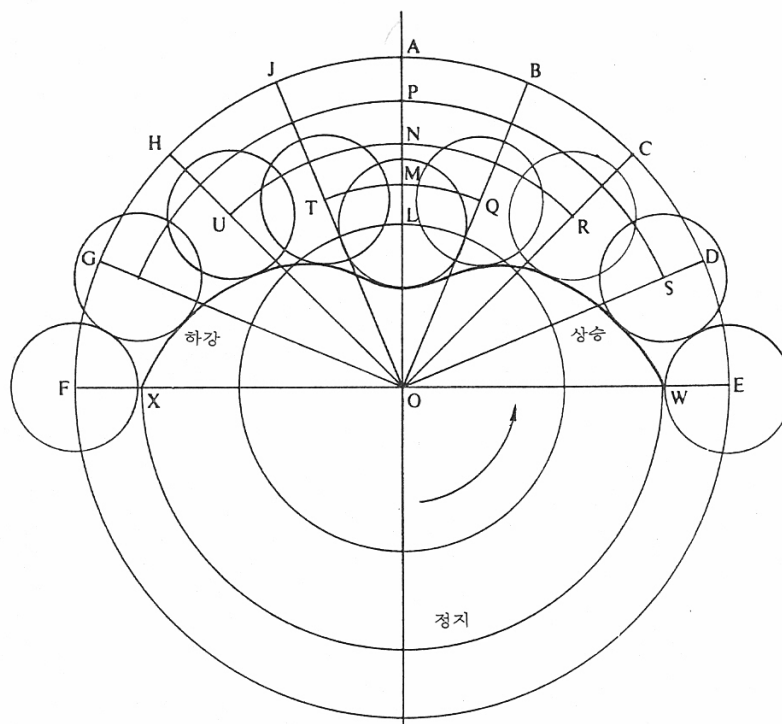
캠의 윤곽은 <그림 43>과 같으며, 다음은 캠의 윤곽을 설계하는 방법을 설명한 것이다.

중심 O로부터 원판과 롤러 중심거리의 최소치인 반경 4cm의 원을 그린다.
중심 O로부터 최소간격과 리프트를 합한 길이 8cm의 원을 그린다. 원을 90°

(첫번째 구간), 180° (두번째 구간), 90° (세번째 구간)의 3구간으로 나눈다. 첫번째 구간을 편리하게 개수의 등간격으로 나눈다. 이 예에서는 4구간으로 나누었다. 나머지 구간에 대해서도 마찬가지로 간격을 나눈다.



<그림 42> 캠의 회전에 따른 캠 폴로어의 운동



<그림 43> 캠의 회전에 따른 캠 폴로어의 중심 L에서 물러를 나타내는 반

지름 1.5cm인 원을 그린다. 첫번째와 마지막 구간에서 나는 구간의 수와동일한 개수로 AC를 등분한다. O를 중심으로 각 분해점을 반경으로 하는 원호 TMQ, UNR, VPS를 그린다. Q, R, S, E, F, V, U 및 T를 중심으로 하는 반경 1.5cm인 원을 그린다. 캠 플로어의 정지구간인 원호 WX를 그린다. 각 롤러들과 접하는 매끈한 곡선을 그린다. 이렇게 하여 캠의 윤곽이 완성되며 이 경우에 있어서는 대칭형 캠이 된다

이 캠의 변위-회전 곡선에서 운동과 정지구간 사이에는 갑작스런 변화 즉 무한한 가속도가 작용됨을 알 수 있다. 대부분의 기구에서는 부드러운 출발과 정지가 요구된다. 이러한 조건을 만족하는 예가 단진동운동(simple harmonic motion)이며 보통 SHM이라는 약자를 많이 쓴다. 따라서 캠 플로어에 단진동운동을 주는 캠의 윤곽을 설계하기에 앞서 단진동운동에 대해 설명하고자 한다.

9.3 단진동운동(simple harmonic motion)

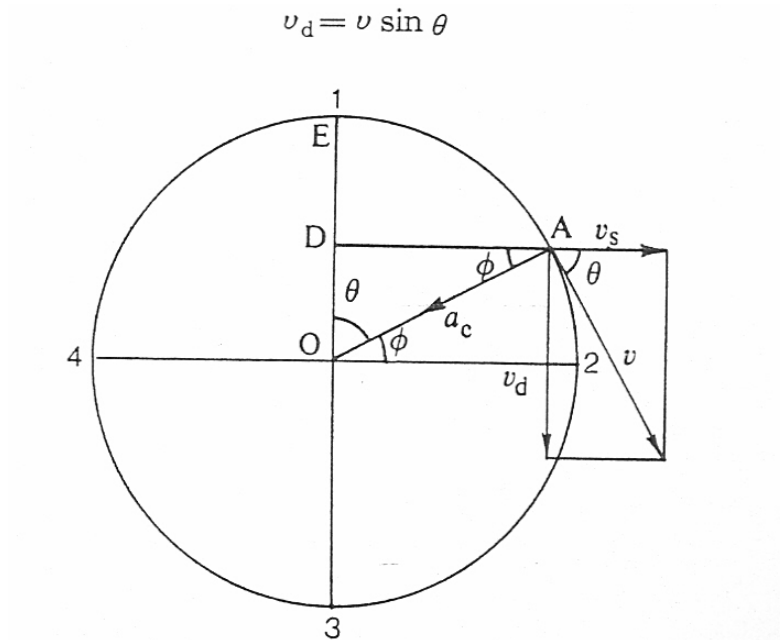
9.3.1 개요

어떤 점이 일정한 시간 간격으로 같은 일련의 운동을 반복할 때 이러한 점의 운동을 “주기적”이라고 한다. 또 운동의 주기는 한 차례의 운동을 끝내는 데 걸리는 시간을 말한다. 가장 간단한 주기운동의 하나가 단진동운동이다. 선형 SHM은 기하학적으로 일정한 지름을 갖는 원의 원주상에서 일정한 속도로 움직이는 점의 암영(그림자)으로서 정의된다.

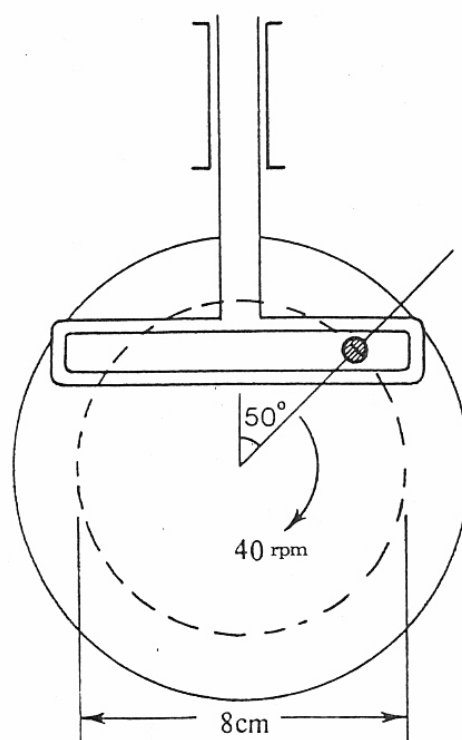
<그림 44>에서 반지름 OA인 원의 원주를 일정한 속도 v 로 도는 한 점 A를 관찰해 보자. 점 D는 점 A를 이 원의 직경에 비춘 그림자이며, 점 A의 속도는 다음 식과 같이 수평성분과 수직성분으로 나눌 수 있다.

$$v = v_d + v_s(\text{벡터의 합})$$

그림으로부터



<그림 44> 단진동운동의 원리



<그림 45> 단진동운동을 하는 간단한 기구의

다시말해 점 D는 어느 한 순간 $v \sin \theta$ 의 속도로써 아래로 움직인다.

점 D는 1, 3위치에서 속도가 0 이되며 이 점들을 각각 상사점(top dead centre), 하사점(bottom dead centre)이라고 부른다. 또 점 D는 위치 2, 4에서 최대속도를 가지게 되며, 운동방향은 위치 2에서 하향, 위치 4에서 상향이다.

속도 v 는 각속도와 반경 OA를 사용하여 점 A의 접선속도(tangential velocity)로서 표시될 수 있다.

$$v = \omega \cdot OA$$

여기서, ω 의 단위는 rad/s이며 D의 속도는 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$v_d = \omega \cdot OA \sin \theta$$

만약 ω 를 OA의 rpm으로 나타낼 수 있으면 점 D의 속도는 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$v = \frac{2\pi N}{60} \cdot OA \sin \theta$$

<그림 45>는 폴로어에 SHM을 부여하는 한 기구이다. 크랭크 핀의 중심이 이루는 궤적반지름 4cm인 원이 된다. 크랭크 축이 40rpm으로 회전한다면 회전각이 50° 일 때 롤러의 하향속도를 윗식으로부터 구할 수 있다. V_d 를 폴로어의 하향속도라고 하면

$$\begin{aligned} V_d &= \frac{2\pi \times 40}{60} \cdot 4 \text{ OA} \sin 50^\circ \\ &= \frac{32\pi}{60} \times 0.766 = 12.83 \text{ cm/s} \end{aligned}$$

여기서, v_d 의 최대속도는 $\theta = 90$ 즉, $\sin \theta = 1$ 일 때로서

$$\frac{32\pi}{6} = 16.75\text{cm/s}$$