

# 섬유수학

## - 기구의 요소(1)-

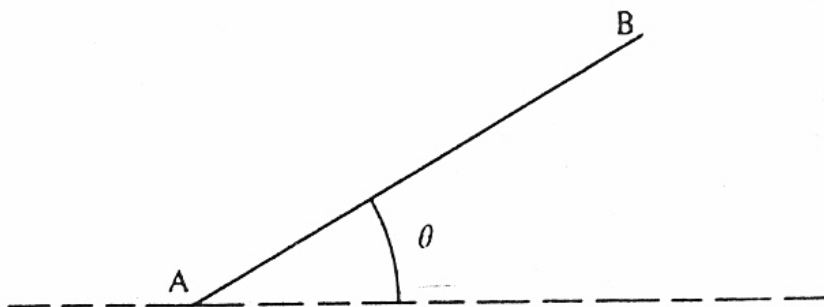
### 1. 개 요

기구학은 크게 운동학과 역학의 두 분야로 나눌 수 있다. 역학은 다시 정역학, 동역학으로 나누어진다. 역학은 기본적으로 힘과 관련된 학문으로서 정역학(kinematics)에서는 힘의 평형이, 동역학(dynamics)에서는 힘과 운동의 관계가 다루어진다. 본 고에서는 역학에 관한 전부를 다루려고 하는 것이 아니라 변위(displacement)와 시간의 관계인 동역학을 관찰하고, 섬유기계에 적용된 예를 들어 기구의 동역학 원리를 설명하고자 한다.

### 2. 기초 동역학

#### 2.1 개 요

여기서 주로 취급되는 것은 변위와 시간이다. <그림 1>에서 점 A로부터 점 B로 움직이는 물체에 대해 생각해 보자. 이 물체가 움직인 변위는 거리 AB로 나타난다. 변위에 대해 방향을 표시해주려면 어떤 표준 또는 기준이 설정되어야 한다. 예를 들어 수평선을 기준으로 잡으면 물체의 변위거리는 AB이며 방향은 수평에 대해 각도  $\theta$  라고 표시할 수 있다.



<그림 1> 어떤 물체의 점 A로부터 점 B까지의 변위

## 2.2 속력(speed)과 속도(velocity)

물체가 A로부터 B까지 움직이는데 걸린 시간을 알 경우 변위 AB를 시간으로 나누면 이 물체의 속력이 얻어진다.

$$\text{속력} = \frac{\text{변위}}{\text{시간}}$$

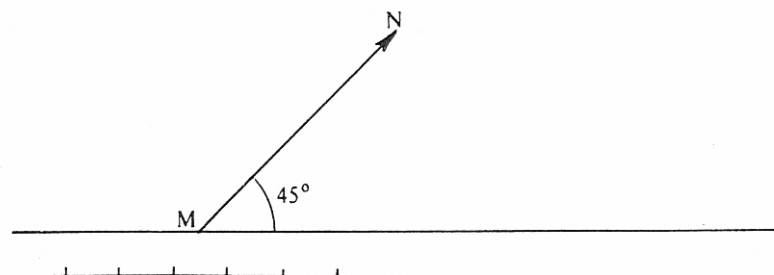
속력에는 방향표시가 되지 않기 때문에 속력은 스칼라량(scalar quantity)이다. 다시 말해 속력은 변위의 변화율이다.

운동방향과 변위의 변화율이 모두 표시될 경우에는 물체의 속도를 구할 수 있으며, 속도는 벡터량(vector quantity)이다. 즉, 속도는 "변위의 방향이 알려졌을 경우 변위의 변화율"로서 정의될 수 있다.

벡터는 속도를 표시하는데 사용된다.

<그림 2>에서 벡터 MN은 속도가 20cm/s 방향이 수평에 대해 45° 임을 나타낸다. 벡터는

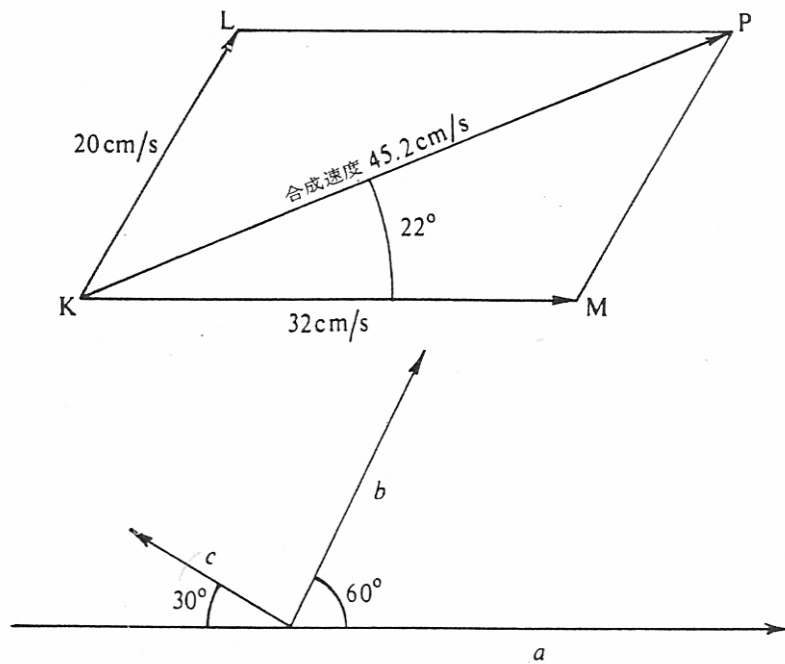
- ① 길이
  - ② 변위(또는 양)을 나타내는 화살
  - ③ 변위(또는 양)의 방향
- 의 3가지 요소로 구성된다.



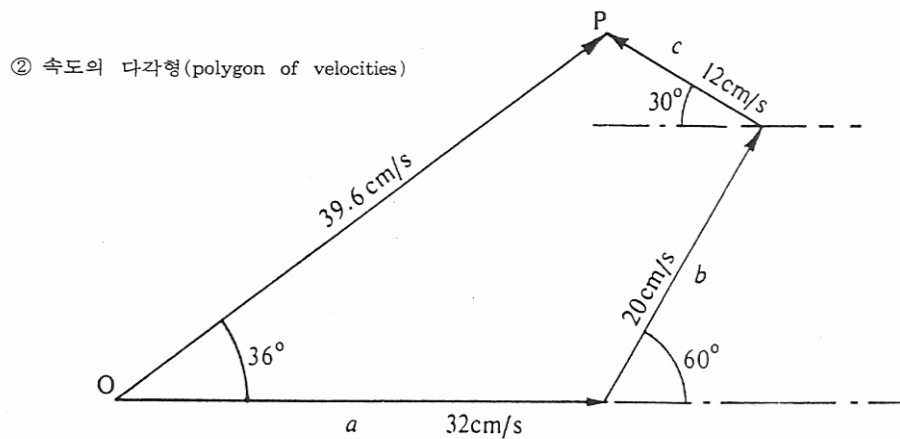
<그림 2> 벡터 MN은 속도가 20cm/s 수평에 대해 45° 인 화살표로서 표시된다.  
(1눈금 = 4cm/s)

벡터량은 간단한 기하학적 방법으로 합산할 수 있다. <그림 3>의 ①에서 2개의 벡터 KL과 KM은 속도가 각각 20, 32cm/s이며, 두 벡터간의 각도는  $60^\circ$  이다. 평행사변형 KLPM을 그리면 합성속도(relevant velocity)는 KP로 주어지며, 방향은 KM에 대해 약  $22^\circ$  , 크기는 약 45.2cm/s가 된다.

① 속도의 평행사변형(parallelogram of velocities)



② 속도의 다각형(Polygon of velocities)



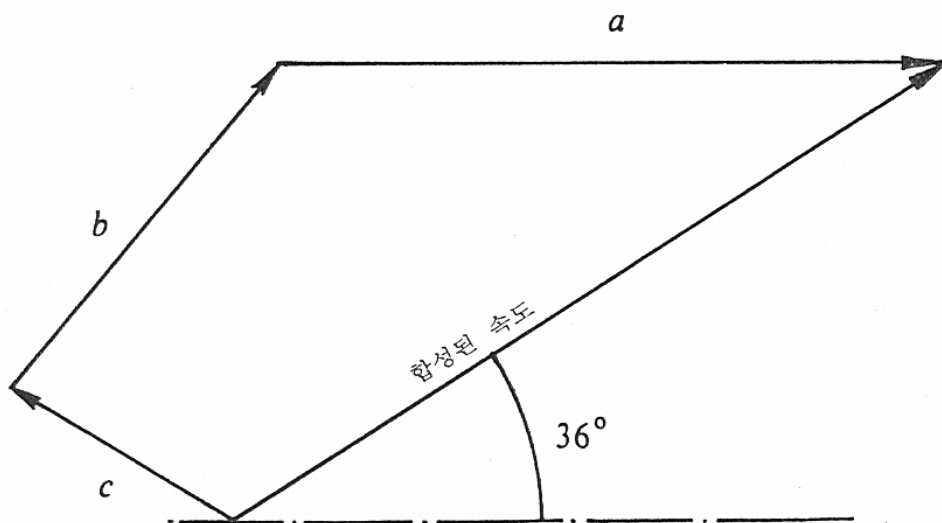
<그림 3> 벡터의 합성

어떤 기계 부속이 2가지 이상의 속도에 영향을 받아 움직일 때도 역시 합성속도를 결정하는데 기하학적 방법을 사용할 수 있다.

<그림 3>의 ②에서 3개의 속도  $a$ ,  $b$ ,  $c$ 가 있다. 이 3개의 속도를 합성하려면 각 각의 벡터가 꼬리를 물고 이어지도록 평행이동시킨다. 즉 반시계방향으로 화살끝끼리 서로 만나지 않도록 한다.

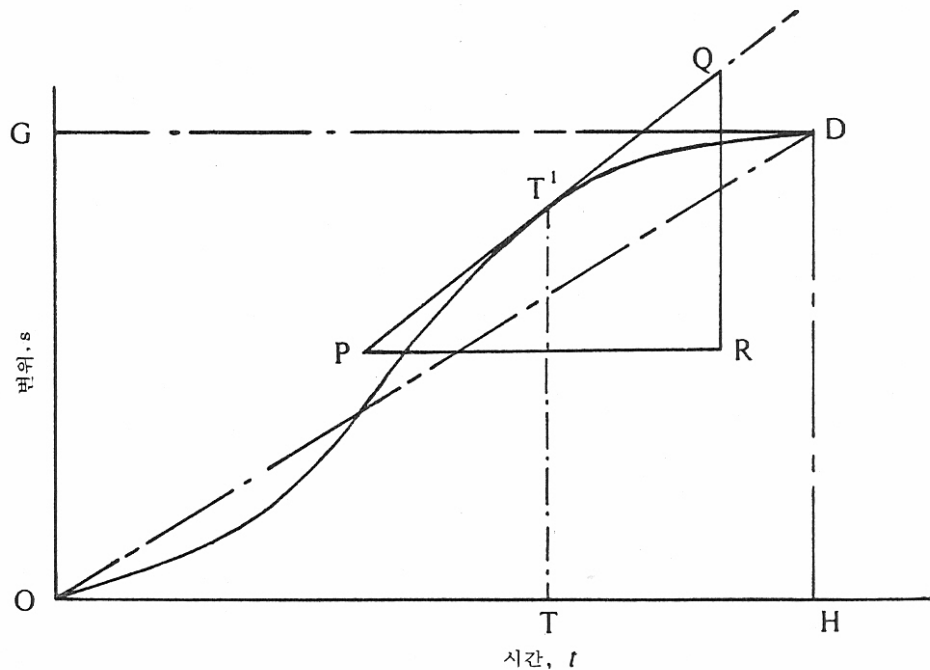
그리고  $OP$ 를 연결하여 다각형을 만들면  $OP$ 가 합성속도가 되며, 여기서는 대략 크기가  $39.6\text{cm/s}$  방향이 수평에 대해  $36^\circ$ 로 된다. 이 벡터들을 시계방향으로 합성해도 그 결과에는 아무런 영향을 미치지 않는다.

앞에서 설명한 속도는 항상 한 평면상에만 있는 것은 아니다. 여러 개의 벡터가 공간에 배치되어 있는 경우도 좀 복잡할 따름이지 벡터의 합성원리는 그대로 적용될 수 있다.



<그림 4> 벡터의 합성

또한 물체의 속력 또는 속도가 항상 일정한 것만도 아니다. 때로는 속도의 순간치가 중요시 된다. 물체가 어느 한정된 짧은 시간동안 그 속도를 유지한다고 가정할 때, 물체의 instantaneous speed는 임의의 순간에서의 변위의 변화율로 정의된다. 평균속도는 총 변위를 총시간으로 나눈 것이다.



<그림 5> 일정하지 않은 속도로 움직이는 물체의 변위-시간 곡선

<그림 5>는 일정하지 않은 속력으로 움직이는 물체의 변위를 나타낸 것이다. 총 변위는 OG이며, 운동시간은 OH이다.

그러므로 평균속도는  $OG/OH$  이다.

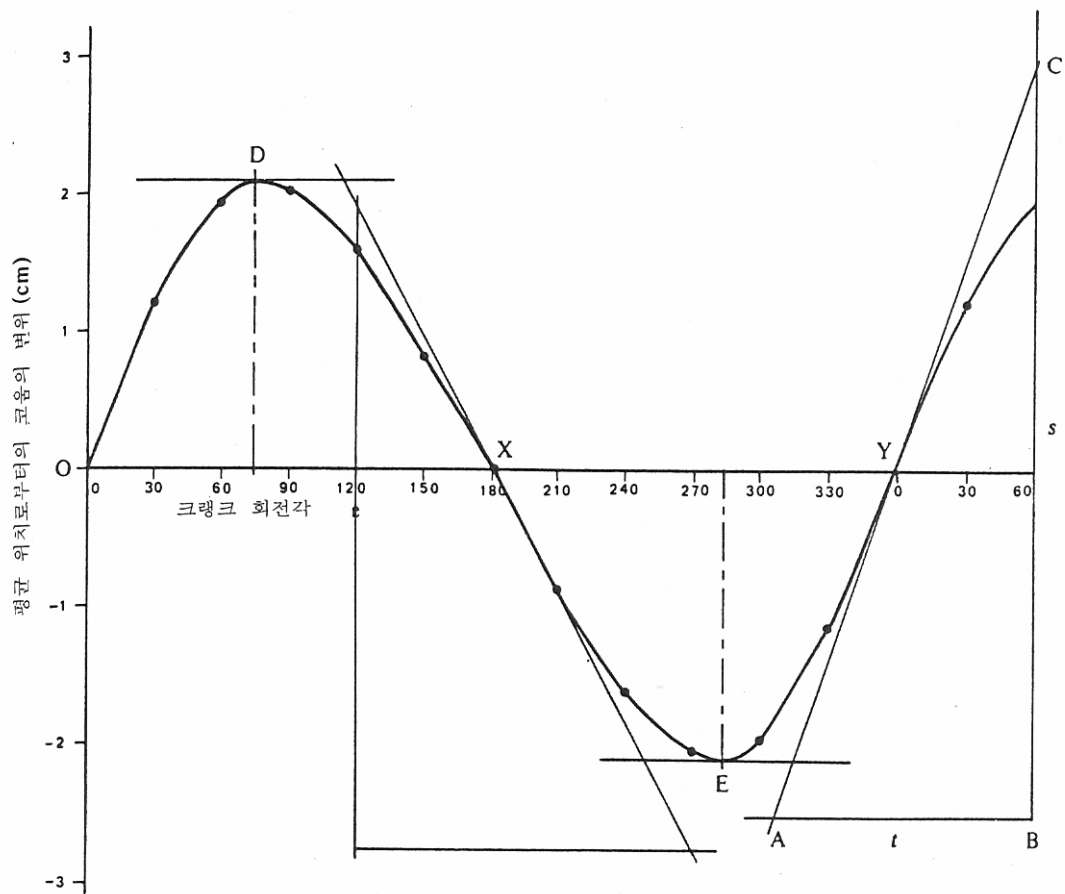
어떤 순간 T에서의 순간속도는 점 T에서의 곡선에 대한 접선으로부터 구할 수 있다. 즉, T에서 순간속도는  $RQ/PR$ 로서 표시된다. 곡선 OD를 관찰하면 전체 변위의 중간부분에서 최대 순간속도를 가짐을 알 수 있다. 섬유기계에 대한 시험적 연구에서도 이러한 변위-시간 곡선을 그려 기계적 운동을 분석할 수 있다.

#### [예제 1]

<표 1>은 각 크랭크 축의 회전각도에 대한 도퍼 코움의 평균 위치로부터의 수직 변위를 나타낸 것이다. 크랭크 축이  $30^\circ$  회전하는데 0.025초 걸린다고 할 때 코움의 최대속도를 결정하라

<표 1> 여러 크랭크축의 회전각도에 대한 평균 위치로부터의 도퍼 코움의 수직 변위

| 크랭크축의 회전각도( $^{\circ}$ ) | 코움의 변위(cm) |
|--------------------------|------------|
| 0                        | 0          |
| 30                       | 1.22       |
| 60                       | 1.96       |
| 90                       | 2.03       |
| 120                      | 1.60       |
| 150                      | 0.86       |
| 180                      | 0          |
| 210                      | -0.86      |
| 240                      | -1.60      |
| 270                      | -2.03      |
| 300                      | -1.96      |
| 330                      | -1.22      |
| 360(0)                   | 0          |



<그림 6> 梳綿機의 도퍼 코움의 변위-시간 곡선 : 여기서 시간은 크랭크 축의 회전각도로 표시됨

<그림 6>은 크랭크 축의 회전각도에 대한 코움의 변위를 그래프화 한 것이다. 그림에서 보면 점 X(180°)와 점 Y(0°)의 두 점에서 높은 속도를 갖는다는 것을 알 수 있다. 그래서 이 두점에서 곡선에 대한 접선을 그렸더니 점 Y에서의 기울기가 더 크게 나타났다. 여기서 기울기는 BC/AB로 표시되며, BC는 cm단위, AB는 크랭크 축의 회전각도이다. <그림>에서 BC = 5.4cm, AB = 114°이며 크랭크 축이 30° 회전하는데 걸리는 시간이 0.025초이므로 점 Y에서 코움의 속도는

$$\frac{\text{변위}}{\text{시간}} = \frac{5.4}{0.025 \times 114/30} = 57\text{cm/s}$$

점 D 및 E에서 도퍼는 최대변위에 도달하게 되며, 이 두 점에서의 순간속도는 0이 된다. 왜냐하면 이 두점에서 그은 접선은 수평이므로 기울기가 0으로 되어 속도도 0이 된다.

또 이 곡선으로부터 평균속도를 구할 수 있다. 전체 변위는  $2 \times 2.1 = 4.2\text{cm}$ , 크랭크 회전각은  $285^\circ - 75^\circ = 210^\circ$  이므로 이 각도를 회전하는데 걸리는 시간을 구하면

$$\frac{210}{30} \times 0.025\text{s} = 0.175\text{s}$$

그러므로

$$\text{평균속도} = \frac{\text{총변위}}{\text{총시간}} = \frac{4.2\text{cm}}{0.175\text{s}} = 24\text{cm/s}$$