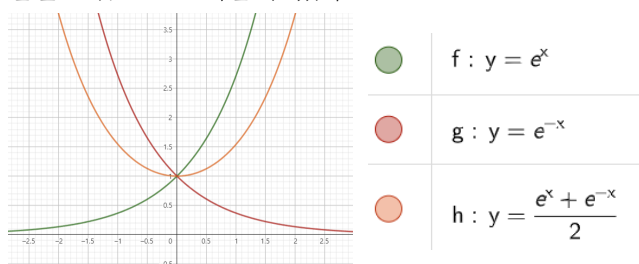


심화수학I 보고서

2425 허을

자연속에서, 우리는 여러 물리적 현상들을 관찰할 수 있다. 그 중 하나가 거미줄, 현수교, 그리고 양쪽이 고정되어 있는 긴 물체라면 모두 나타나는 현수선이다. 현수선은 언뜻 볼 때 이차함수의 그래프와 같은 모양으로 보이기도 한다. 그러나 현수선의 성질은 수평 거리에 따라 아래로 처진 정도가 달라진다는 점에서 이차함수와는 크게 다르다. 또한 현수선은 이차함수처럼 포물선으로 정의되지 않는다. 이와 같은 현수선을 나타내는 방정식은 다음과 같다.

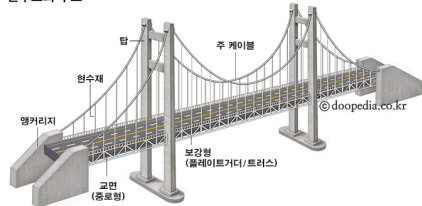
$$y = a \cosh\left(\frac{x}{a}\right) = \frac{a}{2} \left(e^{x/a} + e^{-x/a}\right)$$
 이때 $\cosh(x/a)$ 는 하이퍼볼릭 코사인으로 아직 배우지 않은 개념이다. 그렇기에 다른 식에 좀 더 집중해서 보면 해당 식에서 변수 a 는 좌우 수평거리를 결정하고, 이에 따른 그래프가 기울어진 정도를 변화시킨다. 이때 변수 a 를 1로 두어 단순하게 그래프를 그리게 되면 아래 사진과 같은 그래프의 모양을 볼 수 있다. 결국 현수선의 방정식의 그래프는 $y=e^{x/a}$ 와 $y=e^{-x/a}$, 두 그래프의 y 좌표의 중점의 그래프를 그리게 된다. 이런 현수선은 중력과 장력만이 작용하는데, 만약 현수선에 다른 외력이 가해질 경우엔, 현수선도 포물선과 같은 모습으로 드러날 수 있다.



자연적으로 발생하는 현수선의 구조 외에도, 인간이 만든 건축물에서도 현수선은 쉽게 찾아볼 수 있다. 그 이유는 현수선 구조는 선에 가해지는 인장력을 최소화하고, 하중에 높은 저항력을 갖기 때문에 안정적인 구조를 쉽게 유지할 수 있다. 이를 이용한 것이 일부 건축물의 아치 구조인데, 현수선을 뒤집은 아치를 만들면 단위 면적당 힘인 인장 응력이 가장 적게 발생하므로 견고한 건축 구조를 만들 수 있다.

그렇다면 이런 현수선은 실생활에서 어떤 방식으로 활용될까? 우선 그 이름에서부터 현수선이 드러난

현수교의 구조



현수교를 예시로 들 수 있다. 현수교는 교량을 주 케이블에 매달아 다리의 탑에 가해지는 부담을 줄임과 동시에, 화려한 겉모습을 갖게 해 주는 다리의 건설 방식 중 하나이다. 아래 사진과 같은 현수교의 주 케이블에서도 역시 현수선의 모습이 드러난다. 또한 성당과 같은 건물의 내부 구조에서도, 현수선을 응용한 아치 구조가 드러난다. 이와 같이 견고하고 안정적인 특유의 구조로 인해 현수선은 주로 건축 분야에 많이 활용되고 있다.

이러한 건축 구조의 활용 외에도, 현수선은 특이한 특징을 하나 가지고 있는데, 현수선을 뒤집은 모양으로 바닥을 만들고, 그 위에 정사각형을 굴릴 경우 정사각형의 중심은 x 축과 평행한 직선의 궤도를 그리게 된다.



현수선에 대해 알아보며 자연상에 나타나는 곡선을 수학적 방정식으로 표현함과 동시에, 또 이를 물리학적으로 분석하여 실생활에 활용하는 과정이 굉장히 흥미로웠다. 이후에는 현수선의 특이한 구조에 대해 물리학적으로 더욱 탐구해보고 싶다.