

# 기술 자료 강성

강성(Stiffness)이란 어떠한 물체가 외력으로 인한 변형에 대해 저항하는 능력을 의미한다.

Stiffness is the rigidity of an object — the extent to which it resists deformation in response to an applied force. The complementary concept is flexibility. The more flexible an object is, the less stiff it is.

강성은 재료의 탄성역 내에서의 변형과 관련되며 아래와 같이 정의된다.

$$k = \frac{F}{\delta} \quad (F \text{는 하중, } \delta \text{는 하중에 따른 하중 방향의 변위})$$

즉, 동일 하중 하에서 변형이 작게 일어나는 재료로 만들어진 물체가 상대적으로 강성이 높다는 것이다.

아래의 표는 각기 다른 종류의 하중 조건하에서 탄성체에 대한 강성 산출 공식이다.

Axial Stiffness(축강성)	$k = \frac{AE}{L}$	A는 단면적, E는 탄성계수, L은 길이
Rotational Stiffness(회전강성)	$k = \frac{GJ}{L}$	J는 비틀림상수, G는 강성계수, L은 길이
Bending Stiffness(휨 또는 굽힘강성)	$k = EI$	I는 단면2차모멘트, E는 탄성계수

위의 표에서 탄성계수와 강성계수(Rigidity Modulus)는 재료의 고유한 기계적 성질이며, 비틀림상수(Torsion Constant)와 단면2차모멘트(Second Moment of Area 또는 Moment of Inertia of Plane Area 또는 Area Moment of Inertia 또는 Second Area Moment)는 물체의 단면 형상과 관련된 상수다.

강성계수는 재료가 전단력에 의한 변형에 저항하는 정도를 나타낸다.

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)} \quad (\text{여기서 } E \text{는 탄성계수, } \nu \text{는 포아송비})$$

비틀림상수는 물체의 단면 형상에 따른 비틀림하중에 저항하는 정도의 차이를 나타내는데, 일 예로 외경이  $d_o$ 인 환봉과 외경이  $d_o$ , 내경이  $d_i$ 인 튜브의 비틀림상수는 아래와 같이 산출할 수 있다.

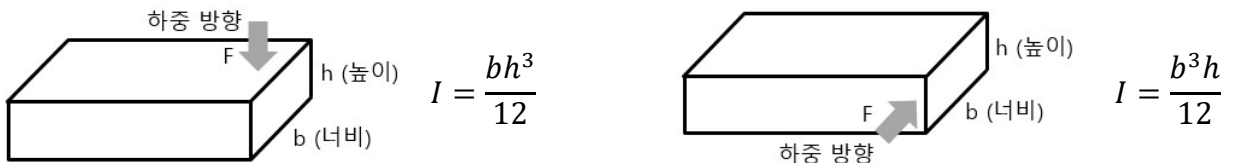


$$J = \frac{\pi}{32} d_o^4$$



$$J = \frac{\pi}{32} (d_o^4 - d_i^4)$$

단면2차모멘트는 비틀림상수와 유사한 개념으로 물체의 단면 형상에 따른 휨 변형에 저항하는 정도의 차이를 나타낸다. 다음은 직사각형빔에 대한 단면2차모멘트 산출 공식이다. 동일한 형상의 물체이더라도 하중을 받는 방향에 따라 단면2차모멘트의 크기가 달라지게 된다.



상기의 강성 산출공식을 통해 물체의 강성을 높이기 위한 방법은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- ✓ 기본적으로 높은 탄성계수와 낮은 포아송비를 가지는 재료를 채택하고,
- ✓ 단면적은 크고 길이는 짧게,
- ✓ 하중의 종류와 방향에 따라 비틀림상수 또는 단면2차모멘트가 최대가 되도록 단면 형상을 선택한다.