

# 벨로우즈 변형과 압력 관계의 수학적 유도

## 개요

벨로우즈의 변형(팽창 또는 수축)과 압력 간의 관계는 다음 식으로 표현됩니다:

$$d = \frac{P \cdot A_e}{K_b + K_s}$$

여기서  $d$ 는 변위(거리),  $P$ 는 압력,  $A_e$ 는 효과적인 면적,  $K_b$ 는 벨로우즈의 스프링 상수,  $K_s$ 는 보조 스프링의 스프링 상수입니다.

## 유도 과정

### 1. 벨로우즈와 스프링 시스템 분석

- 벨로우즈는 자체적으로 스프링 상수  $K_b$ 를 가집니다.
- 추가적인 보조 스프링  $K_s$ 를 연결하면 전체 시스템의 변형 특성을 조절할 수 있습니다.
- 이는 선형성을 높이고 원하는 범위에서 변위를 측정하는 데 도움을 줍니다.

### 2. 힘의 균형

벨로우즈 내부 압력  $P$ 와 효과적인 면적  $A_e$ 에 의해 발생하는 힘은:

$$F = P \cdot A_e$$

이 힘은 벨로우즈 자체의 저항력( $K_b$ )과 보조 스프링의 저항력( $K_s$ )에 의해 균형을 이룹니다.

### 3. 변형과 힘의 관계

스프링의 변위와 힘의 관계는 후크 법칙으로 표현됩니다:

$$F = K \cdot d$$

여기서  $K$ 는 스프링 상수,  $d$ 는 변위입니다.

전체 시스템에서 벨로우즈와 보조 스프링이 병렬로 작용하므로:

$$K_{\text{total}} = K_b + K_s$$

따라서 변위  $d$ 는:

$$d = \frac{F}{K_{\text{total}}} = \frac{P \cdot A_e}{K_b + K_s}$$

### 4. 식의 해석

- $P$ : 벨로우즈에 작용하는 압력
- $A_e$ : 벨로우즈의 효과적인 면적
- $K_b$ : 벨로우즈 자체의 스프링 상수
- $K_s$ : 추가로 연결된 스프링의 스프링 상수
- $d$ : 압력에 의해 발생하는 변위

## 결론

이 식은 벨로우즈의 변형이 압력에 의해 얼마나 발생하는지를 정확하게 계산하며, 스프링 시스템의 선형성을 높이도록 설계된 구조를 반영합니다.