

# 블리드 튜브를 이용한 차동 압력 센서의 원리

## 1 개요

본 문서에서는 블리드 튜브(Bleed Tube)와 유량계를 결합하여 차동 압력( $\Delta p$ )을 측정하는 원리를 설명한다. 특히 수식 유도 과정에서 입구 측 유속( $v_1$ )을 0으로 간주하는 물리적 근거에 대해 다룬다.

## 2 기본 원리 및 수식

이미지에서 제시된 바와 같이, 압력차와 유속의 관계식은 다음과 같이 정의된다:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = b\rho v_2^2 \quad (11.16)$$

여기서  $\rho$ 는 공기 밀도,  $v_2$ 는 출구 측 유속,  $b$ 는 시스템의 특성에 따른 스케일링 계수이다.

## 3 $v_1 = 0$ 으로 설정하는 명확한 이유

베르누이 방정식( $p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$ )에 기초할 때,  $v_1$ 을 0으로 설정하는 이유는 다음과 같은 물리적 해석에 근거한다.

### 3.1 정체 압력(Stagnation Pressure)의 정의

블리드 튜브의 입구( $p_1$  지점)는 주 흐름의 에너지가 압력으로 변환되는 지점이다. 피토관(Pitot tube)의 원리와 마찬가지로, 흐르던 유체가 튜브 입구에서 멈추거나 매우 느려지는 지점을 기준으로 잡는다. 이때의 압력을 **정체 압력**이라 하며, 정의상 이 지점의 유속  $v_1$ 은 0으로 간주한다.

### 3.2 에너지 변환의 기준점

식 (11.16)이  $v_2$ 의 제곱에만 비례하는 형태를 갖는 것은,  $p_1$  지점의 잠재적인 압력 에너지가 튜브를 통과하며 전부  $v_2$ 라는 운동 에너지로 전환되었다고 가정하기 때문이다. 즉,  $p_1$ 은 유체가 가속되기 전의 **정적인 압력원(Source)** 역할을 하므로 초기 속도  $v_1$ 을 0으로 설정하여 계산을 단순화하고 물리적 직관성을 높인다.

## 4 결론

결과적으로  $v_1 = 0$  설정은 블리드 튜브 내부로 공기가 유입되기 직전의 고압 상태를 기준으로 삼기 위한 장치이다. 이를 통해 유량계에서 측정되는 유속  $v_2$ 만으로도 두 지점 사이의 압력차를 정확하게 환산할 수 있게 된다.