

[학습자료] 2. 주요 운동 방정식

공기역학(유체역학)의 기본 운동 방정식은 주로 **유체의 운동을 기술하는 물리 법칙**으로, 공기와 같은 유체가 어떻게 움직이고 힘을 받는지 설명합니다. 대표적으로 다음과 같은 방정식들이 있습니다.

주요 운동 방정식

• 연속 방정식(Continuity Equation)

- **의미:** 질량 보존의 법칙을 유체에 적용한 것으로, 유체가 흐르는 동안 질량이 생성되거나 소멸되지 않는다는 원리입니다.
- **수식**

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0$$

ρ : 밀도, \mathbf{u} : 속도 벡터, t : 시간입니다.

• 운동량 방정식(Momentum Equation)

- **의미:** 뉴턴의 제2법칙을 유체에 적용한 것으로, 유체 요소에 작용하는 힘(압력, 점성력, 외력 등)과 가속도의 관계를 나타냅니다.
- **대표적 형태:**
 - **오일러 방정식(Euler Equation):** 비점성, 비압축성 유체에 적용

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \mathbf{g}$$

p : 압력, \mathbf{g} : 중력 가속도 벡터.

- **나비에-스토크스 방정식(Navier-Stokes Equation):** 점성 유체에 적용

$$\rho \left(\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \mathbf{u} + \mathbf{f}$$

μ : 점성계수, \mathbf{f} : 외력(예: 중력).

• 베르누이 방정식(Bernoulli Equation)

- **의미:** 유선(streamline)을 따라 에너지 보존을 나타내는 방정식으로, 비점성, 비압축성, 정상 유동(steady flow)에 적용
- **수식:**

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{constant}$$

p : 압력, v : 속도, h : 높이, g : 중력 가속도.