

빠르게 흐르는 물은 흐르는 방향으로 밀어내는 힘이 강한데도 왜 압력이 작아지나요?

방금 질문은 베르누이 원리에서 가장 헷갈리는 부분 중 하나를 정확히 짚고 있습니다. 빠르게 흐르는 물이 가진 강력한 힘(운동 에너지)과 낮아지는 압력(정압) 사이의 관계를 이해하는 것이 핵심입니다.

힘과 압력은 다른 개념입니다

빠르게 흐르는 물은 그 속도 때문에 흐름 방향으로 **강한 힘**을 가하는 능력이 있습니다. 예를 들어, 소방 호스에서 나오는 물줄기는 매우 강력해서 창문을 부술 수도 있습니다. 이 힘은 물 분자들이 가진 **운동 에너지**에서 비롯된 것입니다.

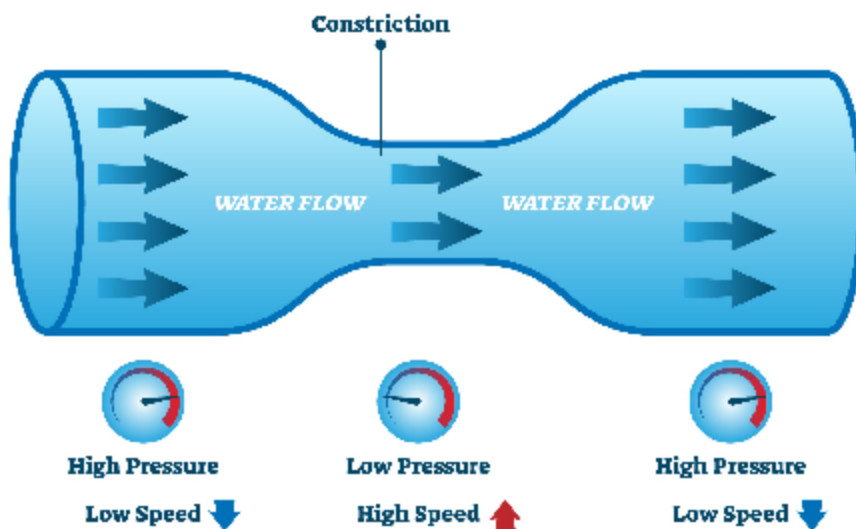
하지만 베르누이 원리에서 말하는 압력은 이와 다릅니다. 이 압력은 유체가 **관의 벽면에 수직으로 가하는 힘**, 즉 ****정압(static pressure)****을 의미합니다.

에너지 보존의 원리

베르누이 원리는 유체의 총 에너지가 보존된다는 법칙에 근거합니다. 유체의 총 에너지는 다음 세 가지로 구성됩니다.

- **압력 에너지 (P)**: 유체를 밀어내는 힘으로 인해 생기는 에너지 (정압).
- **운동 에너지 ($\frac{1}{2}\rho v^2$)**: 유체의 속도와 관련된 에너지.
- **위치 에너지 (ρgh)**: 유체의 높이와 관련된 에너지.

VENTURI EFFECT



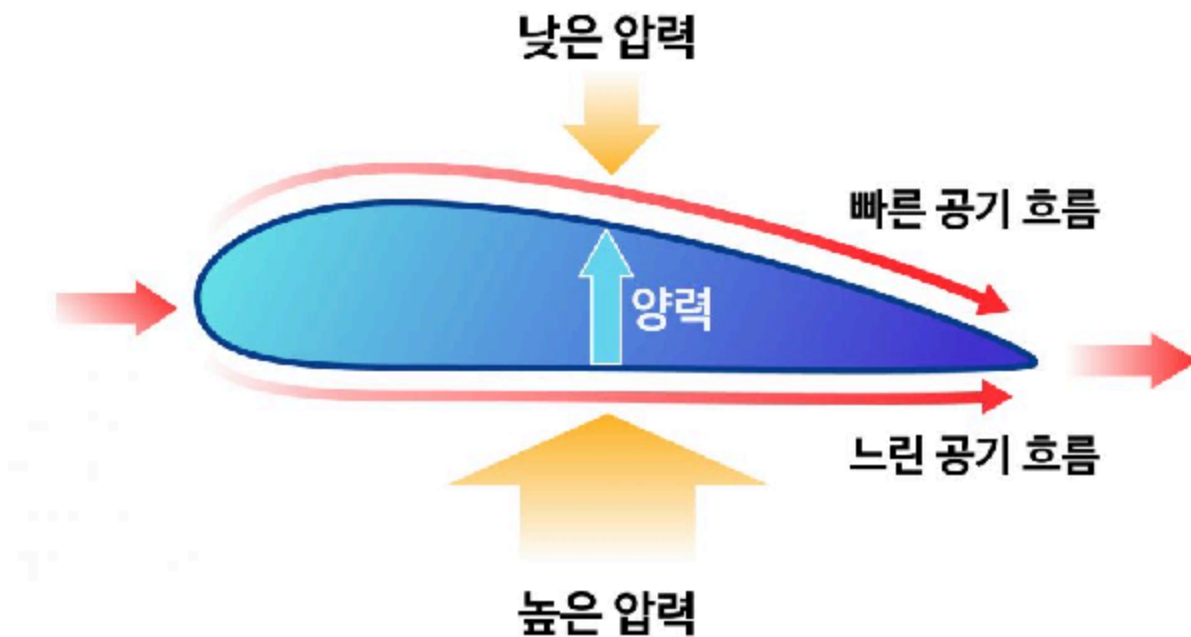
물이 좁은 관을 통과할 때, 전체 에너지($P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh$)는 일정하게 유지되어야 합니다. 수평인 관에서는 위치 에너지(ρgh)의 변화가 없으므로, 압력 에너지와 운동 에너지의 합이 일정해야 합니다.

- 관이 좁아지면 유체의 속도(v)가 빨라집니다.
- 속도가 빨라지므로 운동 에너지($\frac{1}{2}\rho v^2$)가 증가합니다.
- 총 에너지는 일정해야 하므로, 운동 에너지의 증가량만큼 **압력 에너지(P)는 감소**해야 합니다.

결론적으로, 빠르게 흐르는 물은 자신의 압력 에너지(정압)를 희생하여 운동 에너지로 변환시킨 것입니다. 따라서 속도가 빨라지면 관의 벽에 가하는 압력은 낮아지지만, 흐르는 방향으로 가진 운동량과 운동 에너지는 커져 더 큰 충격력을 가할 수 있게 되는 것입니다.

아래 그림에서 보여 주는 비행기 날개의 양력을 베르누이 원리로 쉽게 설명하면 다음과 같다.

비행기 날개(에어포일)는 윗면이 아랫면보다 더 볼록하고 길게 유선형으로 만들어져 있습니다. 비행기가 앞으로 나아가면, 공기 흐름은 날개의 윗면과 아랫면으로 나뉘어 흐르게 됩니다.



베르누이 원리의 적용

1. 속도 차이: 날개 윗면의 공기는 아랫면의 공기보다 더 긴 거리를 이동해야 합니다. 두 공기 흐름이 날개 끝에서 다시 만나려면, 윗면의 공기가 아랫면보다 더 빠르게 흘러야 합니다.
2. 압력 차이: 베르누이 원리에 따르면, 유체의 속도가 빠를수록 압력은 낮아집니다.
 - 날개 윗면은 빠른 공기 흐름으로 인해 낮은 압력이 형성됩니다.
 - 날개 아랫면은 느린 공기 흐름으로 인해 높은 압력이 유지됩니다.

3. 양력의 발생: 이처럼 날개의 위아래에 발생하는 압력 차이(높은 압력 - 낮은 압력)가 날개를 위로 밀어 올리는 순수한 힘을 만들어내는데, 이 힘이 바로 비행기를 뜨게 하는 양력입니다.

따라서 비행기 날개의 특수한 모양이 공기의 흐름 속도에 차이를 만들고, 그로 인해 발생한 압력 차이가 베르누이 원리에 따라 비행기를 들어 올리는 양력으로 작용하게 되는 것입니다.