

テーマ	流れとエネルギー
目的	流速と流量について理解し、活用できる ベルヌーイの定理を理解し活用できる
仮説	圧力と流速は関係があるのか
結論	圧力、高さ、流速はそれぞれが関連してエネルギー変換が可能である

ポイント	① 管路を通過する流量が一定であることから、連続の式が成り立っている。 ② エネルギーの総和が一定であることから、ベルヌーイの定理は成り立っている。 ③ 連続の式とベルヌーイの式から圧力と流速の関係を理解する
------	--

内容等	気づいた点、疑問点、問題点、課題等	まとめ、考察、行動目標、改善点、研究課題等
-----	-------------------	-----------------------

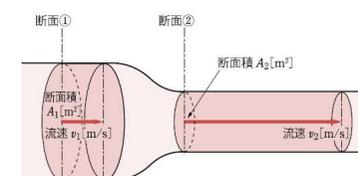
1. 基礎知識  
力、面積、重力加速度、密度について整理しておこう。  
圧力の求め方について整理しておこう。  
パスカルの原理

2. 流速と流量  
流速とは 管路を流れる水や油などの流体の速さ  $v$  [m/s]  
流量とは 管路を流れる流体が単位時間に断面を通過する流体の体積  $Q$  [m<sup>3</sup>/s]

力  $F$  [N] 重力加速度  $g$  [m/s<sup>2</sup>]  
面積  $A$  [m<sup>2</sup>] 密度  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]  
※文字と単位を覚えておこう  
圧力の求め方  $p$  [Pa] =  $\frac{F[N]}{A[m^2]}$

力 force 面積 area  
重力加速度 Gravitational acceleration  
密度 density 圧力 pressure  
■わかりにくかったことは何？

3. 例題 6-4  
 $v_1 = 2 \text{ m/s}$   $A_1 = 0.4 \text{ m}^2$   $Q = ?$   
 $Q = A_1 \cdot v_1 = 0.4 \times 2 = 0.8 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $Q = 0.8 \times 60 = 48 \text{ m}^3/\text{min}$



問 5  
 $A_2 = 0.1 \text{ m}^2$   $Q = 48 \text{ m}^3/\text{min}$   $v_2 = ? \text{ m/s}$   
 $Q = A_2 \cdot v_2$   $v_2 = 0.8 / 0.1 = 16 \text{ m}^3/\text{s}$   
断面の大きいところでは流速は遅くなり  
断面の小さいところでは流速は速くなる  
<連続の式>

■管路に水を流すと実際にはエネルギーは減少し保存されない。なぜだろう。

4. 例題 6-5  
 $Q = 1500 \text{ L/min} = \frac{1500 \times 1 \times 10^{-3}}{60} = 0.025 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $d = \sqrt{\frac{4 \times 0.025}{\pi \times 3}} = 0.103 \text{ m} = 103 \text{ mm}$

問 7  $v_1 = 2 \text{ m/s}$   $Q = 0.03 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v_1}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.03}{\pi \times 2}} = 0.138 \text{ m} = 138 \text{ mm}$   
面積と直径のちがいに注意しよう

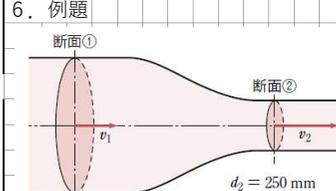
流体の摩擦により熱が発生し、エネルギーが減少する。また流路の形状（エルゴ、出入口）により損失が発生する。→管

5. ベルヌーイの定理 「定常流では、単位質量あたりの流体が持つエネルギーの総量は常に一定である。」  
公式  $\frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + gh_1 = \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + gh_2 = \text{一定}$

公式の各項は何のエネルギーを表しているか  
 $\frac{p_1}{\rho}$ : 圧力のエネルギー  $\frac{v_1^2}{2}$ : 運動のエネルギー  
 $gh_1$ : 位置のエネルギー

■連続の式やベルヌーイの定理が利用されている身近な例をみつけてみよう。

6. 例題



$v_2 = \frac{A_1}{A_2} \times v_1 = \frac{0.5^2}{0.25^2} \times 4 = 16 \text{ m/s}$   
 $\frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2}$   
 $p_2 = \frac{\rho(v_1^2 - v_2^2)}{2} + p_1 = \frac{1000 \times (4^2 - 16^2)}{2} + 300 \times 10^3$   
 $= 180 \times 10^3 \text{ Pa} = 180 \text{ kPa}$

断面面積が小さくなると流速 $v_2$ は大きくなる。  
→連続の式  
流速が大きくなると圧力 $p_2$ は小さくなる。  
→ベルヌーイの定理

走行中の車の窓を少し開けると車内の空気が外に吸い出される。霧吹き、キャブレター等流れる空気に向かって液体が吸い出される現象を利用している。

自己評価

図の出典：工業数理基礎（実教出版）