19100054 김시현

문제 1

(a) ①유체역학에서 레이놀즈 수송정리의 중요성을 설명.
②그리고 선형 및 각 운동량 방정식은 어떻게 얻을수있는지 설명.

① 유체역학의 법칙들을 풀어나가기 위해서는 검사체적의 변화와 시스템의 변화사이의 관계를알아야한다.
따라서 Reynolds 수송정리를 통해 시스템과 검사체적에서의 종량적 상태량의 시간변화율들의 관계식을 알아낸다.

② 선형운동량방정식
뉴턴제 2법칙은 $\sum \vec{F} = \frac{d}{dt}\int_{sys} \rho \vec{V} dV$

$b = \vec{V}$, $B = m\vec{V}$ 를대입하여 Reynolds 수송정리를 선형운동량에대하여 표현.

$$\frac{d(m\vec{V})_{sys}}{dt} = \frac{d}{dt}\int_{CV} \rho \vec{V} dV + \int_{CS} \rho \vec{V}(\vec{V}_r \cdot \vec{n}) dA$$

좌변이 $\sum \vec{F}$ 이다.
고정되어있거나, 움직이거나 변형하는 검사체적에대한 선형운동량 방정식은

$$\sum \vec{F} = \frac{d}{dt}\int_{CV} \rho \vec{V} dV + \int_{CS} \rho \vec{V}(\vec{V}_r \cdot \vec{n}) dA$$

고정CV에서는 $\sum \vec{F} = \frac{d}{dt}\int_{CV} \rho \vec{V} dV + \int_{CS} \rho \vec{V}(\vec{V} \cdot \vec{n}) dA$

각운동량방정식
$M = Fr\sin\theta$ (힘의모멘트크기)
운동량의모멘트, 즉각운동량 : $\vec{H} = \vec{r} \times m\vec{V}$, $\vec{H}_{sys} = \int_{sys} (\vec{r} \times \vec{V}) \rho dV$

시스템의 각운동량의 변화율은 시스템에 작용한 순수토크.

검사체적에 대한 각운동량 방정식은 Reynolds 수송정리에 $\vec{b} = \vec{r} \times \vec{V}$, $B = \vec{H}$ 를대입하여 구한다.

$$\frac{d\vec{H}_{sys}}{dt} = \frac{d}{dt}\int_{CV} (\vec{r} \times \vec{V}) \rho dV + \int_{CS} (\vec{r} \times \vec{V}) \rho (\vec{V}_r \cdot \vec{n}) dA$$

$$\parallel$$
$$\sum \vec{M}$$

고정된검사체적은 $\vec{V}_r = \vec{V}$ 이므로 고정된 CV에서

$$\sum \vec{M} = \frac{d}{dt}\int_{CV} (\vec{r} \times \vec{V}) \rho dV + \int_{CS} (\vec{r} \times \vec{V}) \rho (\vec{V} \cdot \vec{n}) dA$$

19100054 김시현

문제 1

(b) 차원해석의 세가지 주된 목표

① 실험을 계획하고 실험결과를 정리하는데 필요한 무차원 매개변수의 도출

② 모형 실험 결과로부터 원형의 성능을 예측하는 축척법칙 (scaling laws)를 구함

③ 매개변수들 사이의 관계에서 경향을 예측

상사법칙 기본원리 (모형과 원형 사이에 완전한 상사를 이루기위한 세가지 조건)

① 기하학적 상사

-모형은 원형과 같은 형상이어야 하고 일정한 축척비로 축척되어야한다.

② 운동학적 상사

-모형내의 어떤 한 위치의 속도는 원형 유동내의 대응점의 속도와
비례하여야 한다

③ 역학적 상사

-모형 유동에 나타나는 모든 힘이 원형 유동에서
대응하는 힘과 일정한 축척비로 비례하여야 한다.

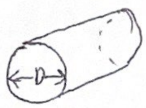
19100054 김시연

문제 1

(c)

Reynolds number는 유체내의 viscous 힘에대한 관성력 사이의 비율이며, 유동시스템이 주로 의존 한다.
이것은 흐름체계를 결정하는 기준역할을 한다.
예를들어, 큰 레이놀즈 수에서 흐름은 비스코스 힘에 비해 관성력이 크기때문에 불안정하며. 따라서 비스코스 힘은 유체의 무작위적이고 빠른변동을 막을수없다.

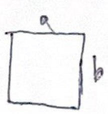
(i)



에서.

$$Re = \frac{\rho D_h V}{\mu}, \quad D_h = D$$

(ii)

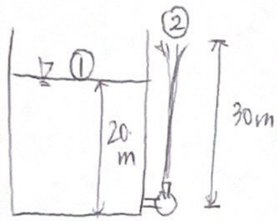


$$D_h = \frac{4A_c}{P} = \frac{4ab}{2(a+b)} = \frac{2ab}{(a+b)}$$

19100054 김시현

문제2

펌프가 물에 공급한 최소 압력상승은?



물의 밀도 $\rho = 1000\ kg/m^3$ 으로 둔다.

①의 위치는 물의 표면이다 (탱크의)

②위치는 솟아난 물기둥의 꼭대기

$V_2 = 0$, $P_1 = P_2 = P_{atm}$ 이다.

$z_1 = 20m$, $z_2 = 30m$, $h_L = 0$ 으로 가정한다.
(압력상승의 최솟값을 구하므로)

탱크내 물표면에서 속도는 매우 작다. → $V_1 = 0$

정상 비압축성 유동에서 에너지방정식

$$\rightarrow \quad \frac{P_1}{\rho g} + \alpha_1 \left(\frac{V_1^2}{2g}\right) + h_{pump,u} = \frac{P_2}{\rho g} + \alpha_2 \left(\frac{V_2^2}{2g}\right) + z_2 + h_{turbine,e} + h_L$$

$$h_{pump,u} = 30m - 20m = 10m$$

따라서 펌프가 물에 공급한 최소 압력상승은 $\Delta P_{pump,min} = \rho g h_{pump,u}$ 이다.

$$\Delta P_{pump,min} = \rho g h_{pump,u}$$

$$= (1000 kg/m^3)(9.81\ m/s^2)(10m)\left(\frac{1N}{1000\ kg \cdot m/s^2}\right)$$

$$= 98.1\ kN/m^2 = \boxed{98.1\ kPa}$$

19100054 김시현

문제14

(a) 버킹햄 Pi정리 를이용해 문제1와 얼마나연관있는지 찾으라.