

## 유체역학

### 2012년 시행 5급(기술) 공채 제2차시험

응시번호 :

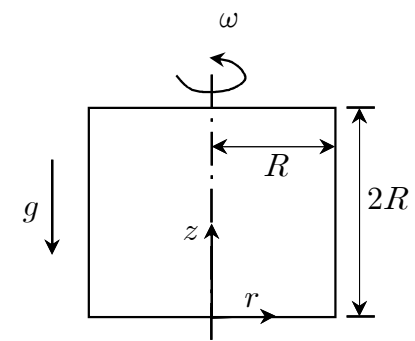
성명 :

제 1 문. 파이프 내의 유동에서 단위 길이 당 압력손실  $\Delta p_\ell$ 은 유체의 밀도  $\rho$ 와 동점성계수  $\nu$ , 평균 속도  $V$  및 파이프의 직경  $D$ 에 의해 정해진다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

- 1) 차원해석을 통하여 관련된 무차원변수의 관계식을 구하시오. (5점)
- 2) 크기가 같은 파이프 내로 물이 흐를 때의 단위 길이당 압력 손실과 공기가 흐를 때의 단위길이 당 압력손실의 비를 구하시오. (단, 두 유동 사이에 역학적 상사가 성립하며 물과 공기의 물성치는 다음 표와 같다) (5점)

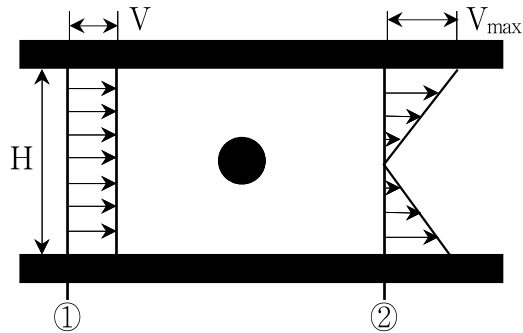
물성	물	공기
밀도 $\rho$	$1,000 \text{ kg/m}^3$	$1.23 \text{ kg/m}^3$
동점성계수 $\nu$	$1.12 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	$1.46 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

제 2 문. 다음 그림과 같이 반지름이  $R$ 이고 높이가  $2R$ 인 원통형 용기에 밀도가  $\rho$ 인 물이 가득 들어있고, 원통의 윗면은 중앙에 아주 작은 구멍이 있는 덮개가 설치되어 있다. 이 원통을 중앙 수직축을 중심으로 각속도  $\omega$ 로 회전시키고 있고 용기 안의 물은 강체회전하고 있다. 다음 물음에 답하시오. (총 10점)



- 1) 용기가 회전하고 있을 때, 용기 안의 압력 분포  $p(r, z)$ 를 구하시오. (단, 이때 중력가속도를  $g$ 로 한다) (4점)
- 2) 용기가 회전하고 있을 때, 수압에 의하여 용기 밑바닥에 작용하는 힘을 구하고 정지하고 있을 때와 비교하시오. (3점)
- 3) 반지름  $R=0.1\text{m}$ 인 이 용기가 견딜 수 있는 최대계기압력이  $2.5\text{kPa}$  일 때, 최고 회전속도[rpm]를 구하시오. (단, 물의 밀도  $\rho=1,000\text{kg/m}^3$ , 중력가속도  $g=9.81\text{m/s}^2$ 이다) (3점)

제 3 문. 다음 그림과 같이 폭이 넓고, 높이(H)가 1 m인 풍동(wind tunnel) 속에서 원형 실린더의 항력을 시험한다. 단면 ①에서의 속도(V)는 20 m/s로 균일하며, 단면 ②에서 속도는 그림과 같이 중심에서 0이고 아래위 벽면에서  $V_{\max}$ 인 선형분포이다. 단면 ①, ②에서의 압력이 각각 200 Pa, 100 Pa이고 공기의 밀도가  $1.2 \text{ kg/m}^3$ 일 때, 다음 물음에 답하시오. (총 12점)

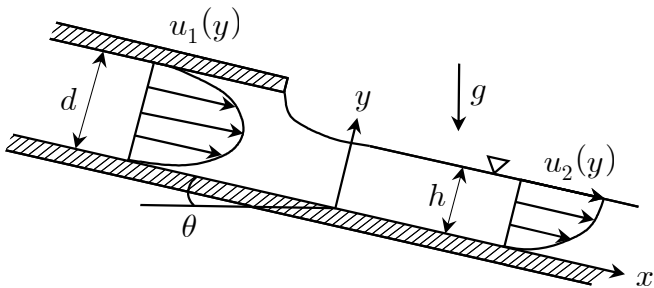


- 1) 풍동을 통과하는 단위 폭 당 질량유량을 구하시오. (2점)
- 2) 단면 ②에서의 최대속도  $V_{\max}$ 을 구하시오. (4점)
- 3) 풍동 벽에서의 점성저항을 무시할 때, 원형 실린더에 작용하는 단위 폭 당 항력을 구하시오. (6점)

제 4 문. 다음 그림과 같이 수평면에 대하여 각도  $\theta$ 로 기울어져 있는 평판이 중력장 속에 놓여 있다. 간격이  $d$ 인 평행평판 사이에 비압축성 층류 정상 점성유동이 속도분포  $u_1(y)$ 로 흐르며, 충분히 발달한 유동이다. 윗쪽 평판이 중간에서 끊어지고 하류에서는 높이  $h$ 의 충분히 발달한 정상 층류 유동  $u_2(y)$ 가 되어 흐른다. 평판을 따라 하류 방향을  $x$ , 평판에 수직한 방향을  $y$ 로 하고, 평판의 단위 폭당 체적유량을  $q$ 라 한다.  $x$ 방향의 Navier-Stokes 운동방정식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + g \sin \theta$$

다음 물음에 답하시오. (단, 외부 공기의 영향은 무시되며  $g$ 는 중력가속도이다) (총 18점)



- 1) 평행평판 사이의 속도분포  $u_1(y)$ 를 구하시오. (5점)
- 2) 평행평판 내부 유동의 압력구배  $\frac{\partial p}{\partial x}$ 를 구하시오. (5점)
- 3) 액막의 속도분포  $u_2(y)$ 를 구하시오. (5점)
- 4) 액막의 두께가  $h = \left( \frac{3\nu}{g \sin \theta} q \right)^{1/3}$ 이 됨을 유도하시오. (3점)

## 행정안전부 시험출제과장