

## 재료역학<선택>

### 2016년 시행 5급 공채(기술) 제2차시험

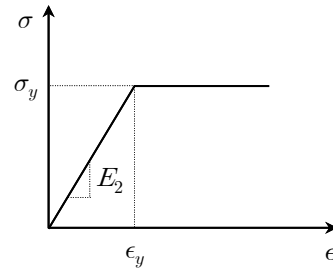
응시번호 :

성명 :

제 1 문. 다음 그림과 같이 두께  $h_1$ 의 코어에 두께  $h_2$ 의 박막을 코어의 윗면과 아랫면에 코팅한 시편을 준비하였다. 코어의 물성은 선형탄성으로  $E_1$ 의 탄성계수를 가지고 있고, 코팅층은 다음 그래프와 같이 선형탄성완전소성(linear elastic perfectly plastic)체이다. 또한 코어와 코팅층의 열팽창계수는 각각  $\alpha_1$ 과  $\alpha_2$ 이고,  $\alpha_1 > \alpha_2$ 이다. 코어와 코팅층에는 응력이 없는 상태이고 재료의 물성이 온도변화에 따라 변하지 않으며, 코어와 코팅층의 계면을 완전접착조건으로 가정했을 때 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

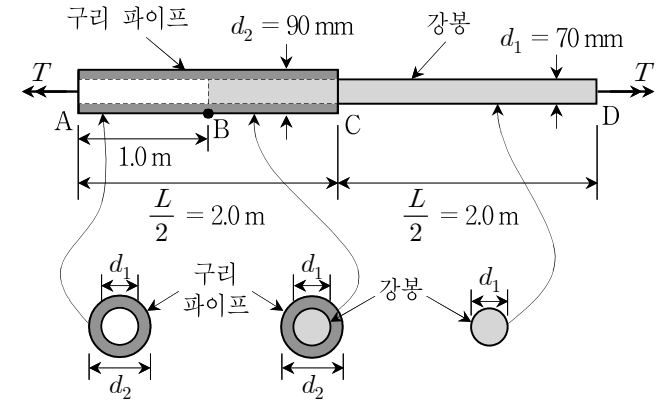


<코팅층 응력-변형률선도>



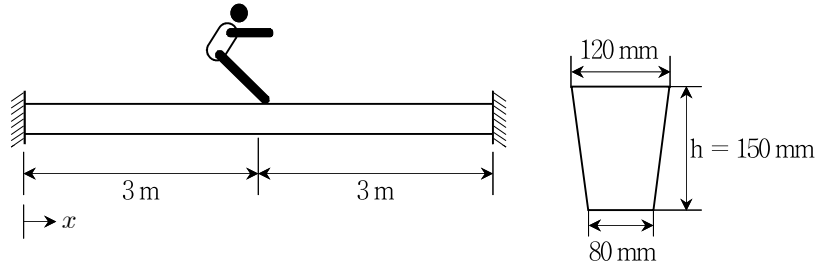
- 1) 현재 상태에서 온도가 상승할 때( $\Delta T > 0$ )와 하강할 때( $\Delta T < 0$ ) 코팅층에는 각각 어떠한 응력이 발생하는지 정성적으로 설명하시오. (2점)
- 2) 온도가 상승하면서 코팅층이 소성변형을 일으키기 직전의 온도변화  $\Delta T_c$ 를 계산하시오. (6점)
- 3) 만약 코팅층이 일반적인 세라믹 재질이라고 가정한다면, 코팅층은 온도 상승과 하강 중 어느 쪽에 취약한지와 그 이유에 대하여 설명하시오. (2점)

제 2 문. 강재로 제작된 길이 3.0m의 봉( $G_s = 80 \text{ GPa}$ )이 전체 길이의 1/3만큼 구리 파이프( $G_b = 40 \text{ GPa}$ )에 삽입되어 단단히 고정되어 있다. 강봉과 구리 파이프의 외부 직경은 각각  $d_1 = 70 \text{ mm}$ ,  $d_2 = 90 \text{ mm}$ 일 때 다음 물음에 답하시오. (단, C 지점에서의 응력집중 효과는 무시한다) (총 10점)



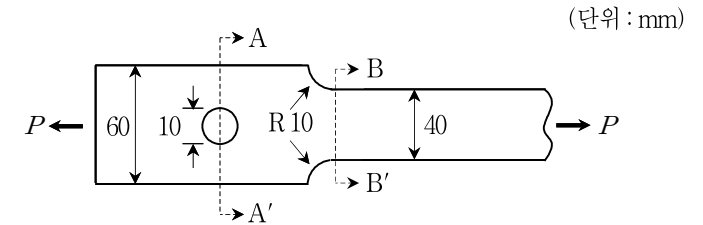
- 1) 양 끝단(AD)에 걸리는 토크를  $T$ 라고 할 때 조립부(BC 구간)에서 강봉과 구리 파이프에 걸리는 토크( $T_s$ ,  $T_b$ )를  $T$ 의 함수로 표현하시오. (2점)
- 2) 양 끝단(AD) 사이의 회전각이  $8.0^\circ$ 로 제한될 때 허용 토크( $T_1$ )를 구하시오. (3점)
- 3) 구리 파이프(AC)의 전단응력이  $\tau_b = 70 \text{ MPa}$ 로 제한될 때 허용 토크( $T_2$ )를 구하시오. (2점)
- 4) 강봉(BD)의 전단응력이  $\tau_s = 110 \text{ MPa}$ 로 제한될 때 허용 토크( $T_3$ )를 구하시오. (2점)
- 5) 위의 세 가지 조건들을 모두 만족시키기 위한 최대 허용 토크를 결정하시오. (1점)

제 3 문. 체조선수가 그림과 같이 단면이 사다리꼴인 보 위에 있는 경우를 고려한다.  
나무로 만든 보의 양끝이 고정되어 있고 재료의 탄성계수  $E = 12.6 \text{ GPa}$ 일 때  
다음 물음에 답하시오. (단,  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ) (총 10점)



- 1) 양쪽 끝단의 반력과 반력모멘트를 각각  $R_0$ 와  $M_0$ 라고 할 때  $R_0$ 와  $M_0$  사이의 관계식을 구하시오. (2점)
- 2) 보의 최대 처짐량을  $R_0$ 를 사용하여 표현하시오. (2점)
- 3) 체조선수의 질량이  $60 \text{ kg}$ 일 경우  $R_0$ 와  $M_0$ 의 값을 구하시오. (1점)
- 4) 3)에서 최대 인장 굽힘응력이 발생하는 지점의  $x$  좌표와 응력의 크기를 구하시오. (2점)
- 5) 3)의 체조선수가  $50 \text{ cm}$ 를 점프한 후 보 위에 착지할 경우 최대 처짐량을 구하시오. (3점)

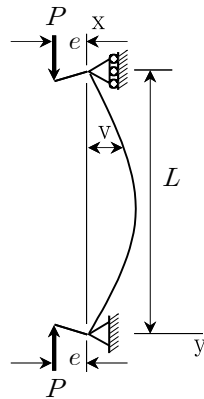
제 4 문. 다음 그림과 같은 구조물(링크 부품)에서 원형 구멍이 뚫려 있는 손잡이부 (폭  $60 \text{ mm}$ )와 몸체부(폭  $40 \text{ mm}$ )가 필렛(곡률반경  $10 \text{ mm}$ )으로 연결되어 있다. 해당 구조물의 두께는  $10 \text{ mm}$ 이며, 하중  $P$ 가 수평방향으로 작용하고 있다. 구조물의 재료는 탄소강이며, 항복응력은  $320 \text{ MPa}$ , 인장강도는  $450 \text{ MPa}$ 이다. 구멍부와 필렛부의 응력집중계수를 각각  $2.0$ ,  $1.8$ 로 가정하고, 안전계수  $3.0$ 을 고려하여 일반적인 설계를 하고자 할 때 다음 물음에 답하시오. (총 10점)



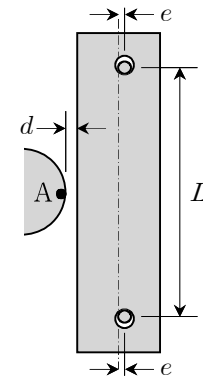
- 1) 재료의 변형거동 특성을 고려하여 허용응력을 계산하시오. (1점)
- 2) 손잡이부에 작용할 수 있는 최대 허용하중을 구하시오. (2점)
- 3) 몸체부(필렛부 포함)에 작용할 수 있는 최대 허용하중을 구하시오. (2점)
- 4) 본 구조물이 안전하게 사용될 수 있는 최대 허용하중을 결정하시오. (1점)
- 5) 필렛부의 곡률반경이 감소될 경우 최대 허용하중이 어떻게 변화될지에 대해 정성적으로 설명하시오. (2점)
- 6) 그림의 A-A' 단면과 B-B' 단면에서의 응력분포를 도식적으로 표현하시오. (2점)

제 5 문. 그림과 같이 탄성계수와 면적관성모멘트가 각각  $E$ 와  $I$ 인 부재에 축방향 압축하중  $P$ 가 단면의 중심으로부터 편심거리  $e$ 만큼 떨어진 곳에 작용하고 있을 때 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

- 1) 횡방향 처짐량  $v(x)$ 를 유도하고 최대 횡방향 처짐량  $v_{\max}$ 를 Euler 임계하중  $P_{cr}$ 을 이용하여 구하시오. (4점)



- 2) 정사각형의 단면을 갖는 부재가 다음과 같이 두개의 핀에 의해 고정되어 있다. 현재 온도 상태에서 두 핀은 부재와 접촉하고 있고 부재는 내력이 0인 완전 평형상태에 있다. 부재의 단면적이  $200 \text{ mm}^2$ , 열팽창계수  $\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ m}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , 부재와 좌측 구조물간의 거리  $d = 2 \text{ mm}$ 이고  $e = 1 \text{ mm}$ ,  $L = 0.4 \text{ m}$ ,  $E = 200 \text{ GPa}$ 일 때, 부재의 온도가 현재 온도에서  $30 \text{ K}$  만큼 증가하는 경우 부재가 좌측점 A와 접촉하는지 예측하시오. (단, 온도변화에 의해 발생하는 부재의 힘을 계산할 때 편심이나 굽힘에 의한 효과는 무시한다) (4점)



- 3) 2)의 부재에 발생하는 최대 압축응력을 구하시오. (2점)

## 인사혁신처 시험출제과장