

2009년도 제46회 변리사 제2차 시험 문제지

시험과목	금속재료
------	------

수험번호		성 명	
------	--	-----	--

【 A-1 】 (30점)

Fe-Fe₃C 상태도를 그리고, 상태도에 존재하는 3상 이상이 관여하는 3가지 불변 반응(invariant reaction)에 대하여 설명하시오. 또 아공석조성의 합금을 austenite 영역에서 실온까지 서냉할 때 나타나는 미세조직 변화를 설명하고, pearlite 형성 기구를 설명하시오. 2원계 철합금과 달리 3원계 철합금에서 공석 온도가 특정온도로 결정되지 않는 이유에 대해서도 설명하시오.

【 A-2 】 (20점)

강의 침탄처리는 흔히 고온의 탄화수소 기체분위기에 강 시편을 장시간 노출시켜 강 표면층의 탄소농도를 증가시키는 공정이다. 침탄처리를 하는 이유를 간단히 설명하고, 0.25 wt%의 탄소농도를 갖는 강 합금을 표면으로부터 0.5 mm 떨어진 위치에 0.80 wt%가 되도록 침탄 시키기 위한 공정시간을 계산하시오.

단, 침탄은 950 °C에서 진행하며, 표면에서 탄소농도는 1.20 wt% 상태를 유지한다. 또한, 이 온도에서 철 내의 탄소의 확산계수는 $1.6 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$ 이고, 강 시편은 반무한(semi-infinite) 크기라고 가정하며, 아래의 비정상상태 확산공식 및 오차 함수(error function ; 내삼법)를 참고하도록 한다.

$$\frac{C_x - C_0}{C_s - C_0} = 1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$$

z	erf(z)	z	erf(z)
0.25	0.2763	0.40	0.4284
0.30	0.3286	0.45	0.4755
0.35	0.3794	0.50	0.5205

【 B-1 】 (30점)

지름 10 mm, 길이 380 mm인 봉재를 제조하고자 한다. 봉재의 사용조건은 최대 24,500 N의 인장 하에서 소성변형이 없고, 변형량(Δl)은 0.9 mm를 초과하지 않아야 한다.
아래 표의 물성치를 참고하여 제조하고자 하는 봉재에 적합한 재료를 선택하고 그 근거를 설명하시오.

재 료	탄성계수 (GPa)	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)
알루미늄 합금	70	255	420
황동	100	345	420
동	110	250	290
철합금	207	450	550

【 B-2 】 (20점)

응고 중 고상 내에서는 무확산, 액상 내에서는 용질확산만이 발생한다고 가정한 평면응고의 경우 정상상태에서 응고전면의 액상 농도와 온도분포는 다음 식들로 표시할 수 있다.

$$C_L(x) = C_o \left\{ 1 + \frac{1-k}{k} \exp\left(-\frac{R}{D}x\right) \right\}$$

$$T_L(x) = T_o - m_l C_o \left\{ 1 + \frac{1-k}{k} \exp\left(-\frac{R}{D}x\right) \right\}$$

여기서 C_o : 모상의 용질 초기농도, k : 평형분배계수, D : 용질확산계수, R :응고속도, x : 응고계면으로부터의 거리, T_o : $C_L=0$ 에서의 융점, m_l : 상태도의 액상기울기를 의미한다.

- (1) 실제 액상중의 온도기울기를 G ($=\frac{dT_L}{dx}$)라고 할 경우 조성적과냉 (constitutional supercooling)에 대해 그림을 그려서 정의하시오. (10점)
- (2) 조성적과냉이 발생하는 조건을 위의 수식들을 이용하여 G, R, C_o, k, D, m_l 을 변수로 유도하시오. (10점)