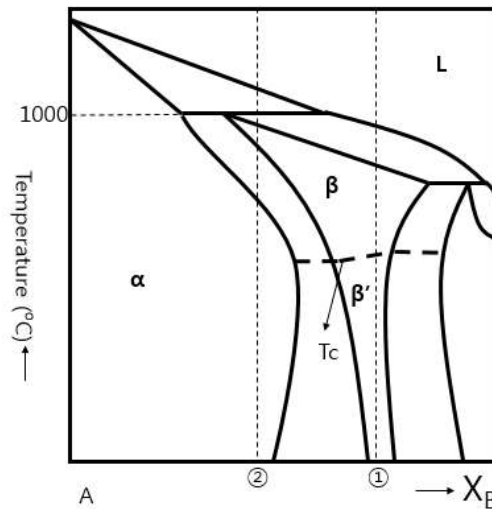


【 문제-1 】 (30점)

아래 그림은 A-B 합금계 상태도의 일부이다. 이 합금계에서 발생하는 규칙-불규칙 변태 (order-disorder transformation) 및 매시브 변태 (massive transformation)에 대해 아래 물음에 답하시오. (단, 1차 변태 (first order transformation)를 가정한다. 불변반응 (invariant reaction) 온도는 섭씨 1,000도이다.)

- (1) 동일 원자 (A-A 또는 B-B)들과의 혼합 엔탈피 값과 이종 원자 (A-B)들과의 혼합 엔탈피 값 (mixing enthalpy value)을 비교하고, 동일 원자간 (A-A 또는 B-B) 결합과 이종 원자간 (A-B) 결합의 열역학적 안정성을 비교 설명하시오. (4점)



- (2) 상태도에 표시한 ①조성 합금을 용융 후 평형 냉각 (equilibrium cooling) 하는 경우,  $T_c$  (order-disorder transformation temperature)를 중심으로 일어나는 미세구조 구성상(들)(constituent phase(s))의 결정학적 및 조성적 변화를 기술하고, 그 이유를 열역학적으로 설명하시오. (10점)
- (3) 상태도에 표시한 ②조성 합금을 용융 후 평형 냉각하는 경우, 아래 명시된 세 개의 온도 (a), (b), (c)에서 형성되는 미세구조의 구성상(들)을 각각 기술하고, 각 구성상(들)(constituent phase(s))의 분포를 각각의 미세구조 그림으로 나타내시오. (8점)
- (a) 불변 반응 (invariant reaction) 온도 직상 (just above) 온도
  - (b) 불변 반응 (invariant reaction) 온도 직하 (just below) 온도
  - (c) 불변 반응 (invariant reaction) 온도
- (4) 매시브 변태 (massive transformation)와 규칙-불규칙 변태 (order-disorder transformation)를 결정학적 및 조성적 측면에서 설명하시오. (8점)

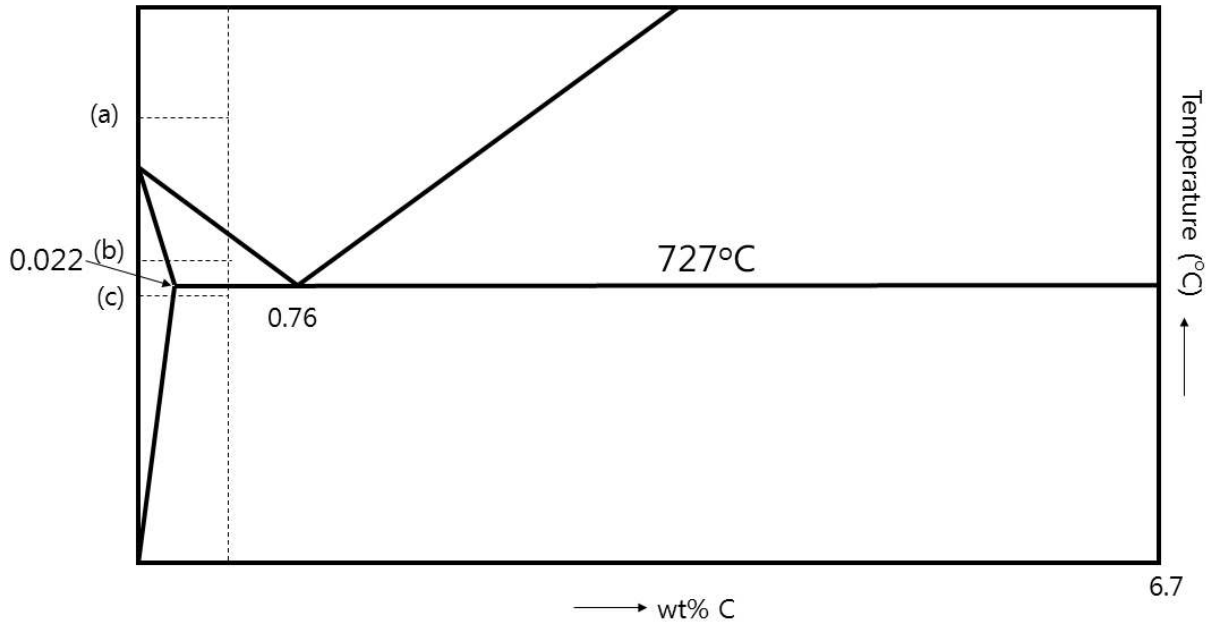
【 문제-2 】 (20점)

전위 (dislocation)의 움직임으로 인해 소성 변형이 일어나는 경우에 대하여 다음 물음에 답하시오.

- (1) 소성 변형이 진행될수록 재료의 강도가 증가하는 이유를 설명하시오. (5점)
- (2) 일반적으로 조밀육방격자구조 (Hexagonal close-packed structure)를 가지는 다결정 금속보다는 면심입방격자구조 (Face-centered cubic structure)를 가지는 다결정 금속의 소성변형이 용이하게 일어나는 경향이 있다. 그 이유를 설명하시오. (7점)
- (3) 일반적으로 순금속 보다는 치환형 고용체 합금의 항복강도가 더 크다. 그 이유를 설명하시오. (4점)
- (4) 전위가 전혀 없는 금속과 적정량의 전위가 존재하는 금속의 항복강도와 인성 (toughness)을 비교하여 설명하시오. (4점)

【 문제-3 】 (30점)

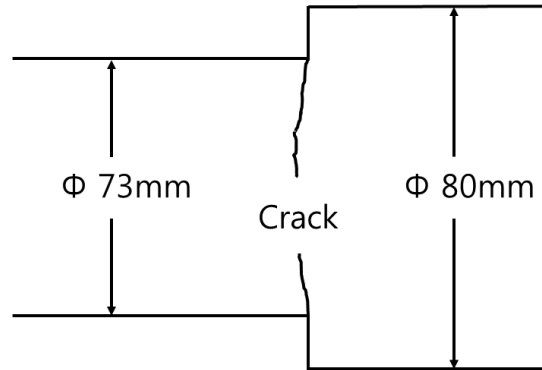
다음 그림은 Fe-Fe<sub>3</sub>C 합금을 나타내는 상태도이다. 아공석강(0.4 wt% C)에 대하여 다음 그림을 참조하여 물음에 답하시오.



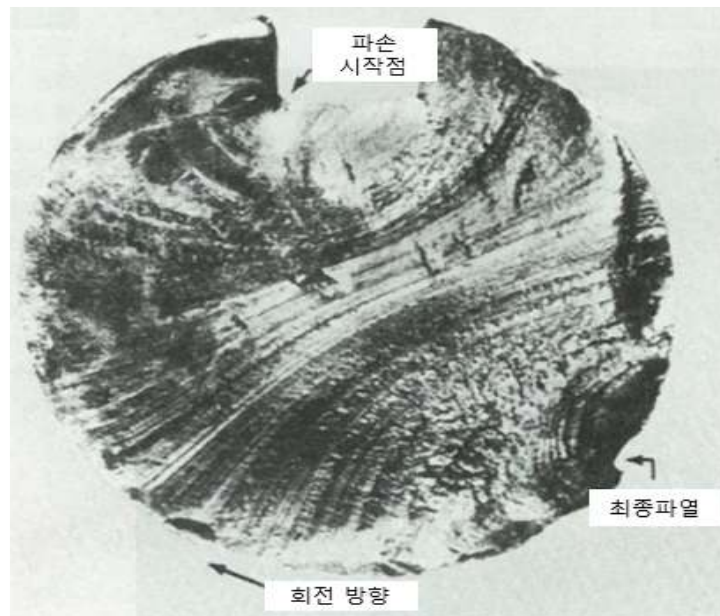
- (1) 각 온도 (a) 1000℃, (b) 770℃, (c) 726℃에서 나타나는 미세조직 및 구성상(들)을 설명하고 미세조직과 구성상(들)을 그림으로 나타내시오. (10점)
- (2) 726℃ 에서 ① 페라이트상 및 시멘타이트상의 분률과 ② 초석페라이트와 펄라이트의 분률, ③ 공석 페라이트의 분률의 계산식과 답을 구하시오. (단, 계산 값은 소수점 다섯째자리에서 반올림하여 소수점 넷째자리까지 구한다.) (5점)
- (3) TTT diagram을 그리고 제어압연, 연속압연, ausforming, straintempering, 단조담금질(단조소입)의 가공구간을 표기하여 가공열처리 공정을 각각 TTT diagram에 나타내시오. (5점)
- (4) ① W, Mo, V을 첨가했을 경우와 ② Cr을 첨가 했을 경우에 TTT diagram이 어떻게 변경되는지 설명하시오. (10점)

【 문제-4 】 (20점)

Rotary Granulator 모터에 연결된 동력축이 사용 20년 만에 파손되었다. 재질은 SCM4 단조강으로 축은 지름 73 mm와 지름 80 mm의 2단으로 구성되어 단의 경계에서 균열이 발생하였다. 아래 그림을 보고 다음 물음에 답하시오.



SCM4 단조강 모터축의 피로 균열



SCM4 단조강 모터축의 피로파괴 파단면

- (1) 파단면 관찰을 통하여 피로파괴임을 확인하였다. (a) 피로파괴, (b) 고주기 피로파괴, (c) 저주기 피로파괴 파단면의 특징들을 설명하시오. (5점)
- (2) SCM4 단조강 모터축의 피로파괴를 방지하기 위한 (a) 방법과 (b) 대책을 쓰고 (c) 피로한계, (d) 피로수명에 대하여 설명하시오. (5점)
- (3) 피로수명을 향상시키기 위한 방법 5가지를 쓰고 설명하시오. (10점)