

성명: \_\_\_\_\_

학번: \_\_\_\_\_

### Manufacturing Processes (446.305A)

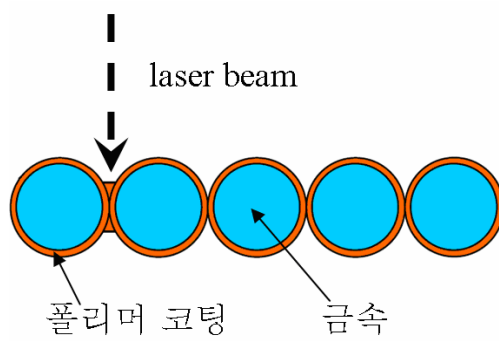
Final Exam

December 12, 2007

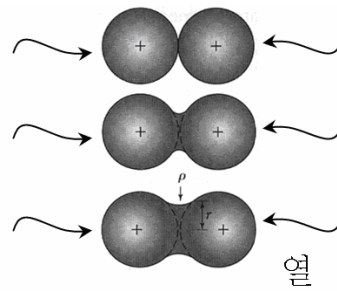
답은 별도의 답안지에 작성하고, 문제지와 답안지에 성명과 학번을 기입하여 모두 제출하기 바랍니다.

1. [30점, 10분] 다음 문제에 답하시오.

A. 다음 두 그림은 입자들을 접합하는 공정이다. 이들의 공통되는 이름을 쓰고, 이 공정에 대해 간단히 설명하시오.

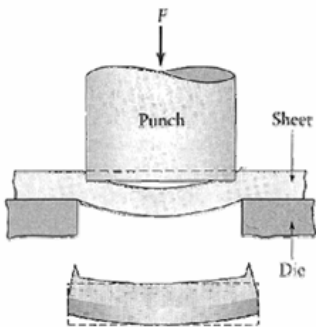


(a)

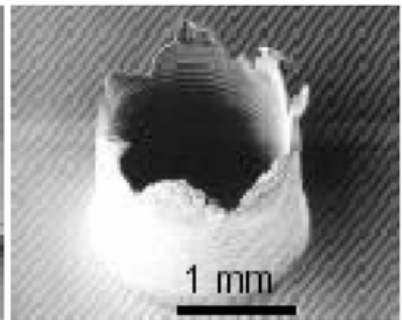
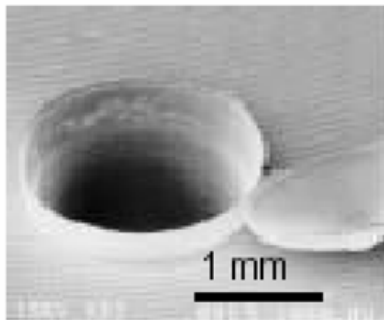


(b)

B. 다음 그림에 공통된 불량 형상의 이름을 쓰고, 이를 제거하는 방법을 간단히 설명하시오.

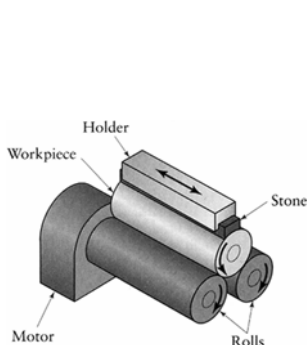


(a)

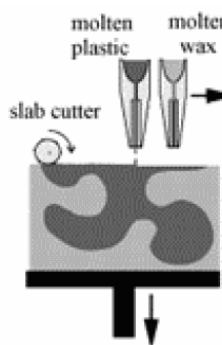


(b)

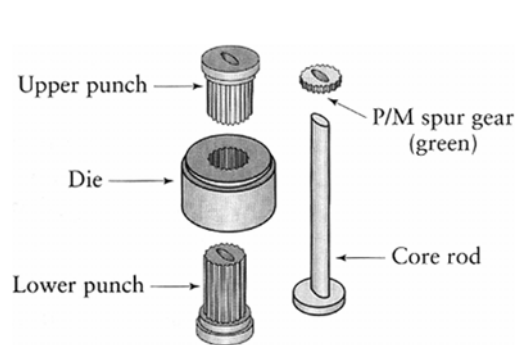
C. 다음 세 가지 경우의 제작된 표면의 표면 거칠기 값  $R_a$ 가 가장 낮은 공정은 어떤 것인가?



(a)

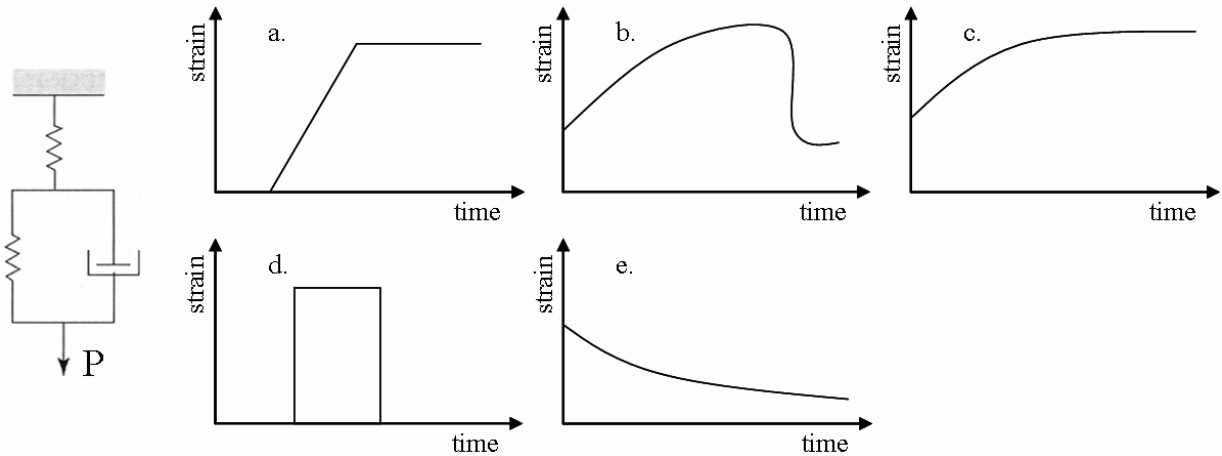


(b)

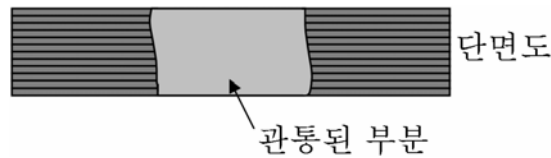


(c)

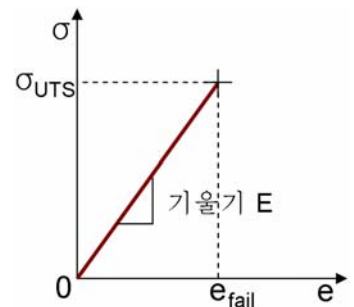
D. 다음은 어떤 폴리머의 점탄성 (viscoelastic) 특성을 spring과 dash-pot 모델로 나타낸 것이다. 이 재료에 하중 P를 초기 (t=0)에 가하고 이를 유지하는 경우, strain vs. time 곡선으로 가장 적당한 것은?



E. 표면이 5 mm 두께의 알루미늄 합금으로 된 전투기가 총알에 관통되었다. 주위에 1 mm 두께의 알루미늄 판재와 epoxy 합성 수지가 있다면 이를 사용하여 긴급히 보수할 수 있는 방법을 그리시오.



2. [20점, 15분] 연속 섬유 (continuous fiber) GFRP는 1800 MPa의 인장 강도 (tensile strength)와 69 GPa의 강성 (modulus)을 가진 glass fiber와 55 MPa의 인장 강도와 4.0 GPa의 강성을 가지는 어떤 폴리머 A로 구성되어 있다. 이 중 glass fiber가 40 vol%, polyester resin이 60 vol%를 차지할 때 다음 질문에 답하시오. 두 재료는 모두 우측과 같은 stress-strain 그래프를 보인다.



A. 복합재의 길이 (longitudinal) 방향으로의 강성 (modulus)을 구하시오.

B. 단면이 250mm<sup>2</sup>이고, 50 MPa의 stress가 longitudinal 방향으로 가해졌을 때, fiber와 matrix phase에 걸리는 load를 각각 구하시오. 단, fiber와 matrix에 가해지는 힘의 비율은 다음과 같다.

$$\frac{F_f}{F_m} = \frac{E_f \times v_f}{E_m \times v_m}, v_f: \text{vol\% of glass fiber}, v_m: \text{vol\% of matrix (polyester resin)}$$

C. 복합재는 이중 재료가 섞여 있기 때문에, 연속 재료의 특성과는 조금 다른 특성을 나타낸다. 그 예로, 인장에 의한 파손 시, fiber가 먼저 끊어지고 resin이 안 끊어지거나, 그 반대의 경우가 있을 수 있다. 위의 복합재를 길이 방향으로 당길 경우, fiber와 resin 중 어느 것이 더 오래 버티겠는가? 둘 중 한 재료가 파손되기 직전에 전체 복합재가 견딜 수 있는 stress를 구하시오.

3. [25점, 25분] 엔드밀 (end mill) 공정에서 비용함수와 소요 시간 함수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_T = C_M + C_R$$

$$C_M = W_M \times T_M$$

$$C_R = \frac{T_C}{N_P} \times W_M + \frac{C_{tool}}{N_P}$$

$$N_P = \frac{T}{T_M}$$

$C_T$  = 총 비용

$C_M$  = 가공 비용

$C_R$  = 공구 교체 비용 및 공구 비용

$W_M$  = 분 당 노동 임금 (won/min)

$T_M$  = 가공 시간

$T_C$  = 공구 교체 시 걸리는 시간

$T$  = 공구 수명

$C_{tool}$  = 공구 가격

$N_P$  = 공구 하나로 가공할 수 있는 부품(채널)의 수

A. 현재 폭이 1 mm이고, 길이가 1 m인 직선 채널을 가공하고자 한다. 두 공구 모두 TiN으로 코팅하였고, 직경이 200  $\mu\text{m}$ 인 공구(1번 공구)와 직경이 100  $\mu\text{m}$ 인 공구(2번 공구)가 있다고 할 때, 다음의 조건에서 각각의 총 비용을 구하여라.

조건
Material Removal Rate (MRR)은 두 경우 다 20 mm <sup>3</sup> /min으로 동일
절삭 깊이 (Depth Of Cut): 0.05 mm
공구 교체 시 걸리는 시간 ( $T_C$ ): 5 분
분당 노동 임금 ( $W_M$ ): 500 원
공구 가격 ( $C_{tool}$ ): 1번 공구: 15,000 원 2번 공구: 5,000 원
공구 날 당 절삭 거리 [mm/tooth]: 1번 공구: 0.02 2번 공구: 0.01
공구 날의 개수: 모두 4개로 동일
Taylor 공구 수명 식 상수: $n = 1/3$ , $C = 18000$

B. 위 조건 중 MRR을 제외하고 다른 조건이 동일하다고 가정하였을 때, 1번 공구를 사용할 시에 최소의 비용을 발생시키는 절삭 속도 (cutting speed)  $V$  [mm/min]를 구하고자 한다.  $C_T = AV^2 + B \frac{1}{V}$  꼴로 총 비용 식을 정리하여 A와 B를 구하고, 미분을 통해 최소 비용을 발생시키는 절삭 속도를 찾으시오.

4. [25점, 25분] Fig.4-1과 같이 탄성-완전 소성 변형(elastic-perfectly plastic)하는 두께  $h$ , 폭  $b$ , 길이  $L$  인 beam 이 있을 때, 다음 물음에 답하여라.

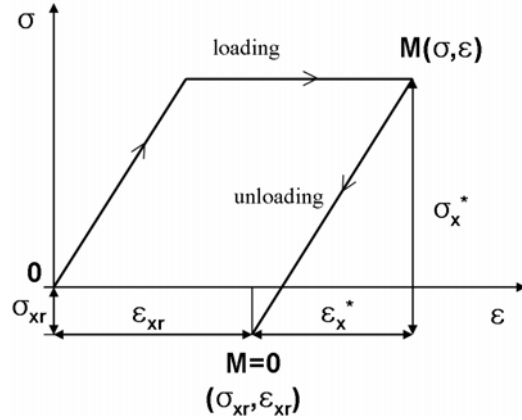


Fig.4-1

A. 원통형 다이를 사용하여 Fig.4-2 와 같이 굽힘 반경  $R$  ( $R = \frac{Eh}{4Y}$ , E: Elastic modulus, Y: Yield stress) 이 되도록 굽힘 moment를 가하여 beam을 구부렸을 때, beam의 중심 ( $y=0$ )에서 소성변형이 시작되는 지점까지의 거리( $\bar{y}$ )를 구하여라. 단, 굽힘 반경  $R$  만큼 굽혔을 때, beam의  $y$ 축 방향으로의 stress profile에는 Fig.4-3 과 같이 탄성 변형과 소성 변형 영역이 모두 존재한다고 가정한다.

(굽힘 moment에 의한 길이방향 ( $x$ 축) strain  $\epsilon_x = \frac{y}{R}$ )

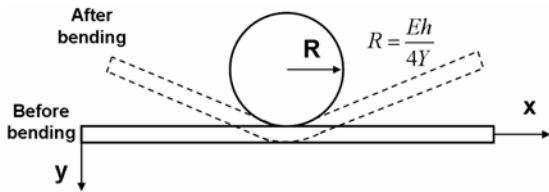


Fig.4-2

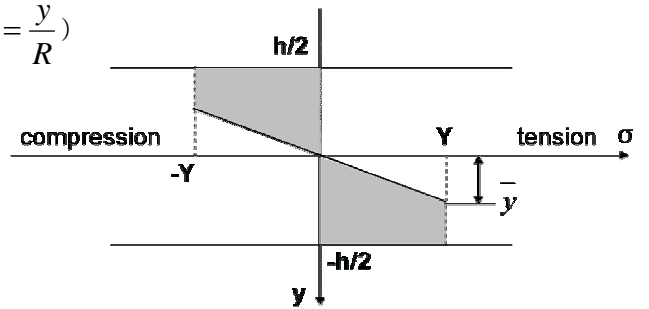


Fig.4-3

B. 위에서 구한  $\bar{y}$ 로 부터 이 때의 굽힘 moment  $M$ 을 계산하여라.

(굽힘 moment  $M = \int_{y_1}^{y_2} \sigma_x y b dy$ , 길이방향 ( $x$ 축) strain  $\epsilon_x = \frac{y}{R}$ )

C. B에서 beam에 작용하는 굽힘 moment를 제거하면, 즉  $-M$ 의 회복 굽힘 moment를 작용하면, beam이 탄성적으로 반응하여 응력 및 변형이 탄성적으로 회복(elastic recovery) 된다. (Fig.4-1, Fig.4-4 참고) 이를 바탕으로 굽힘 moment가 제거된 이후의 beam의 굽힘 반경을 구하여라.

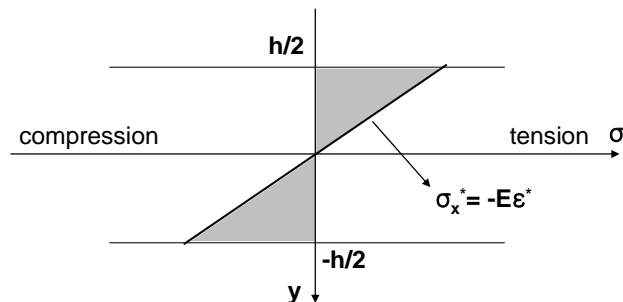


Fig.4-4