

## 【材料强度学II-断裂及韧化】作业

### 第 2 次作业

1、已知道某构件的工作应力  $\sigma=800\text{MPa}$ ，裂纹长  $2a=5\text{mm}$ ，工作应力垂直于裂纹面，其应力强度因子表达式为  $K_I = 2\sigma\sqrt{a}$ ，不同热处理状态时，钢材  $K_{IC}$  随屈服强度  $\sigma_{0.2}$  的升高而下降，其变化如下表所示：

热处理状态	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$\sigma_{0.2}$ (MPa)	1100	1200	1300	1400	1500
$K_{IC}$ (MPa.m <sup>1/2</sup> )	108.5	85.25	69.75	54.25	46.5

若按许用应力  $[\sigma]=\sigma_{0.2}/1.4$  要求，试求出既保证材料满足强度设计要求又不发生脆性断裂的热处理状态。

2、有一厚度为 2.0mm、宽度为 40mm 的板材，其性能指标为： $\sigma_{0.2} = 1500 \text{ MPa}$ ， $K_{IC} = 80 \text{ MPa.m}^{1/2}$ ， $\Delta K_{th} = 4 \text{ MPa.m}^{1/2}$ ， $K_{ISCC} = 16 \text{ MPa.m}^{1/2}$ （在 3.5%NaCl 中）。要求板材在受到 4000kgf 的静拉伸载荷作用下能长期安全工作（不发生塑性变形或断裂。试问在以下几种情况下能否达到使用要求？

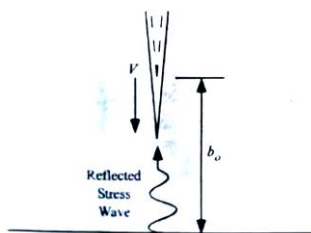
- （1）若材料无损伤，在空气中服役；
- （2）若材料经无损探伤发现存在长裂纹，在空气中服役；
- （3）若材料存在长裂纹，在海洋环境中服役；
- （4）若存在  $2a = 4.0\text{mm}$  长的裂纹，在空气中服役，仅受到  $\Delta P=1000\text{kgf}$  的循环载荷作用（不受 4000kgf 静拉伸载荷作用，且  $K_I = 1.25\sigma\sqrt{\pi a}$ ）。

3、简述断裂力学参量  $K$ 、 $G$ 、 $\delta$  及  $J$  之间的相互关系。

4、简要证明在线弹性平面应力状态下， $J$  积分与应力强度因子的关系为：

$$J_I = \frac{1}{E} K_I^2$$

5、快速扩展（运动中）的裂纹尖端应力强度因子可以表示为  $K_I(t) = k(V)K_I(0)$ ，其中  $k(V)$  为与裂纹扩展速度有关的函数， $K_I(0)$  为瞬时裂纹长度的静态应力强度因子。该式仅适用于无应力波反射、叠加等干扰作用的情况下。现有一单边深裂纹试样（见下图），其裂纹前方的韧带宽度为  $b_0$ 。假设该裂纹在冲击载荷下起裂，并以  $0.2c_1$ （ $c$  为纵波声速）的平均速度向前扩展。请问裂纹向前扩展多大范围内可以利用上式确定应力强度因子？



第 5 题图