

5.8 弯曲

工程上有许多杆件在外力作用下产生以弯曲为主的变形，习惯上称它们为梁，如起重机的横梁、桥梁等。它们的特点是载荷和支反力都垂直于梁的轴线，变形时相邻横截面各绕其横向轴转动，产生相对角位移，梁的轴线由直线弯成曲线。

一. 实验目的

1. 掌握电阻应变测试技术的基本原理和方法；
2. 测试对称和非对称工字型截面梁在纯弯曲时正应力的大小及分布规律，并与理论计算值进行比较。

二. 仪器与设备

多功能电测实验台，电阻应变仪，载荷仪。

三. 原理与试件

本实验的试件为对称和非对称工字型截面梁（铝合金），加载方式及应变测点位置布置如图 5.8-1 所示。集中载荷 F 作用在小梁上，被测梁的中段承受纯弯曲载荷作用。在弹性范围内纯弯曲梁的正应力公式为：

$$\sigma = \frac{M}{J_z} y \quad (5.8-1)$$

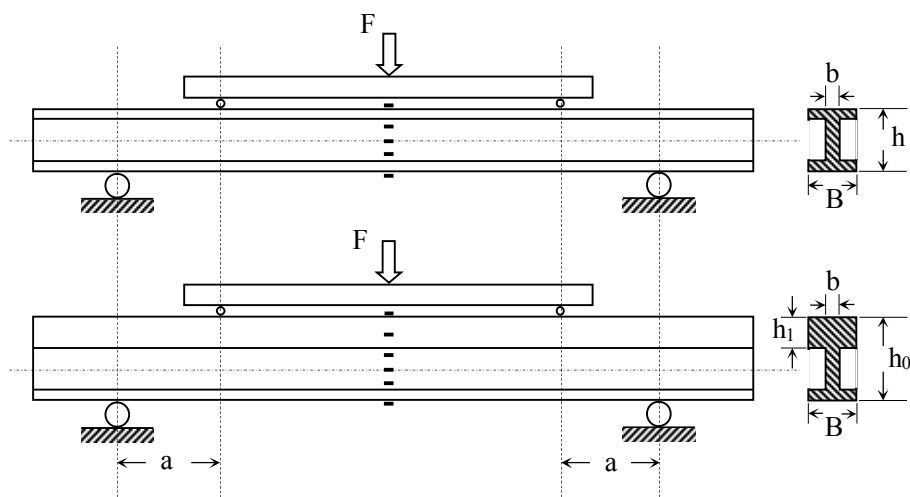


图 5.8-1 对称和非对称梁

式中， M —纯弯曲段梁截面上的弯矩， $M = \frac{F}{2} \cdot a$ ； J_z —横截面对中性轴的惯矩； y —截面上测点至中心轴的距离。

在各测点沿轴线方向贴上电阻应变片，可测得各点的线应变 ε_i ，由于各点处于单向应力状态，由虎克定律得各点正应力为：

$$\sigma_i = E\varepsilon_i \quad (5.8-2)$$

式中, ε_i —各测点的线应变; σ_i —相应各测点的正应力; E —材料的弹性模量。

实验时采用等幅、分级加载的方式, 即每增加一次等量载荷 ΔF , 测定一次各点响应的应变增量 $\Delta\varepsilon_i$ 。因此在计算应力的实验值及理论值时, 均应根据载荷增量 ΔF 及相应的弯矩增量 ΔM 和应变增量 $\Delta\varepsilon_i$ 的平均值代入。即

$$\Delta\sigma_i = E\Delta\varepsilon_{i\text{平均}} \quad (5.8-3)$$

$$\Delta\sigma_{\text{理论}} = \frac{\Delta M \times y}{J_z}, \quad \Delta M = \frac{\Delta F}{2} \cdot a \quad (5.8-4)$$

然后, 将实测应力 $\Delta\sigma_i$ 与 $\Delta\sigma_{\text{理论}}$ 理论应力进行比较。

四. 方法及步骤

1. 安装实验梁及加载小梁, 梁的各测点上应事先贴上电阻应变片 (一般此工作已由实验室完成);
2. 测量、记录梁截面的尺寸、支点及力点的距离;
3. 将各测点的工作应变片及补偿应变片按顺序接入应变仪, 并逐点调整零位;
4. 检查各项准备工作及线路无误后, 即可均匀缓慢加载, 载荷大小及载荷增量的选定应根据梁的尺寸及材料的比例极限估算确定。加载的同时, 读出并记录相应的应变值;
5. 按规定载荷测试, 可重复三遍, 观察实验结果;
6. 测毕, 关闭各仪器的电源;
7. 根据实验数据计算各测点正应力, 在坐标纸上按比例绘制实验应力分布曲线, 并与理论计算应力比较。

五. 注意事项

1. 操作电阻应变仪, 应遵守操作规程。
2. 加载要缓慢均匀, 操作稳着, 切忌急躁。在实验台压头与加载小梁即将接触时, 加载速度要放慢, 以确保加载数值的准确。
3. 实验前应调整应变片的 K 值 (数值一般由实验室指定), 如没有调整, 实验后可按下式进行换算:

$$\varepsilon = \frac{K_{\text{仪}} \varepsilon_{\text{仪}}}{K_{\text{片}}};$$

式中 ε —修正后的正确应变值, $\varepsilon_{\text{仪}}$ —应变仪读出的应变值, $K_{\text{仪}}$ —应变仪原有的 K 值, $K_{\text{片}}$ —应变仪实际的 K 值。

六. 预习要求

1. 直梁弯曲正应力公式的意义和推导方法。
2. 了解电阻应变片和电阻应变仪的基本原理和多点测量的方法。
3. 已知梁的尺寸、载荷方式及材料的比例极限, 如何确定实验的最大载荷?

七. 实验报告要求

实验报告应包括: 实验名称; 实验目的; 实验装置草图; 仪器名称、型号规格; 原始数据; 实验数据记录, 计算结果, 曲线绘制, 比较实验、理论计算结果, 问题讨论等。

八. 问题讨论

1. 根据非对称梁的应力分布曲线，能否计算梁的中心轴。
2. 比较梁各测点实验应力值与理论应力值，并分析其误差的原因。
3. 说明梁在纯弯曲区域各测点的正应力分布规律。