

显微骨折裂纹尖端微纤维桥接与载荷 挠度曲线后坡相关研究

钟红刚¹, 钱民全²

(中国中医科学院, 国家中医药管理局生物力学三级实验室, 北京, 中国科学院力学所)

摘要: 研究目的: 在 $3\text{mm} \times 0.5\text{mm} \times 0.2\text{mm}$ 骨微试件显微镜下弯曲试验中, 观察到开裂的裂纹尖端附近有胶原微纤维束桥接并被拉断。相应的载荷挠度曲线后坡出现有规律的叠加载荷峰, 数量为 1-7 个不等。本文试图建立包含桥接影响的裂纹扩展过程的载荷-挠度关系方程。研究方法: 对 20 个出现桥接微纤维束的测试录像进行图像处理 and 测量; 对相应的载荷挠度曲线进行分段拟合。一般分为线性区域、屈服区域和 (最大载荷之后的) 后坡三段。研究结果: 建立了包含线性弯曲梁项、能量损失屈服项和纤维桥接后坡项三项组成的, 依赖于骨微试件几何参数、尖端阴影面积和后坡叠加载荷峰参数的载荷挠度曲线的解析方程。结论: 通过显微骨试件三点弯曲试验载荷挠度曲线后坡精细分析, 可能了解裂纹尖端桥接的胶原微纤维束拉伸力学性能。

致谢: 北京市自然科学基金: 7072050

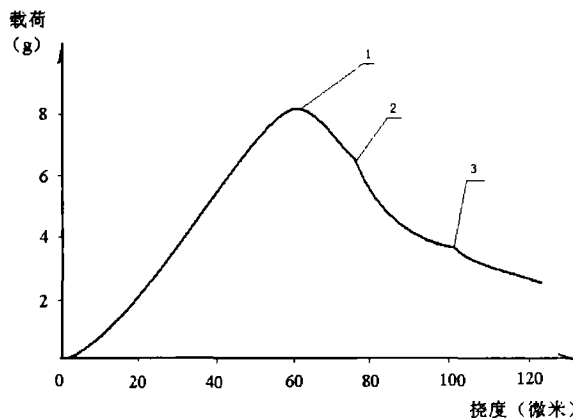


图1 骨板间裂纹开裂三点弯曲试件典型的载荷-挠度曲线
1-第一个失稳扩展点 2-第二个失稳扩展点 3-第三个失稳扩展点
Fig. 1 Typical load-flexibility curve of three-point bending test of circumferential bone sample, in which crack opening take place between interlamellae
1-the first unstable point of the crack propagating
2-the second unstable point of the crack propagating
3- the third unstable point of the crack propagating

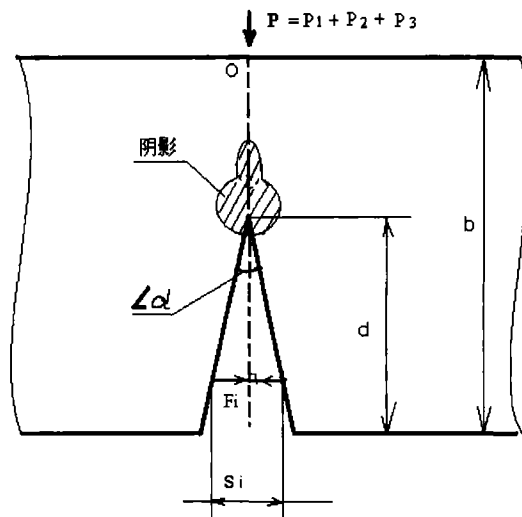


图2 裂纹尖端附近桥接纤维力学分析示意图中 b 为试件高度, d 为裂纹长度, P 为弯曲加载, α 为裂纹尖端开裂角度, S_i 为桥接纤维长度, F_i 为桥接纤维对裂纹侧壁的拉伸力
Fig. 2 force of the bridge fiber near the crack tip In which b indicates height of the sample, d length of the crack, α the angle of the crack, S_i length of the bridge fiber, F_i force of single bridge fiber

参考文献

- [1] Alan Boyde, The real response of bone to exercise, J. Anat. (2003)203 :173 - 189
- [2] 钟红刚, 马晓慧, 袁小龙, 等, 原胶原分子间的交联结构拉伸力学特性的量子化学计算模拟, 医用生物力学 2006, 21(2) :120-124
- [3] 黄克智, 肖纪美, 材料的损伤断裂机理和宏微观力学理论, 清华大学出版社, 1999, pp. 50