

圆台薄壁结构的缓冲性能分析

储火, 张绍云, 张佳敏

(浙江大学, 杭州 310027)

摘要: 为了得到圆台结构的本构模型, 基于 ABAQUS/Explicit 程序, 对圆台薄壁结构动态变形过程进行了计算仿真, 得到了圆台结构载荷-位移曲线。研究方法对缓冲包装等的应用具有一定的参考价值。

关键词: 圆台结构; 动态; 缓冲包装

中图分类号: TB487; TB485.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)13-0066-02

Analysis on Cushioning Performance of Cone Structure

CHU Huo, ZHANG Shao-yun, ZHANG Jia-min

(Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: This paper analyzes dynamic properties of the cone structure using the finite element code ABAQUS/Explicit, obtains force-displacement curve. The method in this paper has certain indicative price for cushioning packaging and industrial applications.

Key words: cone structure; dynamic; cushioning packaging

缓冲包装所用的泡沫^[1-3]、蜂窝结构^[4]及瓦楞结构^[5], 由于具有规则的结构, 因此便于从静态、动态实验数据中得到本构关系。对于圆台结构, 由于自身结构的特殊性, 不能从实验数据中归纳出本构模型, 鉴于此, 笔者利用 ABAQUS/Explicit 程序研究圆台薄壁结构的动态压缩行为, 为缓冲包装设计提供有限元方法的指导。

1 模型描述

圆台几何结构见图 1。圆台上端自由, 下端固定

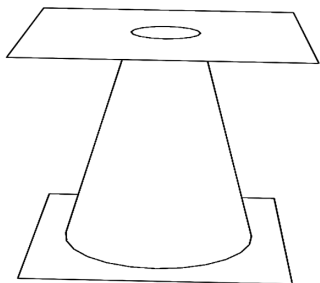


图 1 圆台几何示意图

Fig. 1 Schematic of cone structure

在一个质量为 500 kg 的刚性平板上。上端刚性平板相对圆台具有 8.9 m/s 的竖直初速度。圆台由低碳钢制成, 厚度为 1 mm。

2 数值仿真

由于圆台壁厚相对于其他平面尺寸是一个很小的量, 因此分析过程中将圆台模拟为壳结构。虽然初始构型具有对称性, 但是由于不能确定模型最低阶屈曲模态是否对称, 因此仍然需要模拟整个圆台结构。

由于圆台变形出现屈曲, 因此为了获得圆台最低阶屈曲模态, 以便能光滑地模拟后屈曲响应, 在运用 ABAQUS/Explicit 分析圆台挤压前, 利用 ABAQUS/Standard 进行圆台屈曲分析, 以获得圆台前 10 阶屈曲模态。

分析过程中, 利用 ABAQUS 自接触功能模拟圆台外表面的相互作用, 下端刚性平板与圆台使用 Tie 约束连接。为了使得圆台挤压过程更加平滑, 分析过程中引入网格缺陷因子。

收稿日期: 2012-04-20

作者简介: 储火(1988—), 男, 安徽安庆人, 浙江大学硕士生, 主攻缓冲力学。

3 分析结果

在 ABAQUS/Explicit 挤压分析中,分析步时间周期设置为 0.025 s,圆台在 0.005,0.010,0.015,0.020 s 时刻的变形网格见图 2。从图 2 中可以看出,

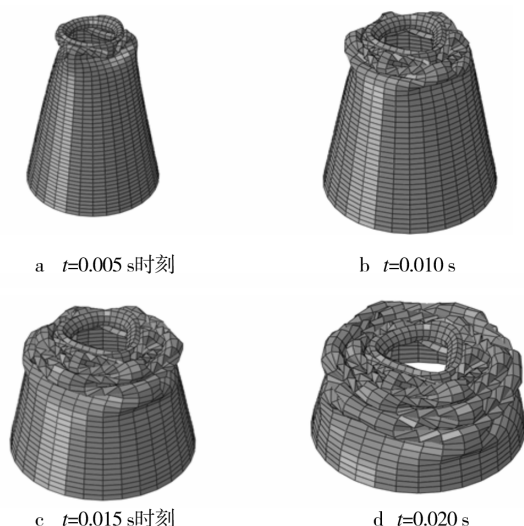


图 2 圆台变形过程

Fig 2 Deformation process of cone structure

圆台发生了严重变形,出现了表面翘曲现象。准确捕捉这些严重变形形态需要高度细化的有限元网格,出于分析目的的考量,现有网格密度已经能够较好地捕捉圆台变形形态,因此没有采用更加高度细化的网格进行分析。

圆台下端刚性平板参考点支反力和上端刚性平板竖直位移之间的载荷-位移曲线见图 3。从图 3 中

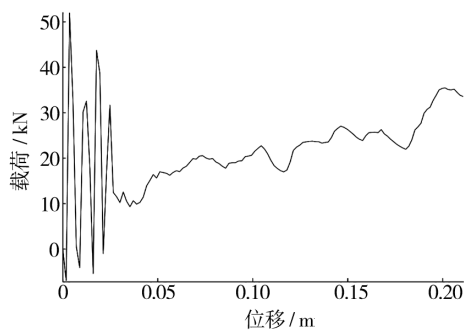


图 3 圆台结构的载荷-位移曲线

Fig. 3 Force-displacement curve

可以看出,在位移达到大约 0.03 m 之前,载荷出现了明显震荡。这可能是多方面原因引起的,例如刚性平

板与圆台端面接触后,激发圆台自身振动模态,接触初期 ABAQUS 稳定接触条件很难判断,以及圆台上部截面较小、变形相对剧烈等可能的因素。当位移超过 0.17 m 左右时,圆台已经发生较大的屈曲变形,载荷出现明显的上升趋势。

4 结论

利用 ABAQUS/Explicit 程序,引入初始缺陷,研究了薄壁圆台结构的动态力学行为,得到了薄壁结构的载荷-位移曲线,为薄壁圆台结构用于缓冲包装奠定了基础。

参考文献:

- [1] GAO De, WANG Yu, LU Fu-de. Cushioning Packaging Design of Article Based on Polyethylene Foam Constitutive Model[C]//Proceedings of the 13th National Conference on Packaging Engineering. Wuhan:Scientific Research Publishing(SRP), Inc, 2010:51-55.
- [2] 高德, 卢富德. 聚乙烯缓冲材料多自由度跌落包装系统优化设计[J]. 振动与冲击, 2012, 31(3):69-72.
GAO De, LU Fu-de. Optimization Design of MDOF Package Cushioning System Made of Polyethylene[J]. Journal of Vibration and Shock, 2012, 31(3):69-72.
- [3] 卢富德, 张绍云, 杜启祥. 发泡聚乙烯隔振性能研究[J]. 包装工程, 2011, 32(11):1-4.
LU Fu-de, ZHANG Shao-yun, DU Qi-xiang. Study of Vibration Isolation Performance of EPE[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(11):1-4.
- [4] 卢富德, 高德. 考虑蜂窝纸板箱缓冲作用的产品包装系统跌落冲击研究[J]. 振动工程学报, 2006, 25(3):335-341.
LU Fu-de, GAO De. Study on Drop Impact of Cushion Packaging System Considering the Action of Honeycomb Paperboard Box[J]. Journal of Vibration Engineering, 2006, 25(3):335-341.
- [5] 卢富德, 高德. C 楞瓦楞纸板动态缓冲模型及应用[J]. 功能材料, 2012, 43(1):39-41.
LU Fu-de, GAO De. Cushion Model and Its Application of C-flute Corrugated Paperboard[J]. Journal of Functional Materials, 2012, 43(1):39-41.