

玻纤材料方向对进气格栅行人保护的影响

Influence of Glass Fiber Orientation on Pedestrian Protection of Cowl Grill

孙正峰, 徐静

(成都航天模塑股份有限公司、四川成都、610100)

摘 要: 对于含玻纤材料的进气格栅, 当发生行人保护头部碰撞时, 玻纤材料方向对碰撞结果影响很大。利用有限元软件 HyperMesh 前处理, Radioss 求解计算, 最后在 HyperView 中查看结果。通过 Moldflow 模拟玻纤流动方向, 采用插值计算出该玻纤方向下不同应变率的应力-应变曲线, 最后与实验对标并优化仿真精度。研究结果表明: 玻纤材料方向对结果影响很大, 选择合适的玻纤方向性能及准确的模型可将与试验结果误差控制在 10% 以内。

关键词: Radioss 玻纤材料方向 进气格栅 行人保护 头部碰撞

Abstract: For the cowl grill containing glass fiber material, the direction of glass fiber material has a great influence on the impact result when pedestrian protection head impact occurs. The finite element software HyperMesh is used to solve the problem, and the Radioss is submitted to calculate. Finally, the results are checked in HyperView. The flow direction of glass fiber is simulated by Moldflow, and the stress-strain curves at different strain rates are calculated by interpolation. Finally, the simulation precision is optimized and calibrated with experiments. The results show that the direction of glass fiber material has a great influence on the results, and the error from the experimental results can be controlled within 10% by choosing the proper direction performance and accurate model of glass fiber.

Key words: Radioss, glass fiber orientation, cowl grill, pedestrian protection, head impact

1 概述

我国《汽车对行人的碰撞保护》^[1]于 2010 年 9 月开始实施。行人保护中除了腿部是第一碰撞部位外, 头部则是第二次发生碰撞的部位, 且影响最大, 后果最严重, 因此, 我国对行人保护头碰碰撞有明确的规定, 通过 HIC 值进行评判汽车结构设计是否合理^[2]。

当行人保护头部碰撞发生时, 头部首先接触到的是发动机舱盖板或者挡风玻璃, 进而将载荷传递至进气格栅, 最后传递至白车身等相关部件^[3]。由此可见, 每一关相关部件都会影响对头部碰撞到结果。

本文通过分解研究分析进气格栅对行人保护头部碰撞的影响，以碰撞力-溃缩量（F-S）曲线作为结果输出，为行人保护头部碰撞结果 HIC 值提供参考。利用有限元软件 HyperMesh^[4]前处理, Radioss^[5]求解计算, 最后在 HyperView 中查看结果。首先, 在 Moldflow 模拟玻纤流动方向, 其次, 采用插值计算出该玻纤方向下不同应变率的应力-应变曲线, 最后, 与实验对标并优化仿真精度。合适的玻纤方向性能及准确的模型可将与试验结果误差控制在 10% 以内。

2 有限元模型的建立

2.1 材料

所有材料均采用不同应变率下的应力-应变曲线，其中含玻纤材料的进气格栅有三个玻纤方向不同应变率下的应力-应变曲线，如图 1 所示：

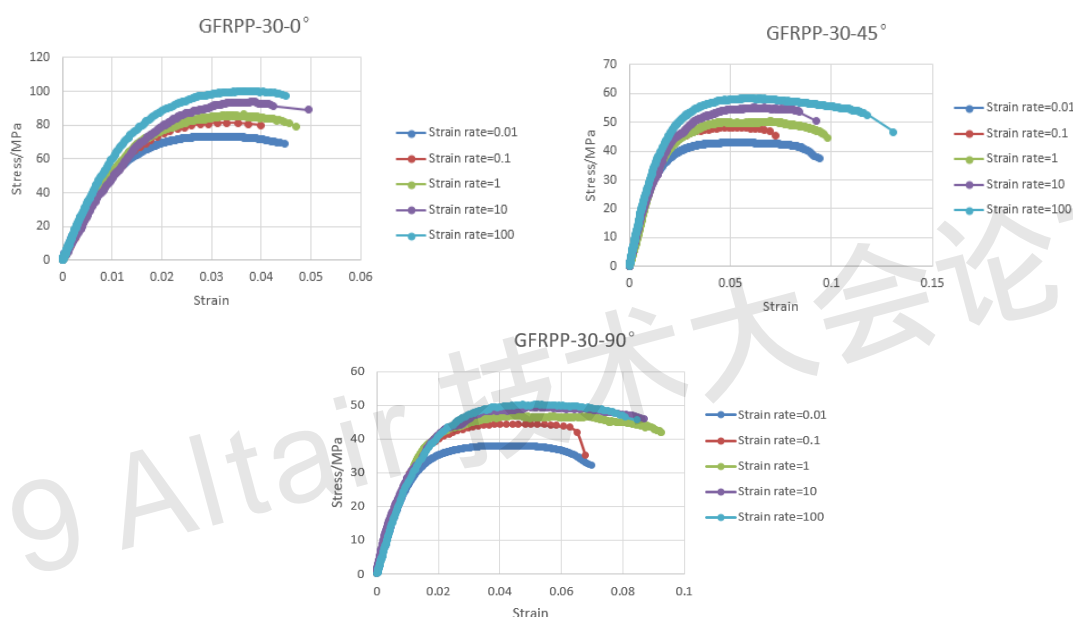


图 1 GFRPP-30 不同玻纤方向且不同应变率下的工程应力-应变曲线

2.2 边界条件及载荷工况

与白车身连接部位固定约束。头型采用与试验一致且对标过的儿童头型，通过换算及实车装配关系，碰撞初速度=26.5km/h，初始碰撞角度=90°，初始碰撞动能=94.8J，儿童头型重量=3.5kg，头碰初始位置如图 2 所示，仿真头型如图 3 所示，实验头型如图 4 所示。

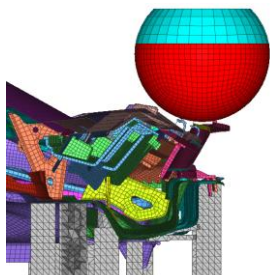


图 2 头碰初始位置

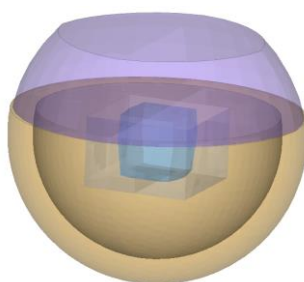


图 3 仿真儿童头型



图 4 实验儿童头型

2.3 仿真模型

仿真模型及工装如图 5 所示。

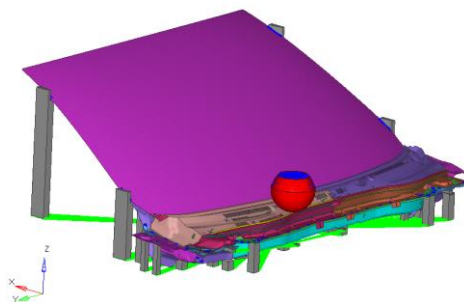


图 5 仿真模型及工装

3 模流分析

3.1 模流分析结果

针对含玻纤材料的进气格栅采用 3 点顺序阀进胶方式，玻纤分布结果如图 6 所示：

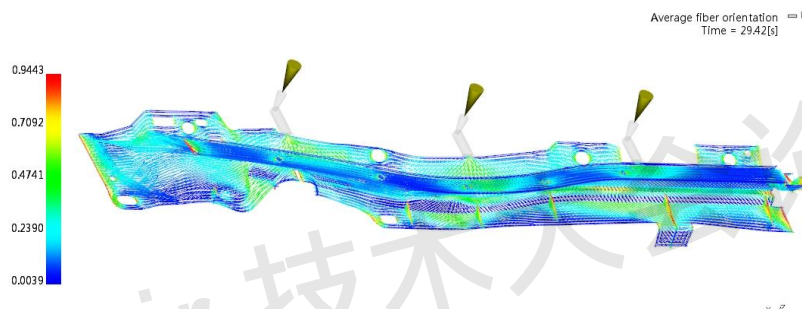


图 6 进气格栅玻纤分布云图

根据头型碰撞位置及力的传递路径，从上图可以看出，玻纤取向=0.65。

3.2 玻纤材料插值拟合

根据 GFRPP-30 材料三个玻纤方向不同拉伸速率下的应力-应变曲线可以得出玻纤取向=0.65 下的最大拉伸强度，如图 7 所示：

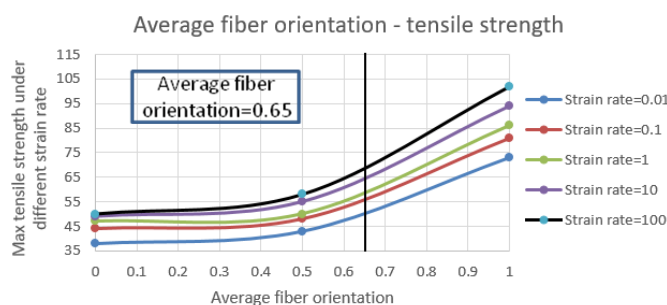


图 7 玻纤取向=0.65 下的最大拉伸强度

根据图 7 及三个玻纤方向不同拉伸速率下的应力-应变曲线斜率及断裂伸长率可以得出玻纤取向=0.65 不同拉伸速率下的应力-应变曲线，如图 8 所示：

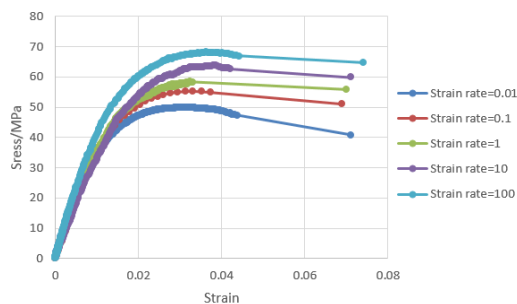


图 8 玻纤取向=0.65 不同拉伸速率下的应力-应变曲线

4 仿真分析及实验结果

4.1 仿真分析及实验结果

碰撞点位置选择白车身+Y 方向 0mm 处，考虑断裂模式，仿真分析结果如图 9 所示：

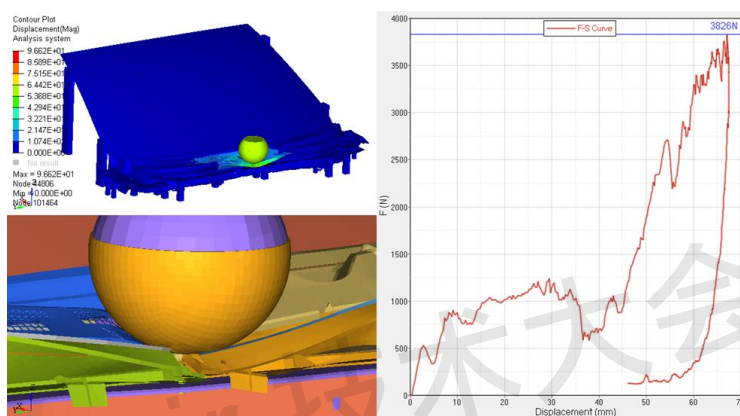
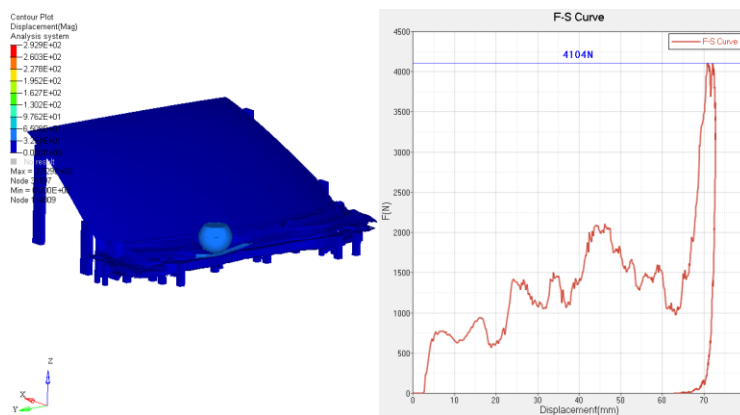


图 9 行人保护头碰仿真分析结果

若不考虑 GFRPP-30 材料玻纤方向，选取玻纤 0° 方向不同拉伸速率下的应力-应变曲线，结果如图 10 所示：

图 10 GFRPP-30 材料玻纤 0° 方向下行人保护头碰仿真分析结果

由图 9 和图 10 可以看出，GFRPP-30 材料玻纤 0° 方向下的结果与其实际玻纤流动方向下的结果不仅曲线趋势不一致，且二者平均偏差达 42%。

实验采用与仿真分析一样的方法，结果如图 11 所示，由于实验结果输出的是头型加速度与倾入量的关系曲线，因此，需要对其进行转换，得到碰撞力与倾入量的关系曲线，将实验结果与仿真结果比对，得到二者关系图，如图 12 所示。

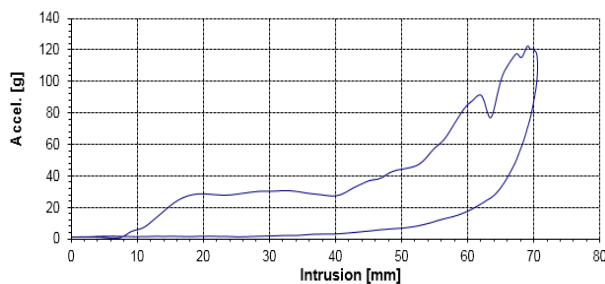


图 11 实验结果

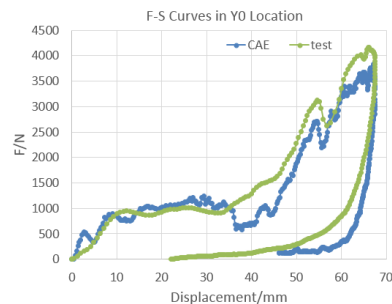


图 12 实验转换结果与仿真结果曲线

从图 12 可以看出, 考虑玻纤流动方向, 实验结果与仿真结果在碰撞力峰值上的误差为 8.6%, 碰撞力平均偏差为 18.7%, 且二者曲线的趋势基本一致。

4.2 仿真分析模型优化

进气格栅弱化槽为“V”型结构, 开口宽度=4.0mm, 根部厚度=1.0mm, 而仿真模型该处单元=4mm, 厚度=1.0mm, 因此, 对该弱化单元进行细化, 厚度梯度为 1.0mm、1.4mm、1.8mm、2.2mm, 同时检测实际样件与仿真 3D 模型, 发现样件实际厚度=2.2mm, 弱化槽根部厚度=1.2mm, 而仿真模型中厚度=2.3mm。将仿真模型按照实际样件进行调整, 得到碰撞力与倾入量的关系曲线, 并与实验结果比对, 如图 13 所示, 断裂位置如图 14 所示。

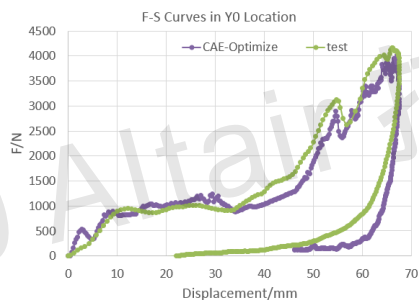


图 13 实验转换结果与仿真结果曲线

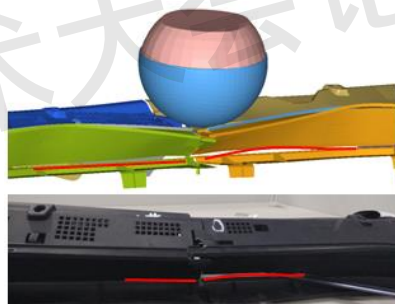


图 14 实验结果与仿真结果断裂位置

由图 13 可以看出, 实验结果与仿真结果在碰撞力峰值上的误差为 3.5%, 碰撞力平均偏差为 9.4%, 且二者的断裂位置一致。

5 结论

运用 Altair HyperWorks 软件中的 HyperMesh 前处理模型, Radioss 求解器对进气格栅进行行人保护头碰仿真, 以碰撞力-溃缩量 (F-S) 曲线作为结果输出, 为行人保护头部碰撞结果 HIC 值提供参考。不仅可以指导产品设计, 优化产品结构, 而且还可以缩短研发周期, 提升产品在市场中的竞争力。分析结论表明:

- (1) 不考虑玻纤取向, 其结果曲线与玻纤实际流动方向下的结果曲线, 二者平均偏差达 42%;
- (2) 考虑玻纤实际流动方向, 其结果曲线趋势与实验结果基本一致;
- (3) 通过优化仿真模型, 实验结果与仿真结果在碰撞力峰值上的误差为 3.5%, 碰撞

力平均偏差为 9.4%，且二者的断裂位置一致。

6 参考文献

- [1] 郑巍.行人保护——汽车安全性研究的新领域[J].城市车辆, 2003, (02): 18-21.
- [2] 李充.行人头部保护试验规程研究[J].交通化标准, 2009, (01): 31-35.
- [3] 高婧韬,刘帅,张阳.基于行人保护头部碰撞的空调进气格栅结构[J].上海汽车,2014(06): 49-54
- [4] 王钰栋, 金磊, 洪清泉, 等.HyperMesh&HyperView 应用技巧与高级实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012, (08): 47-103.
- [5] 欧贺国, 方献军, 洪清泉, 等.RADIOSS 理论基础与工程应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2013, (03): 301-324.

2019 Altair 技术大会论文集