

CRH380A 型动车组焊接构架侧梁 残余应力分析

韩永彬,吴向阳,张志毅

(南车青岛四方机车车辆股份有限公司,山东 青岛 266111)

摘要:利用 Sysweld 有限元计算软件,分析了 CRH380A 型动车组焊接构架侧梁残余应力的分布规律,将焊缝附近区域典型部位焊接模拟分析值与试验测试值进行比较,结果表明,焊缝区域的残余应力分析值与测试值的偏差在合理范围之内。

关键词:CRH380A 型动车组;构架;侧梁;有限元分析;焊接残余应力

中图分类号:U270.331⁺.8 **文献标识码:**B

1 概述

高速动车组 CRH380A 系列的转向架构架主要由 SMA490BW 耐候钢焊接完成制造。由于结构设计的特殊性,多层多道焊缝比较多,焊接工艺复杂,其焊接残余应力和残余变形对构架中侧梁部分的影响尤其明显,导致在制造工艺上需要安排多道调修工艺来减小焊接残余应力和残余变形对产品性能的影响^[1-2]。

采用有限元分析软件 Sysweld 对 CRH380A 型动车组转向架构架侧梁进行焊接数值仿真,预测制造过程中构架侧梁的残余应力和残余变形。

由于计算条件的限制,对计算模型作了必要的简化:没有考虑侧梁焊缝的打磨工艺,认为焊缝在焊接完成后已经足够光滑^[3];简化了多层多道焊,模拟的焊缝数少于实际焊接层数和道数,大多数情况下简化为单层单道焊缝。

对焊接工艺设计的多道调修工序,建立了侧梁组成焊接的计算模型,每个模型只模拟该模型的主要焊缝,认为其余焊缝是理想连接,并不考虑残余变形和残余应力。

2 焊接工艺参数

构架侧梁焊接的主要工艺参数如表 1 所示,有限元数值仿真时根据计算模型的简化要求,需参考

工艺参数,对输入热能量进行计算、调整。

表 1 侧梁焊接工艺参数

焊接部件	焊接方法	焊接位置	焊接电流 /A	焊接电压 /V
侧梁	MAG	立焊	120 ~ 140	14 ~ 17
		平焊	190 ~ 210	23 ~ 26

3 侧梁组成焊接有限元分析

3.1 侧梁组成焊接分析有限元模型

在构建侧梁组成的有限元模型时,主要考虑了几条长大焊缝的仿真问题,均模拟成单层单道焊。由于焊缝间过渡区比较小,整个模型的网格都比较密。

对构架关键部件侧梁上的腹板、上下盖板和筋板等零件的焊接成型过程进行分析,并重点分析了焊接完成后,焊缝区域充分冷却后的残余应力。

3.2 侧梁组成焊接应力场

侧梁焊接完成后,部件冷却到室温时,应力分布图见图 1,等效应力变形云图见图 2。

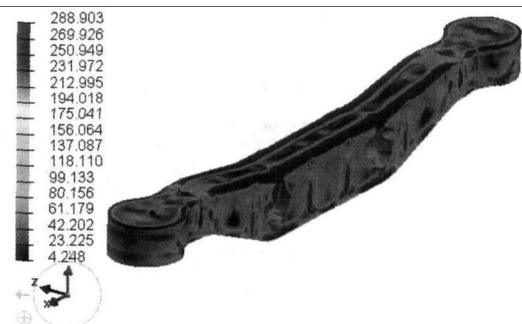


图 1 侧梁组成等效应力分布图

收稿日期:2012-08-31

作者简介:韩永彬(1978-),男,工程师,本科。

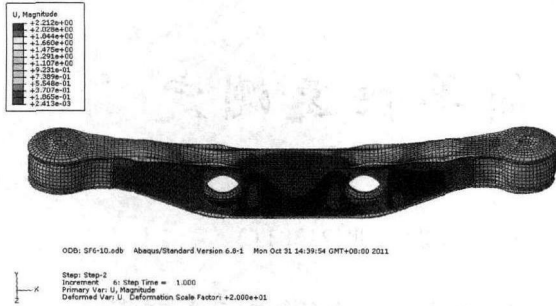


图2 侧梁组成等效应力变形云图

侧梁焊接冷却完毕,最大等效应力近 289MPa,最大值在焊缝上;焊缝区域 X 方向最大纵向应力为 318MPa,最小为 -240MPa,最大值在焊缝上;焊缝区域 Y 方向最大纵向应力为 289MPa,最小为 -247MPa,最大值在焊缝上;焊缝区域 Z 方向最大纵向应力为 304MPa,最小为 -236MPa,最大值在焊缝上。由应力分布云图可见,侧梁与横梁焊接残余应力在各个方向上的最大应力区主要分布在焊缝区域,而且在焊缝上存在较大的拉应力,在焊缝周围存在一定的压应力。

由图 2 可见,在约束较为充分的情况下,单纯的外体焊接并未产生较大变形,最大纵向收缩约为 2 mm,而且会发生少量的向上翘曲变形,约为 0.7 mm。为此,应采取更充分的约束形式或采用焊后校形工艺,以保证产品质量。

4 模拟分析与测试结果比较

将侧梁焊接过程模拟分析结果与现场测试的残余应力测试报告数据进行比较,选取侧梁部分焊缝上典型位置的横向和纵向应力进行比较,比较结果如图 3 所示。

通过图 3 相应位置残余应力比较可见,构架的

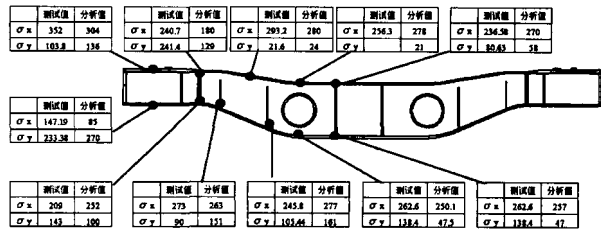


图3 侧梁焊接残余应力模拟值与分析值比较

各个构件焊接过程中,焊缝纵向和横向残余应力模拟值和测试值基本接近,但也存在一定差异。除个别测点位置外,分析值一般比测试值高。产生差异的可能原因是模拟分析忽略了一些具体焊接操作影响因素以及模型构件的简化等,但分析值与测试值之间的偏差基本在合理范围内。从这一结果看,提升了计算结果的参考价值。

5 结论

(1)侧梁焊接过程中,由于焊缝较多,尤其侧梁内部筋板较多,因此焊接残余应力分布较为复杂,其焊后变形相对较大。

(2)通过对焊缝附近区域典型部位焊接模拟分析值和试验测试值的比较可见,模拟分析的计算值与测试值总体上是吻合的。建议通过预应力刚性固定措施,改善应力所产生的变形。

参考文献:

- [1] 李冬霞,李阳,贾宝春. 多次补焊工艺及其对高强钢焊接接头力学性能的影响[J]. 中原工学院学报,2004,15(2):24-58.
- [2] 朱援祥,张小飞,杨兵,等. 基于有限元的多次补焊焊接残余应力的数值模拟[J]. 焊接学报,2002,23(1):65-68.
- [3] 彭冀湘,张田宏,杜义,等. 二次焊接热循环对超高强度钢过热区冲击性能的影响[J],材料开发与应用,2006,21(3):23-25.

(编辑:匡玲)

杂志征订通知

一年一度的杂志征订工作即将开始了,本杂志编辑部欢迎广大作者和读者及您们所在的单位订阅。明年编辑部开展单位(需30本以上)或个人征订本杂志(一年)可以享受提前发表文章的活动(文章需通过审核),凡投稿作者持有邮局订阅发票或收据,我们认同您订阅了本杂志,到时您投过来的论文我们优先给予发表。

邮发代号:28-88

国内定价:5.00元(全年30元)

《机车车辆工艺》编辑部