

ZA27合金板材对球型支座减振效果的响应分析

胡元宏 魏晨茜

中船双瑞（洛阳）特种装备股份有限公司 河南洛阳 471000

【摘要】本文通过选用250kN、500kN球型支座下方分别增设ZA27板材与Q355B板材，验证ZA27板材减振效果，得出如下几点结论：1）针对竖向加速度测试，球型支座下部增加ZA27减振效果小于Q355B，ZA27材料减振效果并无优势；2）针对测力传感器测试，ZA27材料减振率略大于Q355B，但其减振率优势并不明显。3）通过在球型支座下部增设ZA27板材的方式，有一定的减振效果，但其减振优势并不明显。

【关键词】球型支座；锌铝合金；竖向加速度；测力传感器；减振率

引言

列车振动不仅会影响人体健康和妨碍敏感仪器的使用，严重还会影响建筑物安全性^[1]。现有工程中常通过减小振源强度、削弱振动传播和建筑物减振三种途径实现减振目的。Galvin等^[2]根据数值模拟，研究高铁运行对土体振动及周围环境的影响。研究表明，对于受振动影响较大的建筑，从受振动自身考虑减振效果更明显。Fiala等^[3]通过对比不同方法的减振效果，认为建筑物基底减振对建筑物上部结构减振效果更为明显。因此综合认为，对于建筑物而言，采取减振支座减振效果更为明显。

目前关于减振支座的研究主要以橡胶材料和金属材料为主。其中方建辉^[4]等、张志^[5]等提出使用橡胶材料实现支座减振目的，但在实际工程中，橡胶材料的耐久性和使用寿命等方面存在一定缺陷。近些年来，一些专家和学者提出使用锌铝合金材料ZA27实现减振目的，刘永红^[6]等、闫承俊^[7]等通过研究锌铝合金的发展，认为锌铝合金的高阻尼性能有利于电子器件的减振作用；张锐^[8]等通过在激振力作用下，发现含ZA27支座减振性能远优于普通支座，但该试验中采用的支座仅有上下座板，所含材料为纯金属材料，而现有铁路常用球型支座内部含有非金属滑板，故合金材料对球型支座的减振效果还需进一步研究。

本文通过不同的加载频率，测试加速度、竖向力传递效果，研究ZA27合金板材对于球型支座产生的减振效果。

1 试验参数

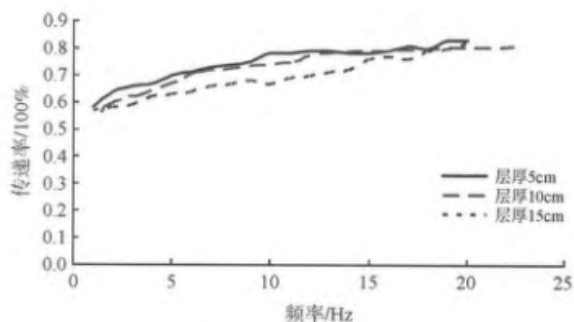


图1 力传递曲线

试验参数如表1所示。

表1 试验参数

支座形式	QZ250	QZ500
竖向设计承载力 (kN)	250	500
恒载 (kN)	150	300
恒载下减振金属均压 (MPa)	25	25
动态荷载下减振金属均压 (MPa)	25±6	25±6
动态荷载范围 (kN)	116~189	230~380
测试频率	3Hz、5Hz、7Hz	

2 试验测试

2.1 竖向加速度测试

2.1.1 试验工装设计

通过在支座下部设计测试板和下基板，测试板被包裹在支座下座板和下基板之间，支座上座板上表面和下基板上表面四周均匀布置4个加速度传感器，支座测试结构如图2所示。

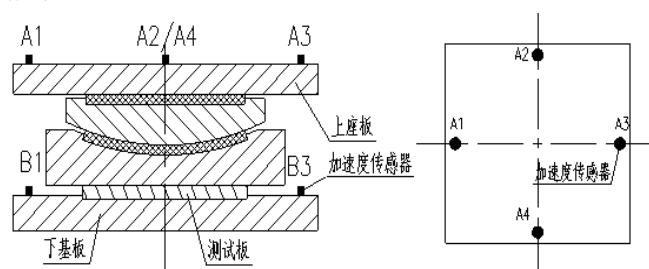


图2 支座加速度测试结构及加速度传感器布点位置

2.1.2 试验步骤

1) 测试板选择15mm厚度ZA27合金板；
2) 施加动态荷载，分别为3、5、7Hz，完成上、下各点加速度的测试；

3) 将测试板更换为15mm厚度Q355B板材，重复完成上述试验一次。（见图3）

2.1.3 试验结果

250kN球座3Hz加速度响应图如图4所示，500kN球座加速度响应图如图5所示。



图3 现场试验照片

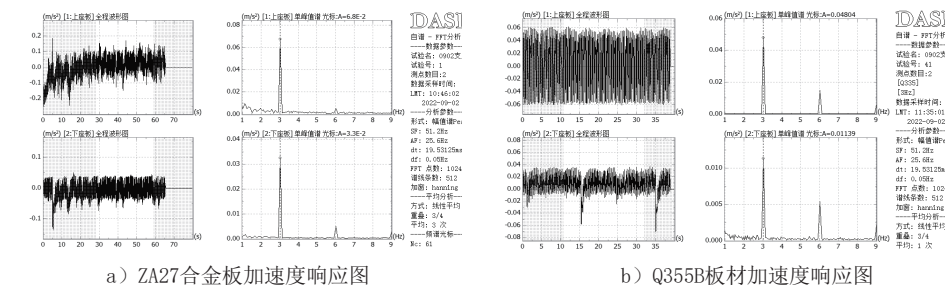


图4 250kN球座3Hz时加速度响应图

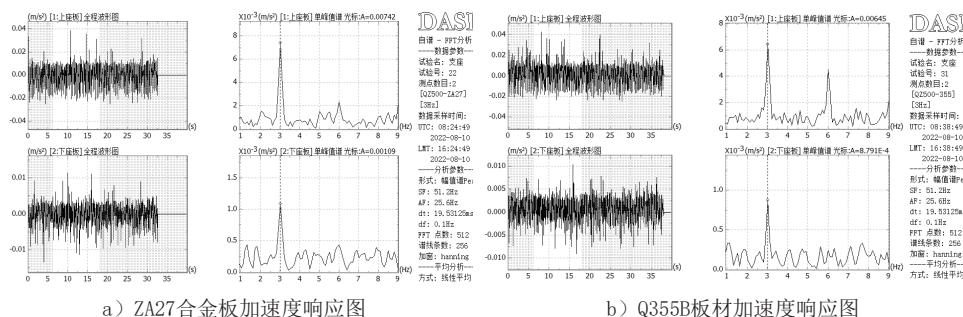


图5 500kN球座3Hz时加速度响应图

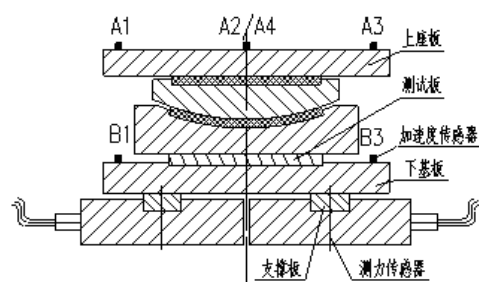


图7 QZ500型支座测试结构

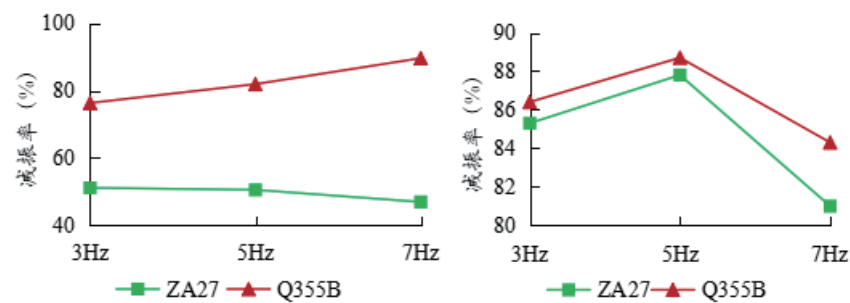


图6 支座减振率曲线图

根据换算减振率如图6所示。

由表5和图6可以看出，针对竖向加速度减振效果，在球型支座下部增加两种材料均有一定的减振效果，但ZA27材料相比于Q355B材料并无优势。通过对比QZ250与QZ500型支座，采用Q355B钢材时，QZ500型支座要优于QZ250型支座，故针对竖向加速度减振效果，大吨位支座要优于小吨位支座；对比ZA27板材时，大吨位支座对于竖向加速度减振效果同样要优于小吨位支座；因此，针对同种材料，大吨位支座减振效果要优于小吨位支座。

2.2 测力传感器测试

2.2.1 试验工装设计

为完成测力传感器试验，通过在原加速度传感器试验工装下部增设支撑板和测力传感器，根据加载力范围，QZ250型支座选用一个200kN测力传感器，QZ500型支座选用两个200kN型测力传感器^[9]，其中QZ500型支座测试结构如图7所示。

2.2.2 试验结果

测力传感器测试试验步骤与竖向加速度相同，QZ250型支座ZA27板材3Hz测试动态响应图如图8所示。试验照片如图9所示。

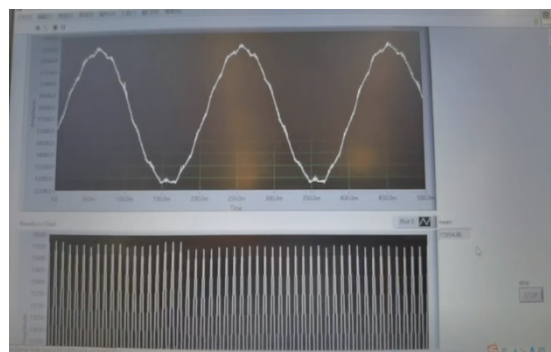


图8 QZ250型支座3Hz测力传感器响应图





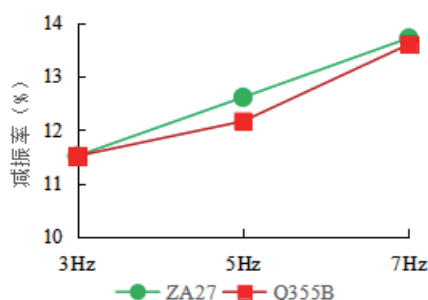
图9 QZ250型支座测力传感器测试

从图8可以看出，支座下方测力传感器测试结果数值波动较为明显，与加载情况相似，为验证竖向力传递情况，结果如表6所示。

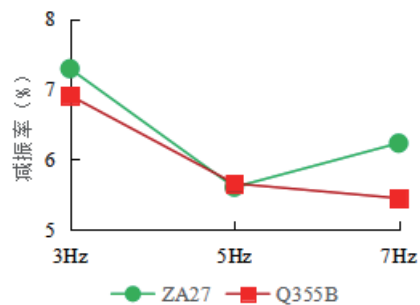
表6 测力传感器数值结果 (kN)

支座型号	材料类型	数值类型	3Hz	5Hz	7Hz
QZ250	ZA27	max	167	165	163
		min	107	107	114
	Q335B	max	165	166	163
		min	106	111	115
QZ500	ZA27	max	352	358	356
		min	214	213	222
	Q335B	max	354	358	359
		min	205	220	220

为进一步验证两种材料竖向力减振效果，提取两种材料测力传感器最大值进行对比如图10所示。根据图9可以看出，两种材料针对竖向力减振效果并不明显，QZ250在10%~15%之间，QZ500在5%~8%之间。同一支座型号中，针对同一频率竖向力对比，ZA27材料减振率略大于Q355B，但其减振优势并不明显，二者减振率差值在1%以内。针对不同吨位支座减振率对比发现，250kN支座减振率高于500kN支座。



a) QZ250不同频率下减振率曲线图



b) QZ500不同频率下减振率曲线图

图10 支座减振率曲线图

3 结论

通过以上试验数据，可以得到以下结论。

(1) 针对竖向加速度减振效果测试，两种材料均有一定的减振效果，相同频率下Q355B板材略大于ZA27板材，ZA27材料在竖向加速度减振效果中相比于Q355B材料并无优势；大吨位支座减振效果要优于小吨位支座；

(2) 针对测力传感器减振效果测试，ZA27材料减振率略大于Q355B，但其减振率优势并不明显，二者减振差值在1%以内。

参考文献:

- [1] 陈建琪, 等. 高速铁路环境振动影响综述与实测研究[J]. 工业安全与环保, 2019, 45(3): 73-78.
- [2] Galvin P, Dominguez J. High-speed train-induced ground motion and interaction with structures[J]. Journal of Sound and Vibration, 2007, 307(3/4/5): 755-777.
- [3] Fiala P, Degrande G, Augusztinovic F. Numerical modeling of ground-borne noise and vibration in building due to surface rail traffic[J]. Journal of Sound and Vibration, 2007, 301(3/4/5): 718-738.
- [4] 方建辉, 丁智平, 卜继玲, 等. 橡胶减振支座动态性能仿真分析研究[J]. 湖南工业大学学报, 2014(2).
- [5] 张志, 张兆会, 董森, 等. 橡胶双层减振与减振系统冲击响应研究[J]. 振动与冲击, 2013, 32(23): 126-129.
- [6] 刘永红, 张忠明, 刘宏昭, 等. ZA27的研究现状及应用概况[J]. 铸造技术, 2001(1).
- [7] 闫承俊, 王吉岱. ZA27的研究现状及应用[J]. 中国铸造装备与技术, 2005.
- [8] 张锐, 高芳清, 范晨光. 一种合金减振与减振支座减振特性研究[J]. 四川建筑, 2017, 37(2): 209-211.
- [9] 何平根, 姜文英, 宋建平, 等. 结构钢在我国桥梁工程中的应用及防腐蚀技术研究进展[J]. 材料开发与应用, 2022, 37(2): 96-100.

作者简介:

胡元宏(1996.5-), 男, 助理工程师。