

整体预应力板(梁)柱体系模型动力特性试验研究

周立超, 杨晓东, 葛晓旭

(昆明理工大学 建筑工程学院, 云南 昆明 6500224)

摘要: 建筑结构动力特性是反映结构本身所固有的动力性能,文中利用锤击法和扫频法对整体预应力板(梁)柱体系的抗震性能和能力进行了动力特性测试,利用频谱分析技术对所采集的数据进行了分析,得出了该结构的自振频率和模态,为结构动力计算模型的建立和地震反应分析提供可靠依据。

关键词: 整体预应力板(梁)柱体系; 模型; 动力特性试验; 自振频率; 模态

中图分类号: TU378 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007 - 855X(2003)04 - 0083 - 03

Dynamic Properties Study on the Model of Column Slab(Beam) Building Assembled by Monolithic Prestressing

ZHOU Li-chao, YANG Xiao-dong, GE Xiao-xu

(Faculty of Architectural engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650224, China)

Abstract: Dynamic Properties are the intrinsic characteristics of building structures. In order to study the seismic performance of column slab(Beam) building assembled by monolithic prestressing, dynamic property test is taken by the means of pulse excitation and frequency scanning. Natural frequencies and vibration modes are obtained after the treatment of data by spectrum analysis techniques.

Key words: column slab(Beam) building assembled by monolithic prestressing; model; dynamic properties test; natural frequencies; vibration modes

0 引言

本次试验模型为一层两板四柱、二层四梁四柱的后张整体预应力梁(板)柱结构,采用改进的 MS 体系(后张预应力整体梁柱体系)。该结构体系具有现场用料少,施工速度快,适宜边远山区,平面组合灵活多样,板面,墙面和屋面可以根据用户要求和经济条件自己制作组装,从而降低造价。该结构体系采用高强度等级混凝土,高强钢筋和轻型屋架,体现了轻质高强预制装配化,施工速度快。试验选取的独立结构单元,按 1:2.7 制作模型(见图 1 和图 2)。本文通过后张整体预应力梁(板)柱结构动力特性试验研究,探讨该结构体系动力

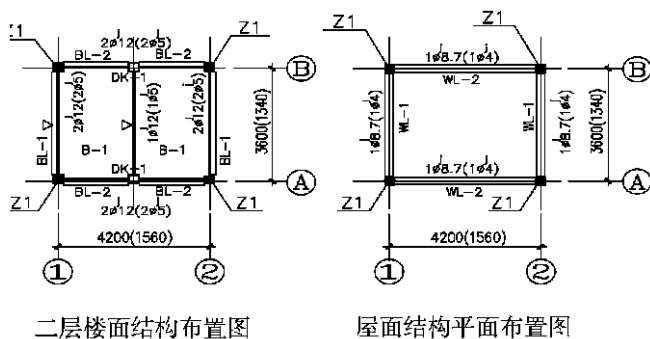


图 1 模型结构平面布置图

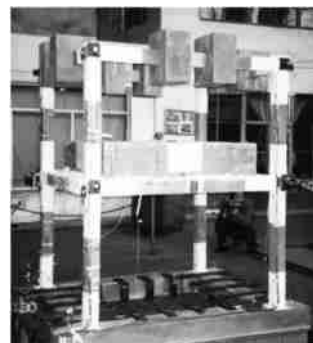


图 2 模型立面图

收稿日期:2003 - 04 - 09; 基金项目:国家自然科学基金资助项目(项目编号:59868002)。

第一作者简介:周立超(1965.7~),男,研究生;主要研究方向:工程抗震。E-mail:zhoulichao@km169.net

特性,了解结构的自振特性,测试模型结构的振动模态参数,为模型振动台实验打下基础。

1 测试目的及方法

建筑结构动力特性是反映结构本身所固有的动力性能,主要包括结构的自振频率、阻尼比和振型等一些基本参数。这些特性是由结构形式、质量分布、结构刚度、材料性质、构造连接等因素决定。在研究建筑结构或其它工程结构的抗震性能和能力时,都必须要进行结构动力特性试验,了解结构自振特性,以利于结构动力计算模型的建立和地震反应分析。

结构动力特性试验的方法主要有人工激振法和环境随机振动法。环境随机振动法的最大优点是不需要人工激励,特别适用于测量原型整体结构的动力特性。人工激振法是一种在模型试验中较为常用的方法,试验得到的资料数据直观简单,易于处理。本次模型动力特性试验采用锤击(瞬态)法和电磁激振输入正弦波扫频(稳态)法两种人工激振法,测试结构振动时各测点反应信号,利用分析仪器,以输入激励为参考信号,求各测点的频率响应函数,进行模态参数识别,求出各阶自振频率、振型和阻尼等动力特性参数。测试及分析系统如图3所示。

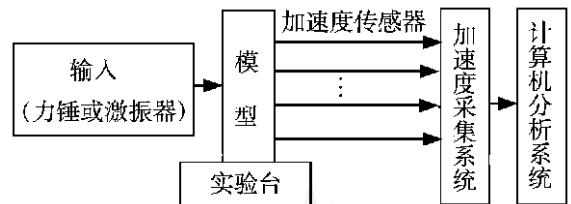


图3 动力特性试验系统框图

2 试验概况

2.1 试验设备及测点布置

在测量过程中,采用的仪器及主要技术指标包括:丹麦B&K压电式水平加速度传感器,频率范围为0.1~1000 Hz;丹麦B&K多通道电荷放大器;HP3566A信号采集分析仪;数据分析处理系统选用HP3566A自带软件。

本次试验在模型上共布置5个水平测点,沿模型基座布置1个测点、二层楼板和屋面处各布置2个测点,加速度传感器的分布考虑了能满足观察各种振动的要求,也能避开局部振动的干扰。测点布置如图4所示。

2.2 试验工况

模型动力特性试验先采用锤击(瞬态)法,再进行电磁激振输入正弦波扫频(稳态)法,试验工况如表1、表2所示。

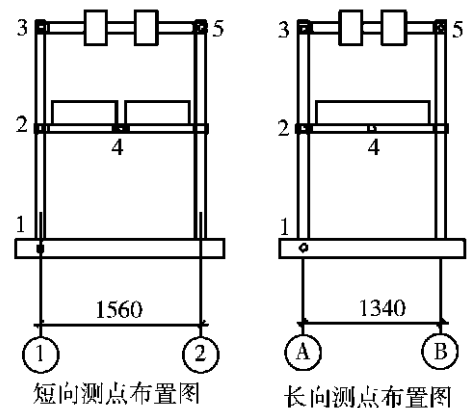


图4 测点布置图

表1 扫频试验工况表

工况	振动方向	编号	扫频范围/ Hz	重复次数
1	水平长向	CWP1	1~100	2
		CWP2	8~12	5
		CWP3	12~30	5
		CWP4	30~80	2
2	水平向扭转	NWP1	1~100	2
		NWP2	10~16	5
		NWP3	16~50	5
		NWP4	50~80	2
3	水平短向	DWP1	1~100	2
		DWP2	8~12	5
		DWP3	12~30	5
		DWP4	30~80	2

2.3 试验结果

正弦波扫频实验时,为使结构振动平稳,变频平缓,改善激振效果,在宽频带扫频的基础上,再分段扫频测各阶振动特性.在测试分析中采用以下方法,以提高测量及数据处理精度:

1) 取多次测量平均,以减小随机干扰和非线性影响,也使频谱曲线趋于光滑;

2) 采用加窗处理,以减小样本数据处理的泄漏误差,提高计算精度.锤击试验加力/指数窗,扫频试验加矩形窗;

3) 频率分辨率取得足够小,使求得的模态参数更加准确.

两种测试方法所得各阶频率及阻尼比如表 3 所示,其振型曲线如图 5 所示由表可见,两种试验方法测得的各阶频率较为接近.

由于本模型结构为双轴双向对称体系,其两个方向的平动的频率非常接近,但有一非常明显的扭转振型($f = 13.75 \text{ Hz}$),出现这一现象,可能是由于模型抗扭刚度不足引起的.

表 2 锤击试验工况表

工况	振动方向	锤击点	锤击次数
1	水平长向	顶中	40
2	水平向扭转	顶边	40
3	水平短向	顶中	40

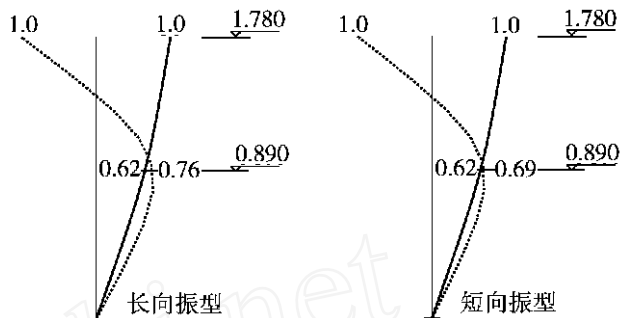


图 5 模型振型曲线图

表 3 测试频率及阻尼比

振动方向	输入类别	第一振型		第二振型	
		频率/ Hz	阻尼比/ %	频率/ Hz	阻尼比/ %
水平长向	锤击	8.63	1.15	23.75	1.40
	扫频	8.58		23.65	
水平向扭转	锤击	13.75	1.62	39.25	0.90
	扫频	13.67		38.52	
水平短向	锤击	8.88	1.50	23.0	1.12
	扫频	8.69		22.68	

注:扫频法未进行阻尼比计算分析.

3 结论

1) 模型动力特性试验先采用锤击(瞬态)法,再进行电磁激振输入正弦波扫频(稳态)法,两种测试方法所得结果基本一致;

2) 该模型弹性阶段阻尼比符合该体系一般规律,约为 1%~2%,但较普通的钢筋混凝土为低.

3) 虽然模型的质量与刚度在平面上分布基本对称,但仍有一非常明显的扭转振型出现,这可能是由于该种结构体系柱子截面较小,模型抗扭刚度不足引起.

参考文献:

[1] 杨华雄. 整体预应力装配式整体板柱建筑的设计与施工[M]. 北京:中国计划出版社,1996.3~50.
 [2] 周立超,等. 后张预应力钢筋混凝土板(梁)柱体系振动台试验研究报告[R]. 昆明:云南省工程抗震研究所,2001.30~40.
 [3] 中华人民共和国建设部. 建筑抗震试验方法规程(JG 101-96)[S]. 北京:中国建筑工业出版社,1997.
 [4] 苏小卒. 预应力混凝土框架抗震性能研究[M]. 上海:同济大学出版社,1998.81~95.
 [5] [美]H. G. 哈里斯,朱世杰译. 混凝土结构动力模型[M]. 北京:地震出版社,1987.2~15.
 [6] 建筑结构试验[M]. 上海:同济大学出版社,1996.