

剪力墙对框架抗震性能的影响研究

申彦利,彭倩倩

(河北工程大学 土木工程学院,河北 邯郸 056038)

摘要:为了研究剪力墙对框架抗震性能的影响,采用PKPM软件中的PMCAD模块分别建立框架剪力墙模型、常规框架模型,在PKPM中的SATWE等模块中对结构进行分析,通过比较分析模块所提供的数据,探讨剪力墙对于结构“强柱弱梁”实现效果的影响。结果表明:在同一地震波作用下,框架剪力墙结构的层间最大位移角小于常规框架结构;框架剪力墙结构对于结构“强柱弱梁”的实现效果好于常规框架结构,表现出较好的抗震性能。

关键词:抗震;强柱弱梁;框架;框剪

中图分类号:TU398+2

文献标识码:A

Effects of shear wall on seismic performance of frame structure

SHEN Yan-li, PENG Qian-qian

(College of Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

Abstract: In order to study the effect of shear wall on seismic performance of frame structure, using PKPM software in PMCAD module frame shear wall model, the general framework model is set up respectively, SATWE, etc in the module in the PKPM analysis of structure, module by means of comparison and analysis of data provided, exploring the structure of shear wall for “strong column weak beam” implementation effect. The results show that under the same seismic waves, frame shear wall structure of interlayer displacement Angle is less than the largest conventional frame structure; Structure of frame shear structure for the implementation of “strong column weak beam” effect is good in frame structure, showed good seismic performance.

Key words: earthquake; strong column weak beam; framework; box shear

震害现象表明^[1]:按照建筑抗震设计规范(GB50011-2001)^[2]所进行的设计,并不能使框架结构出现所预计的“强柱弱梁”屈服机制。有很多因素会影响“强柱弱梁”的实现,国内外很多的学者都对此进行了大量深入的研究^[3-5]。管民生,杜宏彪^[6]利用Pushover分析方法,对具有不同梁柱抗弯强度比的钢筋混凝土框架结构的抗震性能进行了建模分析;张海燕^[7]分别从结构体系和构件的层次出发,分析了钢筋混凝土框架柱和梁在不同抗震等级下的抗震可靠度情况,同时对一个五层框架结构发生“层间破坏机制”和“整体破坏机制”的几率分别进行了分析。本文从“强柱弱梁”实现的因素出发,针对剪力墙对于柱铰屈服机

制的影响,采用PKPM软件对框架剪力墙结构和框架结构进行SATWE分析和弹塑性动力时程分析。

1 框架性能抗震分析

1.1 框架模型的选取与设计

建立统一尺寸的常规框架模型、框剪模型(图1)。以常规框架模型为原型,框剪模型在原框架模型的基础上仅在结构的外边缘添加少量的剪力墙。以某超市为设计原型,丙类建筑,抗震设防烈度为8度,设计地震分组为第二组,二类场地,特征周期为 $T_g=0.45$ s,场地基本风压为 0.35 kN/

收稿日期:2013-04-24

基金项目:国家自然科学基金项目(51378169);河北省杰出青年科学基金(E2013402072)

特约专稿

作者简介:申彦利(1977-),男,河北邯郸人,博士,讲师,从事抗震方面的研究。

m²,地面粗糙度为B类。总层数为3层,底层计算高度为4.8 m,其余层计算高度为3.9 m,总高度为12.6 m(二级框架);横向为5跨,纵向为6跨。

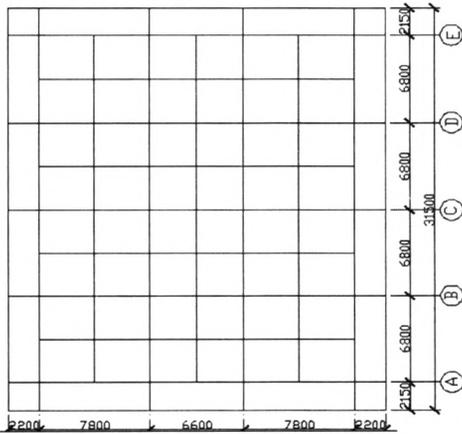


图1 框架模型平面示意图

Fig.1 Plane schematic framework model

框剪模型在四角以及外边的柱边添加少量剪力墙,角部墙肢长度为:纵向2 350 mm,横向为2 300 mm,中部墙肢长度统一为1 600 mm。

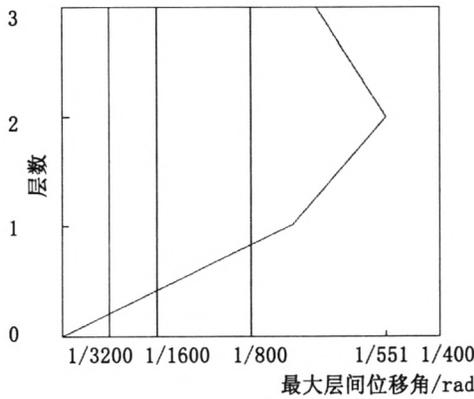
柱截面统一采用650 mm×650 mm,现浇板厚

90 mm。板、梁、柱的混凝土等级均为C30,梁柱纵筋采用HRB400,箍筋采用HRB400,板的钢筋采用HRB400;梁柱的混凝土保护层厚度为30 mm,板的保护层厚度为15 mm。

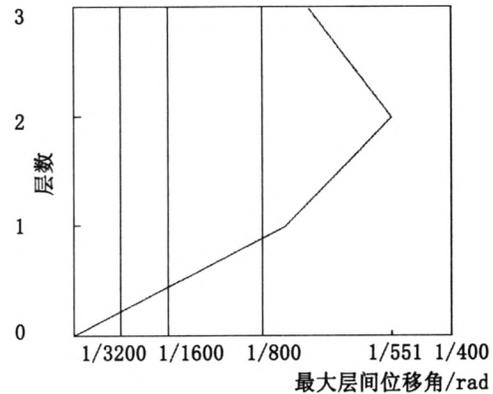
结构的楼面恒荷载取为4.25 kN/m²,楼面活荷载取为2.0 kN/m²,屋面恒荷载取为4.75 kN/m²,屋面活荷载取为2.0 kN/m²;结构的外圈框架梁上均布置有100 mm厚的加气混凝土砌块填充墙,经计算外围梁上填充墙线荷载为5.0 kN/m,屋面外围一圈框架梁上的女儿墙线荷载为2.0 kN/m。

1.2 SATWE 分析结果

经过SATWE分析可知在地震作用下,常规框架模型X向最大层间位移角为1/551,Y向最大层间位移角为1/587;框剪模型X向最大层间位移角为1/1 103,Y向最大层间位移角为1/1 018。具体最大层间位移角曲线见下图2、图3。



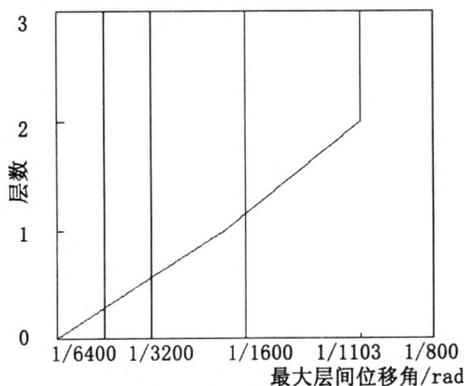
(a) X向最大层间位移角



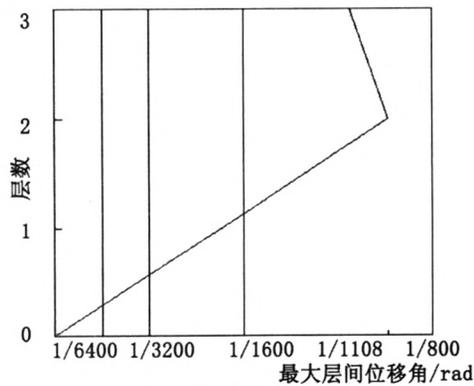
(b) Y向最大层间位移角

图2 常规框架模型最大层间位移角图

Fig.2 Conventional frame model maximum inter-story displacement angle diagram



(a) X向最大层间位移角



(b) Y向最大层间位移角

图3 框剪模型最大层间位移角图

Fig.3 Frame shear wall model maximum inter-story displacement angle diagram

可以得出框架剪力墙结构的最大层间位移角明显小于框架结构的最大层间位移角,说明框剪结构的极限变形能力大于框架结构,抗震效果好于框架结构。

1.3 EPDA&PUSH 分析

1.3.1 参数选取

将 SATWE 计算结果导入 EPDA&PUSH,进行结构弹塑性动力时程分析与弹塑性静力分析。其中进行 EPDA 分析的过程中,依据场地特性,选取一条人工波(RH1TG045),地震波的波形及其峰值加速度数据如图4、图5所示。

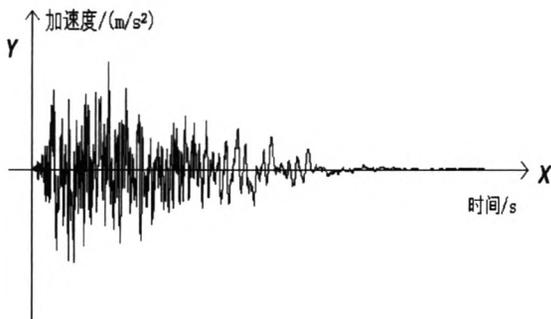


图4 RH1TG045波形图
Fig.4 RH1TG045 waveform graph

峰值加速度值 (厘米/秒方)	
主方向:	100.0
次方向:	100.0
竖直方向:	100.0
记录步长 (秒):	0.020

图5 地震波峰值加速度
Fig.5 Seismic peak acceleration

1.3.2 EPDA 分析结果

通过 EPDA&PUSH 中的弹塑性动力时程分析可以看出结构抗震性能的大体趋势:在所选取的一条地震波的作用下,常规框架模型、框剪模型之中将在一段时间之后先在部分梁端出现塑性铰,其后一段时间内柱端也开始陆续出现塑性铰(此时梁端并未全部出现塑性铰),结构发生塑性破坏。具体的两种模型的梁端塑性铰图、柱端塑性铰图,如下图所示:

(1)地震波 RH1TG045 作用

①常规框架模

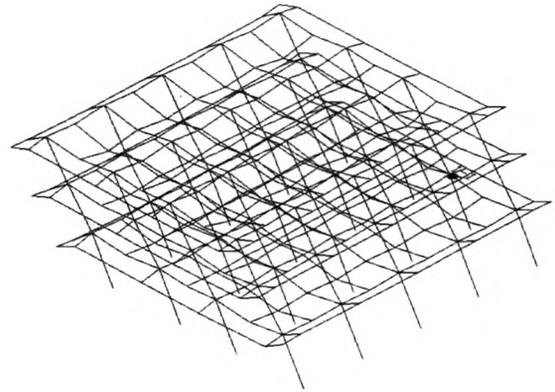


图5 常规框架模型梁端塑性铰图
Fig.5 The conventional model of frame beam

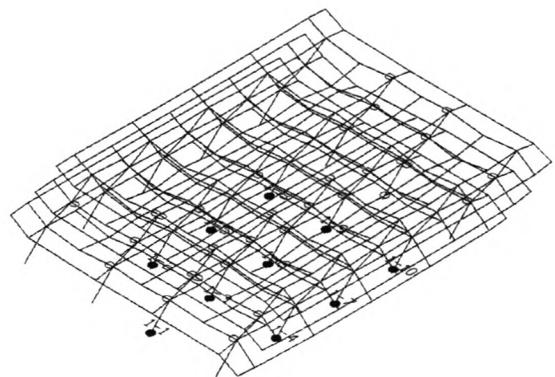


图6 常规框架模型柱端塑性铰图
Fig.6 The conventional model of frame column end plastic hinge

常规框架模型在地震波 RH1TG045 的动力作用下,梁端塑性铰先于柱端出现,梁端第一次塑性铰发生在弹塑性动力时程分析的第79步,而柱端第一次塑性铰发生在时程分析的第98步,此时梁端共出现30个塑性铰。梁端与柱端的塑性铰位置分别如上图所示,红色实心标记为梁塑性铰点,红色空心标记为柱端发生塑性铰时梁端塑性铰点,蓝色实心标记为柱塑性铰点。

②框剪模型

框剪模型在地震波 RH1TG045 的动力作用下,梁端塑性铰先于柱端出现,梁端第一次塑性铰发生在弹塑性动力时程分析的第74步,而柱端第一次塑性铰发生在时程分析的第90步,此时梁端共出现120个塑性铰。

通过柱端第一次进入塑性铰的情况下,各模型梁端出现塑性铰的情况可以看出框剪模型对于

“强柱弱梁”的实现效果最好,抗震效果较优。

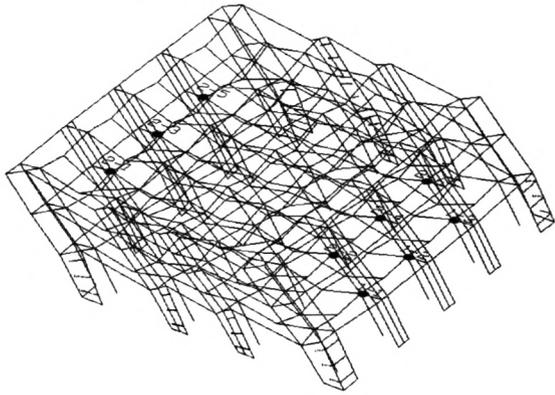


图7 框剪模型梁端塑性铰图

Fig.7 frame shear wall model beam plastic hinge

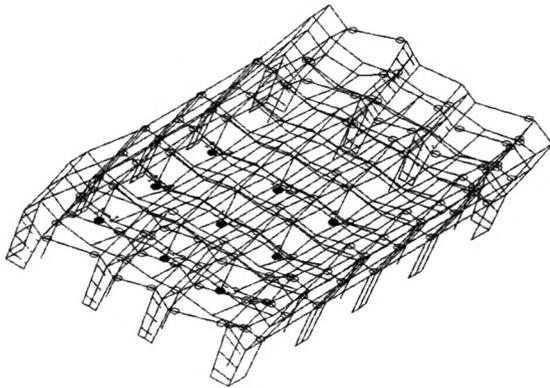


图8 框剪模型柱端塑性铰图

Fig.8 Frame shear model column plastic hinge

2 结论

1)与普通框架结构相比,框架剪力墙结构的

层间位移角有所减小,说明框架剪力墙结构抵抗水平地震作用能力有所提高,表现出较好的抗震性能。

2)在选定的地震波(RHITG045)的作用下,框剪模型对于实现结构“强柱弱梁”的效果较好,抗震效果较优。

参考文献:

- [1] 陈肇元,钱稼茹.汶川地震建筑震害调查与灾后重建分析报告[M].北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [2] GB50011-2001,建筑抗震设计规范[S].
- [3] 孟庆骞.钢板剪力墙的极限抗剪承载力[J].黑龙江科技学院学报,2012,22(2):120-123.
- [4] 王涛,孟丽岩,孙景江,等.框架-剪力墙结构三维弹塑性地震反应[J].黑龙江科技学院学报,2009,19(1):77-80.
- [5] 张华,位翠霞,黄鹏.变截面框剪结构二阶效应分析的精细积分法[J].河北科技大学学报,2012,33(4):325-328.
- [6] 管民生,杜宏彪,韩大建.RC矩形柱框架结构不同柱-梁抗弯强度比的Pushover分析[J].建筑结构,2009,39(4):14-17.
- [7] 张海燕.RC框架“强柱弱梁”设计的可靠度分析[J].昆明理工大学学报:理工版,2009,34(2):58-63.

(责任编辑 马立)