

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2012.03.008

剪力墙结构力学性能探讨

杨正华¹, 余汉华²

(1. 河南工业大学 新校区建设办公室, 河南 郑州 450001; 2. 河南工业大学 土木建筑学院, 河南 郑州 450001)

摘要: 分析了由短肢剪力墙组成的多种结构形式的内力、位移等力学特征, 提出一种合理的结构形式, 该结构既满足了墙肢截面弯矩不至过大, 又保证了连梁截面高度不至过高的特点, 且具有较好的力学性能。

关键词: 短肢剪力墙; 联肢剪力墙; 力学性能

中图分类号: TU375

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2012)03-0035-04

Investigation on Mechanical Properties of Shear Wall Structure

Yang Zhenghua¹, Yu Hanhua²

(1. New Campus Construction Office, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China;

2. School of Civil Engineering and Architecture, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Analyzes the mechanical characteristics of the internal forces and displacements for various short shear wall structures, and proposes a reasonable short-pier shear wall structure. The shear wall structure ensures not only little bending moment but also low height of the coupling beam, which has better mechanical properties.

Keywords: short-pier shear wall; coupled shear wall; mechanical properties

0 引言

短肢剪力墙是由我国提出的一种结构形式, 该结构自重轻, 且克服了普通框架露梁露柱的缺点, 提高了结构空间布置的灵活性。由于短肢剪力墙多样, 且各种结构形式力学性能差异较大, 因此, 通过变换其影响因素, 分析其力学特征, 寻找一种较合理的结构形式尤为重要。目前, 工程领域对短肢剪力墙的研究较多^[1-4], 程文灏等人^[4]采用整体性参数 α 和肢强系数 Z 来区分各种结构形式, 并分析了整体小开口墙, 联肢墙和壁式框架3种常见形式的结构性能。

本文结合短肢剪力墙的定义^[5], 通过调整整

体参数 α 和肢强系数 Z 来分析联肢剪力墙结构、壁式框架结构和介于两者之间的结构形式的力学性能。分析结果表明, 满足: $5 \leq h_w/b_w \leq 8, \alpha < 10, T = I_A/I > Z$ (其中, h_w 为墙肢截面高度, b_w 为墙肢截面宽度, T 表示墙肢矩系数, I 表示剪力墙对组合截面形心的惯性矩, I_A 表示各墙肢截面积对组合截面形心的面积2次矩之和)的结构为短肢剪力墙的合理结构形式。

1 几种结构形式的力学特征

利用MATLAB, ANSYS等软件来分析以下3种结构形式的力学特征^[6-8]。图1为倒三角荷载 $q=1\ 000\ \text{N/m}$ 作

收稿日期: 2012-03-14

作者简介: 杨正华(1984-), 男, 河南周口人, 河南工业大学助理工程师, 硕士, 主要研究方向为剪力墙结构设计,

E-mail: kewinyang@163.com

用下的12层结构。取 $b_w=200\text{ mm}$ ， $h_w=1\ 200\text{ mm}$ ，层高 $h=3\ 000\text{ mm}$ ，墙肢净距 $a_0=6\ 000\text{ mm}$ ，连梁截面宽度 $b_b=200\text{ mm}$ ，混凝土强度等级为C30。

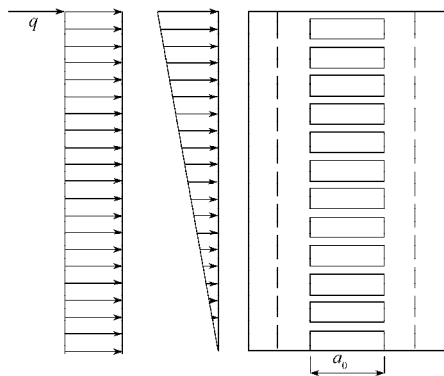
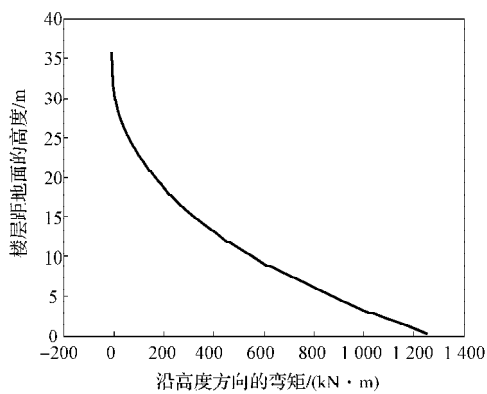


图1 剪力墙结构受力图

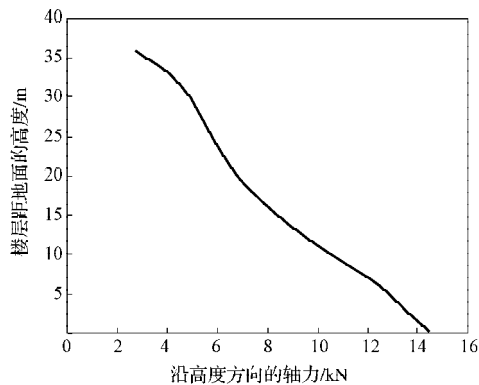
Fig. 1 Mechanical properties of shear wall

1.1 联肢剪力墙结构

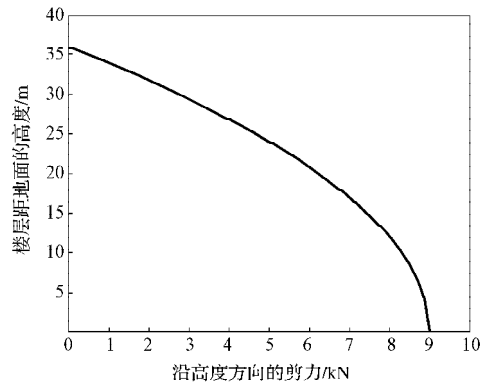
根据定义可知，满足 $5 \leq h_w/b_w \leq 8$ ，且 $\alpha < 10$ ， $T = I_A/I \leq Z$ ，可得连梁高度 $h_b \leq 544.1\text{ mm}$ 。因梁截面高度常用范围为 $\frac{1}{14}l_0 \sim \frac{1}{10}l_0$ ，其中 l_0 为计算跨度，因此，取连梁高度 $h_b=500\text{ mm}$ 。此时， $\alpha=4.609\ 5$ ， $T=0.990\ 8$ ， $Z=0.992\ 0$ ，满足 $T < Z$ 。此结构的力学特征如图2所示。



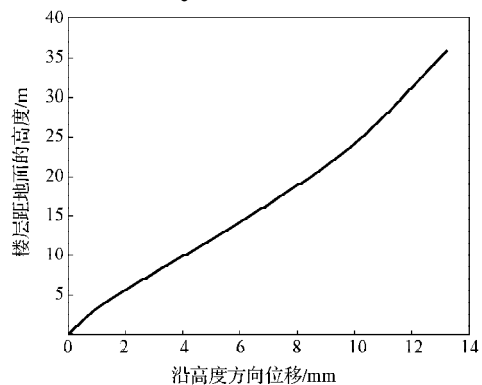
a) 弯矩图



b) 轴力图



c) 剪力图



d) 位移图

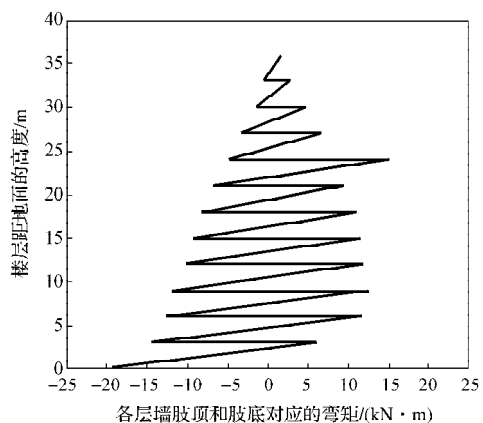
图2 联肢剪力墙结构力学特征

Fig. 2 Mechanical properties of coupled shear wall

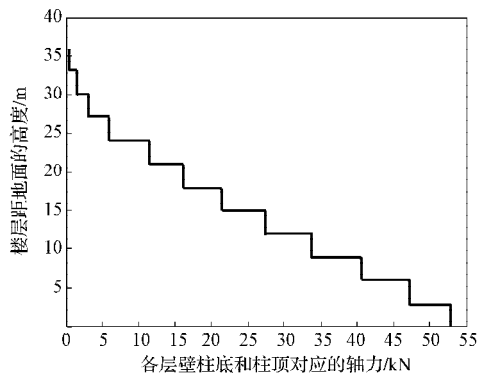
由图2可以看出，联肢剪力墙结构中各墙肢仍具有短肢剪力墙的特征，各楼层未出现反弯点，各层轴力变化均匀，剪力沿楼层无突变，结构整体侧移较明显，整片墙肢成弯剪型分布，结构以弯曲破坏为主。

1.2 壁式框架结构

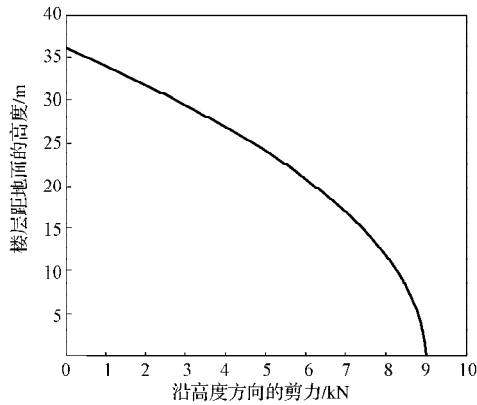
根据定义可知，满足 $5 \leq h_w/b_w \leq 8$ ，且 $\alpha > 10$ ， $T = I_A/I > Z$ ，可得 $h_b > 834.1$ 。取 $h_b=850\text{ mm}$ ，则 $\alpha=10.494\ 0$ ， $T=0.990\ 8$ ， $Z=0.955\ 9$ ，满足 $T > Z$ 。此结构的力学特征如图3所示。



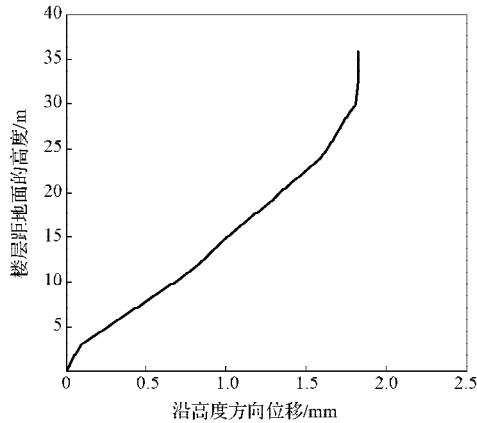
a) 弯矩图



b) 轴力图



c) 剪力图



d) 位移图

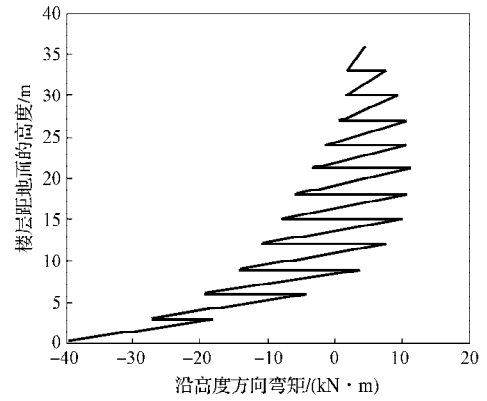
图3 壁式框架结构力学特征

Fig. 3 Mechanical properties of wall-frame

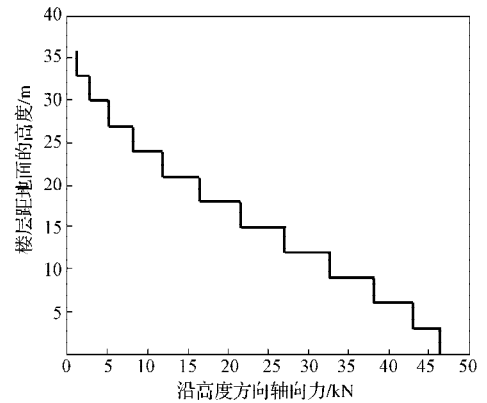
由图3可以看出, 壁式框架结构各楼层均出现反弯点, 在各楼层间的轴力有明显突变, 剪力沿楼层的变化较均匀, 整片墙肢成弯剪型分布, 结构侧移较小, 结构以剪切破坏为主, 明显具有框架结构特征。

1.3 满足 $\alpha < 10$, $T > Z$ 的新结构

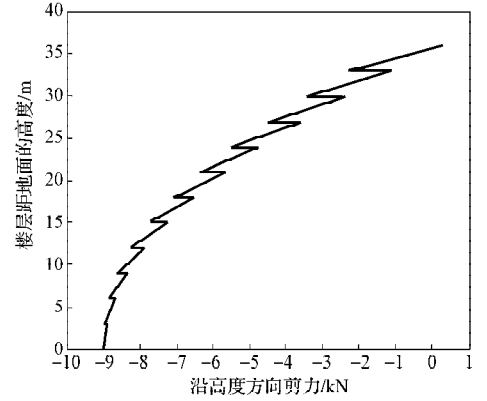
根据 $\alpha < 10$, $T > Z$, 可得 $h_0 > 544.1$ mm, 取 $h_0 = 550$ mm。因为此结构在倒三角形荷载作用下的内力、位移尚无专门计算公式, 故采用ANSYS软件建立结构模型进行分析, 分析结果如图4所示。



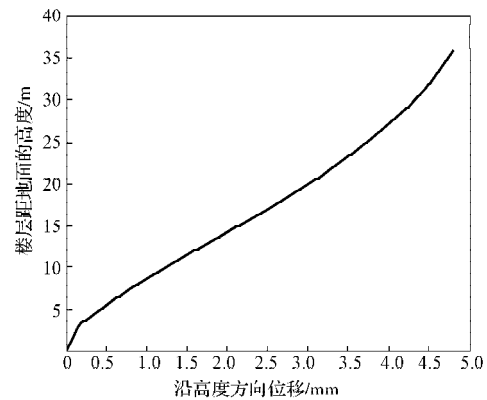
a) 弯矩图



b) 轴力图



c) 剪力图



d) 位移图

图4 新结构力学特征

Fig. 4 Mechanical properties of new structure

由图4可知,该结构部分楼层均出现反弯点,在各楼层间轴力有突变,剪力沿楼层有突变,整片墙肢成弯剪型分布,整体侧移较小,结构受力性能介于联肢剪力墙结构和壁式框架结构之间。

2 结论

1) 联肢墙结构中,当墙肢肢距一定时,随连梁截面高度加大,结构整体性增强,水平侧移和墙肢弯距减小;当墙肢肢距增大时,结构整体性减小,水平侧移增大。

2) 壁式框架结构中,当墙肢肢距一定时,随连梁截面高度加大,结构整体性加强,水平侧移和墙肢弯距减小;当墙肢肢距增大时,结构整体性减小,水平侧移增大。水平侧移明显小于联肢墙结构,各层墙肢均出现反弯点,整体性较强。

3) 满足 $\alpha < 10$, $T > Z$ 的新结构中,当墙肢肢距一定时,随连梁截面高度的加大,结构整体性增强,水平侧移和墙肢弯距减小;当墙肢肢距增大时,结构整体性减小。各层最大墙肢弯矩、侧移与联肢剪力墙相比明显减小,大多数楼层出现反弯点,且结构整体性较强。连梁的截面高度与壁式框架结构相比减小明显,较多楼层出现反弯点,由于结构水平侧移显著增加,结构整体性弱于壁式框架。

满足 $\alpha < 10$, $T > Z$ 的短肢剪力墙结构,既降低了墙肢截面弯矩,又弥补了连梁截面高度过大的不足,其力学性能介于联肢剪力墙与壁式框架结构之间,是受力性能较合理的结构形式。

参考文献:

- [1] 张晋,吕志涛,冯键.异形柱框架和短肢剪力墙住宅结构体系[J]. 建筑结构, 2001, 31(7): 48-50.
Zhang Jin, Lü Zhitao, Feng Jian. Special-Shaped Column Light-Weight Frame and Short-Pier Shear Wall Residential Structure System[J]. Building Structure, 2001, 31(7): 48-50.
- [2] 丁永君,纪刚.短肢剪力墙结构层间极限变形能力的计算[J].天津大学学报:自然科学与工程技术版,2000, 33(3): 363-366.
Ding Yongjun, Ji Gang. Story Ultimate Deformation Capacity Calculation of Short-Pier Shear Wall Structure[J]. Journal of Tianjin University: Science and Technology, 2000, 33(3): 363-366.
- [3] 程绍革,陈善阳,刘经纬.高层建筑短肢剪力墙振动台试验研究[J].建筑科学,2000,16(1): 12-16.
Cheng Shaoguo, Chen Shanyang, Liu Jingwei. A Shaking Table Test on Shear Wall with Framed Short Pillars for High-Rise Buildings[J]. Building Science, 2000, 16(1): 12-16.
- [4] 程文灏,金向前,吴志彬.短肢剪力墙的设计与研究[J].建筑结构,2001,31(7): 51-52.
Cheng Wenrang, Jin Xiangqian, Wu Zhibin. Research on the Design of Shear Wall with Short Piers[J]. Building Structure, 2001, 31(7): 51-52.
- [5] 中国建筑科学研究院. GB 50011—2010 建筑抗震设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2010: 66-69.
China Academy of Building Research. GB 50011—2010 Code for Seismic Design of Buildings[S]. Beijing: Building Industry Press of China, 2010: 66-69.
- [6] 张敏,胡淑兰,杨正华.短肢剪力墙实用判别的探讨[J].建筑结构,2009,39(11): 30-32.
Zhang Min, Hu Shulan, Yang Zhenghua. Discussion on Practical Judgment of Short-Pier Shear Wall[J]. Building Structure, 2009, 39(11): 30-32.
- [7] 郝文化. ANSYS土木工程应用实例[M].北京:中国水利水电出版社,2005: 39-45.
Hao Wenhua. ANSYS Application Examples for Civil Engineering[M]. Beijing: Water Power Press of China, 2005: 39-45.
- [8] 包世华,张铜生.高层建筑结构设计和计算:上册[M].北京:清华大学出版社,2005: 145-152.
Bao Shihua, Zhang Tongsheng. The Design and Calculation for Tall Building Structures: Volume I[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2005: 145-152.

(责任编辑:邓光辉)