

文章编号:1005-0523(2001)03-0039-04

双跨框支墙梁承载力的试验分析

曹忠民, 徐海燕

(华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 通过一榀有偏开洞口的双跨框支墙梁 1/2 比例模型在墙顶竖向荷载作用下的试验结果, 分析了双跨框支墙梁的组合作用、破坏形成和承载力等问题。
关键词: 框支墙梁; 模型试验; 破坏形态; 承载力
中图分类号: TU **文献标识码:** A

0 引言

框支墙梁是由钢筋混凝土框架及砌筑在框架上计算高度范围内的墙体所组成的组合构件。由于框支墙梁不仅可以解决底层大空间和上层小空间的矛盾, 满足各项建筑和功能要求, 而且可以比全框架结构降低造价, 所以框支墙梁在大、中城市的多层民用建筑中应用比较广泛。我国现行《砌体结构设计规范》(GBJ3-88) 仅提出了简支墙梁和单跨框支架梁的设计, 而对于多跨情况下框支墙梁的设计计算却未作说明。目前多数工程设计是按纯框架结构设计, 没有考虑框架与上部墙体的组合作用, 这种设计不仅不符合结构的实际受力, 也是不经济的。

到目前为止, 虽然国内外对多跨框支墙梁的受力性能进行了一些研究, 但是由于对于多跨框支墙梁的受力性能比较复杂, 目前关于多跨框支墙梁的设计方法各家立论各异且相差比较大, 缺乏一套成熟且经济合理的多跨框支墙梁的设计计算方法。所以对多跨框支墙梁的受力性能进行进一步的研究是非常有必要的, 从而使这类框支墙梁结构的设计更为经济、合理。本文通过模型试验研究双跨框支墙梁的组合作用、破坏形态和承载力等问题。

1 试验概况

1.1 试验模型

结合能够利用的试验条件和试验目的, 并且在参考现有相关文献中框支墙梁试验模型的基础上,

本试验的墙梁模型选用底一层双跨的框支墙梁, 砌体取一层墙高。为了研究墙体开洞后对墙梁受力性能的影响, 在大跨设有偏开的门洞, 同时为了可以研究墙梁悬挑后对框支连续墙梁受力性能的影响, 在大跨侧墙悬挑出一米。

为了保证模型试验所获得的参数能够基本正确地反映原型结构的受力特点, 且根据试验条件和实验的目的, 该墙梁模型用二分之一的大比例尺寸。试验模型的尺寸、配筋情况和加载位置如图 1 所示。

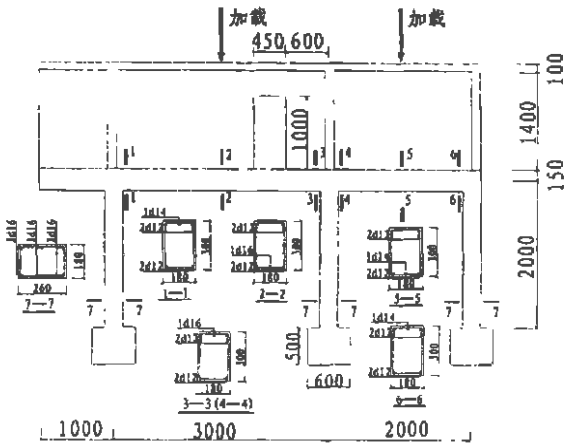


图 1 试验模型

试件模型大跨的跨度为 3 米, 小跨的跨度为 2 米。框架梁的截面尺寸 180mm × 300mm, 框架柱的截面尺寸 180mm × 260mm, 框架柱的净高为 1850 毫米。墙梁的墙体厚度为 115 毫米, 砖墙高为 1400 毫米, 砖墙上混凝土顶梁的截面高度和宽度各为

100 毫米和 120 毫米,墙中构造柱截面尺寸为 120mm×120mm¹⁹大跨的洞口距中间支座中心的最小距离为 600 毫米,洞口宽为 450 毫米,洞高为 1000 毫米¹⁹.

试验模型中材料的选用¹⁹混凝土的强度等级按 C25 配制,在试验前用回弹法所测出的混凝土抗压强度为 32.5MPa;墙体中的砖选用当地粘土红砖,并且按照建筑材料中砖的试验要求制作了 10 个试件,试验测出砖的抗压强度为 13.58MPa;水泥砂浆强度按 M5 配制,在砌墙的同时用同批的材料制作了标准砌体抗压试件,在墙梁试验前测出的砌体抗压强度为 3.68MPa¹⁹纵向受力钢筋的级别为 I 级,屈服强度为 235MPa¹⁹试验模型中材料的强度值如表 1 所示¹⁹.

表 1 试验模型中材料的强度值 (单位:MPa)

材料	混凝土	砌体	纵筋
抗压强度	32.5	3.68	235

1.2 加载装置和测试内容

加载装置如图 2 所示¹⁹墙梁顶部的竖向荷载通过油压泵接两个位置在各跨跨中的分离式千斤顶同步施加¹⁹模拟集中荷载时是通过在每个千斤顶的下面放一个小钢格构支墩来进行模拟,钢支墩沿墙梁的跨度和高度都为 400 毫米¹⁹.

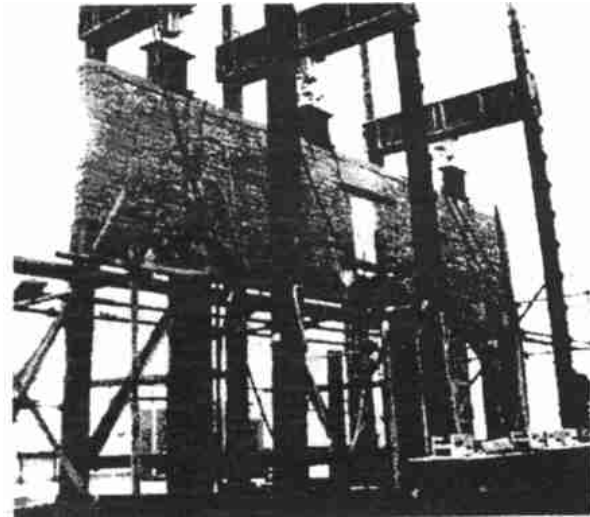


图 2 试验装置照片图

试验测试的内容主要包括墙梁模型的竖向挠度,墙梁跨中截面、支座柱加截面处的水平应变,以及墙体底部的竖向应变等¹⁹.

应该说明的是,由于只有一榀试件,为了利用有限的试验条件尽可能多地获得墙梁的受力性能实验数据,所以首先进行了多次该墙梁模型在弹性阶段和带裂缝工作阶段时双跨框支墙梁受力性能的实验

测试,最后才进行墙梁承载力的破坏试验¹⁹.

2 试验结果分析

2.1 破坏形态

当墙梁试验模型两跨中的集中荷载施加到 180kN 时,墙梁试验模型的裂缝开展情况如图 3 所示¹⁹.

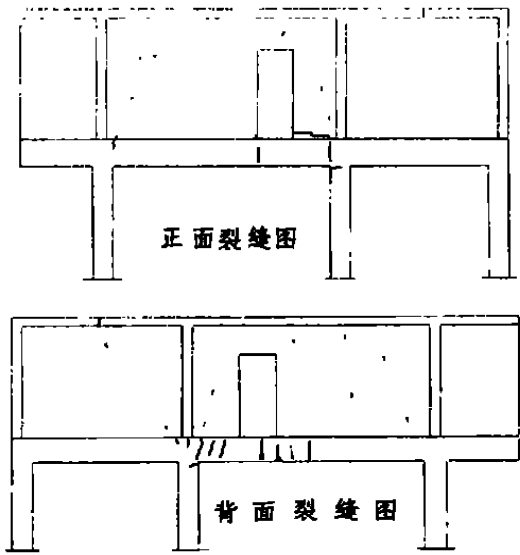


图 3 墙梁模型的裂缝分布情况

在 $P = 180\text{kN}$ 时墙梁试验模型的裂缝急剧开展,在洞口的内侧截面处垂直裂缝已基本贯通托梁上下和前后截面,在中柱大跨侧柱边附近截面处主裂缝也已经基本贯通托梁整个截面,同时在大跨跨中截面和大跨边柱柱边截面处裂缝也已经比较明显¹⁹.在偏开洞墙梁模型的洞口附近截面,由于弯矩、剪力和轴力很集中且比较大,受力复杂,遭到了破坏¹⁹.

同时对于这个墙梁模型的墙体来说,在墙梁的正面从中间支座到洞口范围内墙体的底部处,墙体沿砂浆灰缝的齿缝发生了墙体的剪切破坏¹⁹.

从上面墙梁试验模型的破坏特征来看,该框支墙梁模型的破坏形态兼有弯曲破坏和剪切破坏的特征^{[2] 19}.

2.2 墙梁的受力机理

墙体底部大跨左半跨的竖向应变测试结果如表 2 和图 4 所示¹⁹从中可以看到,墙体底部的竖向应力在支座处为压应力且比较大,而在跨中沿跨度很大范围内墙体底部的竖向应力较小且为拉应力,即竖向压应力非常明显地向支座的框架柱顶处聚集¹⁹.从而说明墙梁顶部的竖向荷载以“拱”的形式向墙梁支座处传递¹⁹根据试验结果还可知,随着裂缝的不断出

现和扩展墙梁模型的拱作用加强,破坏时形成框支组合拱的受力体系¹⁹。

表 2 墙体底部竖向应变测试结果 (单位:微应变)

跨中荷载	测点 D1	测点 D2	测点 D3
20	-45	-13	-11
60	-85	0	8
100	-115	13	31
120	-131	16	39
140	-200	37	58
160	-254	70	91
180	-309	135	156

说明:测点 D1、D2、D3 分别距离大跨边柱中心为 130 毫米、600 毫米和 1400 毫米¹⁹。

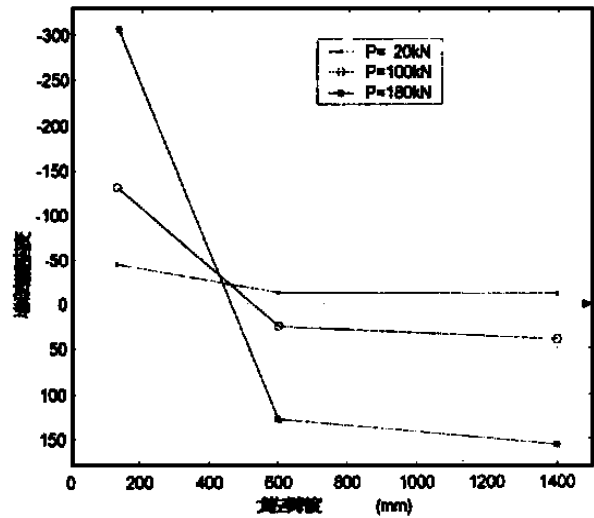


图 4 大跨左半跨墙体底部的竖向应变

2.3 承载力分析

根据试验测试结果中托梁各主要横截面的水平应变并且通过进一步换算可知,在 $P=180\text{kN}$ 时,在大跨中间支座柱边托梁截面、洞口的内侧截面和大跨边支座柱边截面处,托梁受拉侧纵筋的换算应力已经达到了钢筋的屈服强度 235MPa ¹⁹。由于在 $P=180\text{kN}$ 地时墙梁结构已经形成了可变体系,所以认为在 $P=180\text{kN}$ 时为个墙梁结构已经达到了抗弯承载力¹⁹。

根据底层框架的截面尺寸和纵筋情况,计算出框架各截面的极限弯矩,并且通过塑性极限分析,如图 3 所示¹⁹。可知底层框架在不考虑墙体的组合作用时的极限荷载 P 为:

$$22.6 \times 2a + 22.6 \times a + 17.5 \times a = P \times 1.5a$$
$$P = 56.9\text{kN}$$

也就是说这个双跨框支墙梁结构的承载力为底层框架结构承载力的 3 倍左右¹⁹。该分析结果与文献 [4] 中在竖向荷载作用下托梁顶受到总荷载的 32.6% 左右接近¹⁹。

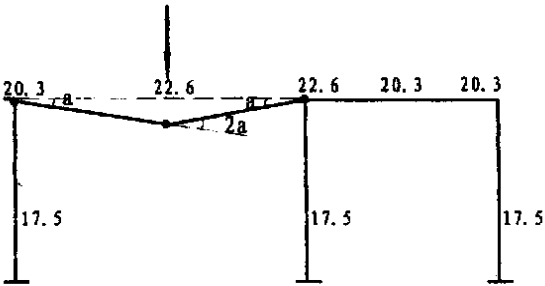


图 5 塑性极限分析图

3 结论和建议

- 1) 该双跨框支墙梁的承载力是不考虑墙梁的组合作用时纯框架承载力的 3 倍左右¹⁹。
- 2) 在参考其他框支墙梁文献的基础上,并考虑一定的安全因素,建议类似双跨框支墙梁在考虑墙梁组合作用后荷载可以折减 35% 左右,以使设计更为经济、合理¹⁹。

参考文献:

[1] 砌体结构设计规范 (GBJ-88) [S]¹⁹。北京:中国建筑工程出版社,1988¹⁹。

[2] 施楚贤¹⁹砌体结构理论与设计[M]¹⁹北京:中国建筑工程出版社,1992¹⁹。

[3] 唐岱新,等¹⁹砌体结构新规范应用讲评[M]¹⁹北京:中国建筑工程出版社,1992¹⁹。

[4] 庄一舟,等¹⁹带洞口框支连续组合墙梁的地震效应[J]¹⁹。建筑结构学报,1998,(4)¹⁹。

Test Study on Bearing Capacity of Double-span Masonry Walls Supported on Frame

CAO Zhong-min, XU Hai-yan

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Thruough test result of 1/2-scale model of double-span masonry walls that supported on frame under vertical load, composite action, failure modes and bearing capacity of double-span masonry walls that supported on frame are studied.

Key words: frame supported wall-beam; model test; failure modes; bearing capacity

(上接第 38 页)

响,当气温骤变时可通过设置临时外部维护以减少温度影响19.

参考文献:

[1] 过镇海. 钢筋混凝土原理[M]. 北京:清华大学出版社, 1999.
[2] 王铁梦. 工程结构裂缝控制[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1997.

Analysis of Cracks Because of Contraction for High-rise Buildings

XU Hai-yan, XUE Hai-hong

(School of Engineering and Architecture, East China Jiaotong Univ. , Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper gives a simple model to analyze the course of crack in the first floor of high-rise buildings. Combining with an actual construction, we provide an analyais of influence of every majorfactor. The main reason reason was found after that and some recommendations of how to avoid thi sort of crack were offered.

Key words: crack; contraction; chang of temperature