

浅析空斗墙房屋的计算方法应用

窦围围

苏州工业园区建设工程质量检测咨询服务有限公司, 江苏 苏州 215021

[摘要] 根据房屋建造时的社会经济条件和技术水平, 2000 年以前我国采用的砌体结构设计规范中空斗墙可以作为承重墙体使用。由于经济条件的改善, 人们对房屋安全越来越看重, 考虑到空斗墙安全余量不足, 整体性较差, 历次地震中都有大量预制楼板脱落、空斗墙房屋倒塌的案例发生。在对空斗墙房屋进行检测鉴定时, 除了对损伤及拆改情况进行检查外, 承载力计算也尤为重要, 鉴于按照规范方法人工计算只能考虑构件层面, 未考虑结构的空整体性, 且准确性和效率偏低。文章重点介绍两种运用 PKPM 软件计算空斗墙房屋的方法, 从而提高计算精度与效率, 确保空斗墙房屋的安全使用。

[关键词] 检测鉴定; 空斗墙房屋; 砌体规范; PKPM 软件; 计算

DOI: 10.33142/sca.v5i1.5543

中图分类号: TU362

文献标识码: A

Brief Analysis of Calculation Method and Application of Empty Bucket Wall House

DOU Weiwei

Suzhou Industrial Park Construction Project Quality Test and Consultation Service Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215021, China

Abstract: According to the socio-economic conditions and technical level of housing construction, the hollow bucket wall in the masonry structure design code adopted in China before 2000 can be used as a load-bearing wall. Due to the improvement of economic conditions, people pay more and more attention to house safety. Considering the insufficient safety margin and poor integrity of empty bucket wall, a large number of cases of precast floor falling off and empty bucket wall house collapse have occurred in previous earthquakes. In the inspection and appraisal of empty bucket wall houses, in addition to the inspection of damage and demolition and modification, the calculation of bearing capacity is also particularly important. In view of the fact that the manual calculation according to the standard method can only consider the component level, does not consider the spatial integrity of the structure, and the accuracy and efficiency are low. This paper mainly introduces two methods of using PKPM software to calculate the empty bucket wall house, so as to improve the calculation accuracy and efficiency and ensure the safe use of the empty bucket wall house.

Keywords: detection and identification; empty bucket wall house; masonry code; PKPM software; calculation

PKPM 软件最早是基于 01 系列设计规范开发应用的, 01 系列砌体结构设计规范已将空斗墙废止, 因此 PKPM 软件砌体结构设计模块里并没有针对空斗墙的计算程序。实践中可以借助软件的稳定性和高效性, 参照建造当时的砌体结构设计规范中列举的方法来实现用 PKPM 软件代替手工计算空斗墙房屋。本文结合一个具体的项目, 分别采用两种不同方法来说明如何运用 PKPM-V5.2 软件计算空斗墙结构, 并对计算结果进行分析对比。

1 工程概况

该房屋位于江苏省昆山市, 建造于 1990 年左右, 原为二层砌体结构房屋, 2000 年左右加建一层, 承重墙体采用烧结粘土八五砖和混合砂浆空斗砌筑。楼面、屋面主要采用混凝土预制空心板, 东西向搁置, 采用现浇混凝土板式楼梯, 不上人平屋顶。房屋平面呈矩形布置, 开间 4m, 最大进深 8.5m, 各层层高均为 3m, 总建筑面积约 480 m², 该房屋建造时作为村委办公用房使用, 现场检测时处于空置状态。

2 现场检测

现场对该房屋每层随机抽取两片承重墙体, 凿除局部墙体表面粉刷层, 经检查, 部分墙体砖块存在松动、开裂现象, 部分墙体砌筑砂浆存在粉化、缺失现象, 其余墙体砖

块、砌筑砂浆外观质量较好。对于砖的强度, 现场采用了回弹法进行检测, 对于砌筑砂浆强度, 现场采用了贯入法进行检测。经计算分析, 所抽取的 6 片承重墙体砖抗压强度范围为 10.5~11.3MPa, 砌筑砂浆抗压强度范围为 2.5~3.5MPa。

3 结构计算参数及荷载取值

空斗墙厚度 220mm, 砖强度采用 10.5MPa, 砂浆强度采用 2.5MPa, 荷载取值及其它参数见表 1。

表 1 计算参数及荷载取值表

结构安全等级	二级	结构重要性系数	1.0
地面粗糙度类别	B 类	地震设防烈度	7 度
地震加速度	0.10g	地震分组	第一组
抗震设防类别	丙类	荷载分项系数	恒 1.3, 活
基本风压 (kN/m ²)	0.45	基本雪压 (kN/m ²)	0.40
楼面活荷载 (kN/m ²)	2.0	屋面活荷载 (kN/m ²)	0.5
楼梯活荷载 (kN/m ²)	2.0	卫生间活荷载 (kN/	2.5
楼梯恒荷载 (kN/m ²)	7.0	预制板自重 (kN/m ²)	2.5
楼面附加恒载 (kN/	1.0	屋面附加恒载 (kN/	2.0

4 空斗墙计算方法

相同强度等级的砖和砂浆, 对应的砌体结构设计规范、

墙体砌筑方式不同,计算的砌体抗压强度也不同,在此基础上考虑空斗墙砌筑质量较差,调整施工质量控制等级。以下分别介绍两种常用计算方法。

4.1 墙重等效法

按实心砌筑的砖墙建模计算,墙体厚度恒定不变,取实测值,通过调整墙体容重,将实心墙的重量等效成空斗墙的重量。通过实测的砖强度和砂浆强度,查询建造时的规范得到当时的空斗墙砌体强度,按照现行规范中对应砌体强度反算相应的砖强度和砂浆强度组合。查看墙体高厚比时,容许高厚比 $[\beta]$ 按照建造当时的规范考虑折减后再与计算值比较。

4.2 承压面积等效法

按实心砌筑的砖墙建模计算,墙体容重不变,墙体厚度是变量,通过调整墙体厚度,将实心砌筑的砖墙面积等效成空斗墙的实际承压面积。通过实测的砖强度和砂浆强度,查询建造时的规范得到当时的实心墙砌体强度,按照现行规范中对应的砌体强度反算相应的砖强度和砂浆强度组合。查看高厚比时,计算高厚比应该实测墙体厚度调整后再与容许高厚比比较。

5 墙重等效法计算步骤

5.1 结构建模

PKPM-V5.2 软件砌体模块并不能直接建立空斗墙模型,可以先按实心砖墙建模,通过调整砖容重、砖强度、砌筑砂浆强度等措施来实现用 PKPM-V5.2 软件计算空斗墙的目的。

5.2 砌体容重折减

模型材料信息中砌体容重考虑了砖、砌筑砂浆、粉刷层的自重,按照输入的砌体墙厚加权平均得到,本工程考虑空斗墙孔洞率,将砖自重与砌筑砂浆自重进行折减,再考虑粉刷层自重,按照八五砖墙厚进行加权,容重等于 14.4kN/m^2 。

5.3 砂浆强度和砖强度取值

PKPM-V5.2 软件计算依据 GB50003-2011 版本《砌体结构设计规范》,该工程建造于上世纪 90 年代,对应 GBJ 3-1988 版本《砌体结构设计规范》。经计算,现场所抽取的承重墙体砌筑砂浆强度范围为 $2.5\sim 3.5\text{MPa}$,烧结粘土八五砖的抗压强度为 $10.5\sim 11.3\text{MPa}$,按照 88 版本《砌体结构设计规范》表 2^[1]所述,采用 MU10 砖、M2.5 砂浆时,一砖厚空斗砌体的抗压强度设计值为 0.72MPa 。按照 11 版本《砌体结构设计规范》表 3^[2]采用内插法,当砖强度取 10MPa 、砂浆强度取 0.5MPa 时,对应的烧结普通砖的抗压强度设计值为 0.8MPa 。

表 2 一砖厚空斗砌体的抗压强度设计值 (MPa)

砖强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
	M5	M2.5	M1	M0.4	
MU20(200)	1.65	1.44	1.31	1.26	0.98
MU15(150)	1.24	1.08	0.98	0.94	0.73
MU10(100)	0.83	0.72	0.65	0.63	0.49
MU7.5(75)	0.62	0.54	0.49	0.47	0.37

注:一砖厚空斗砌体包括无眠空斗、一眠一斗、一眠二斗和一眠多斗数种。

表 3 烧结普通砖和烧结多孔砖砌体的抗压强度设计值 (MPa)

砖强度等级	砂浆强度等级					砂浆强度
	M15	M10	M7.5	M5	M2.5	
MU30	3.94	3.27	2.93	2.59	2.26	1.15
MU25	3.60	2.98	2.68	2.37	2.06	1.05
MU20	3.22	2.67	2.39	2.12	1.84	0.94
MU15	2.79	2.31	2.07	1.83	1.60	0.82
MU10	—	1.89	1.69	1.50	1.30	0.67

5.4 施工质量控制等级调整

考虑到空斗墙砌筑质量较差,将施工质量控制等级调整为 C 级,并将上述内插法得到的砌体强度设计值乘 0.89 的系数,最终砌体强度设计值为 0.72MPa ,与 88 版本《砌体结构设计规范》相吻合。

5.5 承载力计算

底层层高考虑到基础顶面,分别进行抗震计算和受压计算,一层计算结果详见图 1a~1b。

5.6 高厚比验算

需调整模型中底层计算高度,底层层高考虑刚性地坪以上部分,需按照 88 版本《砌体结构设计规范》复核计算高厚比,一层高厚比计算结果详见图 1c。

6 承压面积等效法计算步骤

6.1 砌体厚度折减

本工程不考虑空斗墙的孔洞部分对计算结果的影响,仅考虑受压部分的有效墙厚,近似按半砖厚度进行加权,取值 25.3kN/m^2 。

6.2 砂浆强度和砖强度取值

按照 88 版本《砌体结构设计规范》表 2.2.1-1^[1]所述,采用 MU10 砖、M2.5 砂浆时,砖砌体的抗压强度设计值为 1.38MPa 。按照 11 版本《砌体结构设计规范》表 4^[2]所述,当砖强度取 10MPa 、砂浆强度取 2.5MPa 时,对应的烧结普通砖的抗压强度设计值为 1.3MPa ,与 88 版本《砌体结构设计规范》基本吻合。

表 4 砖砌体的抗压强度设计值 (MPa)

砖强度等级	砂浆强度等级							砂浆
	M15	M10	M7.5	M5	M2.5	M1	M0.4	
MU30(300)	4.16	3.45	3.10	2.74	2.39	2.17	1.58	1.22
MU25(250)	3.80	3.15	2.83	2.50	2.18	1.98	1.45	1.11
MU20(200)	3.40	2.82	2.53	2.24	1.95	1.77	1.29	1.00
MU15(150)	2.94	2.44	2.19	1.94	1.69	1.54	1.12	0.86
MU10(100)	2.40	1.99	1.79	1.58	1.38	1.26	0.91	0.70
MU7.5(75)	—	1.73	1.55	1.37	1.19	1.09	0.79	0.61

6.3 施工质量控制等级调整

考虑到空斗墙砌筑质量较差,将施工质量控制等级调整为 C 级,并将上述得到的砌体强度设计值乘以 0.89 的折减系数,最终砌体强度设计值为 1.16MPa 。

6.4 承载力计算

底层层高考虑到基础顶面,分别进行抗震计算和受压计算,一层计算结果详见图 2a~2b。

6.5 高厚比验算

需调整模型中底层计算高度,底层层高考虑到刚性地坪以上部分,需按照 88 版本《砌体结构设计规范》复核计算高厚比,一层高厚比计算结果详见图 2c。

7 两种计算方法对比

(1) 抗震验算对比

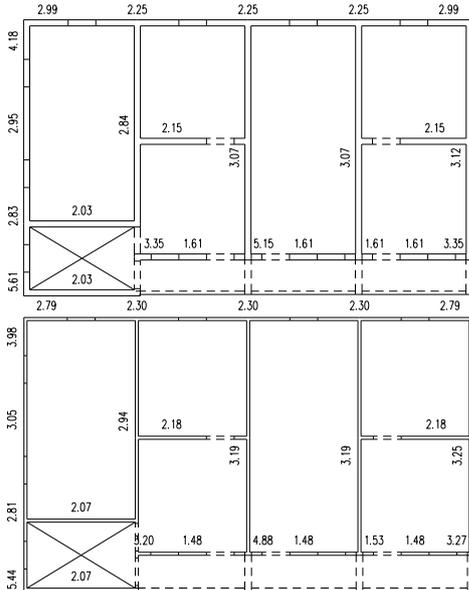


图 1 底层墙体受剪承载力之比(抗震)和底层墙体受剪承载力之比(抗震)

(2) 墙受压承载力对比

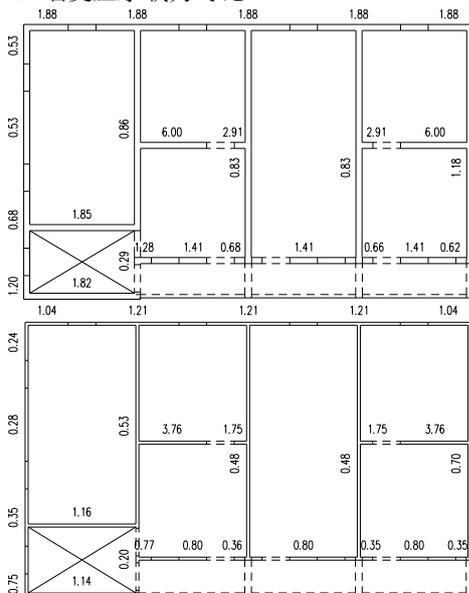


图 2 底层墙体受压承载力之比和底层墙体受压承载力之比

(3) 墙高厚比对比

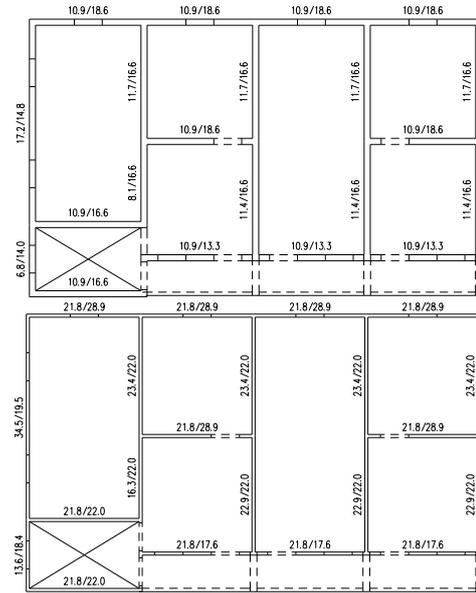


图 3 底层墙体高厚比计算结果和底层墙体高厚比计算结果

(4) 原因分析

两种不同的计算模型,底层墙抗震验算结果相似,底层墙受压承载力与高后比相差较大。按照 88 版砌体规范 4.1.1 条、4.1.2 条规定,高厚比 $\beta = H_0/h$, h 为墙厚,根据高厚比 β 和轴向力的偏心距 e 查表得到影响系数 ψ ,等强度近似计算方法与等墙厚近似计算方法相比,计算面积 A 减少一半,影响系数 ψ 减小,而砌体的抗压强度设计值 f 仅提高 $1.16/0.72=1.61$ 倍,导致承载能力 ψfA 值偏小;根据 88 版本砌体规范 5.1.1 条规定,墙体容许高厚比 $[\beta] = H_0/h$, h 为墙厚,空斗墙的高厚比容许值规范要求按普通砖墙降低 10% 考虑。

8 结束语

综上所述,对该工程采用两种方法计算分析,计算结果差别较大,通过对比 88 版本《砌体结构设计规范》受压承载力和高厚比的计算方法,笔者认为采用等厚度近似计算方法更符合规范计算方法。

[参考文献]

[1] 中华人民共和国原城乡建设环境保护部,中国建筑工业出版社.砌体结构设计规范(GBJ3-1988)[M].北京:中国建筑工业出版社,1988.
[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.中华人民共和国国家标准.砌体结构设计规范(GB50003-2011)[M].北京:中国建筑工业出版社,2011.
作者简介: 窦围圉(1988.7-),工作单位苏州工业园区建设工程质量检测咨询服务有限公司。毕业学校南京工业大学。