

# 浅谈云南省某医院隔震结构上支墩设计

文 / 刘镒忠 深圳市建筑设计研究总院有限公司

**摘要:** 云南省国家中医疫病防治基地项目是位于8度区的重点设防类建筑,主体高度为41.5米,采用现浇钢筋混凝土框架-剪力墙结构。本文以该项目的一栋住院楼为例,介绍了罕遇地震作用下剪力墙下部上支墩的有限元设计方式,计算结果表明,剪力墙下部上支墩及其相连构件均能满足抗剪弹性、抗弯不屈服的抗震性能目标。

**关键词:** 住院楼;高烈度区;重点设防类建筑;罕遇地震;剪力墙下部上支墩;有限元分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.04.097

**Abstract:** The Yunnan Provincial National Traditional Chinese Medicine Epidemic Prevention and Control Base Project is a key fortified building located in the 8th degree zone, with a main height of 41.5 meters and a cast-in-place reinforced concrete frame shear wall structure. This article takes a hospital building in the project as an example to introduce the finite element design method of the upper support pier of the lower part of the shear wall under rare earthquake action. The calculation results show that the upper support pier of the lower part of the shear wall and its connected components can meet the seismic performance goals of shear elasticity and bending resistance without yielding.

**Keywords:** Inpatient building; High-intensity zone; Key fortified buildings; Rare earthquake occurrence; Lower support pier of shear wall; finite element analysis

## 引言

医疗建筑作为抗震救灾建筑,在地震发生后发挥着至关重要的作用,被国家住房和城乡建设部列为了重点设防类建筑。根据《建筑工程抗震设防分类标准》《建筑隔震设计标准》《云南省建筑工程抗震设防专项审查技术要点(试行)》(云建震[2020]178号)以及《建筑工程抗震管理条例》(中华人民共和国国务院令第744号)相关规

定,位于高烈度区的重点设防类建筑应采用减隔震措施并应满足设防地震作用下的抗震性能目标。

## 一、工程概况

本建筑为云南省国家中医疫病防治基地项目其中一栋住院楼,结构主体高度为41.5米,采用现浇钢筋混凝土框架-剪力墙结构,并在首层与地下一层之间设置了2.1米高的隔震层,建筑剖面图详见图1。



图1 主体结构剖面图

本建筑所在地抗震设防烈度为8度，设计基本地震加速度为0.2g，设计地震分组为第三组。场地类别为III类，基本风压为0.30kN/m<sup>2</sup>，结构安全等级为一级，抗震设防类别为重点设防类。

### 二、隔震计算模型建立

#### 1. 计算软件

本次结构分析，采用大型通用有限元分析软件ABAQUS进行有限元分析。

#### 2. 分析准则

建模选择实体单元 (Solid) 建模，单元类型为C3D8R，单元特性选择六面体 (Hex) 划分网格，采用线性几何阶次，有较好的分析速度和较高的分析精度。通过在二层梁柱构件表面上耦合一个约束点，给结构施加从PKPM中提取出来的荷载 (共计八个最不利工况组合)，从而准确模拟结构受力情况。

通过查看有限元模型分析的应力，与材料的抗压、抗拉应力值进行比较，来判断是否需要进行附加配筋。

#### 3. 结构计算模型三维图

计算模型建立了本层及上一层的梁柱墙体信息。柱墩材料强度为C50，材料密度为2400kg/m<sup>3</sup>，弹性模量3.45×10<sup>4</sup>N/mm<sup>2</sup>，泊松比为0.2。模型三维图详见图2。

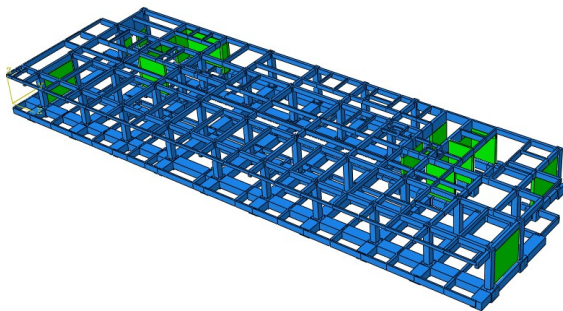


图2 结构有限元模型

### 三、剪力墙下部上支墩分析结果

本文以该住院楼右侧核心筒有限元计算结果为例，对罕遇地震作用下剪力墙下部上支墩及其相连构件的受力进行分析。模型将首层核心筒剪力墙、剪力墙下部上支墩及其相连构件整体按实体单元建模，单元特性选择六面体划分网格，在首层剪力墙顶部 (5.950标高) 施加均布竖向荷载。剪力墙平面布置详见图3，有限元分析结果三维示意图详见图4。

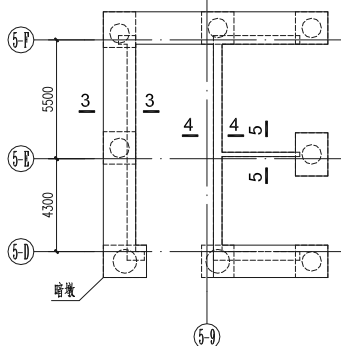


图3 剪力墙平面布置图

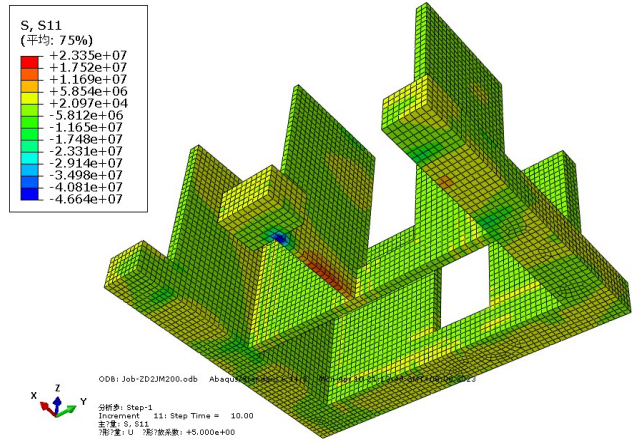


图4 有限元分析三维示意图

由上述分析结果可知，剪力墙下部上支墩并未出现较大的拉应力，拉应力主要集中在上支墩相连构件的跨中底部位置。其主要原因是首层剪力墙与上支墩及其相连构件形成一个整体的深受弯构件，上部荷载通过首层剪力墙的刚度直接传递给上支墩，并未在上支墩位置形成较大的弯矩，仅在底部形成一个受拉区。

通过截取两个典型位置的有限元应力云图剖面，有限元应力云图详见图5和图6。

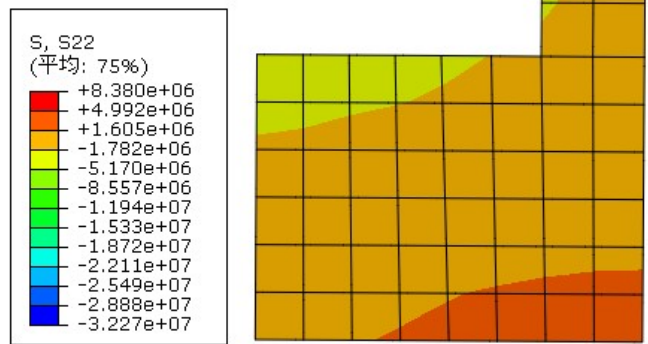


图5 3-3剖面应力云图

(正直为拉应力，负值为压应力)

该剖面位置由于隔震支座的安装需求，剪力墙下部上支墩截面尺寸较大，其相连构件截面尺寸为1500×1100。

由应力云图提取拉应力区各网格拉应力，得到总拉力N=1068kN，若在拉应力区配置7C25，其抗拉承载力设计值N=1236kN>1068kN，即可满足承载力要求。

因此，在此类剖面墙体下部构造设置转换梁1500×1100，并参照一级框支梁上、下部纵向钢筋的最小配筋率0.5%的要求配置构造纵筋17C25，完全能满足下部剪力墙的抗拉承载力要求。

该剖面位置由于两侧均为楼、电梯，上支墩相连构件截面尺寸受到限制无法加大，其截面尺寸为200×1100。

由应力云图提取拉应力区各网格拉应力，得到总拉力N=1356kN，且拉应力区高度约为1.1米，与上支墩

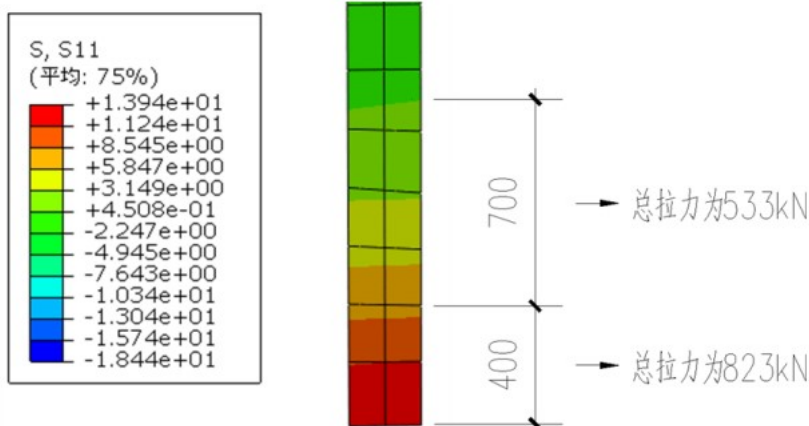


图 6 5-5 剖面应力云图  
(正直为拉应力, 负值为压应力)

相连构件高度基本一致, 即在上支墩相连构件内全截面配置8C25, 其抗拉承载力设计值 $N=1412\text{kN}>1356\text{kN}$ , 可满足承载力要求。但考虑到其大部分应力均集中在相连构件底部1/3高度范围内(底部 $200\times 400$ 截面范围内总拉力为823kN, 剩余 $200\times 700$ 截面范围内总拉力为533kN), 在实际设计过程中可根据拉应力分布情况, 将配筋集中布置在下部截面范围内。

因此, 在此剖面墙体下部可构造设置转换梁 $200\times 1100$ , 并参照一级框支梁上、下部纵向钢筋的最小配筋率0.5%的要求, 转换梁上部配置构造纵筋3C25、下部配置纵筋8C25, 且考虑到拉应力分布的特殊性, 提高转换梁腰筋的钢筋直径为25mm, 完全能满足下部剪力墙的抗拉承载力要求。具体配筋形式详见图7。

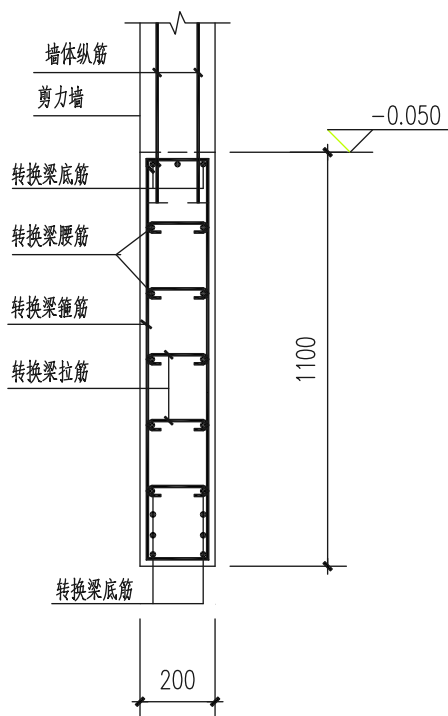


图 7 5-5 剖面转换梁配筋示意图

故本工程在进行结构设计时只需要保证剪力墙的抗剪能力, 并针对底部受拉区采取配筋加强措施即可满足罕遇地震作用下抗剪弹性、抗弯不屈服的抗震性能目标。

#### 四、PKPM 计算与有限元计算方式对比分析

PKPM采用的是传统的杆单元计算方式, 且由于软件计算时模型的层概念较为明显, 导致剪力墙及其下部上肢墩的传力方式为: 剪力墙→上支墩相连构件→上支墩。这种传力方式及计算方式存在2个不合理的地方:

- 1、计算时未考虑上部剪力墙自身刚度, 导致上支墩相连构件承受的荷载增大;
- 2、采用杆单元的计算方式, 上支墩相连构件受力传递给上支墩时会产生较大的弯矩及剪力。

但是由于本工程剪力墙下部上支墩及其相连构件的截面宽度及高度均相同, 故应该将两者看作一个整体, 而非两个独立的结构构件。此部位的水平地震剪力应该由上支墩及其相连构件共同承担, 而非上支墩相连构件传力给上支墩后由上支墩独自承担, 更不可能在上支墩位置产生很大的弯矩。

而有限元计算方式能有效的将上部剪力墙、上支墩及其相连构件有效的形成一个整体, 这种计算方式更接近结构的真实受力情况, 能更准确的分析出结构不利的部位并采取相应的加强措施。且能在保证结构安全性的前提下, 尽量节省结构成本。

#### 结束语

选择合理的计算方式能更真实的反映结构自身的受力情况, 不仅能设计时更有针对性的采取加强措施, 保证结构安全性, 更能保证项目的经济性。

#### 参考文献

- [1]GB 50223-2028, 建筑工程抗震设防分类标准
- [2]GB/T 51408-2021, 建筑隔震设计标准
- [3]GB 50011-2010, 建筑抗震设计规范(2016年版)
- [4]GB 50010-2010, 混凝土结构设计规范(2016年版)
- [5]JGJ 3-2010, 高层建筑混凝土结构技术规程