

基于 ANSYS 的装配式抗震建筑墙体抗震性能分析

Yujuan Liu*, Xiang Wang, Duo Zhao

Zhengzhou Business University, Zhengzhou, Henan

【摘要】装配式建筑是我国一种新型的建筑形式，其建造速度快、生产成本低。为了研究装配式结构墙体的抗震性能，在分析现有抗震墙体结构组成的基础上，结合实际工程——万科都会锦悦苑 6 号楼，利用 ANSYS 有限元软件建立了装配式墙体建筑的有限元模型。墙体单元由墙板及下部固定组件组成，两块墙板之间设有连接组件，两块墙板之间的连接限位采用连接板实现。分析新型抗震墙体的振型、应力、应变等抗震性能是否符合相关规范的要求，并进行进一步的调整。利用有限元分析软件建立了 6 个不同振型的有限元模型并进行计算，模型的破坏模式和抗震性能与预期试验结果基本一致，验证了有限元模型的有效抗震性能。

【关键词】装配式建筑；抗震墙；节点连接；有限元分析

【基金项目】2022 年河南省国家级大学生创新创业训练计划项目（项目名称：一种新型装配式抗震建筑墙体；研究编号：202214040007）

【收稿日期】2025 年 4 月 13 日

【出刊日期】2025 年 5 月 7 日

【DOI】10.12208/j.befm.20250004

Analysis of seismic performance of prefabricated seismic building wall based on ANSYS

Yujuan Liu*, Xiang Wang, Duo Zhao

Zhengzhou Business University, Zhengzhou, Henan

【Abstract】 Assembly type buildings is a new form of buildings in our country. It can build quickly and lower cost of production. In order to study the seismic performance of prefabricated structural wall, based on the analysis of the structure composition of the existing seismic wall, through the practical project, Vanke Metropolitan Jinyue Yuan No.6 building, the finite element model of prefabricated wall building was established by ANSYS. The wall unit comprises a wall panel and a lower fixed assembly, a connecting assembly between two wall panels, and a connection limit for two wall panels is implemented by providing a connecting plate. It is analyzed whether the seismic performance of the vibration mode, stress and strain of the new aseismic wall conforms to the requirements of the relevant codes, and further adjustment is made. Using the finite element analysis software, six finite element models with different vibration modes are established and calculated. The failure modes and seismic performance of the models are basically the same as the expected experimental results, which verify the effective seismic performance of the finite element model.

【Keywords】 Prefabricated construction; Anti-seismic wall; Node connection; Finite element analysis

装配式建筑在我国是一种新型的建筑形式，它建造速度快，生产成本较低，正在世界各地大力推广，是整个建筑行业的目标和必然趋势。建筑幕墙的应用越来越广泛。幕墙因其安装简便、工厂化加工质量保证等优势，被广泛应用于建筑外墙装饰。

在现代建筑施工过程中，为了增加墙体的抗震能力，通常将墙体分割成若干个墙体单元，通过墙体单元之间减震器的相互约束，减少墙体的损坏^[1]。

1 工程概要

金悦花园是万科都会项目四期，位于郑州市二

*通讯作者：Yujuan Liu

注：本文于 2023 年发表在 Engineering Advances 期刊 3 卷 1 期，为其授权翻译版本。

七区南四环与大学路交汇处东南侧，由 7 栋住宅楼及 1 所幼儿园组成，毗邻规划中的地铁 7 号线，并连通南四环等多条高速公路、大学路、嵩山路等城市主干道。包含 6-32 住宅建筑，为框架剪力墙结构，采用装配式整体建造。

工程抗震设防烈度为 7 度，设计地震加速度值为 $0.15g$ ，设计地震组别为第二组，场地类别为二类，特征周期值为 $0.40s$ 。根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008），居住建筑抗震设防类别为乙类，结构安全等级为 1 级，地面粗糙度类别为丙类，风荷载考虑周期为 100 年一次，修正的基本风压（千牛/平方米） $w_0=0.55$ 千牛/平方米^[2-3]。

2 抗震性能分析

2.1 有限元分析模型

装配式抗震型建筑墙体模型包括墙板和下部固定构件，两块墙板之间的连接构件，通过设置连接板来实现两块墙板的连接限位，使墙板在受到振动时有一定的缓冲空间，再通过底座与墙板底部的底座槽口夹紧来完成对墙板的进一步限位。通过设置限位构件，套筒位于槽口内，墙板在受到振动时会带动套筒产生一定幅度的晃动，使墙板能有一定的缓冲空间，再带动套筒在固定杆面上移动，使墙板有一定的缓冲空间，再通过底座与底座槽口的夹紧来完成对墙板的进一步限位。

墙板之间设有连接部件，连接部件包括连接板和槽口，两块墙板之间设有连接板，墙板内壁设有槽口。连接板为“工”字形结构，槽口为“T”字形结构，连接板与槽口为滑动连接。连接板与底座之间连接有多根连接钢筋，连接板与底座为浇筑一体结构。采用 ANSYS 软件建模，有限元模型如图 1 所示。根据相关文献^[4-5]，混凝土强度等级为 C35，混凝土容重为 $26kN/m^3$ ，钢筋等级为 HRB400，钢筋容重为 $78kN/m^3$ ，混凝土强度等级为 $26kN/m^3$ 。弹性模量 $=1.02 \times 10^9 kg/m^2$ 、泊松比 $=0.5$ 、线膨胀系数 $=1 \times 10^{-5}/^\circ C$ 。

2.2 模式分解反应谱分析

振型分解反应谱法是一种计算多自由度体系地震作用的方法。该方法利用加速度设计反应谱原理，对单自由度体系进行振型分解，求解各阶振型的等效地震效应，然后按照一定的组合原则将各阶振型的地震效应进行组合，从而得到多自由度体系的地震效应。

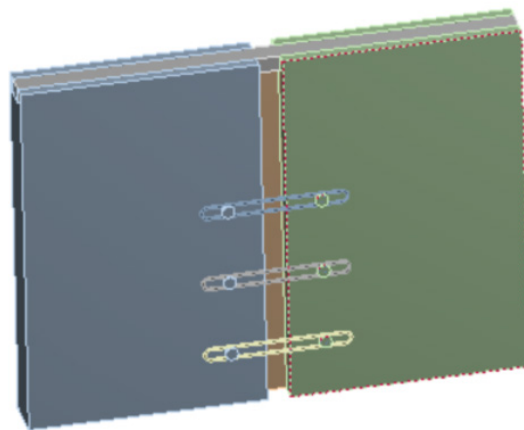


图 1 有限元模型

振型分解反应谱理论的核心原理是将结构质量集中在各个楼层进行简化，并将这些集中楼层的质量点视为自由度。这样的简化使得在进行地震计算时，可以将多自由度系统分解为多个单独的单自由度系统，分别承受地震作用。每个单自由度的地震反应值都可以由反应谱计算得出。本质上，将地震作用视为施加于结构的荷载效应，从而求出结构在地震作用下产生的反应。求解过程中，要考虑地面的加速度以及结构自身的振动特性。

采用有限元分析软件 ANSYS 对墙板进行参数分析，选取振型频率为 11.461Hz、18.316Hz、35.713Hz、38.267Hz、39.787Hz、44.352Hz，研究在不同频率下墙板及其下方固定构件的抗震性能，研究两块墙板之间的连接构件，以及两块墙板上的连接板，实现形变量的连接限位，从而研究墙板的抗震性能。

从图 2 中可以看出，不同振型下墙体的变形均沿两墙板之间的连接构件开始发生，6 种不同频率下墙体变形的最大位移分别为 0.015732mm、0.023529mm、0.18283mm、0.023761mm、0.04095mm、0.012613mm。可以发现，当振动频率为 11.461Hz 和 44.352Hz 时，变形表现为墙体连接部位向左右两侧逐渐减小；当局部振动频率为 18.316Hz 和 38.267Hz 时，变形表现为墙体连接部位上下两端向中间逐渐减小。当振动频率为 35.713Hz 和 39.787Hz 时，变形主要发生在两端壁面，中间连接体的变形较小；随着模型频率的增加，模型最大形变量呈现先增大后减小的趋势，在频率为 39.787Hz 时，变形达到最大值 0.04095mm。

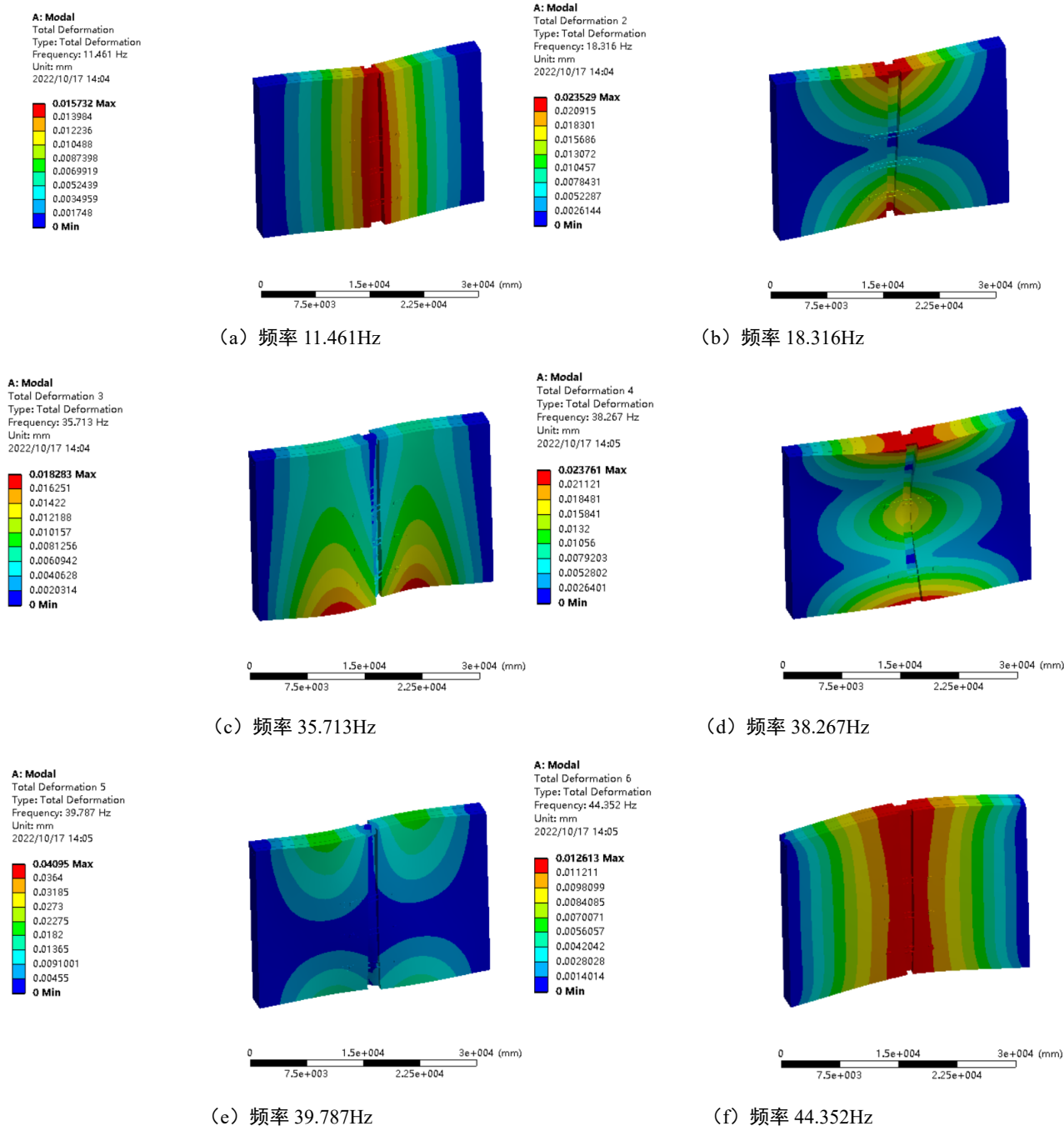


图2 反应谱分析的振型云图

2.3 应力与变形分析

时程分析法在数学上称为逐步积分法，在抗震设计中也称“动态设计”。将结构基本运动方程积分到地震动加速度记录中，得到结构全时间的地震响应。该方法将结构所在场地对应的地震波作为地震作用输入，从初始状态开始，逐步逐步积分，直至地震作用结束。是工程基本运动方程，输入对应工程场地的若干条地震加速度记录或人工加速度时程曲

线，通过积分计算得到结构在地面加速度随时间变化过程中内力及变形状态变化的全过程，并以此为基础对结构构件截面进行抗震承载力验算和变形验算。本结构采用弹性动力时程分析方法，输入三个地震波、两个天然地震波和一个人工地震波，计算结构的应力和位移，取其最大值，如下图所示，最大应力和位移均发生在两墙体连接处的中部，最大应力为 6.8866MPa，最大位移为 0.57704mm。

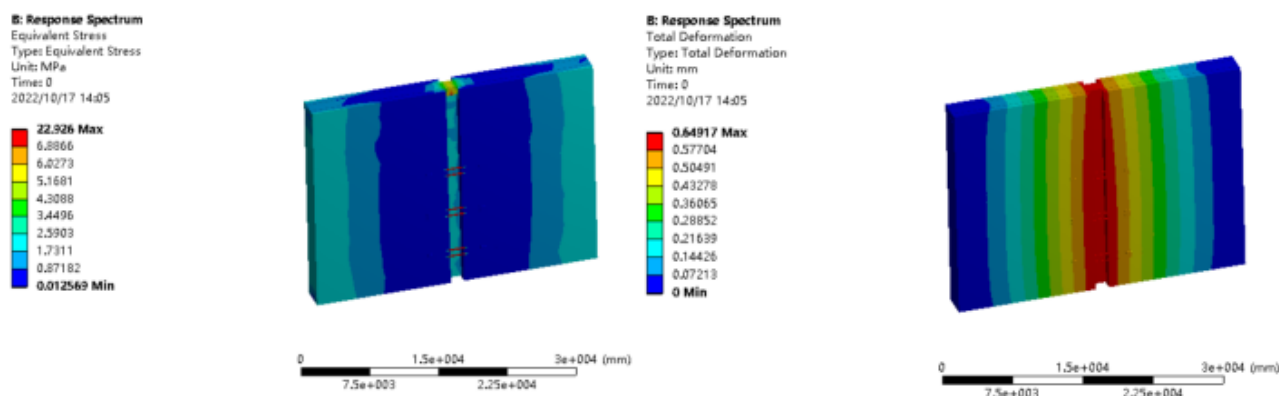


图3 反应谱分析的应力云图和变形云图

3 结论

本文在构建的装配式抗震建筑墙体模型及抗震性能分析的基础上,详细介绍了如何增强墙体的抗震能力,将墙体划分为若干个墙体单元,并通过墙体单元之间减震器的相互制约来减少墙体的破坏,从而提高墙体的抗震性能,为工程建设提供更多思路。基于数据模型分析,对结构的抗震性能进行了研究。利用有限元分析软件,建立了6个不同振型的有限元模型并进行计算,各模型的失效模式和抗震性能与预期试验结果基本一致,验证了有限元模型的有效性。基于试验结果和有限元分析模型,对本文的研究内容和成果进行了完整的总结。本文构建的结构平面布置较为简单,但实际工程中存在许多复杂、不规则的平面结构,因此有必要对不同类型结构的抗震性能进行研究。

参考文献

- [1] Wu Jiaqiao. Seismic Performance analysis of steel plate shear wall structure with transfer layer [D]. Guangzhou University, 2021.000715.

- [2] Jiang Hongmin. Research on seismic performance of prefabricated beam-column joints Based on Slot Connection [D]. Guilin University of Technology, 2022.000236.
- [3] Zhang Chenhui. Research hotspots and development trends of prefabricated buildings at home and abroad from 2010 to 2019 [D]. Kunming University of Science and Technology, 2021.001527.
- [4] Fang Junzhong. Research on Force Characteristics of shear wall Structure and Influencing Factors of Layout Quantity [J]. Low carbon World, 2016(05):132-133.
- [5] Zou Zhenggang. Detailed Analysis of ANSYS Difficult Problems [M]. Posts and Telecommunications Press: CAE Analysis Department, 2016.09.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS