

混凝土结构上钢结构夹层加固设计案例分析

张茹评

(甘肃省城乡规划设计研究院有限公司, 甘肃 兰州 730000)

摘要:随着社会的不断发展,人们对建筑结构的设计要求越来越高,而原来我们所建成的已有建筑,在建筑使用功能上就不满足所要求,进而我们就需要对原结构进行建筑物检测鉴定,当检测鉴定结果不满足国家现行规范及鉴定标准的要求时,我们就应该进行原结构主体的加固设计,选对合理的加固方案,采取有效的构造措施技术,进而达到完美的工程设计杰作,对此本文结合工程实例,对混凝土结构上钢结构夹层加固设计中进行了分析与阐述,从而为有关单位及工作人员在实际工作中提供一定的借鉴。

关键词:建筑使用功能改变;主体结构加固;构造措施的加强

中图分类号: TU37

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2022)11-0166-02

1 工程概况

本工程位于天水市秦州区七里墩街道岷山路,因建筑使用功能需求,原设计的二层框架结构主楼需增加一层层高为 5.10m 钢结构,主体结构外增设一部外挂钢结构电梯,作为天水市某局交通警察支队扩容新建智慧城市指挥中心,根据建筑使用性可知该指挥中心抗震设防类别为重点设防类,故要对原建筑进行可靠性鉴定。

根据设计院提供的可靠性鉴定报告可知,原建筑于 2003 年 4 月完成设计,2005 年 10 月 30 日竣工投入使用;结构主体为地上两层,层高均为 4.200m,抗震设防烈度为Ⅷ度(0.30g 第一组),建筑使用功能一层为食堂、餐厅,二层为监控大厅,抗震设防类别为标准设防类。最终的鉴定结果是安全性评定等级为 B_{su} 级,使用性评定等级为 B_{ss} 级,可靠性评定等级为 II 级。

2 加固改造方案的选取

2.1 方案一: 夹层做钢结构

需对原结构构件进行加固设计,具体内容包括以下两项。

(1) 柱采用增大截面和外贴纤维复合材料法。

(2) 标高 4.200m 和标高 8.400m 梁采用增大截面、外粘钢板法和外粘贴纤维布法。

2.2 方案二: 夹层做混凝土结构

需对原结构构件进行加固设计,具体内容包括以下两项。

(1) 柱采用增大截面、外粘钢板法及增加短墙肢。

(2) 标高 4.200m 和标高 8.400m 梁采用增大截面、外粘钢板法和外粘贴纤维布法。

3 主体结构加固设计

因建筑功能改变、现行规范与原设计规范的变化,使得本工程抗震设防类别、抗震设防烈度、地震分组、荷载及分项系数等参数都发生了改变,经复核验算原混凝土框架柱、框架梁、节点核心域均不满足承载力要求,需做加固处理。

3.1 整体结构计算分析

夹层做钢框架,夹层钢结构体系的计算进行以下三种情况的

计算,即:上、下部结构单独进行计算,以及上下部结构整体协同工作计算,并取以上三种情况得最不利内力工况进行结构设计^[4]。本工程采用北京盈建科软件有限责任公司的 YJK—A4.0.0 计算分析程序。

3.1.1 上部单独计算结果

模型在单独钢结构计算时考虑地震作用下的鞭梢效应,放大 3 倍进行复核算,此时结构的阻尼比取值为 0.02,计算指标汇总如表 1 所示。

表 1 钢结构指标汇总

指标项	汇总信息
总质量/t	483.24
质量比	1.00<[1.5](1层1塔)
最小刚度比	X向 1.00>[1.0](1层1塔)
	Y向 1.00>[1.0](1层1塔)
楼层受剪承载力	X向 1.00>[0.80](1层1塔)
	Y向 1.00>[0.80](1层1塔)
结构自振周期/s	X 0.2863
	Y 0.2706
	T 0.2309
有效质量系数	X向 100.00%>[90%]
	Y向 100.00%>[90%]
最小剪重比	X向 91.00%>[4.80%](1层1塔)
	Y向 86.26%>[4.80%](1层1塔)
最大位移角(地震)	X向 1/259<[1/250](1层1塔)
	Y向 1/282<[1/250](1层1塔)
最大位移角(风)	X向 1/9999<[1/250](1层1塔)
	Y向 1/9999<[1/250](1层1塔)
最大位移比	X向 1.16<[1.50](1层1塔)
	Y向 1.08<[1.50](1层1塔)
最大层间位移比	X向 1.16<[1.50](1层1塔)
	Y向 1.08<[1.50](1层1塔)
刚重比	X向 199.10>[5.00](1层1塔)
	Y向 223.83>[5.00](1层1塔)

3.1.2 下部单独计算结果

将上部钢结构单独计算的支座反力加在钢筋混凝土结构上对下部结构进行验算,此时结构的阻尼比取值为 0.05。在模型计

算过程中,通过对周期振型数确定方式的改变,发现用户定义振型数和程序自动确定振型数下,对结构构件配筋的计算结果有很大影响。

3.1.3 上下部结构整体协同工作计算结果

将组装楼层 3 考虑鞭梢效应的标准层与原结构组装一起计算,计算指标汇总如表 2 所示。

表 2 钢与混凝土混合结构指标汇总(考虑鞭梢效应)

指标项	汇总信息
总质量/t	1493.32
质量比	1.00<[1.5](1层1塔)
最小刚度比	X向 1.00>[1.0](3层1塔)
	Y向 1.00>[1.0](3层1塔)
楼层受剪承载力	X向 0.83>[0.80](2层1塔)
	Y向 0.85>[0.80](2层1塔)
结构自振周期/s	X 0.5073
	Y 0.4543
	T 0.4299
有效质量系数	X向 91.95%>[90%]
	Y向 90.12%>[90%]
最小剪重比	X向 18.17%>[4.80%](1层1塔)
	Y向 17.52%>[4.80%](1层1塔)
最大位移角(地震)	X向 1/453<[1/250](3层1塔)
	Y向 1/551<[1/250](3层1塔)
最大位移角(风)	X向 1/9999<[1/550](2层1塔)
	Y向 1/9999<[1/550](2层1塔)
最大位移比	X向 1.18<[1.50](1层1塔)
	Y向 1.07<[1.50](3层1塔)
最大层间位移比	X向 1.18<[1.50](1层1塔)
	Y向 1.07<[1.50](3层1塔)
刚重比	X向 118.97>[10.00](2层1塔)
	Y向 154.62>[10.00](3层1塔)

通过以上两中包络设计验算,最终取最不利组合就是楼层 3 考虑鞭梢效应的标准层与原结构组合下的计算结果。

3.2 上部钢框架布置

上部加建的钢结构钢柱布置在下部钢筋混凝土结构的框架柱上,加层钢结构柱脚与下部混凝土柱顶采用螺栓加外包钢筋混凝土柱帽的连接方案,加层钢结构柱脚采用刚接柱脚。

3.3 下部混凝土加固设计

下部混凝土结构构件复核验算后框架柱、框架梁、节点核心域均须加固,在加固中主要采取的加固方法有粘钢法、增大截面法或框架梁顶部采用粘钢+底部增大截面法^[2]。

选用这些方法的原因是在长期的使用经验中得知增大截面法有施工简单,适应性强等优点;粘钢法有施工简便快捷,原结构自重增加小,不改变外形,不影响建筑使用空间等优点。

3.4 新增电梯设计

新增电梯与主楼的连接方式为铰接,采用与主楼连接整体建模计算,并单独复核算。结构计算模型如图 1 所示。新增电梯与既有结构之间的连接设计满足以下要求:①连接节点的破坏不应先于其连接的构件;②埋件的锚固破坏,不应先于其连接件;③锚固件、连接件、连接螺栓、连接焊缝均应满足重力荷载、

风荷载和地震作用下的承载力要求;④承重结构用的机械锚栓为锁键效应的后扩底锚栓^[3]。

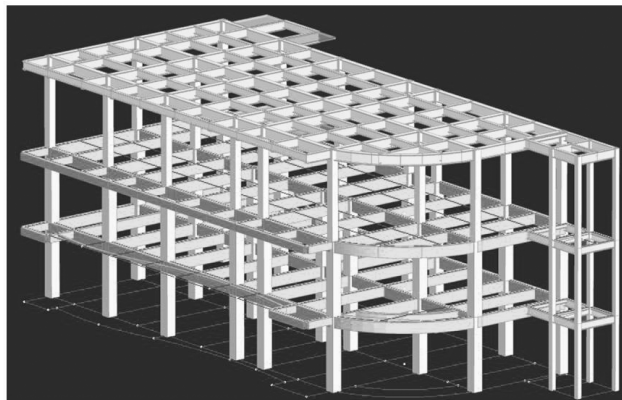


图 1 结构计算模型

4 抗震构造措施的加强

下部结构中本工程所有框架柱原设计箍筋 $\phi 10$ 满足要求,节点核心域穿梁处采用 $\Phi 18$ 等代箍筋及 $\Phi 12$ 的拉筋,所有边框架梁原设计箍筋 $\phi 10$ 满足要求,内部框架梁采用粘 U 型箍来满足抗震构造措施的要求。

上部结构中钢结构柱脚设置结构转换加强层,加层钢柱与下部混凝土柱顶采用螺栓加外包钢筋混凝土柱帽的连接方式;加层结构纵横向钢筋混凝土外圈梁。

5 结语

通过以上工程实例的计算分析、现场施工的综合考虑得知,在工程加固设计中,合理的选择加固方案、加固方法至关重要;钢结构加建因施工速度快,工期短而被优先选择。但是一个加固改造项目的完美呈现,不仅要考虑设计,更要考虑现场问题,比如在施工现场中对原结构的破坏损伤,加建部分与临建建筑距离近,工作面及操作空间小,施工作业难等一系列现场问题。

为了解决这些现场问题,施工中工人的技术性、熟练度和选用的建筑加固材料直接影响一个工程的施工质量,所以我们在工程管理中应该聘请具有专业性高的工人来操作,这样既能满足了结构安全性的要求,又能达到工程的节能减材、降低工程的总造价,最后呈现出一个设计及施工都很合理、完美的杰作。

参考文献

- [1] 甘肃省住房和城乡建设厅.建筑抗震设计规程:DB62/T 3055—2020[S].北京:中国建材工业出版社,2021.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.混凝土结构加固设计规范:GB 50367—2013[S].北京:中国建筑工业出版社,2013.
- [3] 甘肃省住房和城乡建设厅.既有居住建筑新增电梯技术导则:DB 62/T 3184—2020[S].北京:中国建材工业出版社,2020.

收稿日期:2022-02-11

作者简介:张茹评(1987—),女,汉族,甘肃景泰人,本科,工程师,主要从事结构设计、工程检测鉴定及结构加固设计工作。