

浅析生物安全三级实验室基础隔震橡胶支座施工技术

周刚 年翠芳 何英

中建新疆建工(集团)有限公司西北分公司 甘肃兰州 730000

摘要: 随着抗震设计规范的修订,隔震消能设计的应用范围和重要性越来越受到重视。隔震技术已经成为结构抗震的一个重要发展趋势,正在逐步改变传统的仅通过增加建筑物的刚度和强度来抵抗地震作用的设计理念。橡胶支座作为隔振消能的重要方法之一,由于其良好的隔振效果和低廉的造价,越来越多地应用于建筑工程领域。

关键词: 橡胶隔震支座; 施工; 难点; 技术

前言

针对橡胶隔震支座安装过程中下支墩钢筋密集、隔震支座定位应在容许偏差范围内、混凝土浇筑可能使预埋件偏位的施工难点,提出了橡胶隔震支座安装关键技术:下支墩进行设计变更或优化施工方案;通过定位临时模板对预埋件进行定位,或者通过下支墩侧模对预埋件进行定位,同时在混凝土浇筑前后及隔震支座安装前后校核预埋件定位;混凝土浇筑过程中控制混凝土下落速度,施工作业中避免触碰下支墩钢筋、模板及预埋件,混凝土浇筑前临时封闭螺栓孔。

一、隔振橡胶支座构造

隔震橡胶支座主要由下预埋板(定位预埋板)、下法兰板、下封板、保护层橡胶、多层钢板、多层橡胶、上封板、上预埋板等组成,下连接结构下支墩,上接结构上支墩。隔振支座的橡胶层具有水平变形及复位能力,同时在钢板的三向应力作用下具有较小的竖向变形,使得隔振橡胶支座兼具有良好的水平弹性变形能力和很高的竖向承载能力。铅芯加大了隔振支座的阻尼作用,更加有力地减还了地震加速度、吸收部分地震水平动能。隔震橡胶支座与结构的连接是通过高强螺栓与预埋套筒及锚筋实现的,锚筋与法兰之间采用机械锚固形式,锚筋在套筒中连接长度不计入锚固长度。

二、橡胶隔震支座安装流程

在建筑工程中,橡胶隔震支座通常采用先装法安装,首先浇筑隔震支台下支墩,随后安装橡胶隔震支座,最后施工支墩上部结构。下支墩的浇筑是橡胶隔震支座安装过程中的难点和重点,包括柱墩钢筋绑扎、预埋件定位固定、混凝土浇筑、柱墩混凝土找平等工序。某楼建造过程中橡胶隔震支座的安装过程。承台和底板混凝土强度达到后,在

混凝土面上标定预埋锚筋的投影定位,避免预埋锚筋被承台主筋阻挡,随后绑扎下支墩上部钢筋及周边钢筋。定位锚筋,测量垂直度后,锚筋底部用箍筋定位,同时在预埋套筒上部安装钢模板,钢模板上在对应隔震支座螺栓处设置螺栓孔。对预埋件水平位置、标高和水平度进行定位后,焊接固定套筒,随后安装下支墩侧模,浇筑混凝土。混凝土浇筑完毕后,对钢模板的水平位置和标高进行复核,对混凝土面进行找平,在混凝土终凝前拆除钢模板,同时用水泥砂浆对下支墩顶面进行找平。安装隔震支座,复核隔震支座水平位置、标高和水平度后,对称拧紧高强螺栓。最后安装隔震支座上部套筒和锚筋,绑扎上支墩钢筋,支设上支墩模板,浇筑上支墩混凝土。

三、施工难点分析及解决思路

1. 下支墩结构钢筋与支座锚筋之间相互占位现象的调整。该工程的下支墩高度有452、474、520 mm 3种,在有限高度范围内钢筋密集,包括竖向钢筋(包括端头处的弯折平直段)、纵横交错的箍筋、端头部位附加双层双向@150的钢筋网片、用于固定定位预埋板的附加钢筋等,并且所采用的钢筋直径较粗不易进行调整。由此可见,定位预埋板锚筋安装就位的空间非常有限,这加大了安装操作的困难。为此,施工前利用BIM技术进行钢筋的二次深化设计,施工过程中采用定位预埋板预安装方法,调整下支墩竖向钢筋的位置及弯折平直段的放置方向等,以解决下支墩结构钢筋与定位预埋板锚筋之间相互占位的问题。

2. 定位预埋板安装精度的控制。下支墩处的定位预埋板安装精度要求非常高,它是确保隔震橡胶支座安装成败的关键所在。同时,在其轴线位置、安装标高及水平度的调整过程中相互影响,需要反复进行测量、校对。为此,

首先,采用定位架和可调螺杆作为辅助安装工具,保证定位预埋板安装就位的精度,其轴线位置、水平度及标高等安装误差需控制在允许偏差范围内;然后,采取与预埋附加筋焊接的方式将定位预埋板固定牢固,防止在模板支设过程中对其产生侧移,并在混凝土浇筑前要进行二次复核,以确保定位预埋板安装的精度。

3.下支墩混凝土浇筑质量的控制。下支墩的混凝土必须密实,且须与定位预埋板结合紧密,但下支墩钢筋较密,混凝土浇筑、振捣仅能在预埋板中心直径为200mm的预留孔范围内进行,混凝土浇筑质量及避免扰动预埋板是施工的难点。为此,下支墩采用高于设计一个强度等级的膨胀细石混凝土进行浇筑,浇筑时采用专用料斗并架空,对准定位预埋板中心的预留孔,避免扰动预埋板;浇筑过程采用小型振捣棒振捣,同时配备表面振捣器用于辅助振捣,保证下支墩混凝土与抗震支座结合紧密、无空鼓。

4.上支墩钢筋绑扎困难问题的解决。上支墩高度为900mm(包含纵横向框架梁在内),钢筋布置非常紧密,除上支墩本身配筋(竖向受力钢筋及@100mm的箍筋)外,还包括隔震支座的上锚筋、纵横框架梁钢筋、上层柱插筋,且上支墩封头及上层柱插筋均需要进行弯锚。各个构件之间的钢筋在有限空间范围内相互穿插,按照常规“由下至上”的绑扎顺序上层带弯锚的柱子插筋将无法入位、钢筋绑扎非常困难。为此,合理调整钢筋绑扎顺序,按照上支墩(含隔震支座的上锚筋)、上层框架柱插筋及框架梁的顺序进行钢筋绑扎。

四、施工技术

1.下支墩钢筋绑扎。钢筋排列不当或过密都会导致隔震支座定位预埋板安装困难。为确保定位预埋板顺利安装,施工前用BIM对结构下支墩钢筋和支座预埋锚筋进行建模,根据钢筋施工的顺序,确定钢筋之间的空间位置关系,必要时进行二次设计对其占位钢筋或操作空间不足的钢筋进行调整。在下支墩钢筋的绑扎过程中,用画有“+”字中心线的定位预埋板进行试安装,通过预埋板中的锚筋位置孔和套筒孔进行观察,查看下支墩插筋是否妨碍预埋板锚筋就位的现象,确认无误后,将对下支墩插筋使用定位箍筋进行绑扎固定。同时,根据抗震支座安装固定要求,在承台柱四个角部各插放2根 $\Phi 22$ 附加钢筋,用于与预埋板中的锚筋进行焊接固定使用。基础底板及承台基础混

凝土浇筑完成后,剔凿下支墩施工缝浮浆,露出坚硬的石子,弹出下支墩和预埋板的位置轴线,抄测标高引至各隔震支座的下支墩位置,采用一块拼装好的定位预埋板(即:定位预埋板、高强螺栓、套筒、锚筋拼装在一起)放置在下支墩上,用记号笔标记出占位的下支墩钢筋,对占位的支墩钢筋做进一步调整。考虑到箍筋绑扎及水平钢筋网片完成后,由于操作空间的不足,无法进行定位预埋板锚筋与预埋附件钢筋进行焊接固定等施工。因此,下支墩的箍筋及水平钢筋网片先不绑扎,待定位预埋板安装完成后再进行绑扎。

2.定位预埋板安装。在定位预埋板(下预埋板)的上表面画出“+”字中心线并将定位预埋板、高强螺栓、套筒及锚筋进行拼装。高强螺栓拧入后的余留长度应小于或等于隔震支座连接板的厚度,以确保隔震垫的连接板与定位预埋板连接紧固。套筒与锚筋采取直螺纹方式进行连接,外露丝扣及拧紧力矩应符合直螺纹相关规范要求。在定位预埋板安装前,使用钢筋或角钢焊成定位架(定位架的长宽高分别大于下支墩相应长宽高 ≥ 200 mm),架设在下支墩上,并在纵横方向设置定位控制线,便于安装过程中与定位预埋板中心线进行校正。安装位置初步定位后,再根据标高控制线,用塔尺放在定位预埋板四角进行标高调整,调整后塞入木楔子临时固定,使预埋板标高及水平度等控制在允许偏差范围内。然后将可调螺杆与下支墩四角的竖向预埋附加钢筋进行焊接固定,取下临时固定的木楔,通过旋转四个可调螺杆精确控制预埋板的平整度及标高,再对定位预埋板位置进行精准调整。符合要求后,把锚筋与下支墩预埋附加钢筋进行焊接固定。应注意,在任何情况下都不能直接在预埋板上进行焊接,因为焊接后容易造成定位预埋板的局部变形,影响整体隔震支座安装质量。安装固定完成后,将预埋板上表面采用透明胶带满粘(浇筑混凝土时需打开定位预埋板上的透气孔),露出板面的高强螺栓采用成品保护套进行保护,以防混凝土浇筑时污染。

3.下支墩模板安装及混凝土浇筑。按照下支墩设计尺寸进行支模,使用垫块控制下支墩钢筋的保护层厚度,支模的高度需要高于下支墩上表面设计标高,下支墩模板的任何部位均不得触碰定位预埋板。每个下支墩模板设置独立支撑体系,严禁满堂红式的支撑体系,防止因在混凝土

浇筑过程中产生位移而造成的相互影响。钢筋绑扎、模板及定位预埋板等验收合格后,洒水湿润下支墩施工缝,采用高于设计一个强度等级的微膨胀细石混凝土进行浇筑。混凝土的塌落度控制在 200~220 mm。利用专用料斗对准定位预埋板浇筑孔进行混凝土浇筑,专用料斗应架空,使其不得直接接触定位预埋板。采用小型振捣棒从定位预埋板中心孔深入支墩内进行混凝土振捣,振捣过程中振捣棒不得直接接触预埋板,振捣棒要快插慢拔,保证排气孔畅通,并观察检查预埋板下混凝土是否完全密实,待混凝土充盈整个预埋板下区域,刮去预埋板上多余混凝土浮浆,找平收光上表面。

4. 隔震橡胶支座安装。当下支墩混凝土强度达到设计强度 75%后(试压同条件混凝土试块),对定位预埋板四周混凝土进行清理,清除定位预埋板上粘贴的胶带。将原来预先拧入的高强螺栓拧下,清理干净、涂抹黄油备用。按照对应的规格型号用塔吊吊装隔震橡胶支座,安装过程中要 4 个人同时操作,塔吊吊着隔震支座距定位预埋板 100 mm 位置,调整隔震橡胶支座位置,使定位预埋板与连接板的螺栓孔对齐,插入高强螺栓后,隔震橡胶支座缓慢落下。然后,按照初拧、复拧、终拧 3 个阶段对称拧紧高强螺栓,将法兰板与上、下预埋板连接一体。

5. 上支墩钢筋混凝土结构施工。在高度为 900 mm 的上支墩范围内,如果按照常规施工顺序进行钢筋绑扎,框架柱竖向钢筋(末端为弯折的平直段、形如 L 型)无法穿过上支墩范围内纵横交错的箍筋。为此,优化钢筋施工方案,调整钢筋绑扎顺序,采取先绑扎上支墩钢筋,然后再安装上层框架柱插筋,最后穿插纵横向框架梁钢筋,以保证钢筋工程能够顺利地进行施工。同时,施工前先制作上支墩钢筋节点绑扎样板,根据样板中钢筋冲突情况来指导大面积钢筋加工。上支墩模板与梁板模板支撑体系要分开支设、固定,避免浇筑混凝土过程中梁板支撑体系带动支座产生侧移。在上支墩模板中设置型钢抱箍拉紧两侧模板,防止涨模。用 50 mm×100 mm 木方将模板与上法兰板边接缝处托住,并进行支撑、固定。框架梁板模板与上支墩模板间、上支墩模板与上法兰板边缘接触处等部位要粘贴海绵条挤紧,防止浇筑混凝土时漏浆。上支墩与梁板同时浇筑混凝土时,应先进行上支墩混凝土浇筑,再进行框架梁、板混凝土浇筑。同时,上支墩混凝土应采用细石

混凝土浇筑,并用小型振捣棒进行振捣,如果小型振捣棒仍然无法振捣时,采用表面振捣器在上支墩模板处进行振捣。在浇筑过程中应安排人员全程跟踪、复核,发现漏浆、涨模、偏位情况及时加固、整改。

五、成品保护措施

隔震支座安装好后、上支墩混凝土浇筑前,高强螺栓必须订做塑料(或橡胶)成品保护套(或塞),防止混凝土浇筑的污染及丝扣的损伤;采取竹胶板模板对已安装完成的隔震橡胶支座进行封闭,作为在上支墩模板安装等过程中的临时成品保护措施,防止意外损伤,待上部混凝土浇筑完成后拆除。隔震支座及上支墩混凝土结构施工完成后,对应上下预埋板、高强螺栓等外露部分应立即涂刷防腐涂料,防止锈蚀。竣工前,对隔震层的竖向间隙采用岩棉等阻燃柔性材料进行填充。建筑交付使用后,由于缺乏对隔震机理的了解,常将隔震层预留的变形空间堵塞,严重者将直接影响隔震橡胶支座在地震发生时的变形、加大隔震橡胶支座水平刚度、阻尼等力学性能,使隔震房屋丧失隔震功能,故应经常进行检查隔震沟、隔震支座处的预留空间是否有阻碍物。维护检查可分为常规检查、定期检查、应急检查。常规检查应每年进行一次,定期检查应在竣工后的 3 年、5 年、10 年,10 年以后每 10 年进行一次,当发生地震或火灾等灾害后应及时进行应急检查,并进行必要维护。

结语

总之,在隔震橡胶支座施工技术应用过程中,针对其施工难点进行研究与分析,不断进行摸索、总结、优化、改进其施工工艺及相关措施,解决了下支墩结构钢筋与定位预埋板锚筋之间相互占位的问题、定位预埋板安装的精度难于控制、下支墩混凝土浇筑质量无法保证、上支墩钢筋绑扎困难等难点问题。通过上述具有针对性的预控及过程控制方法,使得隔震橡胶支座在安装精度、效率、成品保护等方面全面受控,并取得了良好的应用效果。

参考文献

- [1] 刘方, 隔震支座技术的研究综述. 2020.
- [2] 王海云, 关于生物安全三级实验室基础隔震橡胶支座施工技术探讨. 2022.