

多种工艺在结构加固中的综合运用

葛毅忠 石磊

(南通建工集团股份有限公司北京分公司 100142)

【摘要】北京市石景山外语实验小学教学主楼结构加固,为保证不影响学生上课,只能利用暑假的有限时间完成所有改造工作。相比新建而言,对原有建筑物进行加固和现代化改造工期短将大大缩短。外墙及楼梯间墙下条形砼基础进行扩大,对外墙地面以上 1.5m 范围内作钢筋网喷射砼加固,对部分内墙作整体钢筋网喷射砼加固,对钢筋砼梁在底部作粘钢加固,对现浇钢筋砼楼板底部作碳纤维加固。

【关键词】增大截面 植筋 喷射砼 粘钢 碳纤维

1. 工程概况

北京市石景山外语实验小学位于石景山区黄南苑小区院内,始建于 2002 年,本次维修加固的教学楼建筑面积 4498 平方米,原结构为砖混现浇板四层结构。工程主要包括加固工程、装饰装修工程及水电工程,其中加固部分主要内容有:对外墙及楼梯间墙下条形砼基础进行扩大,对外墙地面以上 1.5m 范围内作钢筋网喷射砼加固,对部分内墙作整体钢筋网喷射砼加固,对钢筋砼梁在底部作粘钢加固,对现浇钢筋砼楼板底部作碳纤维加固。

2. 加固原因

(1) 从设计上讲,在新规范的要求下,一些旧房结构已经不适应新标准,不宜继续服役,因而需要对其加固。

(2) 随着社会的不断发展,越来越的适龄学生追求优质教学,受限干小区内的扩展空间,人们对现有建筑物的容量及功能感到不能满足新的使用要求,或要求新增一些功能。如新增一些功能用房,将原有屋面改为上人屋面,这些都要求对结构进行加固。

(3) 本工程位于小区内,土地资源的有限和地价、拆迁费用的高昂,使得人们越来越多地把目光投向了对旧的建筑物的修缮与改造。因与新建建筑物相比,其造价仅为新建建筑物的 30%~60%,经济效益和社会效益是显而易见的。

(4) 因经济发展迅速和过去的技术立法、工程管理跟不上,使得部分建筑设计和施工水平相对低下,部分施工质量在当时能符合验收规范,而在变化很大的今天,特别是在一些安全系数要求极高的建筑物上却未能完全保证,如不及早加固,后果不堪设想。

(5) 为保证不影响学生上课,只能利用暑假的有限时间完成所有改造工作。相比新建而言,对原有建筑物进行加固和现代化改造工期短将大大缩短。

3. 加固原则

(1) 首先必须对建筑物完成整体的鉴定,包括原有设计和现在的工作状况,依据现有规范确定建筑物结构的加固与改造方案。

(2) 加固方案应合理可靠、经济实惠、方便施工。

(3) 施工中尽量减少对原有建筑的损坏,特别是不得破坏原有结构。

4. 加固方法

4.1 外部粘贴加固法

4.1.1 施工方法

外部粘贴加固法是用粘结剂将钢板或纤维增强复合材料等粘贴到构件需要加固的部位,以提高构件承载力和刚度的一种加固方法。这种方法在提高承载力的同时,还可以约束核心混凝土,提高混凝土强度和构件的延性。该方法具有施工方便、周期短、占用空间不大、对环境影响小,以及加固后不影响结构外观等优点。这种方法常被用来加固承受静力作用下的砼(或型钢)受弯及受拉构件。但它要求环境温度不超过 60℃,相对湿度不大于 70,并要求无化学腐蚀影响。此外,本方法对施工工艺要求也很高,应由专业队伍施工。

4.1.2 梁底采用粘钢加固

(1) 材料要求

1) 钢材采用 6mm 厚 Q235 钢,焊条采用 E50XX。钢板、焊条应符合现行国家标准的规定,应有出厂合格证、检验报告、说

明书、应经检验合格后方可使用。同时进场后应进行抽样复试,合格后方可使用。

2) 粘钢所用结构胶为 A 级 JGN 粘接剂,待得到设计院确认后,方可采用。

3) JGN 粘接剂包装容器必须密封,容器表面应有明确标志标明 JGN 粘接剂名称、生产日期及有效期。

4) JGN 粘接剂材料严防日晒雨淋,远离火源,避免碰撞,库房外要配备消防设备及防火标志。



图 2 粘碳纤维加固法



图 3 粘钢加固法

(2) 工艺流程

钢板制作→操作平台搭设→结构卸荷→梁底支撑加固→被粘混凝土和钢板表面处理→粘结剂配制→涂胶、粘贴→固定、加压→固化→检验→防腐处理

(3) 施工工艺

1) 钢板制作:按设计图纸要求,根据混凝土构件的实际尺寸对钢板进行下料、成型、钻孔(钻孔以混凝土构件上螺栓孔位置为准)。

2) 操作平台搭设:需加固梁底部要搭设操作平台,平台底部铺设 14# 槽钢 @1000,在槽钢上搭设 A48*3.5 立杆 @1000,立杆上中下设置三道水平杆,在上部水平杆每 150mm 铺设 50mm×100mm 木枋,木枋上部铺设 15mm 厚多层胶合板。平台与需加固梁之间要留 1500mm 操作空间。

梁底支撑加固:在需要加固的梁构件底部用钢管、顶撑支撑加固。

被粘混凝土和钢板表面处理:混凝土表面处理:按照图纸设计要求,先在混凝土表面放线、钻孔,然后埋置螺栓。对于原混凝土构件粘面,用硬毛刷沾丙酮,刷除表面油污污物,后用冷水冲洗,再对粘面进行打磨,除去 2~3mm 厚表层,直至完全露出新面,并用无油压缩空气吹除粉尘,待完全干燥后用脱脂棉沾丙酮擦拭表面即可。钢板表面处理:钢板粘面,须进行除锈和粗糙处理。如钢板未生锈或轻微锈蚀,可用喷砂、砂布或平砂轮打磨,直至出现金属光泽。打磨粗糙度越大越好,打磨纹路应与钢板受力方向垂直。其后,用脱脂棉沾丙酮擦拭干净。如钢板锈蚀严重,须先用适度盐酸浸泡 20min,使锈层脱落,再用石灰水冲洗,中和酸离子,最后用平砂轮打磨出纹路。

粘结剂配制:JGN 胶粘剂为甲、乙双组份,使用前应进行现场质量检验,合格后方可使用。使用时在现场临时配制,配制时按产品说明书规定进行。将甲、乙两组分别倒入干净容器,容器内不得有油污,利用手提电钻搅拌,或采用人工搅拌,按同一方向进行搅拌,搅拌至色泽完全均匀为止。搅拌时避免雨水进入容器。

涂胶、粘贴:胶粘剂配制好后,用抹刀同时涂抹在已处理好的混凝土表面和钢板面上,为使胶能充分浸润、渗透、扩散、粘附于结合面,宜先用少量胶在结合面来回刮抹数遍,至设计要求厚度 1~3mm,中间厚边缘薄,然后将钢板贴于预定位置。粘好钢板后,用手锤沿粘贴面轻轻敲击钢板,如无空洞声,表示已粘贴密实,否则应剥下钢板,补胶后重新粘贴。

固定、加压:钢板粘好后,应立即将膨胀螺栓拧紧加压,以使胶液刚从钢板边缘挤出为度。

固化: JGN 型胶粘剂在常温下固化, 保持在 20℃ 以上, 24h 即可拆除夹具或支撑, 3d 即可受力使用, 若气温低于 15℃, 应采取人工加温, 一般用红外线灯或电热毯加热保温, 固化期中不得对钢板有任何扰动。

检验: 待粘钢达到设计强度后, 组织有关人员验收。

防腐处理: 验收合格后, 钢板表面粘一层铅丝网, 抹 20 厚 M15 水泥砂浆保护层。

4.1.3 板底采用碳纤维加固

(1) 施工方法

碳纤维布加固修复混凝土结构技术是采用配套粘结树脂将碳纤维布贴于混凝土表面, 从而达到对结构件补强加固及改善结构受力性能的新型加固补强法。除选碳纤维 (CFRP) 外, 还有诸如玻璃纤维 (GFRP)、芳纶纤维 (AFRP) 为布材加固, 本工程采用碳纤维布加固。

(2) 施工流程

混凝土表面处理→底胶施工→找平施工→粘贴碳纤维布→固化养护→检验

(3) 施工工艺

1) 混凝土表面处理

混凝土面应凿除粉饰层, 油垢、污物, 然后用角磨机磨去 1-2mm 厚表层, 混凝土构件转角处应进行倒角处理, 打磨完毕用压缩空气机吹净浮尘, 最后用棉布蘸丙酮拭净表面, 保持干燥备用。若被补强的混凝土存在裂缝, 应先用结构灌缝胶灌注后再进行补强。

2) 找平施工

混凝土表面气孔缺陷应使用找平胶补平, 存在凹陷部位时, 将配制好的找平胶用刮刀嵌刮进行修补填平, 模板接头等出现高度差的部位应用找平胶填补, 尽量减少高差。转角的处理, 应用找平胶将其修补为光滑的圆弧, 半径不小于 20mm。找平胶须固化后 (固化时间视现场气温而定, 以手指触感干燥为宜, 一般不少于 2 小时), 方可再进行下一道工序。

3) 底胶施工

施工时, 底胶 A、B 两组分按规定的配胶比例称量, 倒入洁净容器中并搅拌均匀, 搅拌时最好沿同一方向搅拌, 尽量避免混入空气形成气泡。用毛刷或滚筒刷在混凝土表面均匀涂刷, 胶表干以后, 可视具体情况进行多次涂刷, 但涂层厚度不超过 0.4mm, 并不得漏刷或有流淌、气泡, 等胶固化后 (固化时间视现场气温而定, 以手指触感干燥为宜, 一般不少于 2 小时), 再进行下一道工序。每次配制的胶液应在胶的适用期内一次用完。

4) 碳纤维布的粘贴

将粘纤维面胶均匀涂抹于被粘贴部位, 拐角部位适当多涂抹一些。将碳纤维布拉紧对齐后粘贴, 用塑料刮板或滚筒 (用去掉外边绒毛的涂料滚筒即可), 沿同一方向反复滚压, 直至胶料渗出。然后在碳纤维布外表面也均匀涂抹面胶, 并反复滚压, 使结构胶双向充分浸润碳纤维布。若多层粘贴, 待手指触感干燥, 可进行下一层粘贴。碳纤维布若需搭接, 搭接长度不宜小于 100mm。

5) 固化养护

施工完成后 24 小时内防止雨淋或受潮, 并注意保护, 防止硬物碰伤施工表面。平均气温为 20 ~ 25℃ 时, 固化时间不得少于 3 天; 平均气温为 10℃ 时, 固化时间不得少于 7 天。

6) 检验

碳纤维片材的实际粘贴面积不应少于设计面积, 位置偏差不应大于 10mm。碳纤维片材与混凝土之间的粘结质量, 可用小锤轻轻敲击或手压碳纤维片材表面的方法检查, 总有效粘结面积不应低于 95%。当碳纤维布的空鼓面积不大于 100 cm² 时, 可采用针管注胶的方法进行修补。当空鼓面积大于 100 cm² 时, 宜将空鼓部位的碳纤维片材切除, 重新搭接贴等量的碳纤维片材, 搭接长度不应小于 100mm。必要时, 可采用正拉试验对施工质量进行现场抽样检验。

4.2 墙体喷射砼加固施工

(1) 施工工艺流程

墙面剔除 25mm 厚砂浆→热碱水冲洗→上下及横向钢筋植筋→热碱水冲洗墙面→绑扎钢筋网→涂刷混凝土专用粘结剂→喷射混凝土→表面处理→养护

(2) 材料要求

采用 42.5 普硅水泥, 细度模数大于 2.5 的中粗砂, 含泥量不大于 3%, 粒径小于 10mm 的碎石。水泥、砂、石子重量比为 1:3.5:0.4, 水灰比为 0.4-0.5, 砂率 45%-55%, 坍落度 8-12cm, 掺微膨胀剂及速凝剂, 初凝时间不大于 5min, 终凝时间不大于 20min, 各留置 7 天、28 天混凝土试件三组。



图4 墙体喷射混凝土加固法



图5 墙体装修效果图

(3) 施工操作要点及注意事项

植筋 24 小时后做拉拔试验, 合格后进行下道工序。

在顶板及地面划线钉钢钉, 钢筋网片上的拉接筋处焊标筋, 间隔不超过 1m, 用于控制混凝土的厚度。

水灰比是控制混凝土强度的关键因素, 应控制在 0.4-0.5。当水灰比小于 0.35 时, 强度会急剧降低, 喷射面出现干斑; 当水灰比大于 0.5 时会出现流淌、下坠现象。

喷枪与受喷面之间的距离应在 1M 左右。距离过大或过小都会增加回弹量。

喷机使用压力为喷射枪处气压与输送管道内气压损失之和。

喷枪处气压一般以 0.1-0.13Mpa 为宜。

喷枪与受喷面相垂直时, 回弹量最小, 喷射密度最大。

严格控制喷射厚度及表面平整, 不断用杠尺与灰饼靠量、刮平, 控制喷射面平整度及垂直度偏差, 为外墙装饰施工创造条件。

表面修整: 喷射面自然整平, 不论从结构强度和耐久性方面来讲, 都是可取的。进一步追加修整往往是有损的, 它能损害喷射混凝土与钢筋之间或喷射混凝土与底部材料之间的粘结, 且在混凝土内部产生裂缝。然而, 喷射面自然整平与粗糙, 要求表面光滑和外形美观的地方, 必须使用特殊的整平方法, 即在混凝土初凝后用刮刀将模板或基线以外的材料刮掉, 然后在用喷浆或抹灰浆找平。

养护: 对于喷射薄层混凝土, 尤其对于砖砌体的喷射混凝土加固层, 喷射施工完毕后, 加强养护是非常重要的。第一次洒水养护应在喷射后 1 ~ 2 小时进行, 以后的洒水养护应以保持表面湿润为度。

5. 结语

本施工案例表明

基础采用增大截面法进行加固, 增加了基础的自重, 提高了基础的承载力和刚度, 符合加固的设计要求。此加固方法虽然截面增大了, 但由于是基础且在地下, 不影响该工程的使用功能。

粘钢加固方法大幅度提高了结构梁的承载力和抗弯刚度, 增强其延伸性和抗疲劳性能。目前该工程竣工一年梁底无裂缝。

粘贴碳纤维加固法具有自重小、施工简便、施工周期短和耐久性好等特点, 此法提高了该工程楼板的强度、刚度、抗裂性和结构的延性。

湿喷混凝土工艺完全可以应用于砖砌墙体加固施工, 经现场试块试验抗压强度和劈裂抗拉强度均达到设计要求; 湿喷混凝土表面平整度和垂直度均满足规范要求; 而且质量可靠, 无粉尘, 施工简便, 经济合理, 但施工过程中必须采取空压机和湿喷机的降噪措施。

综上所述: 多种加固方法联合在本工程中使用, 与新建建筑物相比, 其造价仅为新建建筑物的 30% ~ 60%, 工期大大缩短 (仅用一个暑假的工期), 经济效益和社会效益是显而易见的。

参考文献:

- [1] 袁海军, 姜红合编 建筑结构检测鉴定与加固手册 中国建筑工业出版社 2003
- [2] 田世宇 建设工程投资控制 知识产权出版社 2003
- [3] 邢占勇 房屋建筑物加固技术概述 山西建筑 2003
- [4] 杨进波, 张飞雁, 赵铁军 碳纤维布加固技术 海岸工程 2004
- [5] 石清华 粘钢加固技术 岳阳师范学院学报 2002 年 03 期