

碳纤维布加固砖砌体结构新技术研究

张亚英

(北京工业职业技术学院 建筑工程系,北京 100042)

摘要:结合北京石景山区某教学楼加固工程实例,详细介绍了碳纤维材料加固砖砌体结构的设计方案,提出了材料性能要求,系统总结了施工程序和施工要点,对同类工程加固有指导意义。采用碳纤维材料加固砖砌体结构可以明显提高抗震能力,碳纤维布加固砖砌体施工工艺流程简单、操作方便、噪声小、施工扬尘少、不占据室内空间、投资合理、工期短,在结构加固领域具有良好的发展前景。

关键词:碳纤维布;砖砌体结构;设计要点;施工要点

中图分类号: TU745.9

文献标识码: A

文章编号: 1671-6558(2013)02 -01 -04

Study of New Technology for Carbon Fiber Sheet Reinforcement Brick Masonry Structure

Zhang Yaying

(Architectural Engineering Department, Beijing Polytechnic College, Beijing 100042, China)

Abstract:Based on a reinforcement project of a teaching building in Shi Jingshan District in Beijing, the paper present the detailed design scheme of Carbon Fiber Sheet reinforcement brick masonry structure, proposed demands of material performances, systematically summarized the construction procedure and the construction essential, which have guiding significance for similar reinforcement projects. The seismic capacity of the brick masonry structure can be significantly improved with carbon fiber reinforcement. The carbon fiber sheet reinforcement method has the advantages such as simple construction process, easy operation, low noise, less construction dust, non-occupying the interior space, reasonable investment and short construction period which make a good prospect for development in the field of structural reinforcement.

Key words: carbon fiber sheet; brick masonry structure; design points; construction key technology

0 引言

目前,对碳纤维加固所做的研究和应用主要集中在混凝土结构领域,在砌体结构领域也开始了一些研究和应用,国内外的研究成果一致证明用碳纤维材料

对砖砌体结构进行加固后,砌体结构的开裂荷载和极限承载力均有较明显地提高,提高程度随纤维材料、砌体结构材料、加固方式的不同而不同,延性明显改善,抗震耗能能力增强^[1-2]。有关纤维材料加固砖砌体

收稿日期: 2013-03-18

基金项目:北京市教育委员会科技计划面上项目(KM201110853004)。

作者简介:张亚英(1968-),女,河北石家庄人,工程硕士,副教授,主要从事建筑专业教学和抗震加固研究工作。

结构的计算方法和理论仍在不断研究和完善之中,与传统钢筋混凝土板墙加固方法相比,碳纤维材料自重轻,用于加固砌体结构不会加重建筑物的负荷,而且工序简单、无噪声和扬尘,碳纤维厚度小不占据室内空间,对既有给排水管网和电路系统影响小、投资合理,在结构加固领域具有良好的发展前景。本文针对碳纤维在实际工程中已经得到成功应用的案例进行设计和施工方面的论述。

1 工程概况

北京石景山区某教学楼,建成于 1986 年,建筑面积 4300m²,首层为框架结构,2~4 层为砖混结构。首层层高为 3.8 m,2,3 层层高为 3.6 m,4 层层高为 3.8 m,总高为 14.8 m。经鉴定该建筑抗震能力达不到全国中小学校舍安全工程相关规定,加固后要求设计建筑物抗震设防烈度达到 8 度。

2 加固设计

2.1 设计方案

本工程设计方案选择从造价、工期、使用功能、抗震性能提高的有效性 4 个方面分析,确定碳纤维加固为优选方案。

(1)本工程若采用传统的钢筋混凝土板墙加固方法,上部荷载加大致使首层框架梁柱截面会变得非常大,对首层使用功能产生很大影响,而且框架柱基础也需要加大,甚至可能由独立基础变为筏板基础,导致工期延长、造价大幅提高;碳纤维重量轻,加固后增加的荷载小,对建筑物基础的影响小,基础几乎不用加固。

(2)本工程抗震鉴定报告显示,上部砌体结构抗压强度满足要求,抗剪切能力不足,原构造柱的数量不够,圈梁截面小,墙体延性措施需要加强,碳纤维布正好具有增加结构延性的优势。

(3)从使用角度看,教学楼房间净空尺寸不能减少

太多,对于教室无论长度方向还是宽度方向减少 100mm 以上,学生桌椅摆放就会极为困难,而墙体喷射混凝土加固方式教室净空一般会减少 160~200mm,而使用碳纤维布加固墙体教室净空一般仅减少 50~60mm。

2.2 设计依据

设计需要参考的主要资料:《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008、《建筑抗震加固技术规程》JGJ116-2009、《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010、《砖混结构加固与修复》03SG611、《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2006、《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》CECS146-2003(2007 版)等。

2.3 设计要点

设计要点包括碳纤维布选择、平面布置形式确定、锚固方式及封边措施等方面内容。

(1)选择碳纤维布。砖砌体强度低,延性差,碳纤维布与墙体粘结性差,不适于采用高强度碳布,选择 200g 的 II 级碳纤维布即可。

(2)碳纤维布平面布置形式。高宽比大于 0.5 时,采用“井”字型的贴布方案(见图 1),高宽比小于 0.5 时采用“八”字型贴布方案。

(3)锚固措施。锚固措施对于开裂荷载影响较小,但对于极限破坏荷载影响较大。设计时一定要明确锚固方式,目前通过大量实验证明碳布条交叉处采用穿墙碳钉表面压紧的锚固方式是最为可靠的(见图 2);同时墙顶部碳布条上返与楼板底部粘贴 200mm 长并在板下 150mm 位置采用穿墙碳钉表面压紧各条碳布(见图 3)。

(4)详图设计内容。对碳纤维布间距、碳钉布置、节点和封边要进行详细设计,本工程设计方案为主要墙片加固采用 100mm 宽的 200g 碳纤维布单层双向布置,纵横向间距均为 500mm(见图 1),交叉处采用碳钉压紧(见图 2),墙体与楼板交接处加固示意图见图 3。

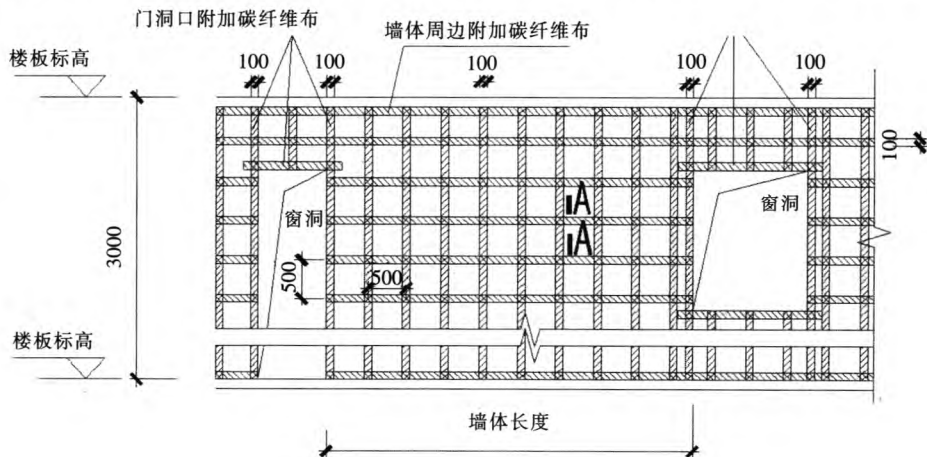


图 1 墙身加固示意图

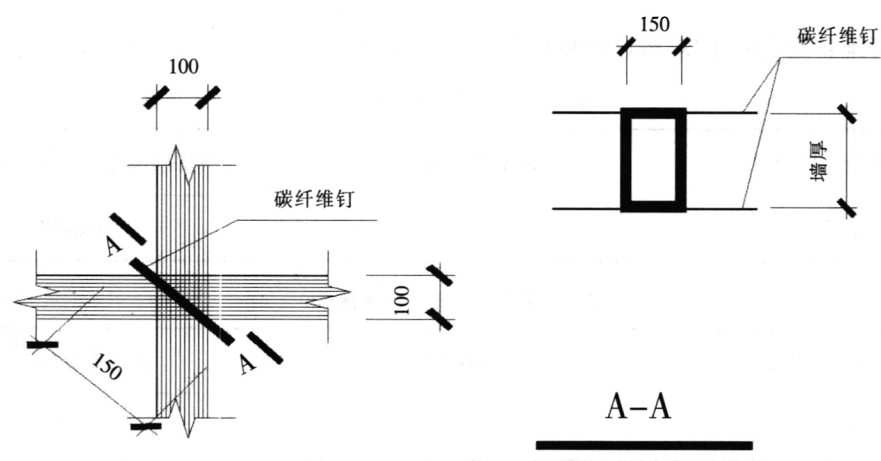


图 2 碳钉示意图(每个节点均设置)

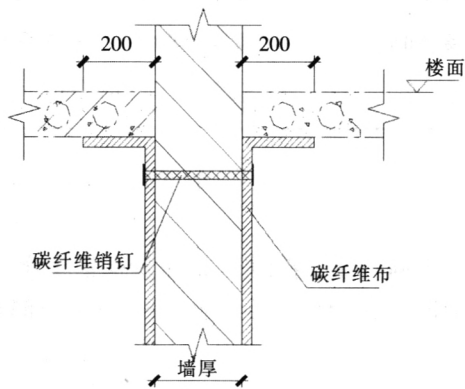


图 3 墙体与楼板交接处加固示意图

(5)墙体端部碳纤维布及销钉布置。(见图 4)

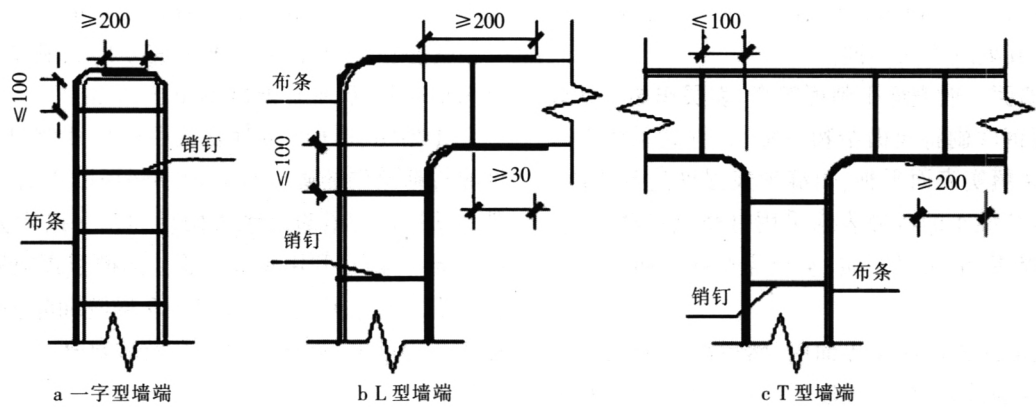


图 4 墙体端部碳纤维布及销钉布置示意

3 材料性能要求

3.1 碳纤维布选择

设计选用 200g 高强度Ⅱ级碳纤维布,安全性能指标见表 1。

表 1 碳纤维安全性能指标

单位面积重量 (g/m ²)	设计抗拉强度 (N/mm ²)	受拉弹性模量 (N/mm ²)	理论厚度 (mm)	伸长率 (%)
200	≥3000	≥2.10×10 ⁵	0.111	≥1.5

3.2 碳纤维胶选择

应采用与碳纤维布配套的底胶、修补胶和具有良

好浸渍、粘结能力的结构胶粘剂。底胶、修补胶和结构胶粘剂的安全性能应分别符合表(表 2~表 4)规定^③。

表 2 底胶的安全性能指标

正拉粘结强度(MPa)	抗弯强度(MPa)	混和后初黏度(23℃时)(mPa·s)
≥2.5	≥10	≤6000

表 3 修补胶的安全性能指标

正拉粘结强度(MPa)	抗弯强度(MPa)	抗拉强度(MPa)
≥2.5	≥40	≥30

表 4 浸渍/粘结用胶粘剂安全性能指标

正拉粘结强度(MPa)	拉伸抗剪强度(MPa)	受拉弹性模量(MPa)	抗弯强度(MPa)	抗压强度(MPa)
≥2.5	≥10	≥1500	≥40	≥70

4 施工技术

4.1 施工程序

定位放线→基层处理→界面胶涂刷→聚合物砂浆抹灰→粘贴碳纤维布→碳钉固定→抹灰砂浆保护。

4.2 施工要点^④

(1)定位放线。首先熟悉图纸,明确加固范围及部位,然后在墙体上弹线,弹出粘贴位置(轮廓线),并在此基础上四周各加宽不小于 20mm 的加宽打磨区。

(2)基层处理。既有砖墙表面有清水墙面和砂浆抹灰墙面,其处理方法不同。

清水墙面一般表面平整度较高,表层作如下处理即可,先用钢丝刷将表面杂物清除,凹缝处采用聚合物加固砂浆填实表面平整,填缝砂浆强度达到 100% 后,对贴碳纤维布的区域表面采用打磨机打磨平整,除去表层浮浆、油污等杂质,直至完全露出砖结构新面。

(3)表面涂刷水泥基界面胶,然后涂抹 15~20mm 厚抗拉聚合物砂浆,抗压强度不低于 20MPa。抹灰表面平整度应小于 5mm/m。

砂浆抹灰墙面砖结构面平整度较差,单纯打磨达到平整较困难,需用高强聚合物砂浆重新找平砖结构表面。砂浆抹灰墙面采用钢钎手工剔凿抹灰层(严禁使用电镐以防止震坏砖结构表面),然后将灰缝剔除至深 5~10mm,用钢丝刷刷净残灰,打磨机打磨掉凸起部位,吹净表面灰粉,洒水湿润,喷界面剂一道,表面抹 15~20 mm 厚聚合物加固砂浆,表面较平整的毛面不宜压光。洒水养护不少于 7 天。干燥至表面含水

率不大于 4%方可刷底胶。

(4)粘贴碳纤维布^⑤。粘贴碳纤维布是施工的关键质量保证工序,粘贴顺序、粘贴胶厚度、粘贴密实性、分层间隔时间是重点控制内容。

①为防止污染基层,碳纤维布粘贴先竖向后横向,竖向的先贴中间后两边,横向的先下后上。

②按产品供应商提供的工艺规定配制浸渍胶,并以滚筒毛刷均匀涂抹所要粘贴的部位;其使用量随表面状况不同而斟酌使用。需避免胶过量导致纤维滑移或扭曲,抑或胶不足导致含浸不足。

③擦拭干净的碳纤维板应立即涂刷粘结胶,胶层应呈突起状,平均厚度不小于 2mm;

④粘贴碳纤维布时要从中间向两侧进行粘贴,将涂有粘结胶的碳纤维布用手轻压贴于需粘贴的位置。并用刮刀沿着纤维方向用力刮平以除去气泡和贴平碳纤维布,利用脱泡滚轮或凹槽型式塑料滚轮沿着纤维方向来回滚压,以充分含浸胶和除去气泡,使胶从两边溢出,拱起部位及角落容易产生气泡,须小心除泡。

⑤碳纤维布搭接,搭接位置避开横竖交叉处,搭接长度大于 100mm。若设计需要粘贴 2 层碳纤维布时,应连续粘贴,并在 1h 内做完,如不能立即粘贴,须等到第 1 层碳纤维做完 12h 后方可进行第 2 层碳纤维布的粘贴。再开始粘贴前应对底层碳纤维板重新做好清洁工作。

⑥在最后 1 层碳纤维布静置 30~60min 后在其表面均匀涂抹 1 层浸渍胶。涂抹浸渍胶时,不得使粘

(下转第 17 页)

优化,使网站达到最优化的布局。

参考文献

- [1]徐晓力.SEO 及其策略研究[J].电脑知识与技术,2010(1):59-61.
- [2]刘亮.搜索引擎优化(SEO)技术探讨[J].软件导刊,2009(8):128-130.
- [3]李立威.基于 SEO 的中小企业网站信息编辑策略研究[J].

现代情报,2010(12):120-122.

- [4]欧阳晖.解密 SEO——搜索引擎优化与网站成功战略[M].北京:电子工业出版社,2007.
- [5]张楠,楼新远.搜索引擎中的 SEO 理论与实践[J].铁路计算机应用,2010(10):14-17.

(责任编辑:刘莉宏)

(上接第4页)

贴的碳纤维布卷起。在涂刷后的胶表面均匀喷撒中砂,待胶固化后可进行抹灰工序施工。

⑦碳纤维在粘贴后,养护 24h,不宜使碳纤维布受潮、受震,也不得受荷载直接冲撞碳纤维布表面。

(5)碳钉固定。用电锤在粘贴养护好的碳布 2 侧分别打孔,孔径为 12mm,成孔后用气泵吹出灰屑,并用毛刷刷去浮渣。将孔内的垃圾清除,然后将裁好的纤维布条穿入孔内,最后在孔内灌环氧树脂胶。

5 结语

本文系统全面介绍了设计要点和施工要点,首次提出了砖墙基层科学化的处理方案、碳布条端头封边方案、全面锚固方案和不同高宽比的差异化碳布条布置方案,对进一步推广碳纤维在砖砌体结构工程中应用具有较大的指导意义。

北京市从今年开始,陆续对老旧小区进行加固及节能改造,北京医疗系统第 1 批医院工程抗震鉴定也已完成,抗震加固即将展开,传统钢筋混凝土板墙加固方法周期长、工序复杂、噪声、扬尘污染大,增大

结构截面占据室内空间,影响管网布置,对既有电路产生较大影响。本工程实践证明,碳纤维布加固砖砌体施工工艺简单、涉及工种少、劳动量小、操作方便、不需要大型施工机械及周转材料、湿作业少、施工工期较短,尤其适合既有建筑加固。科学的设计和规范的施工将保证这一新技术的广泛应用。

参考文献

- [1]杨翌,朱刚,黄仁静.碳纤维布加固砖墙抗震受剪承载力分析[J].武汉理工大学学报,2007,29(3):96-97.
- [2]黄群贤,王全凤,林建华,等.FRP 加固砌体平面外弯曲性能研究综述[J].工业建筑,2005,35(9):76.
- [3]中华人民共和国建设部.混凝土结构加固设计规范(GB50367-2006)[S].北京:中国建筑工业出版社,2006.
- [4]国家工业建筑诊断与改造工程技术研究中心.碳纤维片材加固混凝土结构技术规程(CECS146-2007 修改版)[S].北京:中国计划出版社出版,2007.
- [5]娄利铨.天台里石门水库碳纤维施工工艺介绍[J].科技信息,2011(7):280.

(责任编辑:张艳霞)