

碳纤维布在桥梁维修加固中的应用

Application of Carbon Cloth in Bridge Reinforcing

刘涛

LIU Tao

秦皇岛市公路勘测设计所,河北 秦皇岛 066000

Highway Inspection and Design Institute of Qinhuangdao, Qinhuangdao 066000, Hebei, China

【摘要】从碳纤维布及其树脂类粘结材料的物理性能入手,对补强加固原理进行了叙述;基于工程实例,对加固设计及其施工工艺进行了分析。结果表明:碳纤维布在桥梁维修加固中的应用技术与其他粘钢、喷射混凝土等加固技术相比具有更多优点。

【Abstract】 The principle of reinforcing is mentioned, starting with the physical property of carbon cloth and its resin-like cohesive material. The design and construction techniques of reinforcing are analyzed based on practical project. The result indicates that carbon cloth is more advanced, comparing to other techniques like cohesive steel and jetting concrete.

【关键词】碳纤维布;环氧树脂;加固设计;施工工艺

【Key words】 carbon cloth; epoxide resin; reinforcing design; construction technique

中图分类号:U445.7

文献标识码:B

文章编号:1000-033X(2008)06-0060-02

0 引言

美国、日本等国于20世纪80年代开始对碳纤维布加固技术进行试验研究,目前已经将此技术大量投入应用。据有关资料统计,仅日本1997年用于加固修复的碳纤维布就达 $7 \times 10^5 \text{ m}^2$ 。

近年来,中国在这方面的研究和应用也做了大量工作,生产出一系列的碳纤维复合材料,在降低工程费用的同时也总结出了较成熟的设计方法和施工经验,为广泛推广该技术创造了有利条件^[1]。本文通过工程实例,介绍了碳纤维布在桥梁维修加固中的应用及取得的良好成果。

1 材料

1.1 碳纤维

碳纤维根据原料及生产方式的不同分为聚丙烯腈(PAN)基碳纤维及沥青基碳纤维。

碳纤维成品可以制成不同的型材,如纤维布、纤维板、棒材、短纤维等,可根据不同工程的不同部位和需要进行选择。在加固工程中应用最普遍的还是碳纤维布(片材)。表1列出了中国《碳纤维片材加固修复混凝土结构技术规程》(CECS 146—2003)规定的碳纤维布的主要力学性能指标^[2]。

表1 碳纤维片材的主要力学性能指标

性能项目	碳纤维片	碳纤维板
抗拉强度标准值/MPa	$\geq 3\ 000$	$\geq 2\ 000$
弹性模量/MPa	$\geq 2.1 \times 10^5$	$\geq 1.4 \times 10^5$
伸长率/%	≥ 1.5	≥ 1.5

1.2 环氧树脂

1.2.1 简介

仅仅依靠碳纤维布本身并不能充分发挥其优异的力学特性及耐久性能,只有通过环氧树脂将碳纤维布粘附于钢筋混凝土结构表面并与其紧密结合在一起形成整体共同工作,才能达到补强的目的。因此,环氧树脂的性能十分关键。不同类型的环氧树脂因有不同的性能,可满足各个部位的不同要求。例如底涂树脂对混凝土具有良好的渗透作用,能渗入到混凝土内一定深度;粘贴碳纤维布的环氧树脂易于透过碳纤维布,并产生很强的粘结力。根据使用温度的不同,树脂还分为夏用和冬用树脂。

1.2.2 物理性能

碳纤维布施工中需使用底涂、腻子、浸渗粘着树脂3种环氧树脂。上述环氧树脂的使用目的各不相同,其物性标准也各异。一般要求底层树脂及找平材料的正拉结强度大于 2.5 MPa 且不小于被加固混凝土拉结强度的标准值,而浸渍树脂和粘结树脂性能指标则应达到表2的要求。

表2 浸渍树脂和粘结树脂性能指标

抗剪强度/ MPa	拉伸强度/ MPa	压缩强度/ MPa	弯曲强度/ MPa	正粘胶强 度/MPa	弹性模量/ MPa	伸长率/ %
≥10	≥30	≥70	≥40	≥2.5	≥1 500	1.50

1.3 碳纤维布的补强和加固原理

粘贴碳纤维结构加固技术是指采用高性能粘结材料将碳纤维布粘贴在建筑结构构件表面,使两者共同工作,以提高结构构件的承载(抗弯、抗剪)能力。用于建筑结构加固的碳纤维材料具有优良的力学性能,其抗拉强度约为普通钢材的10倍。但碳纤维材料织成碳纤维布后,碳纤维丝很难完全共同工作,在承受荷载时,各碳纤维丝先后达到抗拉极限并逐渐断裂,直至整体破坏。而使用粘结剂后,各碳纤维丝能很好地共同工作,大大提高了碳纤维布的抗拉强度。因此粘结剂对碳纤维布的加固起着关键作用。

2 加固设计

受京秦高速公路管理处委托,笔者所在单位于2006年5月对京秦高速K129+101处3~16 m普通混凝土连续板桥进行了维修加固设计。

K129+101处3~16 m普通混凝土连续板桥建于1999年,为跨越丰登坞至丰润的地方道路,路面宽为7.0 m,路基宽为8.5 m,被交路与高速公路交角为100°。根据竣工资料,该桥下净空大于4.5 m,满足被交路设计要求,但被交路施工时抬高了设计线,现桥下净空不足4.5 m。2006年5月初,部分超高车辆在高速桥下通过时,致使该桥两侧中跨边板底板跨中位置被刮蹭,两侧破损面积各约1.0 m²,部分主筋被剪断。事故发生后,京秦高速公路管理处经勘察讨论,最终决定对唐山管理所管辖的养护桩号为K129+101处3~16 m普通混凝土连续板桥进行粘贴碳纤维布维修加固设计。

碳纤维布维修加固设计要求对刮蹭部位处理——清理、凿毛破损部位混凝土,内侧支立芯模,对被剪断钢筋采用帮条焊接,对破损处混凝土充分湿润后采用C40树脂混凝土浇筑,然后在破损维修处采用碳纤维加固养生期不小于7天。帮条焊接必须保证焊接质量和焊缝长度。在修补空心板混凝土、铺装混凝土时务必振捣密实,保证混凝土的强度^[3-8]。碳纤维布采用经有关部门正式鉴定合格的产品,并满足有关规程、方法要求,严格按《碳纤维片材加固修复混凝土结构技术规程》(CECS 146—2003)施工。

3 施工工艺

(1) 对被加固混凝土表面作打磨处理,除去风化层,露出新茬,清除灰尘,保持清洁。

(2) 将表面处理树脂均匀地涂刷在待施工的界面上。

(3) 待表面树脂不粘手时,用修平树脂找平表面,做到基面平整无凹陷处。

(4) 待修平树脂基本固化后,即可将浸渍树脂均匀涂刷在上面,厚度约3~5 mm,不得有过厚、过薄或遗漏处。

(5) 将碳纤维布展开、拉紧,平铺在涂有浸渍树脂的基面上,再用专用工具反复滚压,排出单向布与浸渍树脂间的空气,使单向布完全浸渍于树脂之中,要做到碳纤维布平直,中间无空穴、气泡。

(6) 第2层及以后单向布的铺设与(4)、(5)的操作及要求相同。

(7) 在铺设滚压最后一层单向布后,应做一次最后的压平、整理,并再涂浸渍树脂,厚度约1~2 mm。

(8) 加固层完全固化约7天后即可根据设计要求涂刷防护及装饰外用面漆。

4 结语

(1) 碳纤维布重量轻,施工时不用任何重型设备。又因其自身很薄,也不会占用较大的空间,尤其是在该工程加固空间紧张的情况下,更能显示这一优越性。

(2) 采用粘贴强度高和高弹性模量的碳纤维加固钢筋混凝土结构,能取得类似于钢板的加固效果,但其结构重量不增加,外表也轻巧美观。

(3) 由于加固只使用碳纤维和配套树脂,不会出现生锈现象,并具有耐酸、碱、盐和大气环境腐蚀等性能,而且碳纤维布有极好的化学抗性。

(4) 在京秦高速K129+101处3~16 m普通混凝土连续板桥维修加固设计中使用碳纤维布加固空心板,不但缩短了施工周期,还解决了施工中不中断交通的难题,取得了较大的经济效益和社会效益,受到了有关单位的好评。

综上所述,粘贴碳纤维布新技术是加固钢筋混凝土结构行之有效的办法,值得推广应用。

参考文献:

- [1] 贺栓海.桥梁结构理论与计算方法[M].北京:人民交通出版社,2003.
- [2] CECS 146—2003,碳纤维片材加固修复混凝土结构技术规程[S].
- [3] 林荣安,于金良,翟敏刚.碳纤维材料在桥梁加固中的应用[J].筑路机械与施工机械化,2007,24(5):38-40.
- [4] 许尚江,袁志英.碳纤维加固桥梁新技术[J].筑路机械与施工机械化,2003,20(5):30-31.
- [5] 彭 晖,尚守平,王海东,等.预应力碳纤维布加固受弯构件的施工工艺[J].西部探矿工程,2004,25(1):16-18.
- [6] 梅蓓花,吕志涛,张继文,等.碳纤维复合材料索斜拉桥的设计与测试[J].长安大学学报:自然科学版,2007,27(6):48-53.
- [7] 钟 龙,郑山楨,王 斌,等.采用碳纤维布加固预应力混凝土吊车梁的设计方法[J].建筑科学与工程学报,2007,24(2):54-58.
- [8] 黄平明,邹兰林,王 达.碳纤维板加固RC梁试验[J].建筑科学与工程学报,2007,24(4):70-73.

收稿日期:2007-11-18

[责任编辑:杜卫华]