文章编号：0451－0712(2006)08－0264－03 中图分类号：U445.71 文献标识码：B

现浇异形空心板梁底板裂缝的维修

江 燕，彭 克

（广深珠高速公路有限公司 东莞市 523925）

摘 要：通过分析现浇混凝土异形板梁病害的成因，介绍维修处治方案和加固施工方法。

关键词：桥梁；裂缝；加固

1 异形板病害情况

福田互通式立交南行主桥8～10号墩位于广深高速公路K112＋339.62～K112＋350.62处，上跨深南大道段。该段上部结构为整体现浇异形混凝土空心板梁，板梁均宽为16 m，板梁高为0.7 m。

检查发现梁底有多处裂缝发生，单幅桥跨纵向裂缝数量在12条以上，裂缝均为纵向通长裂缝。梁底主筋保护层不足，空心板梁底有明显水渍。

为了进一步了解梁体内部构造情况，选取4处较为典型的地方进行梁底开孔，检查发现：

(1)空心板内部孔洞潮湿、有水迹现象，梁底开孔后，有大量褐黑色水流出，钢筋已经严重锈蚀；

(2)梁体下部钢筋保护层偏薄，底板混凝土厚度严重不足，实测梁底主筋保护层厚度为1.5～2.5 cm，大大低于设计所要求的5 cm；

(3)有数根底板钢筋无混凝土包裹，实测纵向主筋间距为10 cm，箍筋间距为10 cm，与设计相符，主筋与箍筋已严重锈蚀；

(4)梁底纵向通长裂缝贯穿整个板底，裂缝基本处于空心板内部孔洞处底部，裂缝宽度多为0.18～0.25 mm、最大为1 mm，跨中有少量横向裂缝，缝宽多在0.1 mm以下，梁底有水痕，主要沿纵向裂缝渗出，盖梁附近亦有明显的水渍和碳酸钙结晶物。

2 病害成因分析

(1)空心板梁内孔道积水是由于梁端封端不密实，在施工及养护过程中积聚的。由于未设排水孔或排水孔堵塞，且空心板内多有模板等杂物，积水未能排出；不排除部分水源来自面板的裂缝，而面板施工未设防水层，由于下渗引起积水。

收稿日期：2006－07－11

取其他措施，降低混凝土的收缩值。例如，选用级配好、弹性模量高、粒径大的骨料，降低水泥用量和水灰比来降低混凝土的收缩量。另外也可以在箱梁顶板底部设一层细钢丝网，抑制裂缝的出现。

合理设计箱梁的横断面，适当增加顶板厚度，弥补因纵向预应力孔道造成有效面积的削弱。横向预应力束的布置尽可能根据受力情况采用曲线配置。为了避免横向预应力分布不均匀，可适当减小每束预应力束的束数，同时减小纵向间距。

大吨位纵向预应力因泊松比引起的横向变形，可以通过与纵向预应力钢筋同步或提前张拉横向预应力束来克服。对于施工不当或养护不及时等原因造成的混凝土裂缝，可以通过加强施工管理来控制。

4 结语

箱梁顶板纵向裂缝的产生受多种因素的影响，既有设计方面的原因，也有施工工艺方面的原因。有效控制箱梁顶板纵向裂缝，需要设计和施工两方面共同配合。

参考文献：

[1] 叶见曙. 结构设计原理[M]. 北京：人民交通出版社，2004.

[2] 姚玲森. 桥梁工程[M]. 北京：人民交通出版社，2000.

[3] 范立础. 预应力混凝土连续梁桥[M]. 北京：人民交通出版社，1999.

[4] 徐之纶. 弹性力学[M]. 1990.

(2)施工时未能严格按规范施工,现场监理不到位,不能及时发现问题并予纠正。主要表现在主筋保护层太薄,混凝土保护层受二氧化碳侵蚀、碳化至钢筋表面,使钢筋周围混凝土碱度降低。积水未能排出,造成氯化物侵入,钢筋周围氯离子含量较高,引起钢筋表面氧化膜破坏,钢筋中铁离子和侵入到混凝土中的氧气和水分发生锈蚀反应,其锈蚀物氢氧化铁体积比原来增长约 2～4 倍,从而对周围混凝土产生膨胀应力,导致保护层混凝土开裂、剥落,直接表现为主筋下缘出现裂缝,并有锈迹渗到混凝土表面。由于锈蚀,使钢筋有效断面积减小,结构承载力下降,并将诱发其他形式的裂缝。混凝土开裂或脱落又使原来处于混凝土保护层下的钢筋暴露于空气中,造成恶性循环。

(3)盖梁附近的渗水多为伸缩装置止水带损坏或伸缩装置与路面衔接浇注的混凝土不密实,水沿伸缩缝周边渗出。

(4)原设计的空心板是预制板或设有纵缝分隔的空心板,施工时改为现浇板,形成长宽比小于 2 的宽桥,从而改变了结构的受力状态,由单向受力为主的板梁桥变为双向受力的宽桥,新产生的横向弯矩是原来设计未考虑的(现状的横向配筋只是构造配筋)。现宽桥的横向弯矩与纵向弯矩在量值上是近于相等或更大,在横向弯矩作用下导致板底产生纵向裂缝。

3　加固方案

3.1　积水、渗水处理

更换伸缩装置,伸缩装置的预埋螺栓改为在安装时植入螺栓,以保证伸缩装置的有效固定。伸缩装置两侧涂刷高效界面剂,回填抗裂性高的纤维网高分子树脂聚合物混凝土,涂刷防水涂料,保证伸缩装置周边有良好的密封性。

在各空心板块的低端钻直径为 20 mm 的排水孔,排除积水。

3.2　保护层薄及裂缝的处理

在板底严重开裂部位,分段凿除破损的混凝土,清除杂物和对钢筋除锈后,用高分子树脂聚合物混凝土修复;对空心板孔道,压注自流免振混凝土,覆盖和包裹已裸露的主钢筋,使主筋面层形成大于 3 cm的保护层,如图 1 所示。

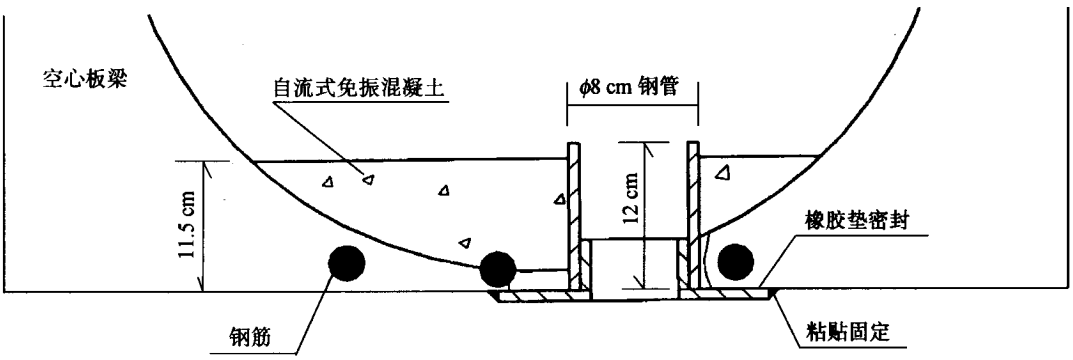

图 1　加固示意

对宽度大于 0.15 mm 的裂缝,采用“壁可法”压注修复,压注专用的裂缝修复材料,该材料的特点是低粘度、高强度,保证所修复裂缝有效填充率在 95%以上。

对宽度小于 0.15 mm 的裂缝,可采取封闭处理,使用环氧类胶泥状的粘结剂,该粘结剂具有极强的结合力、耐磨损性和良好的耐腐蚀性等优秀性能,腻子状,颜色与混凝土相近,封闭及打磨后不影响外观。

为防止修复后出现新的纵向裂缝,有两种修复方案。

方案一:梁底粘贴钢板。

对钢板进行表面处理,对混凝土表面进行修凿,使其平整;用丙酮或二甲苯擦洗修补部位的混凝土表面及钢板面,以除去粘接面的油脂和灰尘;在钢板和混凝土粘结面上均匀地涂刷环氧基液粘接剂;压贴钢板,用方木、角钢和固定螺栓等均匀地进行压贴;养生到所要求的时间,拆除压贴用的材料;在钢板表面上再涂刷养护涂料,如配套防锈油漆等。

粘贴钢板价格约为1 100 元/m^2。

方案二:在板底横向粘贴单层碳纤维布加固,间距为 50 cm。

在板底横向粘贴单层碳纤维布加固,间距为 50 cm。碳纤维布采用进口专业产品,修复材料、底胶、粘贴浸渍胶采用专用配套胶。

粘贴碳纤维布价格约为 650 元/m²。

粘贴钢板和粘贴碳纤维布对比，粘贴钢板在施工时存在难度大、施工处理复杂、工期长等缺点。而碳纤维布是柔性材料，施工时可以在现场用剪刀裁剪成所需的形状和尺寸；由于重量轻，现场施工基本是手工操作，不需大型设备和施工工具；在较小的空间即可进行施工，且施工速度快，施工工期短，粘贴质量容易得到保证。从经济上看，粘贴碳纤维布在运输、存储、装卸、加工、维护过程中的费用相对较低；施工机具简单，施工速度快，碳纤维布耐久性好，也减少了后期维护费用，综合造价较低。

综合考虑，最后选择粘贴碳纤维布的加固方案。

4 处理工艺

4.1 更换伸缩装置

凿除伸缩装置两侧 1.5 m 范围内的桥面铺装，涂刷防水层；妥善处理伸缩装置混凝土与桥面板的接缝后，安装伸缩装置。

4.2 空心板梁处理

上部结构是现浇空心板，但仍按 1 m 宽的预制板构造分片，每幅桥有 16 条直径为 52 cm 的内孔道，孔道间距为 100 cm。处理过程如下。

(1)搭设满堂式支架，高压射水冲洗，检查记录裂缝及渗水情况，检查板梁端部孔道是否进行了封闭，并作记录。

修复工作原则上分组、分片进行，同时开凿底板的孔道数目不超过 3 条，相互间隔亦应在 3 条孔道以上。

(2)对板底严重开裂部位，分段凿除破损的混凝土，破损段间隔长度超过 2 m 时，对应孔道中线，每2 m开一个 15 cm×30 cm 的孔，以清理内腔残留的杂物。

高压射水清洗孔道内壁，钢筋除锈。

如板内孔道在靠近伸缩缝端未封闭，用小石子混凝土封闭板端部，防止桥面水进入。

安装灌浆孔，孔道内壁喷洒 E－200 后，压注自流免振混凝土，混凝土标号同原设计，厚度为 11 cm，通过相邻预埋灌浆排气孔流出为止。

混凝土浇水养生不少于 2 d。

(3)梁底面裂缝修复。对宽度≥0.15 mm 的裂缝，采用“壁可法”压注 BL－GROUT 修复裂缝。

①先处理裂缝表面，将粘附在混凝土表面上的灰浆、尘土清除，将注入座处裂缝内的异物清干净，再用高压空气吹干净，若有油污则用丙酮清洗。

②将注入座底板粘贴面用纱布擦亮，再检查是否完好，然后用密封胶粘贴在需要压浆处的裂缝表面。每隔 30 cm 布置一个注入座。

③封闭裂缝，用 SB－101 密封胶将注入座及裂缝表面封闭密实。待密封胶固化后，检查封缝效果，若有泄漏情况，再补刮密封胶。

④配备压浆液，根据用量按比例拌制 BL－GROUT。采用专用的压注设备压灌浆液。终压时压力要达到 0.2～0.3 MPa，并持压 15 min，压灌顺序由低位向高位依次进行。

⑤第二天浆液固化后，敲掉注入座及封缝的密封胶，再利用角磨机打磨，最后进行外观处理。

对宽度＜0.15 mm 的裂缝，采用 SB－101 高分子树脂封闭。

(4)粘贴碳纤维布。

板梁底面横向粘贴碳纤维布加固，纵向碳纤维布在底层。

①处理混凝土表面，清除加固表面疏松部分，至露出混凝土结构层，若有裂缝应先行修补，若表面坚实，应除去被粘接面的松散砂粒、已被腐蚀的混凝土组织、浮浆层和油污等杂质，并打磨平整，直至露出集料表面。表面打磨后，应用强力吹风器或用丙酮将表面粉尘彻底清除，使之干燥、干净。

②涂底胶，应严格按照厂商提供的配合比和工艺要求进行。调胶使用的工具应为低速搅拌器，搅拌应均匀，尽量减少气泡，并应防止灰尘等杂质进入。涂底胶后的混凝土表面，若有凹陷时，应使用环氧腻子找平。

③按设计要求的尺寸裁剪碳纤维布，配制浸渍树脂并均匀抹于所要粘贴的部位，展平粘贴碳纤维布后，用硬橡胶辊及消泡辊子沿纤维方向多次滚压，挤出气泡，促使粘结剂渗透，并使浸渍树脂充分浸透碳纤维，滚压时不得损伤碳纤维。

(5)最后板梁底面进行防紫外线涂装。

5 结语

加固完工后，消除了病害，桥梁面貌焕然一新，保证了桥梁的安全运营。通过这次加固，使我们认识到，桥梁一旦发生病害，就要及时进行维修，防止病害扩大，确保构造物的安全与完整。严格按照有关规范、技术标准进行设计、施工和监理，是保证结构安全耐用的前提和基础。在运营管理过程中，进一步加强巡查和管理，及时发现问题并作及时处理，也是相当重要的一个环节。