

文章编号: 0451-0712(2006)08-0262-02

中图分类号: U445.71

文献标识码: B

# 预应力混凝土连续刚构桥箱梁顶板纵向裂缝分析

张 利

(广东省公路建设有限公司 广州市 510600)

**摘 要:** 针对某预应力混凝土连续刚构桥箱梁顶板出现的纵向裂缝,从设计和施工两方面对裂缝成因进行了分析,并提出了处理措施。

**关键词:** 连续刚构桥梁; 箱梁; 裂缝

连续刚构桥梁是一种超静定结构,具有跨越能力强、整体刚度大、变形小、行车舒适的特点,且可以采用悬臂浇注施工。同其他桥型相比,在跨径 100~250 m 范围内具有明显的竞争优势,是一种比较经济合理的桥型。同时由于设计理论明确,施工工艺成熟、安全,运营期养护成本低,而被广泛采用。

连续刚构桥梁一般均按 A 类预应力混凝土构件设计,即在正常施工和使用阶段不允许出现裂缝。但由于连续刚构桥跨径大,导致预应力体系复杂、张拉吨位大、箱梁高度高、混凝土体积大、结构受力复杂等问题,在施工过程中,随着悬浇梁段的不断增加,结构力随着结构体系、约束条件、温度变化及荷载作用的变化而不断变化。许多连续刚构桥梁在施工或使用过程中出现了不同程度的开裂现象。尽管国内外许多专家对此进行过不少研究,但由于情况复杂,影响因素多,连续刚构桥梁开裂问题最终没有得到彻底解决。本文结合某连续刚构桥梁实例,仅对箱梁顶板出现的纵向裂缝及应对措施进行了探讨。

## 1 实例介绍

某高速公路主桥上部结构为 70 m+120 m+70 m 预应力混凝土变截面连续刚构桥,桥梁全宽为 25 m,由上、下行分离的两个单箱单室箱形截面组成。箱梁根部梁高为 5.0 m,跨中梁高为 2.8 m,箱梁顶板宽 12.0 m,底板宽 6.0 m,翼缘板悬臂长为 3.0 m。箱梁高度从距墩中心 3.5 m 处到跨中按二次抛物

线变化,除墩顶 0 号块及边跨端部设横隔板外,其余部位均不设横隔板。箱梁顶板厚度在支点附近为 0.5 m,跨中附近为 0.28 m,翼板边缘厚度均为 0.2 m。箱梁采用三向预应力体系,其中横向预应力束采用  $3\phi 15.2$  的钢绞线,采用直线布置,距顶板 8 cm。

上部结构采用挂篮悬臂施工,悬浇段的施工周期为 9 d。中跨合拢段 15 号块的浇注由于要等两个边跨合拢后再进行,因此 15 号块的浇注是在两端 14 号块浇注后 45 d 进行的。

桥梁在施工过程中均未发现裂缝,但当桥梁全部合拢,所有预应力束张拉完成后,发现个别悬浇段箱梁顶板出现了裂缝。裂缝存在如下规律: (1)纵向裂缝一般在靠近先浇注块件处,向悬浇自由端逐渐减小、消失; (2)合拢段处的裂缝比其他悬浇段严重; (3)所有裂缝均比较细微,最宽不超过 0.12 mm。图 1 为右幅跨中合拢段顶板发现的裂缝,第一条裂缝宽为 0.12 mm,其余 3 条非常细微。

## 2 裂缝成因分析

(1)先浇段与后浇段龄期差导致了横向收缩应力的发生。混凝土的收缩与龄期有密切的关系,凝结初期收缩变形发展很快,两周可以完成全部收缩量的 25%,一个月可完成 50%。该桥在悬臂施工过程中,每一悬浇段的施工周期为 9 d,即相邻先浇段与后浇段的混凝土龄期相差为 9 d。因此由于龄期差,

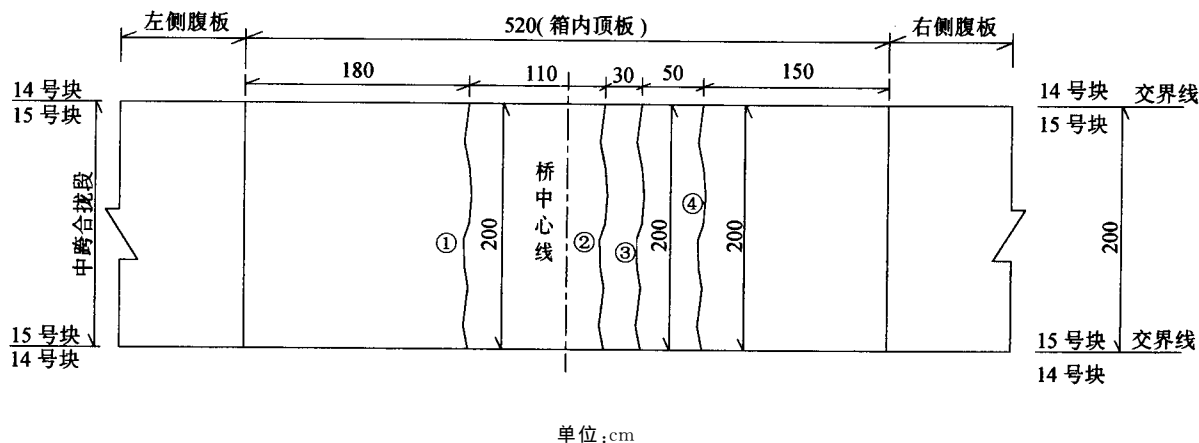


图 1 右幅中跨合拢段裂缝分布

后浇段混凝土凝结初期的收缩量会远大于先浇段混凝土的收缩量。后浇段混凝土的横向收缩必然会受到先浇段的限制,产生横向拉应力,且先浇段对后浇段混凝土的约束向远离先浇段的自由端方向减弱,横向拉应力也会随之逐渐减小。这也是裂缝从靠近先浇段处产生,向自由端方向逐渐减小的主要原因。而后浇段混凝土的纵向收缩是自由的,不会产生拉应力,也就不会因此产生横向裂缝。

合拢段无论是边跨还是中跨,施工准备时间均比普通悬浇段长,特别是跨中合拢段。该桥跨中合拢段与相邻的悬浇段混凝土龄期相差 45 d,合拢段混凝土开始凝结时,先浇段的混凝土收缩已经完成了约 50%。因此,由于龄期差引起的混凝土收缩差异更大,相应的收缩应力也会更大。这也是导致合拢段处混凝土裂缝比普通悬浇段严重的主要原因之一。

(2) 箱梁横截面较宽,横向预应力束设置不合理。该桥箱梁顶板宽 12.0 m,底板宽 6.0 m,翼缘板悬臂长为 3.0 m,为宽箱结构。为了克服恒载、活载作用下箱梁顶板在较长悬臂翼板根部产生的负弯矩及顶板跨中的正弯矩,该桥在设计时采用了横向预应力束克服弯拉应力。但是由于箱梁的顶板跨中较薄、顶板上布置了大量纵向预应力钢束等构造因素,横向预应力束采用了直线布束式,布置在了距箱梁顶面 8 cm 处的上缘。全桥顶板在跨中附近厚度为 28 cm,支点附近为 50 cm。这种布束方式有利于克服翼板根部的负弯矩,但对于克服顶板跨中的正弯矩来说显然是不合理的。同时横向预应力束采用  $3\phi 15.2$  的钢绞线,沿桥梁纵向每隔 1.0 m 布置一束。间距 1.0 m 有些偏大,致使横向预应力分布不均匀,容易在预应力分布较弱处产生拉应力,导致混凝土开裂。

(3) 顶板较薄,大量的纵向预应力孔道削弱了顶板的有效面积。该桥跨中附近箱梁顶板厚度仅为 28 cm,而沿顶板纵向预留了大量的预应力孔道。虽然在施工过程中采用了抽真空压浆,但也很难做到压浆完全饱满。即使压浆很饱满,其抗拉压强度也无法和梁体本身所要求的 C50 混凝土相比。因此,较薄的顶板上布置的大量纵向预应力孔道严重削弱了顶板有效面积,这也是造成顶板容易出现纵向裂缝的主要原因之一。

(4) 大吨位纵向预应力引起横向变形。在施工过程中,横向预应力束的张拉是在纵向预应力束张拉完成且挂篮前移后进行的。纵向预应力束张拉吨位较大,根据泊松比产生的横向变形也较大。该桥纵向预应力束张拉时,混凝土的龄期比较短,只有 6~7 d,相应的弹性模量也无法达到设计值,因此纵向预应力引起的横向变形会更大。由于此时横向预应力尚未施加,较大的横向变形也容易导致顶板纵向开裂。

(5) 施工方面的原因。现场振捣混凝土时,振捣不当,漏振、过振或振捣棒抽拔过快,均会影响混凝土的密实性和均匀性,诱导裂缝的产生;高空浇注混凝土,风速过大、烈日暴晒,混凝土收缩值大;现场气温太低,水化热造成混凝土内部与表面温差过大,导致混凝土表面开裂;现场养护措施不到位,洒水不及时,混凝土早期脱水,引起收缩裂缝。虽然施工和养护不当会造成混凝土表面开裂,但不是造成该桥顶板纵向裂缝的主要原因。

### 3 应对措施

由于龄期差引起的混凝土先浇段与后浇段收缩不一致产生的横向应力无法根本解决,而悬臂施工工艺必然会导致这种龄期差出现,因此只能通过采

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.