

斜交空心板梁桥裂缝检测与分析

王 剑, 王修勇

(湖南科技大学土木工程学院, 湖南湘潭 411201)

摘 要: 裂纹、裂缝是混凝土结构常见的缺陷之一。引起混凝土开裂的原因很复杂, 实际上每一条的裂缝的产生均由几种因素组合作用而成。该文根据某市内斜交桥的特点, 从荷载、收缩、温度、构造等方面对该桥的空心板梁处裂缝产生的原因进行了简单分析。

关键词: 空心板梁; 裂缝分析; 斜交桥

中图分类号: U446.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2007)02-0039-04

0 引言

随着交通运输事业的发展, 尤其是近年来高速公路、城市立交和高架道路的日益增多, 斜交桥得到了越来越广泛的应用。由于桥位处的地形限制, 或者由于高级公路对线形的要求而将桥梁做成斜交。斜交桥的设计计算比直线正交桥复杂, 在受力特性方面与正交桥有着很大的区别, 因此, 斜交桥的开裂原因分析经常困扰工程技术人员。

同时, 在混凝土工程结构或构件中, 裂缝是工程中一个带有普遍性的问题。混凝土在各种外部荷载和变形作用下会产生裂缝, 当混凝土裂缝的宽度超过规范规定的限值时, 将会影响构件和建筑物的适用性和耐久性, 不仅有损外观、降低建筑结构的整体性和刚度, 而且减小了抵抗荷载作用的能力, 同时造成钢筋外露、腐蚀, 影响持久强度和耐火性。严重时将影响到结构的承载能力和稳定, 造成构件断裂, 建筑物倒塌等重大事故^[1]。

混凝土空心板是桥梁上部的一种常用的结构形式, 由于其采用空心截面, 减少了混凝土用量和自重, 加之结构性能好、施工方便等诸多有利因素而被高速公路、城市立交广泛使用。但混凝土空心板裂缝却经常困扰着工程技术人员, 不管什么样的桥, 其梁板都有不同程度的裂缝, 降低了工程的

耐久性, 问题严重的还会给工程质量造成隐患, 因此, 裂缝问题不容忽视^[2]。

为了进一步加深对斜交桥混凝土空心板裂缝的认识, 尽量避免工程中出现危害较大的裂缝, 本文以某市斜交桥的裂缝检测为例, 对斜交桥的受力特点和空心板梁出现裂缝的原因进行了分析, 为今后裂缝分析和防治提供参考。

1 工程概况

某市高架桥位于市内的咽喉地段, 是一座跨铁路斜交桥。该桥采用等截面预制混凝土空心板梁, 总体布置为 16 m + 16 m + 16 m, 全长 48 m。设计荷载为汽 -20、挂 -100, 人群荷载 3.5 kN/m², 设计时速 60 km/h。全桥分为两跨, 单跨由 11 块空心板梁组成, 桥面宽度 22.684 m, 其中单侧人行道宽度为 2.75 m。上部构造采用空心板斜腹式梁, 无横隔板, 与铁路线斜交, 平均梁高 0.8 m, 板梁采用 C30 混凝土。箱梁采用现场预制方法施工, 为一简支梁体系。

随着国内经济的发展, 坐落在某市咽喉地段的高架桥的运能也有很大提高。最近, 在对该桥进行检测工作中发现, 桥面出现了很大纵向裂缝, 裂缝沿着空心板缘纵向贯通整片梁; 部分空心板梁的底板上出现裂缝, 裂缝多出现在靠近桥梁跨中部位, 多呈竖直状, 个别桥梁裂缝长度较大。该桥于 1994 年建成, 至今, 大桥已使用 12 年, 空心板梁的截面形状见图 1。为了控制裂缝的发展, 减轻

收稿日期: 2006-11-02

作者简介: 王剑(1979-), 男, 湖南常德人, 研究生, 从事大跨度桥梁结构静动力分析与设计理论研究工作。

但也不乏失败的例子, 不同加固技术具有相应的适用范围及条件, 在实际工程实践中, 应根据所加固桥梁的结构形式、损伤特点, 从适用性、经济性、可行性、耐久性等角度进行比较, 做出科学、合理地选择, 应破除一种加固方法作为万能方法普遍应用的现象。

参考文献

[1] 张开鹏, 蒋玉龙, 曾雪芳. 桥梁加固的发展与展望[J]. 公路,

2005.

[2] 龚志刚编译. 采用斜拉索体系加固普特桑德预应力混凝土悬臂梁桥[J]. 世界桥梁, 2003.

[3] 匡志平, 王皓波, 赵强. 碳纤维加固桥梁结构技术的应用[J]. 同济大学学报, 2001.

[4] 胡志坚, 郭友, 谭金华. 体外预应力混凝土结构研究现状与展望[J]. 公路交通科技, 2006.

[5] 艾军, 史丽远. 公路梁桥体外预应力加固设计与施工方法研究[J]. 东南大学学报, 2002.

危害,需要分析裂缝的成因,为后续采取进一步措施提供依据。

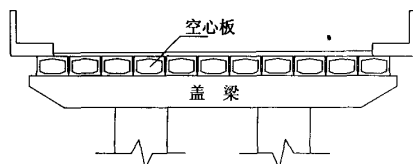


图1 空心板梁横断面图

2 裂缝分布情况及特点

混凝土裂缝是混凝土的一种常见病、多发病。病情绝大多数发生于施工阶段,其原因复杂多变,一般可分为微观裂缝和宏观裂缝两大类。

微观裂缝是指肉眼看不到的、混凝土内部固有的一种裂缝,它是不连贯的。宽度一般在0.05 mm以下,这种混凝土本身固有的微观裂缝,荷载不超过设计规定的条件下,一般视为无害。

宏观裂缝宽度在0.05 mm以上,并且认为宽度小于0.2~0.3 mm的裂缝是无害的,但是这里必须有个前提,即裂缝不再扩展,为最终宽度。

实际上宏观裂缝是微观裂缝扩展的结果,钢筋混凝土结构或构件允许带裂缝工作,但对其裂缝宽度要加以限制。在结构或构件上允许出现最大裂缝宽度的限制原则,主要是为了保证钢筋不致产生锈蚀,影响结构或构件的正常使用。《混凝土结构设计规范》(GB50010-2002)中对最大裂缝宽度作了明确规定。

通过对该高架桥的检测,可以知道在该高架桥预制空心板的使用过程中,出现的裂缝分布有如下共同特点:

(1) 裂缝分布在L/4至跨中之间,其中主要分布在空心板梁近跨中处(见图2)。

(2) 裂缝大多出现在横桥方向,水平方向发展很少(见图3)。

(3) 裂缝出现底板以上部份,且内外贯穿(见图4)。

(4) 裂缝在底板开裂处,由于自然条件的原因,产生了一些白色的碳酸钙的物质(见图5)。

(5) 裂缝顺直、规则,缝宽1~3 mm,纵深达到6 cm左右。

(6) 空心板之间的接缝处开裂,裂缝顺直、规则(见图6)。

(7) 支座处。出现较大的裂缝(见图7)。

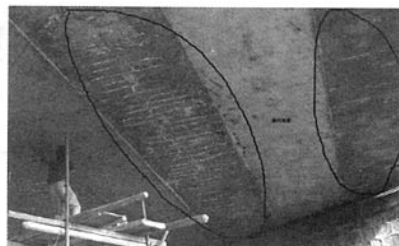


图2 裂缝一

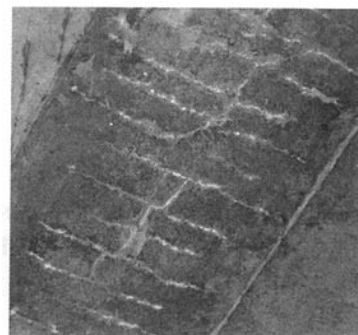


图3 裂缝二

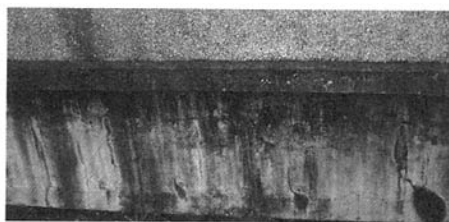


图4 裂缝三

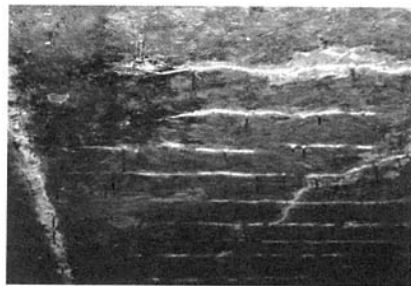


图5 裂缝四

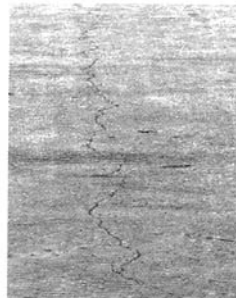


图6 裂缝五



图7 裂缝六

3 裂缝原因分析

众多研究表明,引起桥梁梁体开裂的原因是多方面的,将开裂机理归结为单一原因的情况极少,但从根本上讲,结构开裂的一个重要原因是其抗弯和抗剪能力不足,对桥梁梁体而言,弯曲正应力、弯曲剪应力及组合应力超过梁体混凝土抗裂强度是主要原因。

3.1 正交桥与斜交桥的特性分析

整体斜交板桥是小跨径斜桥常用的结构形式,它的模板简单,建筑高度小,力的传递路线也较短。斜交板分析理论比正交板理论复杂的多,用它来计算在实际使用荷载作用下斜板桥的内力和变形很不方便。斜交桥与正交桥的区别如下:

(1)斜交板桥的桥轴线与支承线的垂线成某一夹角,习惯上称为斜交角。斜交角的大小直接关系到斜桥的受力特性,角度越大则斜桥的特点越明显。

(2)宽跨比(b/l)越大,斜板相对宽度越大,斜桥的特点越明显。

(3)支承形式是否弹性支承,横桥向是否可以转动或移动,对斜板的内力分布也有明显的影响。

斜交板桥在受力特点方面的区别如下:

(1)简支斜板的纵向主弯矩比跨径为斜跨长 l 、宽度为 b 的矩形板要小,并随斜交角的增大而减小。

(2)斜板荷载一般有向支承边的最短距离传递分配的趋势。宽跨比较小的情况下,主弯矩方向朝支承边的垂直方向偏转;宽跨比较大的情况下,板中央的主弯矩几乎垂直于支承边,边缘的主弯矩平行于自由边。

(3)纵向最大弯矩的位置,随着斜交角的增大从跨中向钝角部位移动。

(4)斜板中除了斜跨径方向的主弯矩外,在钝角部位的角平分线垂直方向上,将产生接近于跨中弯矩值的负弯矩,其值随着角度的增大而增大。

(5)斜板的最大纵向弯矩虽然比相应的正交板小,可是横向弯矩却比正交板大的多,尤其是跨中部分的横向弯矩。

(6)斜板在支承边上的反力很不均匀,钝角隅处的反力可能比正交板大数倍。

(7)斜板的扭矩分布也很复杂,板边存在较大的扭矩,抗扭刚度对扭矩的影响与正交桥有很大区别。

3.2 斜交桥开裂前与开裂后的比较

某高架桥为一斜交桥,经调查原设计图纸,根据现场实际荷载的作用情况,正交桥与斜交桥轮载位置反受力比较见图8。

3.2.1 斜交桥的纵向裂缝分析

通过图8和前面斜交板桥的受力特性可以看出,根据设计荷载汽-20的最不利荷载布置:当汽车通过时,轮载作用在两块空心板1#和2#上;后轮(130 kN)作用在梁的跨中部位,在正交板桥上轮载1和2均作用在跨中处,1#板与2#板受力情况为: $Q_1=Q_2=130$ kN,由此可以看出接缝处不受力;而本例为一斜交桥,1#轮载正好处于1#板的跨中位置,而2#轮载还未到2#板的跨中位置;因

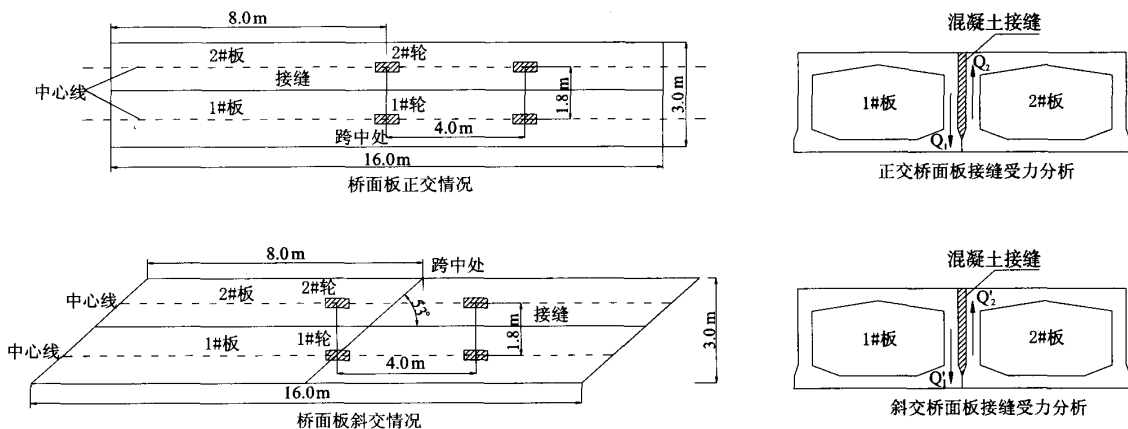


图8 正交板桥与斜交板桥轮载位置及受力比较

此在跨中截面的剪力 $Q'_1=130\text{ kN}$, $Q'_2=109.66\text{ kN}$, 接缝处由于两块板所受到的剪力不同而受力, 大小为 20.34 kN , 由此造成了接缝开裂, 两块板没有很好地连接在一起, 出现了贯通全梁的纵向裂缝。

3.2.2 斜交桥的横向裂缝分析

由于纵向裂缝的出现, 当车载经过时, 轮载由单根板受力。这样就转变成简单的简支梁承受荷载, 在用铰接板法计算横向分布系数时, 各板是按照理想状况铰接共同受力, 因此横向分布系数为 0.435 , 当两块板单独受力时的横向分布系数为 1 , 这大大加重了单块空心板的受力, 因此才会看到图 2、图 3、图 5 和图 6 中出现的梁底板的横向裂缝。

通过对以上现场实际情况的调查、观测和理论计算, 可以分析得出:

(1)原桥面铺装为素混凝土铺装, 混凝土标号偏低。经过十几年的运行, 铺装混凝土破坏严重, 起不到连接空心板共同受力的作用, 空心板单板受力, 加速了裂缝的发展。

(2)弯曲应力: 开裂的桥梁在役时间较长, 其设计施工时由于计算方法、设计理念较落后, 安全储备、桥梁刚度及施工控制手段均显不足。随着当地经济的发展和交通运输的便利, 该路段又处于该市的咽喉地段, 大吨位的重型车辆的急剧增加, 轴重增加较快, 直接导致了轮胎压的相应提高, 使桥梁的活载有较大的增加。桥面荷载的增大, 使梁跨所受弯曲正应力及剪应力均有较大增加, 应力增加使梁体内受力钢筋的应变增大, 从而促使梁体开裂或使裂缝加大。

(3)桥梁的横向振动及交变荷载的作用: 桥梁受活载作用时, 引起的振动是梁体开裂的另一个原因。由于此桥为斜交桥, 车辆运行时由于轮载作用在跨中处的位置偏移, 使得空心板之间的连接部位遭到破坏; 另外, 车行的方向、水平不平顺等形成了汽车对桥梁的激振源, 使桥梁受迫振动。当外部的激振源与桥梁本身固有自振频率相同或相近时, 将产生大幅的振动, 这种振动将对桥梁产生

大的破坏作用, 导致梁体开裂。由于振动的模拟计算分析非常复杂, 此处不作数学分析, 但振动造成梁体的破坏开裂是客观存在的, 且随着汽车运行速度的提高, 振动对桥梁的破坏将进一步加剧。

(4)由于该高架桥是跨铁路的斜交桥, 且为一简支梁桥体系。桥墩基础会因为列车通过时的反复振动导致桥梁支承发生沉降或变形, 从而造成了桥梁的开裂。

同时混凝土的收缩、徐变, 温度变化、施工工艺等条件的影响, 也使得空心板梁在投入使用时已经出现了微裂缝。在宏观裂缝扩大以前, 荷载引起的剪力由梁的全截面承受。但在裂缝出现后, 裂缝上端的截面将既受剪又受压, 处于剪压复合受力状态。由于剪压区的面积远小于梁的全截面面积, 剪压区的剪应力和压应力都将显著增大, 当达到混凝土在此种受力状态的极限强度时, 剪压区混凝土发生破坏, 最终导致空心板梁退出工作。

4 结论

通过上述分析, 对某市高架桥的裂缝原因作了详细的分析, 对其采用合理的加固措施指明了方向。在路桥改造中, 技术人员应正确分析病害产生的原因, 采用经济合理的方法对桥梁进行改造, 从源头解决安全隐患。在公路运输便利、运量增加、车辆轴重及载重加大的情况下, 分析各桥梁裂缝原因, 针对不同情况, 采取对应措施, 防止裂缝的出现及发展。对已出现裂缝的梁体进行有针对性修补和加强, 对于桥梁的安全运输、节省投资、提高经济效益, 均有现实及长远意义。

参考文献

- [1]侯学军. 混凝土裂缝的成因及对策[J]. 工程技术, 2006(5): 88-89.
- [2]张朝阳, 张琦. 空心板裂缝成因及预防处理[J]. 安徽建筑, 2004(05): 12-13.
- [3]范立础, 徐光辉. 桥梁工程[M]. 人民交通出版社, 2001.
- [4]陈星, 李立峰. 斜交板桥开裂原因分析及荷载试验[J]. 湖南交通科技, 2004, 30(1): 73-75.
- [5]赵书学. 斜交桥梁的受力性能研究[J]. 公路交通科技, 2004, 21(9): 57-59.

云南最长跨江高速公路大桥主桥合龙

日前, 保山至龙陵高速公路怒江特大桥主桥实现合龙。怒江大桥全长 $2\,208\text{ m}$, 由主桥和引桥组成, 是云南省最长的跨江高速公路大桥。大桥将于今年6月前建成。