

体外预应力技术在险桥加固中的应用

陈必连 芮志平

摘要 由于年久失修,或随着交通运输的发展,通过桥梁的密度及吨位增加等因素的影响,许多桥梁开始降低或丧失原有的承载能力成为险桥。本文阐述了用体外预应力技术加固险桥,使之恢复或超过原有的通行功能的方法。

关键词 险桥 体外预应力 加固

1. 工程概况

芜湖市中江桥位于市中心主要交通干道上,是一座主桥段为三跨单悬臂加吊梁的钢筋砼桥。原设计等级为通行汽车一超20级,挂车-120,于1984年建成。该三孔桥长约94米,宽20米。

中江桥承重结构由预制的边跨加中跨 $1/4$ 的T吊梁组成。T梁吊装后再浇筑桥面钢筋砼面层。在吊装前,因预制时拆模较早,在T梁的翼缘板和腹部已发现干缩形成的裂缝,因当时工期紧迫,未作任何处理。1996年发现原有裂缝已经发展,为安全计,降低了货车通行的吨位。为适应目前城市交通需求,迫切要求恢复和适当增加原设计的通行能力,但1999年10月对该桥裂缝再次观察检测,发现其裂缝比1996年延深了2-3厘米,因此决定对该桥从速处理。从检测情况看,该桥T梁的裂缝总数为:大于0.2mm宽的裂缝计1035条,最宽的达0.5mm;小于0.2mm的有2538条。裂缝密集区在桥墩两边各4-6米范围内,也就是受力最大的范围。经查,部分T梁有钢筋外露现象,T梁之间的现浇带砼剥落严重,尤其在桥墩支座处。经超声波对个别T梁进行的强度抽检测试,砼的强度小于C30。这说明该桥破损情况比较严重,如不及时进行加固维修,继续发展下去就极有报废断行的可能。为此,该城市政部门提出对中江桥进行彻底的整修,并要求通过加固恢复和适

当提高其原设计通行能力,以满足交通需求。

2. 加固方法

对这座遍布裂缝的险桥进行加固的关键是两个 方面,一是消除裂缝及其对承重T梁承载能力的损害,二是增加T梁的现有承载能力,达到恢复和超过原设计承载能力。

从检测情况知裂缝主要分布在T梁的翼缘板和梁的腹部,在T梁的悬挑部分翼缘板的裂缝对整个桥的受力有很大影响,所以采取结合桥面板的整修来解决,即不再考虑其翼缘板的承载能力,由桥面新增钢筋砼板与T梁的叠合来受力。具体做法是将原桥面面层全部凿除,原T梁顶面凿毛,重新在桥面整个现浇一层钢筋砼板来达到。并在悬臂部位,桥面板中增设预应力钢绞线,通过施加预应力提高桥面在该处承受负弯矩的能力,也就提高了整个桥的承载通行能力。梁腹部的裂缝对整个T梁的受力并不产生太大的影响,为此,用环氧树脂或高压灌浆封闭处理,不使其继续向核心砼深处渗透即可。

对提高和恢复T梁的承载能力除在新增桥面整体钢筋砼板的T梁悬挑部分施加预应力外,对T梁边跨跨中还得增加其承受正弯矩的能力。经向上海市政设计院反映,并进行了多方案的论证分析比较,采用最经济和有效的体外预应力技术进行加固补强,这是该桥加固的最重要的关键

陈必连 南京市第一建筑工程公司

芮志平 上海市政公司

所在。通过新增桥面钢筋砣板对原 T 梁的叠合作用增加整个桥的承载能力作用的同时,对 T 梁承受正、负弯矩大的部分,分别施加体外预应力的加固方法以达到加固该桥的目的,也是合理的可行的一种最有效的方法。预应力筋的布置详见图 1。

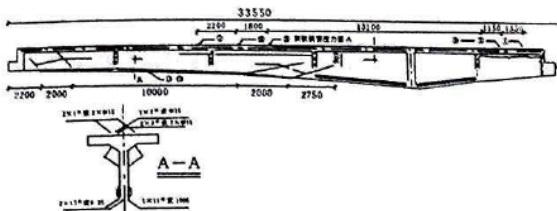


图 1 T 型梁预应力加固图

T 型梁横向共 12 根, 两侧 2 根, 边梁裂缝较少, 故这次对第 2 根至第 11 根梁加固, 南北两端共计 20 榀。具体配筋, 梁顶由 1 号束乘 2, 2 号束乘 2, 3 号束乘 2, 共计 6 束。梁底配筋, 11 号束为 $18\Phi 5$ 乘 1 束, 12 号束为 $9\Phi 5$ 乘 2 束, 共计 3 束。

预应力筋的锚固节点处理是加固方法实现的关键。板面预应力筋两端锚固在新增的 T 梁的腋梁上。腋梁的钢筋笼通过植入 T 梁内的短筋固定在桥面板上,并将原翼缘处隔一定距离凿洞供浇筑腋梁的砼,在腋梁中埋钢管让预应力筋穿过。T 梁下的体外预应力筋锚固在钢块上,钢块通过 T 梁两侧两根 $\Phi 40$ 斜钢杆锚在 T 梁顶面上。

3. 预应力部分的施工

1. 预应力材料

梁顶预应力筋为低松弛钢绞线 $\Phi 15.24$, $f_{ptk} = 1860\text{MPa}$, 锚具采用 OVM15-1, 梁底预应力筋为高强钢丝 $\Phi 5$, $f_{ptk} = 1570\text{MPa}$, 锚具采用 DM5A-9 及 DM5A-18。

(1) 预应力筋下料及铺设

a. 梁顶体外预应力筋的处理。

钢绞线两端穿过梁的翼板及腋梁,同时梁顶的砼为后浇,此处加固工序为:先凿穿筋孔道及扎腋梁的钢筋笼→两端埋成孔钢管 $\Phi 25$ →穿钢绞线→浇腋梁砼→张拉→ $\Phi 25$ 钢管内压浆→浇桥面砼。此处加固注意事项是:下料必须根据桥面现场实际尺寸下料,预埋成孔,钢管的梁顶弯曲处一定

要圆滑,无硬弯点,穿束采用人工穿束,一端装上工具套,以减少在弯曲部门的阻力,逐根穿入。

b. 梁底体外预应力筋的处理

预应力筋两端的承压铁块固定在 $\Phi 40$ 斜向拉杆端部及梁底部,斜拉杆的另一端与梁上部铰接。此处施工难点:一是下料尺寸的精确获取,二是组装后(预应力筋的防腐钢管必须提前焊死)如何使钢丝留出二次镦头的工作长度。

针对以上难点,此处工序为:下料→铆锚杯处的铆头→穿束(套管)→铆锚板处铆头→固定承压块→加套、张拉→锚固→防腐处理。

下料尺寸是采用钢架支撑必须试装后量尺计算获取的。下料采用钢管限位下料,相对误差限制在 $1/5000L$ 以内。由于束长,下料地点在桥面上进行,所以用塑料布裹紧,移下穿束,由于孔道中无缝钢管已和两端的承压块焊死,不能预留扩大孔,将另一端未固定的承压块拆下前移,露出 20cm 长镦头,然后后移复位。

2) 张拉与锚固

a. 中江桥的加固施工阶段,为了不中断交通,保证半边桥面通行,并受客观条件的限制,T型梁始终承受静、动荷载的综合作用,在T型梁的预应力张拉时,始终要考虑对称平衡。同时各梁之间,应从梁的一边向另一边张拉,一次张拉到位,如伸长量不足采用超张拉解决。

b. 梁顶翼缘的钢绞线张拉,即待腋梁砼强度小于 C30 时就可开始,对 T 梁的两翼应对称张拉,先张拉短束③,次拉②,再拉①。由于各束都是一端张拉,两台千斤顶同时对称各拉一束,同步进行。

c. 梁底的体外预应力,锚具采用 DM5-9、DM5-18。高强度钢丝张拉,钢架组装完毕,即可张拉,此处张拉有两个难点:一是钢丝束的延伸问题,二是梁底的张拉空间不够。由于张拉吨位较大,还不能随意处理,针对第一个问题,由于无法采用扩大孔,采用锚杯下边加垫片的方法也不方便,最终采用加套方法,这样增大了延伸量的调节宽度,针对第二个问题,与设计院共同研究后选用合适的千斤顶,在梁底与钢块之间增加了工作垫块来解决。张拉方法是先拉短束(12),两端同时对拉,各拉一束,长束(11)则后拉。(下转第 41 页)

保护层(大多由 PE 制成)从预埋管中穿过。

由于绞线在结构内任一点均无粘结,因此它可以完全更换。防腐保护可以是水泥或软防腐材料。如果选择了软保护系统加 PE 保护层,可以在工厂套上永久的保护层。

需注意的要点是:

①采用灌浆时锚具的效率

②采用软保护时 PE 管及接头的防水性、密实性

③在索鞍处应注意的问题:

a. 在横向压力和 PE 管内绞线位移的影响下 PE 护套的长期性能(见 3.2)

b. PE 管与索鞍可以相对运动吗?

c. 管道是钢管时的磨损

4.2.4 系统 NO. 4

在低应力梁的模型试验中,该系统是成功的。如果要求索的例行检查,该系统是一个好办法。此系统的特点是没有索鞍,它采用钢结构在转点处让绞线的锚具通过。这样,在两个转向点处的绞线

都是直的,便于换索。

如果只考虑使用镀锌绞线或钢筋,必须保证绞线束,特别是锚具处的排水。在平行的绞线或钢筋间保持几毫米的距离是有利的。如果环境恶劣,镀锌的基础上再使用 PE 或软保护。

4.2.5 系统 NO. 5

此系统的特征是体外索由多根涂油脂及有 PE 护套的无粘结绞线置于一个大的外套管内组成。如果采用水泥灌浆,最好在灌浆后完全张拉。如果绞线平行,且在索鞍处有传力装置,可以张拉绞线至 10% 强度后进行灌浆。该系统可以逐根张拉。

除了更换整根索,如果设计正确,还可以更换单根绞线。

需注意的要点是:

①由于在夹片及锚具处,PE 套需除去,该处需有充分的防护。

②在横向压力和 PE 管内绞线位移的影响下单根绞线护套的性能。

(上接第 33 页)

3) 预应力筋的防腐保护处理

a. T 梁顶体外钢绞线采用常规处理:两端 1m 左右长采用压浆处理,桥面绞线随桥面钢筋砼一起浇筑,使 T 梁顶的预应力钢绞线埋入了砼内,既和砼很好粘结,又不用再进行防腐保护。

b. T 梁底体外预应力筋即钢丝束处理,采用无缝钢管分三级套配,能滑动伸缩,穿束装配时,除中间滑动处采用塑料热缩套管封紧,其它节点都预先焊死。由于 T 形梁承受动、静载较大,故对预应力筋的封裹留出一个弹性段,即用建筑油脂封满,另一端采用水泥浆密封,中间采用 Q235 密封板隔离。为了确保各端的封裹密实性,各段端部及中点设置出气孔。

4) 张拉控制应力与伸长值:

梁顶束:

$$\sigma_{con} = 0.78f_{ptk} = 0.78 \times 1860 = 1450.8 \text{ MPa}$$

$$N = \sigma_{con} \times A_p = 1450.8 \times 140 = 203112 \text{ N}$$

取 $N = 200 \text{ kN}$

梁底束:

$$\sigma_{con} = 0.57f_{ptk} = 0.57 \times 1570 = 894.9 \text{ MPa}$$

$$N_s = 894.9 \times 19.6 \times 9 = 157860 \text{ N}$$

取 158 kN

$$N_{18} = 894.9 \times 19.6 \times 18 = 315720 \text{ N}$$

取 316 kN

伸长值: 钢丝线 1 束 = 113.7mm

2 束 = 95.5mm

3 束 = 80.2mm

钢束: 11 束 = 73mm

12 束 = 53.6mm

4. 加固后的效果

整体加固完毕后进行了载重试验,用四辆 30t 载重卡车分两排行驶通过测得, T 梁悬臂端部的挠度为 3.96mm, 设计值为 17mm。跨中梁底部挠度为 3.67mm, 设计值为 14mm。实测值均小于设计值, 达到和超过了加固的要求, 证明用体外预应力加固该险桥是成功的。

通过这次对芜湖中江桥的加固过程, 收益不少, 当然在某些节点的处理上, 采用其它一些新材料可能更简单, 这将在以后加固险桥时改进探讨, 总之, 用体外预应力法来加固危桥是一种既方便又经济的加固方法。