

体外预应力技术在险桥加固中的应用

⑥
19-21.39

陈必连 芮志平

11445.72
11445.57

【摘要】 由于年久失修, 随着交通运输的发展, 通过桥梁的密度及吨位增加的影响, 许多桥梁开始降低或丧失原有的承载能力而成为险桥。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能力。

【关键词】 险桥 体外预应力 加固 桥梁

一、工程概况

芜湖市中江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。其外观全景详见图1所示。



图1 芜湖市中江桥全景

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繁忙程度的增加, 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, 所以决定对该桥从速进行处理。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, 如不及时进行加固维修, 继续发展下去该桥就极有报废断行的可能。为此, 该市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, 以满足城市交通日益繁忙的需要。

二、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的, 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。

陈必连 南京市第一建筑工程公司经理
芮志平 上海市政公司

体外预应力

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所在。通过新增桥面钢筋砼板对原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是能够确保达到其加固该桥的目的,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2。

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,对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,并将原有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。详见图3。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,锚固斜钢管的预留洞详见图4。

三、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 $\phi 15.24$, $f_{pk}=1860\text{MPa}$, 锚具采用OVM15-1及OVM15-1, 梁底预应力筋为高强钢丝 $\phi 5$, $f_{pk}=1570\text{MPa}$, 锚具采用DM5A-9及DM5A-18。

2、预应力筋下料及铺设

(1) 梁顶体外预应力筋的处理。

由于钢绞线两端是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 \rightarrow 两端埋成孔钢管 $\phi 25\rightarrow$ 穿钢绞线 \rightarrow 浇腋梁砼 \rightarrow 张拉 $\rightarrow\phi 25$ 钢管内压



图3 新增腋梁的钢筋笼及浇筑砼的翼缘上打洞情况

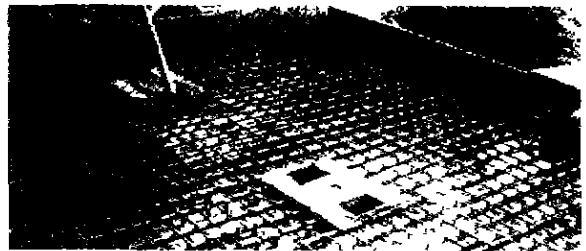


图4 固定T梁预应力节点用钢斜杆在桥面的孔洞图

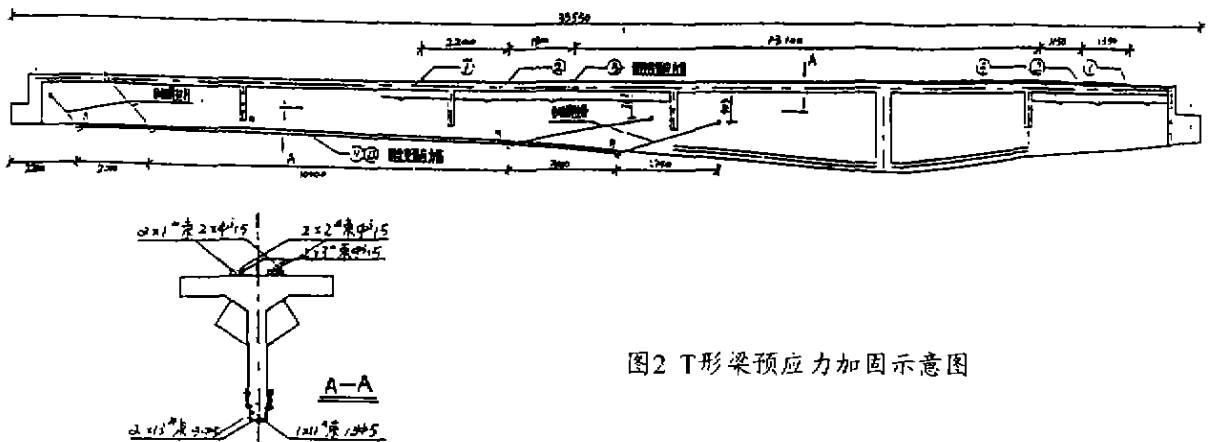


图2 T形梁预应力加固示意图

体外预应力

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。

(2) 梁底体外预应力筋的处理 (图2)

预应力筋两端的承压铁块是固定在Φ40斜向拉杆端部及梁底部，斜拉杆的另一端是与梁上部铰接，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留锚头的工作长度。

针对以上难点，此处工序为：下料 → 锚锚杯处的铆头 → 穿束（套管） → 锚锚板处铆头 → 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，后用塑料布裹紧，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长锚头，然后后移复位。

3、张拉与锚固

(1) 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形梁始终承受静、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。

(2) 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，以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。

(3) 梁底的体外预应力，锚具采用DMS-9、

DMS-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，最终而采用加套方法，这样增大了延伸量的调节宽度，针对第二问题，先用合适的千斤顶，并与设计院共同研究，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。

4、预应力筋的防腐保护处理

(1) 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砼内，既和砼很好粘结，又不用再进行防腐保护。

(2) 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售能滑动伸缩，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，另一端采用水泥封密，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。

5、张拉控制应力与伸长值：

梁顶束：

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

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

取 $N=200\text{kN}$

梁底束：

$$\sigma_{con}=0.57 \times f_{pk}=0.57 \times 1860=894.9\text{MPa}$$

$$N_1=894.9 \times 19.6 \times 9=157860\text{N} \quad \text{取} N=158\text{kN}$$

$$N_{18}=894.9 \times 19.6 \times 18=3157200\text{N}$$

取 $N=316\text{kN}$

(下转第39页)

2、扁锚的几何尺寸的影响

扁锚是交通部公路规划院在铜陵长江大桥建设中开发应用的,短短几个月中,目前在桥梁建设和房屋结构中已得到广泛应用。工程实践中发现扁锚亦有许多不完善之处,应用时要看用在结构的什么部位,不可到处乱用。

扁锚目前有2孔、3孔、4孔、5孔等四种形式,2孔和3孔问题不大,主要是4孔和5孔扁锚板及锚板边孔的几何角度,按设计的要求是3.5~5度,钢绞线在端部分布成扇形状。但实际产品的几何角度,多数达不到设计要求而偏小。现场张拉时是逐根张拉独立锚固。而做锚固性能试验时是逐根预紧、整束张拉,一般情况下很难通过。

其次就是锚板上的孔,加工时不成一条线,而有偏位现象,这样张拉时容易产生偏心受力,试验时劈成两半,最近宁靖盐高速公路施工中也出现过、非常危险。

3、锚夹片的硬度对锚固性能的影响

① 夹片的硬度的影响

根据夹片的设计硬度指标HRC58-64或HRA78-84,通过热处理必须达到,否则很难锚住。但是,也不能再提高,否则夹片会开裂甚至碎掉。试验中已出现过。

② 锚板硬度的影响

对于锚板的硬度要求,一般为HRC17-30或HB200-300,但目前有一种降低硬度要求的趋势,甚至对锚板不热处理。市场上已有这种产品出现,锚板采用的材料有区别,一般采用40Cr。对锚板降低硬度以后,会否产生大的锚具变形影响,目前还没有试验数据来证明,笔者认为,锚板的硬度可以适当降低,但不可以取消硬度指标的要求。

五、几点建议

1、锚具生产性能有资质,政府主管部门必须归口管理和严格审查,无资质厂家坚决制止。

2、锚具生产必须规范化,对材料的选用和质量要求规范中必须强行规定。

3、锚夹片的硬度指标,规范中没有的必须给予补充规定。

4、加强对锚具的质量检测和监控,无检测报告不准施工,坚决杜绝伪劣锚具进入市场。

5、钢绞线的生产,其极限强度的上限必须加以限制,强度等级1860MPa的其上限不能大于1950MPa。若钢绞线的强度等级今后发展到2000MPa或2100MPa,其锚具的设计也应跟上。否则两者很难配合。

(上接第21页)

伸长值: 钢丝束 1束=113.7mm

2束=95.5mm

3束=80.2mm

钢束 11束=73mm

12束=53.6mm

四、加固后的效果

整体加固完毕后进行载重试验,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。

通过这次以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。

注: 本文原载于2000年5月东南大学华东预应力技术联合开发中心、江苏省土建学会预应力学术委员会《迎接新世纪的华东预应力技术论文集》。