

文章编号:1009-6825(2007)20-0315-02

预应力 T 型刚构桥的检测及加固

邓祖华 孙玉华 王 键

摘 要:通过对主跨为预应力 T 型刚构的安徽省某桥进行详细的检测,获得了现状数据,在此基础上对该桥做了相关结果分析,掌握了该桥的工作状况,并按照远景的使用要求,提出了合理的加固改造方案。同时针对出现的接缝质量问题,对接缝位置的选择和预应力筋锚固端的处理提出了相关建议。

关键词:T 型刚构桥,桥梁检测,旧桥加固

中图分类号:TU448.23

文献标识码:A

1 桥梁概况

该桥位于安徽省芜湖市境内,桥梁全长近 400 m,整个工程于 1992 年完成,桥梁具体资料如下:

1) 桥孔布置:5 × 30 m(简支梁) + 25 m(半挂梁) + 55 m(T 构) + 25 m(挂梁) + 55 m(T 构) + 25 m(半挂梁) + 2 × 30 m(简支梁);2) 桥面宽度:行车道宽 15 m,两侧人行道各 1.5 m;3) 荷载等级:汽车—超 20,挂—120;4) 主桥为带挂梁的预应力混凝土 T 型刚构,引桥为预应力混凝土简支 T 梁桥。T 构横截面为双箱单室截面,挂梁和引桥均为带马蹄的 T 型截面;5) 上部结构采用 40 号混凝土,纵向预应力钢束为 7 × 7^Φ45 钢绞线;6) T 构采用满布脚手架就地浇筑施工,挂梁采用预制安装施工。

2 桥梁现状调查

2.1 外观检查

1) 挂梁:整跨主要控制截面无结构受力裂缝,两侧边梁翼缘板泻水孔附近规律地出现近似沿桥向等间距的漏水、混凝土腐蚀、露筋、钢筋锈蚀等病害。

2) T 构(箱梁截面):南、北两悬臂,东、西两幅除牛腿附近外,底板、腹板均无主要结构受力裂缝;东、西两幅箱梁外侧腹板混凝土表面出现了不少蜂窝、麻面,两侧翼缘板泻水孔附近有漏水、混凝土轻微腐蚀以及少许露筋、钢筋锈蚀现象;东幅箱梁外侧(东)腹板出现 60 cm 长,宽度 0.1 mm 左右的裂缝。

3) 牛腿:挂梁牛腿处、T 梁倒脚处出现部分露筋、钢筋锈蚀以及纵向裂缝,横隔板连接处出现竖向裂缝,混凝土挡块施工位置不合理,已参与结构受力;北 T 构北臂牛腿附近横隔梁跨中偏东幅 50 cm 左右有条 45 cm 长竖向裂缝,偏西幅 20 cm 左右处有 80 cm 长的竖向裂缝并延伸至梁底板。

2.2 箱梁内检查

1) 该桥接缝质量较差,几乎每处接缝痕迹可见。主墩各墩顶处的顶板和倒角处都有严重的接缝质量问题,存在严重的渗水问

题。2) 箱梁主要存在三类受力裂缝:a. 在主墩墩顶处,西侧箱梁的横隔板(0 号块横隔板)均存在拉力裂缝。该裂缝只可能在施工过程中出现,且与固结有关。起先,横隔板支承在墩中心的临时支座上,形成了双悬臂结构,中间区域处于负弯矩区,而出现裂缝的截面正好位于人孔处(该截面削弱),当体系转换后,开裂截面处在正弯矩区。b. 顶板横向跨中存在纵向的底面裂缝,缝宽一般在 0.15 mm 左右。c. 腹板存在为数不少的斜裂缝,经检查共发现 29 条斜裂缝,主要分布在 0 号~1 号块和 0 号~2 号块之间,甚至存在个别竖向剪力缝,由于接缝质量较差,接缝截面受到削弱,而且该接缝处无腹板下弯或上弯束,从而产生直接竖向剪力缝。

3 结果分析

针对该桥,分别用新规范和旧规范进行了使用性能的验算,拘于篇幅的限制,仅对新规范的验算进行说明。

3.1 作用效应组合

1) 公路桥涵结构按承载能力极限状态设计时,应采用以下两种作用效应组合:a. 基本组合——永久作用的设计值效应与可变作用设计值效应相组合;b. 偶然组合——永久作用标准值效应与可变作用某种代表值效应、一种偶然作用标准值效应相组合。

2) 公路桥涵结构按正常使用极限状态设计时,应根据不同的设计要求,采用以下两种效应组合:a. 作用短期效应组合——永久作用标准值效应与可变作用频遇值效应组合;b. 作用长期效应组合——永久作用标准值效应与可变作用标准永久值效应组合。

文中计算极限承载能力采用:结构自重 + 汽车荷载 + 人群的基本组合以及正常使用验算时的作用短期效应组合。

3.2 计算分析按照原建模型,荷载标准采用公路一级

1) 承载能力极限状态验算。极限承载能力较高,结构承载力设计值与作用效应最不利组合值(考虑结构的重要性系数)之比不小于 1.25,而按照旧桥规计算出相应的比值为 1.18,本桥在适应新桥规方面承载能力有所提高。

The application of ANSYS's sub-models technique in bridge analysis

SUN Ze-shi WANG Feng

Abstract: The concept of sub-model is briefly introduced as well as analysis procedure of ANSYS's sub-models method. Combined with one calculation example of bridge the application and operation method of engineering numerical simulation software-ANSYS's sub-model method is elaborated in order to promote the application of this technique.

Key words: sub-model method, local structure, finite element analysis

收稿日期:2007-02-13

作者简介:邓祖华(1983-),男,东南大学交通学院硕士研究生,江苏南京 210096

孙玉华(1970-),女,工程师,中国石油管道公司天津分公司,天津 300280

王 键(1956-),男,工程师,东南大学交通学院,江苏南京 210096

2) 正常使用极限状态验算。按规范 J TJ D60-2004 第 4.1.7 条规定,按短期效应组合进行混凝土结构的抗裂应力验算。a. 正应力验算:本桥设计为全预应力混凝土结构。根据交通部部颁桥涵有关规范规定:全预应力混凝土构件,构件在最不利荷载组合下控制的正截面的受拉边缘不允许出现拉应力。受压区混凝土的最大压应力应符合 $k_c + p_t \leq 0.5f_{ck}$ 。由计算可知,除牛腿处个别正截面出现很小的拉应力之外,其余所有 T 构正截面应力都符合规范要求,即正应力都为压应力,且压应力符合规范要求。b. 主应力验算:结构的抗剪可以通过混凝土主应力来控制,在使用荷载作用下,预应力混凝土受弯构件的混凝土主拉应力应满足公路桥涵规范规定,即全预应力混凝土构件,在作用(或荷载)短期效应组合下,预制构件 $\sigma_{tp} \leq 0.6f_{tk}$,现场浇筑(包括预制拼装)构件 $\sigma_{tp} \leq 0.4f_{tk}$ 。在使用荷载作用下,混凝土主拉应力满足 $\sigma_{tp} \leq 0.5f_{tk}$ 时,箍筋仅需按构造要求设置,否则按规范要求箍筋设计。

由计算可知,主桥 T 构所有截面主压应力都满足 $\sigma_{cp} \leq 0.6f_{ck}$ 的要求,而绝大部分主拉应力都满足 $\sigma_{tp} \leq 0.4f_{tk}$ 要求,仅主桥 T 构个别点主拉应力超过规范要求,最大超出 55% 左右,这和现场检查发现的斜裂缝位置较为吻合。

其中, σ_{cp} 为混凝土主压应力; σ_{tp} 为混凝土主拉应力; f_{ck} 为混凝土轴心抗压强度标准值; p_t 为由预应力产生的混凝土法向拉应力; k_c 为由作用(或荷载)标准值产生的混凝土法向压应力。

4 桥梁加固改造方案

通过对该桥进行的调查分析和结构检测,依据查明的现状及存在的问题,拟制加固改造方案如下:

1) 该桥的主要病害是主桥墩顶处附近的桥面铺装开裂、漏水以及箱梁顶板接缝处漏水。因此,保证桥面铺装混凝土的不开裂及防水至关重要。专门的防水层虽然可以防水,但在本项目需首先设置三角形调平层,将桥面铺装混凝土分为两层,而三角形调平层容易损坏且施工困难,影响桥面铺装的整体工作,因此方案取消三角形调平层及专门的防水层,采用整体的防水混凝土桥面铺装;同时桥面铺装采用铣削型钢纤维混凝土并植筋,而且在桥面铺装较厚的部分采用双层钢筋网。

2) 采用碳纤维布对箱梁顶板进行粘贴加固,但粘贴的长度不宜超过箱梁顶板宽度。对箱梁的腹板建议采用粘贴钢板加固,粘贴加固的范围应根据计算确定。

3) 为防止超重车辆在箱梁之间行驶,在桥面中央设双黄线并加突起路标。

4) 对箱梁顶板漏水的接缝处进行压力灌浆封缝,同时还可结合在桥梁两悬臂端加载等措施,一并实施。

5) 对已严重开裂的桥梁两悬臂端横梁进行维修加固设计。

6) 为保证桥面铺装的质量,主桥桥面铺装的施工封闭交通。同时为减少封闭交通的时间,应详细做好施工组织设计,合理安排施工工期。

7) 为防止外露混凝土的碳化及美观需要,结合本次维修加固工程,采用 107 胶水泥浆对全桥进行一次性涂装。

5 预应力 T 型刚构设计的两点建议

接缝的存在是施工中不可避免的,如果水从接缝处流至预应力筋锚固端,极易引起预应力筋的腐蚀。针对此情况,文中提出如下两点建议:

1) 由于接缝位置的选择,既要考虑到施工的限制,又要考虑结构受力的合理性。以往常常将主梁的接缝选择在桥墩顶部的墩梁固结处,认为这样可以方便工作的进行。事实上这样做并不十分合理。首先,墩梁固结处恰恰是主梁所承受的剪力和负弯矩的峰值处,是结构的关键部位,将拼接缝设在如此关键部位显然不妥。较为理想的主梁接缝位置应选择在主梁正、负弯矩均较小的恒载反弯点附近,以避免墩顶的内力峰值区域,充分发挥刚构桥梁有利的受力特点。

2) 水如果流进预应力筋锚具区,极易导致预应力筋的腐蚀。Zivanovic 在 2002 年发表了一份报告《Durability Specifics for Prestressing》,这份报告总结了 2001 年 9 月在 Ghent 大学举行的《后张预应力筋耐久性》,会议中由各国发现在后张预应力存在的问题,同样认定设计的缺陷在于预应力筋锚头缺乏保护层,且发现出现在 1950 年~1970 年间使用的预应力筋对应力腐蚀非常敏感,脆断的可能在增加,故应对预应力筋锚具区进行必要的防护。指出在封锚区,利用环氧树脂将接头全部封锚的防腐效果要比不进行封锚好,但同时也指出,若是封锚的树脂没有完全覆盖整个接头的话,防腐效果与不使用环氧涂层一样。因此,建议在预应力封锚区应用环氧树脂将接头全部封锚。

6 结语

我国幅员辽阔,公路里程多,在不到 50 年的时间(特别是近 10 年)修建了大量的大、中跨径预应力混凝土桥梁。这些桥梁都已经经过多年的使用,均存在不同程度的损伤,有的桥梁问题比较突出,病害比较严重,有的桥梁问题还没有出现,但存在隐患。文中给出了该桥的检测内容、加固措施及相关建议,以期给类似桥梁的改造提供参考。

参考文献:

- [1] 姚玲森. 桥梁工程[M]. 北京:人民交通出版社,2002. 195-200.
- [2] 王巾帅. 公路旧桥的加固与管理[J]. 北方交通,2006(8):52-53.
- [3] 吴宝兴. 七里大桥预应力混凝土 T 型刚构加固设计[J]. 华东公路,2003(5):6-8.

Detection and strengthening of prestressing T type rigid member bridge

DENG Zr-hua SUN Yr-hua WANG Jian

Abstract: Via making detailed detection on one prestressing beam bridge which main span is T type rigid member, and getting the existing data, the article makes correlated interpretation of result, grips the working condition, and puts forward the reasonable rebuilding and strengthening scheme, according to long-range operating requirements. Meanwhile, aimed at quality of joints, the article presents suggestions for choosing joints and treating about anchoring side.

Key words: T type rigid member bridge, bridge detection, existing bridge strengthening