文章编号：1001-4888(2017)04-0535-08

预应力钢棒加固 T 梁桥横隔板试验研究*

邓鸣[1,2]，张建仁[1]，王磊[1]，何立忠[2]，戴理朝[1]
(1.长沙理工大学土木与建筑学院，长沙 410114；2.天津市交通科学研究院，天津 300074)

摘要： 针对 T 梁桥横隔板开裂、破损的问题，采用预应力钢棒对 T 梁横隔板进行加固。本文根据 T 梁桥的结构特点，提出了预应力钢棒的张拉位置及张拉力大小的确定原则，对横隔板的受力进行了分析。加固过程对横隔板裂缝宽度、张拉力进行了监测；对加固前后相同位置的受力情况进行了对比分析。结果表明：预应力钢棒加固 T 梁后，横隔板储备的压应力可以抵消活载产生的拉应力，横隔板裂缝宽度大大减小，且在荷载作用下裂缝不再扩展；桥梁横向分布性能大大改善，主梁挠度最大可以减少 20%以上。采用预应力钢棒加固 T 梁横隔板效果良好。

关键词： T 梁桥；横隔板；预应力钢棒；横向分布系数；加固
中图分类号： U442 **文献标识码：** A DOI：10.7520/1001-4888-16-157

0 引言

T 梁桥由于具有结构简单、受力明确、架设安装方便等优点，在我国公路桥梁中得到了广泛应用。增强 T 梁桥横向刚度的横隔板，在增强横向联系、保证桥梁整体性方面起着至关重要的作用。然而，随着运营时间及承受荷载的不断增加，横隔板的开裂、破损已经成为 T 梁桥的主要病害之一。如果不对其进行加固，会导致裂缝逐渐变大，进而对桥梁的横向分布产生较大的影响，严重时甚至会出现单梁受力的情况[1,2]，从而影响桥梁结构的安全。此外，横隔板破损造成的混凝土桥面铺装层裂缝，对结构耐久性也有很大影响，水分沿裂缝流入，造成翼板钢筋腐蚀。腐蚀钢筋锈胀，又会引起混凝土局部破损，使钢筋外露，从而腐蚀将进一步加剧。因此必须采取有效的措施对横隔板进行加固，加强各片梁之间的连接，提高结构整体性能。

目前常见的 T 梁横隔板加固方法有：桥面铺装加固法[3]、扩大截面法[4]、粘贴钢板法[5,6]、T 转箱(转换截面形式法)[7]、体外预应力法[8]等。李波等[9]通过加固前后荷载试验对比分析，研究了采用桥面铺装法和钢板加固法后 T 梁桥横向分布性能的改变，同时采用两种方式加固效果更好；王光辉等[10]通过理论分析，对纵横梁加固 T 梁桥中新建横隔板数量及位置、新建纵横梁刚度等进行了参数分析。桥面铺装加固法、扩大截面法、增加横隔梁法等方法增加了结构自重，对结构影响较大；而体外预应力法对桥梁的改动小，不需要增加桥梁自重，且对桥梁的病害能起到较好的作用。本文首次提出了采用预应力钢棒加固 T 梁横隔板的方法，通过在加固过程中对结构的监测以及加固前后的荷载试验，对预应力钢棒加固 T 梁横隔板的效果进行验证，为此类工程实践提供技术依据。

* **收稿日期：** 2016-08-26；**修回日期：** 2016-10-11
基金项目： 湖南省交通科技项目(201434)
通讯作者： 邓鸣，博士研究生，高级工程师，从事桥梁检测评估与加固研究。Email：dengming_979@126.com

1 预应力钢棒加固 T 梁横隔板

1.1 预应力钢棒简介

预应力钢棒[11](Steel Bar for Prestressed Concrete)是一种具有高技术含量的新型低松弛预应力筋材,其生产工艺与传统的预应力钢丝、钢绞线有所不同[12]。钢棒作为新型的预应力钢材,在工程实践中常常代替索,成为预应力索很重要的一个分支。近年来,钢棒的应用研究得到了蓬勃发展。如上海新国际博览中心预应力钢棒抗侧力支撑、PC 钢棒预应力混凝土屋面板[13]、深圳会议展览中心箱形钢梁预应力钢棒下弦等。然而,预应力钢棒在桥梁上的应用却极少,在公路桥梁的横向加固中目前尚未见报导。

对比于柔索体系,钢棒张拉锚固体系具有如下的特点:

(1)钢棒自身抗弯刚度较大,自重下垂度相对较小,在实际应用中,只适用于直线索。

(2)其防腐防火性能较强,且防护措施花费较小,工艺也相对简单,通过焊接可以加长。

(3)其锚固端在平面内是铰接,而在平面外是约束的,故其平面外刚度大,相对于柔索,锚固区性能更好,并且构造简单,处理较容易。

(4)张拉方式一般为单端张拉,需要用专用的千斤顶,但张拉工艺相对较为简单,施工较方便,施工过程也较易控制。

(5)工厂成品化生产,结构的整体协调性要好于柔索,但成本相对较高。

(6)自身抗弯刚度较大,无法绕成盘,使其工厂的生产长度受限,这一特性决定其如果作为横向预应力拉索,仅能用于桥宽较窄的结构。

1.2 预应力钢棒加固 T 梁横隔板

体外预应力加固是把具有防腐保护的预应力筋布置在梁体的外部,对梁体施加预应力,以预加力产生的反弯矩抵消部分外荷载产生的内力,达到改善梁的使用功能和提高承载力的目的。在保证板与桥面共同受力的基础上,对桥梁施加横向预应力,从而间接地加强了整体结构的横向整体性,均匀荷载的横向分布,改善桥梁的受力,增强结构对动载冲击、震动、磨耗抵抗能力。

根据预应力钢棒的特点,选择其作为加固 T 梁横隔板的材料。主要加固思路为:在横隔板两侧主梁腹板打孔,穿入预应力钢棒并进行张拉,从而达到施加横向预应力的目的,如图 1 所示。

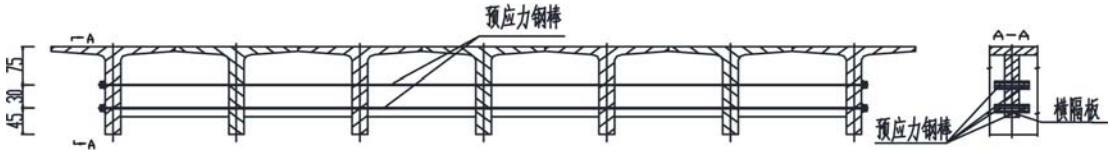


图 1 预应力钢棒加固示意图

Fig. 1 Reinforcement for crossbeam of T beam bridge by steel bar for prestressed concrete

1.3 张拉位置及张拉力的确定原则

自重作用下,横隔板底部所受拉应力较小,横隔板的裂缝主要是由于车辆荷载作用下产生的拉应力造成的。经分析,对于梁宽 1.6m、横隔板间距为 5m 的 T 梁桥,在轴重为 14t 的标准车荷载作用下,横隔板底部的拉应力为 4MPa 左右,超过了混凝土抗拉强度标准值,从而造成横隔板开裂。为解决此问题,笔者提出利用预应力钢棒加固 T 梁横隔板的方案,主要思想为:

(1) 预应力钢棒张拉力在横隔板底板会产生横桥向预压应力,该预压应力抵消汽车活载产生的拉应力,能较好地解决横隔板开裂的问题,达到提高横向刚度的效果。

(2) 由于横向预应力主要施加在横隔板下缘,那么不可避免地会使 T 梁顶部翼板连接处横向产生拉应力。因此,从施工安全性考虑,张拉力的大小应控制在一定范围,确保 T 梁顶部翼板连接处拉应力不超过 1MPa,下缘混凝土横向压应力也不宜超过 10MPa。

(3) 预应力钢棒锚固端对边梁腹板产生的局部压应力不能破坏边梁混凝土。

根据以上计算原则确定被加固横隔板的数目、钢棒数目、规格、位置以及张拉力值。

2　工程实例

2.1　工程概况

某钢筋混凝土 T 梁桥，建于 1989 年，单孔跨径为 21.56m；桥宽 11.5m，横向断面布置为 1.25m(人行道)＋9m(车行道)＋1.25m(人行道)。上部结构为钢筋混凝土 T 梁，混凝土等级为 30 号，梁高1.5m，顶板宽 1.58m，腹板宽 0.2m，每片 T 梁梁底沿高度方向布置 6 排直径为 32mm 的钢筋，钢筋间距为 34mm×5mm，保护层厚度为 50mm，最上层钢筋距梁底 236mm；每孔由 7 片 T 梁组成。顺桥向，每孔有 5 道横隔板，横隔板高度为 1.2m，厚 0.2m。桥梁横断面布置图及半立面布置图见图 2 及图 3 所示。

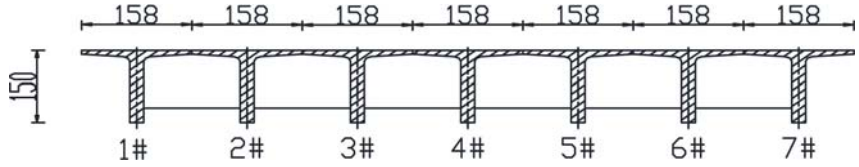


图 2　桥梁横断面布置图(单位：cm)

Fig. 2　Cross section of the bridge(unit: cm)

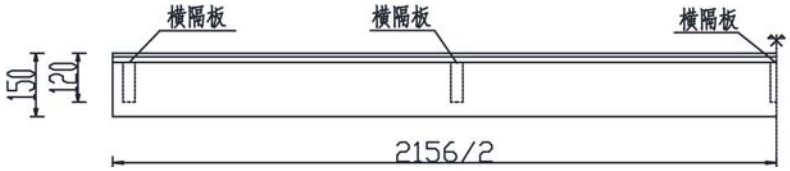


图 3　桥梁半立面布置图(单位：cm)

Fig. 3　Vertical section of the bridge(unit: cm)

根据检测结果，该桥第 3 孔共有 13 个横隔板存在开裂、破损露筋现象，病害横隔板主要位于第二、第三、第四道横隔板。裂缝一般位于每个横隔板跨中下缘，绝大部分为 U 型裂缝。最大裂缝宽度达到 0.69mm，高度发展至横隔板高度的二分之一以上，典型横隔板病害如图 4、图 5 所示。



图 4　T 梁横隔板裂缝

Fig. 4　Cracks in crossbeam



图 5　T 梁横隔板破损

Fig. 5 Breakage in crossbeam

2.2　预应力钢棒加固方案

依据 1.3 节中张拉力的确定原则对横隔板进行计算。将中横隔板近似地视作竖向支撑在多根弹性主梁上的多跨弹性支撑连续梁，当桥梁在跨中有单位荷载 $P=1$ 作用时，各主梁承受的荷载即为横隔板的弹性支撑反力。根据该反力的横向分布影响线可绘制横隔板上某个截面的内力影响线，从而可以确定横隔板最不利加载位置。

为解决 T 梁桥跨中横向分布的问题，根据横隔板的病害分布情况，选择对中间 3 道横隔板进行预应力加固。为准确计算横隔板顶部、底部在车辆荷载及横向预应力荷载作用下的应力变化情况，采用实体单元对全桥进行建模计算。加固之前，由于裂缝的存在，在裂缝高度范围内不考虑混凝土的作用，而

将梁底钢筋等效为刚度相同的混凝土作用在其位置上;在预应力张拉前对裂缝注胶、破损处进行了修复,然后进行预应力张拉,因此加固后,可将横隔板视为完整的结构进行分析。车辆荷载位置为横隔板影响线的最不利加载位置;横向预应力采用集中力进行模拟。有限元模型见图 6 所示。

为确保 T 梁钻孔时不接触到 T 梁受力主筋,钻孔位置应在梁底 23.6cm 以上;为使主梁受到的钻孔损伤尽可能小,选择 Φ16mm 无粘结预应力钢棒。根据 1.3 节确定的计算原则:在横隔板底板产生的横桥向预压应力抵消活载荷载作用下横隔板底板产生的拉应力,进行试算得出加固方案为:每道横隔板采用 4 根 Φ16mm 无粘结预应力钢棒,单根钢棒控制张拉力为 130kN;钢棒分别布置于离梁底 45cm、75cm 处,纵桥向位于横隔板两端 6cm 处。钢棒锚固端设置了 2 块厚 16mm 的钢板叠放,钢板尺寸分别为 440mm×120mm×16mm、440mm×80mm×16mm。

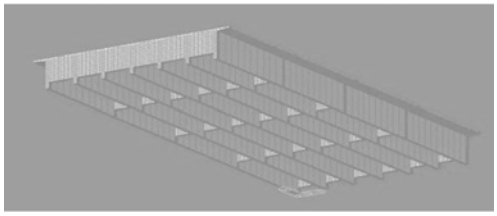


图 6 有限元模型图

Fig. 6 Finite element model

表 1 横隔板应力计算结果

Tab. 1 Calculation results of crossbeam stress

位置		设计活载最大应力(MPa)	加固效应(MPa)
1/4 横隔板	上缘	−1.00	0.12
	下缘	3.86	−3.51
跨中横隔板	上缘	−1.05	0.21
	下缘	4.27	−4.42

注:受拉为正,受压为负。

2.3 预应力钢棒加固计算结果

(1) 桥梁整体计算结果

按上述方案加固后,横隔板受力情况见表 1 所示。可以看出,横向预应力效应基本抵消了活载产生的拉应力,且横隔板上缘不会产生拉应力。变形方面,加固后,桥梁最大上拱 0.6mm。

(2) 锚固区局部计算结果

根据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》[14],受压区应满足:

$$\gamma_0 F_{ld} \leq 0.9(\eta_s \beta f_{cd} + k\rho_v \beta_{cor} f_{sd}) A_{ln} \tag{1}$$

式中,γ_0 为桥梁结构的重要性系数;F_{ld} 为局部受压面积上的局部压力设计值;η_s 为混凝土局部承压修正系数;β 为混凝土局部承压强度提高系数;f_{cd} 为混凝土轴心抗压强度设计值;k 为间接钢筋影响系数;ρ_v 为间接钢筋体积配筋率;β_{cor} 为配置间接钢筋时局部抗压承载力提高系数;f_{sd} 为普通钢筋抗拉强度设计值;A_{ln} 为混凝土局部受压面积。

设置两块钢板后,混凝土局部承载力设计值为 277kN,大于 1.2 倍张拉时的最大压力为 156kN,满足规范要求。

2.4 预应力钢棒加固施工

预应力钢棒加固施工主要流程如下:横隔板裂缝注胶及混凝土破损部位修复−梁体定位钻孔−预应力钢棒穿束−安装锚固板等构件−张拉−锚固−防护处理。需要注意的是,由于桥梁的尺寸跟原设计可能会有所差异,因此加工钢棒前需重新准确测出横隔板的几何尺寸,以免造成钢棒加工的偏差。同时,需确保同一根预应力钢棒的孔洞在一条直线上,如图 7 所示。



图 7 预应力钢棒加固施工

Fig. 7 Construction of reinforcement by steel bar for prestressed concrete

2.5 加固施工测试及试验

为验证加固效果,对整个加固过程的相关参数进行了测试及试验研究,包括:

(1) 加固过程中监测了横隔板裂缝宽度、应力、主梁挠度、钢棒张拉力；

(2) 加固前后对梁体各进行一次荷载试验。均采用同一辆四轴加载车进行试验，车重 454kN。每次加载试验分为 2 个工况，每个工况车辆在桥梁顺桥向布置位置相同，均作用在桥梁的跨中，如图 8 所示；横桥向车辆的一个轮中心分别布设在第 2、3 道绞缝处。

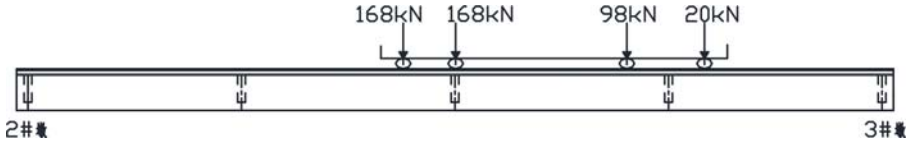


图 8　加固前后试验工况荷载布置示意图

Fig. 8　Load plan of the experiment in each load case

3　加固效果测试及分析

3.1　横隔板裂缝监测结果

对横隔板上最大的裂缝宽度进行监测(为观察方便，加固前该裂缝未进行维修)，裂缝位于第 4＃、5＃梁之间的横隔板上，如图 9 所示。预应力钢棒张拉后，裂缝宽度由原来的 0.69mm 变化为 0.22mm，裂缝宽度变小了 68%。



图 9　张拉过程裂缝宽度监测

Fig. 9　Monitor of crack width in stretching process

在加固前后进行的荷载试验中，仍然选择宽度最大的裂缝进行观测。加固前，在试验荷载作用下裂缝宽度最大变化了 0.99mm；加固后，裂缝宽度基本没有变化。可以看出，通过预应力钢棒加固，横隔板已经产生了一定的预压应力，这对抑制横隔板裂缝的开展有较大的作用。加固前后试验荷载作用下裂缝宽度的变化值见表 2 所示。

表 2　加固前后试验荷载作用下裂缝宽度变化值

Tab. 2　Crack width changes during the experiment load

工况	加固前裂缝宽度变化值(mm)	加固后裂缝宽度变化值(mm)
工况 1	0.90	0.01
工况 2	0.99	0.01

3.2　钢棒张拉力测试结果

预应力钢棒张拉为单端张拉。为了测试张拉过程及运营阶段预应力钢棒的损失，在跨中及 1/4 垮处各选择 1 根预应力钢棒锚固端安装标定好的压力传感器。在张拉端张拉值为 130kN 的情况下，两个压力环读数均为 127.7kN。从结果可以看出，传感器读数与千斤顶张拉读数基本一致，张拉过程预应力钢棒的损失仅为 1.8%。

3.3　挠度测试结果

图 10～图 11 分别列出了 2 个工况下各梁跨中在加固前、加固后的实际挠度曲线及原设计状态下采用刚接板梁法计算的理论挠度值。从图中可以看出，加固后，工况 1 荷载作用下，挠度最大的 3＃梁挠度减小 21.5%，而边梁 1＃的挠度增加了 16.6%；工况 2 荷载作用下，加固后挠度最大的 4＃梁挠度比加固前减小了 21.8%，且各片梁的挠度更加趋于平均，加固前 4＃梁的挠度为 7＃梁的 3.27 倍，而加固后这一比值变为 1.60。

在特定加载工况下[15]，记

$$\eta_k = \frac{f_k}{\sum f_k} \tag{1}$$

式中，η_k 为第 k 片梁横向分布系数；f_k 为第 k 片梁挠度。

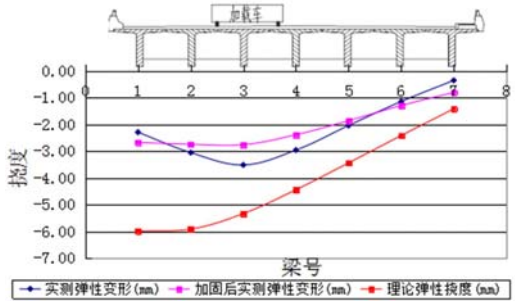


图 10 工况 1 荷载作用下桥梁挠度曲线

Fig. 10 The deflection curves under load case 1

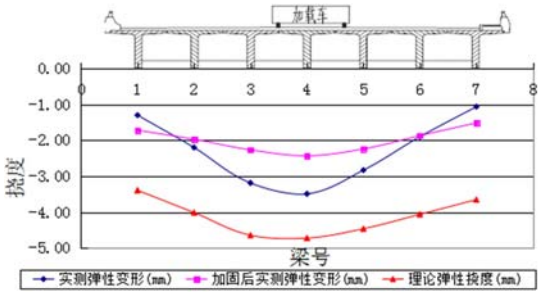


图 11 工况 2 荷载作用下桥梁挠度曲线

Fig. 11 The deflection curves under load case 2

在试验荷载作用下，加固后挠度最大的 3＃梁及 4＃梁的挠度均有明显的变化。分别列出各工况荷载作用下的 η_3 和 η_4 如表 3 所示，其中理论值为采用刚接板梁法计算得到的横向分布系数。

表 3 横向分布系数计算结果

Tab. 3 Calculation result of transverse distribution

横向分布系数	工况	加固前试验值	加固后试验值	理论值
η_3	工况 1	0.231	0.199	0.179
η_4	工况 2	0.215	0.182	0.153

从表 3 可以看出，加固前，由于横隔板存在开裂、破损等病害，荷载位置的梁的挠度占总挠度的比重大，其横向分布系数均比采用刚接梁法的理论值大 30％～40％，这说明横隔板的病害对横向分布具有较大影响，此时采用刚接梁法计算横向分布系数已不合适；采用预应力钢棒加固后，部分横隔板裂缝闭合，能更好地传递荷载，因此横向分布系数大大减小，并接近于理论值，但仍然大于理论值。这说明，张拉预应力钢棒加固后，桥梁的横向刚度明显增大，各梁能更好地分担荷载，桥梁受力更加合理。

3.4 横隔板应力测试结果

由于横隔板存在开裂、破损等病害，为准确测量出横隔板的应力，凿开横隔板底部混凝土，在钢筋上粘贴应变片。在跨中横隔板的 1～4＃横隔板各布设一个应变测点，分别记为 1＃、2＃、3＃、4＃应变片。假设横隔板底部应变与钢筋应变相同，则测得各工况下横隔板底部应力如表 4 所示。

表 4 各工况下横隔板应力结果(单位：MPa)

Tab. 4 The stress result of crossbeam under each condition(unit: MPa)

工况		1＃	2＃	3＃	4＃
预应力钢棒张拉实测值		−3.98	−4.02	−3.76	−3.90
加固前试验	工况 1	0.43	4.00	3.60	3.43
	工况 2	0.17	2.13	2.80	4.37
加固后试验	工况 1	0.30	2.67	2.80	3.07
	工况 2	0.03	1.80	2.73	3.43

注：受拉为正，受压为负。

从表 4 可以看出：(1)横隔板在车辆荷载作用下产生的拉应力明显降低，两个工况作用下应力最大的 3＃及 4＃梁的应力分别降低了 22.2％、21.5％；(2)在预应力钢棒张拉后，横隔板底部已经存在一定的预压力，这部分预压应力大致可以抵消活载产生的拉应力。

4 结论

本文采用预应力钢棒对 T 梁横隔板进行加固，通过对横隔板的受力进行分析，提出了预应力钢棒

加固 T 梁桥横隔板的计算原则，明确预应力钢棒的张拉位置及张拉力大小。根据在一座实体桥梁上的试验结果与理论分析，得到了以下结论：

（1）给 T 梁横隔板施加一个合理的横向预应力，横隔板上的裂缝闭合或可大大减小，并且在设计荷载作用下几乎不扩展。

（2）在车辆荷载作用下，横隔板的应力及 T 梁的挠度最大能减小 20％以上；横隔板的预压应力能大致抵消设计活载产生的拉应力。

（3）T 梁桥在横隔板产生裂缝后，采用刚接板梁法计算横向分布系数将产生较大误差；采用预应力钢棒加固后，桥梁的横向联系得到大大加强，桥梁上的荷载能更均匀地分布到各片主梁上，横向分布系数接近于理论值，但仍然稍大于理论值。

（4）采用预应力钢棒加固后的桥梁，由于预应力的松弛及混凝土的收缩徐变等因素，其随时间的变化规律，有待进一步检验和完善。

参考文献：

[1] 吴亚娟. 装配式中小桥涵病害分析与加固方式研究[D]. 西安：长安大学(硕士学位论文)，2009 (WU Yajuan. Analysis and strengthening method research for disease of midium-small span bridge assembly[D]. Master Thesis of Chang′an University, 2009 (in Chinese))

[2] Razaqpur A G, Ghali A. Design of transverse reinforcement in flanges of T-beams[J]. Journal of the American Concrete Institute, 1986, 83(4):680－689.

[3] REN Weixin, HarikI E. Modal analysis of the cumberland river bridge on I-24 highway in West Kentucky[C]. Proceedings of IMAC-XIX: A Conference on Structural Dynamics, Los Angeles, California, 2002.

[4] 安群慧，王夷. 包神铁路混凝土桥梁横向刚度加固设计方案[J]. 桥梁建设，2009(增刊 2):106－109 (AN Qunhui, WANG Yi. Strengthening design schemes for transverse rigidity of concrete bridges on Baotou-Shenmu Railway[J]. Bridge Construction, 2009(S2):106－109 (in Chinese))

[5] 罗爱道，王晓鸣，周南杰，等. 简支 T 梁横隔板病害与维修加固[J]. 华中科技大学学报，2008，25(1):85－87 (LUO Aidao, WANG Xiaoming, ZHOU Nanjie, et al. Breakage types and reinforcement for crossbeam[J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology, 2008, 25(1):85－87(in Chinese))

[6] 任伟，贺拴海，赵小星，等. 黏贴钢板加固持荷钢筋混凝土 T 型梁模型试验[J]. 中国公路学报，2008，21(3):64－68 (REN Wei, HE Shuanhai, ZHAO Xiaoxing, et al. Model test on preloaded RC T-beam strengthened by bonded steel plates[J]. China Journal of Highway and Transport, 2008, 21(3):64－68 (in Chinese))

[7] 薛予生. 某 T 梁桥的新型加固方法[J]. 中外公路，2005，25(6):102－105 (XUE Yusheng. A new strengthening method of T beam bridge[J]. Journal of China & Foreign Highway, 2005, 25(6):102－105 (in Chinese))

[8] 姚京川，杨宜谦. 山西霍州汾河铁路桥加固效果评估试验[J]. 实验力学，2005，20(1):146－151 (YAO Jingchuan, YANG Yiqian. The evaluating test of reinforcement effect for railway bridge across the Fen River in Huozhou of Shanxi Province[J]. Experimental Mechanics, 2005, 20(1):146－151 (in Chinese))

[9] 李波，武建，汪永兰. 在役装配式简支 T 梁桥加固前后横向分布系数试验研究[J]. 中外公路，2015，35(5):167－170 (LI Bo, WU Jian, WANG Yonglan. Experiment research of transverse distribution of T beam bridge assembly[J]. Journal of China & Foreign Highway, 2015, 35(5):167－170(in Chinese))

[10] 王光辉，韦成龙，朱洲洲. 纵横梁拓宽加固既有 T 梁桥的参数分析[J]. 世界桥梁，2015，43(5):85－90 (WANG Guanghui, WEI Chenglong, ZHU Zhouzhou. Parametric analysis of widening stringers and floor beams of strengthen existing T beam bridge[J]. Wolrd Bridges, 2015, 43(5):85－90 (in Chinese))

[11] 王珂，折媛，张朝晖，等. 预应力混凝土用钢棒的研究现状[J]. 钢铁研究学报，2014，26(11):1－5 (WANG Ke, SHE Yuan, ZHANG Zhaohui, et al. Current situation of research on steel bars for prestressed concrete[J]. Jorunal of Iron and Steel Research, 2014, 26(11):1－5 (in Chinese))

[12] 李铁. 预应力钢棒张拉锚固体系的研究[D]. 南京：东南大学(硕士学位论文)，2004 (LI Tie. Research on tension and anchor system of prestressed steel rod[D]. Doctor Thesis of Southeast University, 2004 (in Chinese))

[13] 方敏华. PC 钢棒预应力混凝土屋面板受力性能试验研究[J]. 建筑结构，2013，43(18):74－77 (FANG Minhua. Experimental study on load bearing behavior of prestressed concrete roof-slabs using PC steel wires[J]. Building

Structure, 2013, 43(18):74－77 (in Chinese))

[14] JTGD62－2004. 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S]. 北京:人民交通出版社, 2004 (JTGD62－2004. Code for design of highway reinforced concrete and prestressed concrete bridges and culverts[S]. Beijing: China Communications Press, 2004(in Chinese))

[15] 韦立林, 王文宁, 王建军. 简支梁桥荷载试验横向分布系数分析方法[J]. 广西大学学报, 2007, 32(2):183－185 (WEI Lilin, WANG Wenning, WANG Jianjun. The method for analyzing transverse distribution factors in load test of simple supported bridge[J]. Journal of Guangxi University, 2007, 32(2):183－185 (in Chinese))

Experimental Study of T-type Beam Bridge Transverse Diaphragm Reinforcement by Prestressed Steel Bar

DENG Ming[1,2], ZHANG Jian-ren[1], WANG Lei[1], HE Li-zhong[2], DAI Li-zhao[1]

(1. School of Civil Engineering & Architecture, Changsha University of Science & Technology, Changsha 410114, Hunan, China;
2. Transportation Research Institute of Tianjin, Tianjin 300074, China)

Abstract: In order to solve the problem of T beam transverse diaphragm cracking and damage, the T beam transverse diaphragm is reinforced by prestressed steel bar. In this paper, according to the structural characteristics of T beam bridge, determination principle of the tension position and the tensile force size of prestressed steel bar are put forward, then, force analysis of transverse diaphragm is carried out. During the process of reinforcement, the crack width and tensile force size of transverse diaphragm were monitored, and the stress at the same position before and after reinforcement was comparatively analyzed. Results show after the reinforcement of T beam bridge by prestressed steel bar, the residual compressive stress in transverse diaphragm can cancelthe tensile stress produced by live load, the crack width of transverse diaphragm is greatly reduced, and the crack no longer propagates under the loading action. The lateral distribution of bridge is greatly improved, and the deflection of main beam reduces more than 20%. So, the effect of T beam transverse diaphragm by prestressed steel bar is good.

Keywords: T-type beam bridge; transverse diaphragm; prestressed steel bar; transverse distribution coefficient; reinforcement