

先张法预应力双T板台座的设计与施工

窦勇芝 向宝城 梁洪英

(柳州欧维姆工程有限公司 广西柳州 545005)

摘要:结合工程实例主要介绍了一种用于先张法预应力双T板预制的中小型台座结构型式,及相关的强度、刚度和稳定性的验算方法,最后重点介绍了台座施工中需注意的相关事项。

关键词:先张法 台座 设计 施工

引言

随着预应力技术的不断发展和推广,已广泛地运用于各个领域。根据预应力筋张拉先后顺序,分先张法和后张法两种方法。先张法具有施工工艺简单、能大批量生产、经济和质量稳定的特点,主要广泛地应用于房屋建筑中的空心板、多孔板、槽形板、双T板、V形折板、托梁、檩条、槽瓦、屋面梁等;道路桥梁工程中的轨枕、桥面空心板、简支梁等;在基础工程中应用的预应力方桩及管桩等。但先张法施工前得先建立临时张拉台座。而台座是先张梁板预制场最关键的大型临时设施,用于承受张拉预应力钢筋时的反力。台座的设计是否安全可靠直接关系到预应力梁板是否能制作成功、操作人员及设备是否安全,同时台座的设计是否合理也直接影响到预制梁板的施工进度和质量。本文结合金秀河净化、美化项目试点工程107片先张法预应力双T板预制场台座的设计与施工,作重点介绍。

1 预制场的总体布置

由于需要生产的双T板数量较大,同时工期也较紧,为确保在合同规定的工期内保质保量地完成施工任务,同时考虑到双T板安装及当地实际场地限制的情况,项目部决定在 $30 \times 17\text{m}$ 场地设置双T板预制场,该场地表层为杂填土,下层为砂质粘土。

预制场分为预制区、存梁区、搅拌站、仓库、钢筋制作区。预制区共设置6m双T板台座4道,长度27.5m,每道台座可同时预制4片6m双T板。整个预制场可同时预制双T板16片。

2 先张法预应力台座的设计

2.1 双T板的断面型式

先张法双T板预应力筋为 $\phi^s 15.24 (7\phi 5)$ 的高强低松弛钢绞线,每片先张法板梁设计有2根钢绞线,布置在底板呈直线分布,断面型式见图1。

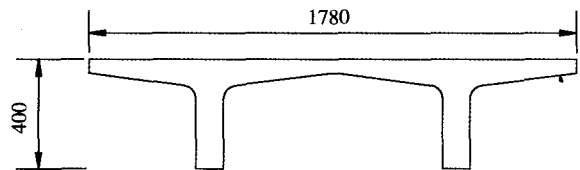


图1 双T板断面示意图(单位: mm)

预应力钢绞线标准强度 $f_{pk}=1860\text{MPa}$,张拉控制应力为 1167.08MPa 。采用YDC240QX型自锚式千斤顶张拉钢绞线。预应力混凝土设计标号为C40。

2.2 台座的设计

先张法台座采用墩式台座,由传力台墩、台座板、台面和横梁等组成,其构造多采取传力墩、台座板、台面共同受力形式,借以依靠自重平衡张拉力,并可减小台墩自重和埋深。

一块台座纵向总长度组成为27.5m,台座两墩之间中心距离3.28m,台座墩宽0.5m,台座的布置及各部位具体尺寸见图2;传力台墩尺寸如图3,台座的各混凝土部分均采用C30混凝土。张拉、锚固横梁截面采用2I45b型钢(如图4),通过2cm厚缀板联结整体受力。

台座的设计计算主要包括:台座的抗倾覆验算,抗滑移验算,传力台墩的配筋计算,钢横梁的选取验算和混凝土台面水平承载力计算等,限于篇幅,本文选取部分进行重点介绍。

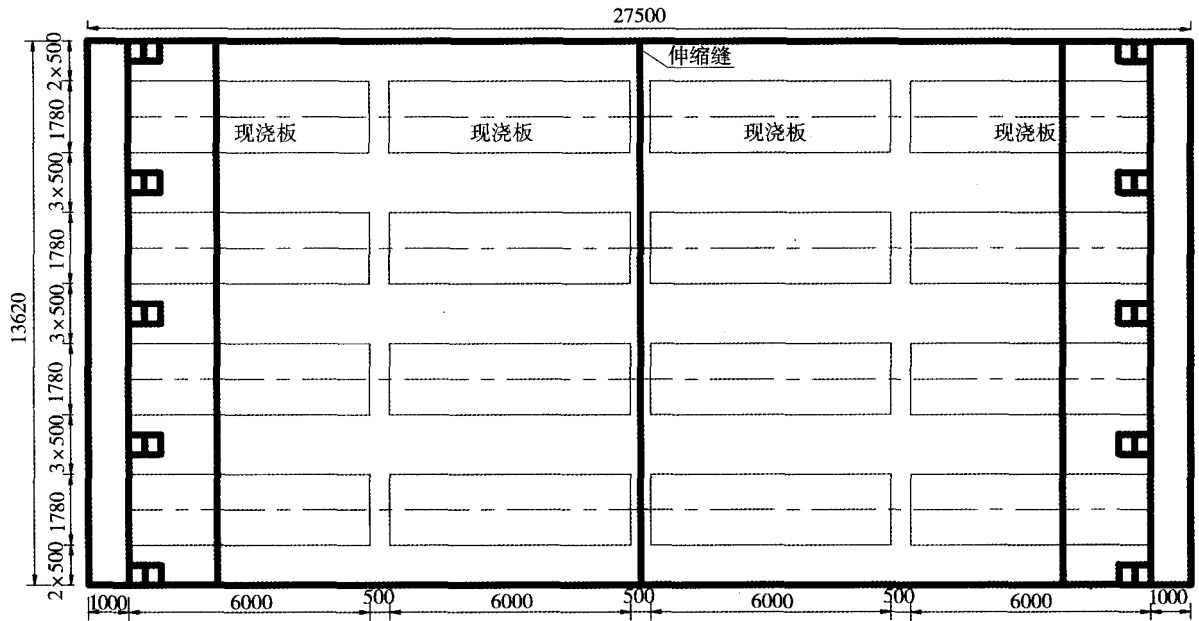


图2 台座平面布置图 (单位: mm)

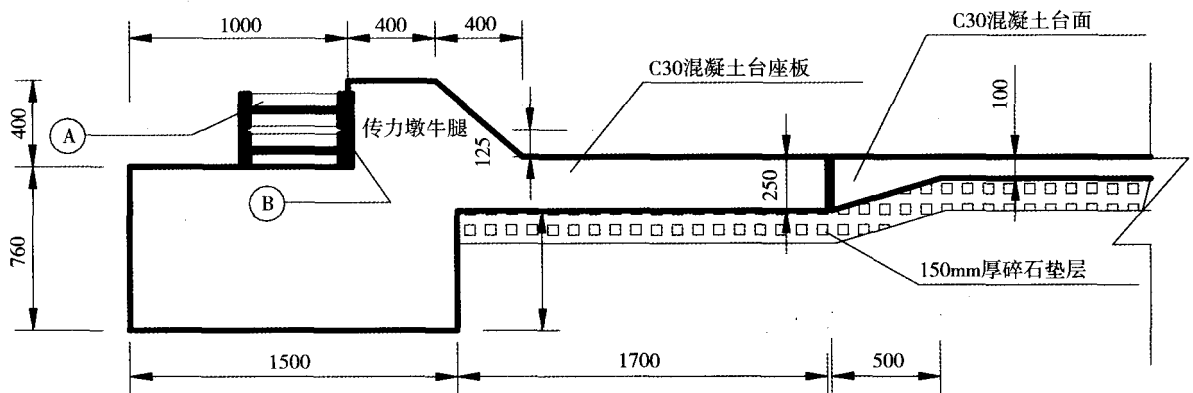


图3 传力台墩尺寸 (单位: mm)

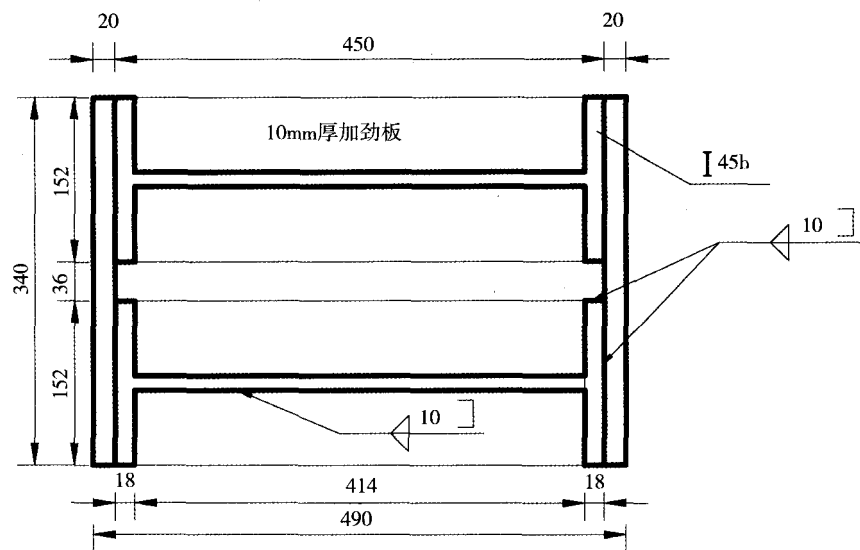


图4 张拉、锚固横梁截面 (单位: mm)

2.2.1 台座的抗倾覆验算

首先建立台座的受力计算模型,当同一个台座中4道台座底板全部张拉完成时,即为台座抗倾覆的最不利受力情况,受力模型见图5。

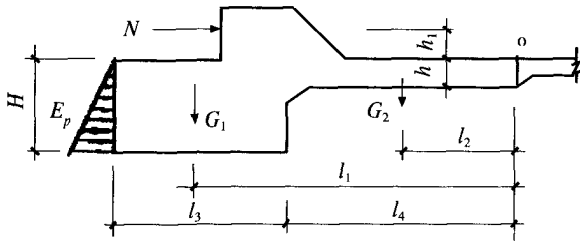


图5 抗倾覆稳定性验算简图

取整块张拉台座作为受力分析对象(如图6),所需各基础数据为:台座各部分混凝土部分均采用C30混凝土现浇,单位重为 24kN/m^3 ,单根钢绞线张拉控制力为 162.224kN 。总张拉力为 $1.03 \times 162.224 \times 8 = 1336.72\text{kN}$ 。

取台座绕O点的力矩,并忽略土压力的作用。

最不利荷载: $N=1336.72\text{kN}$, $G_1=432.1\text{kN}$, $G_2=114.4\text{kN}$, $h_1=0.125\text{m}$, $L_1=2.38\text{m}$,

$L_2=0.7\text{m}$,

则平衡力矩:

$$M_p = G_1 \times L_1 + G_2 \times L_2$$

$$= 432.1 \times 2.38 + 114.4 \times 0.7 = 1108.48\text{kN} \cdot \text{m}$$

倾覆力矩:

$$M_{DV} = N \times h_1 = 1336.72 \times 0.125 = 167.09\text{kN} \cdot \text{m}$$

抗倾覆安全系数^[1]:

$$K = \frac{\text{平衡力矩}}{\text{倾覆力矩}} = \frac{1108.48}{167.09} = 6.63 > 1.5 \text{ (安全)}$$

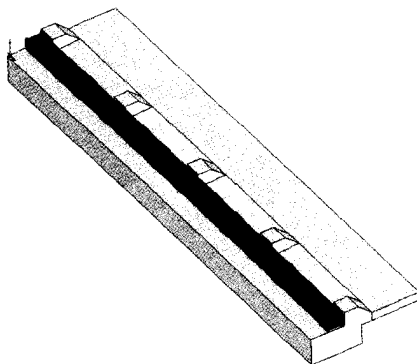


图6 整体张拉台座示意图

2.2.2 台座的抗滑移验算

取整块张拉台座作为受力分析对象(如图7),基底按砂土计算,摩擦系数取0.35。并忽略土压力的作用。

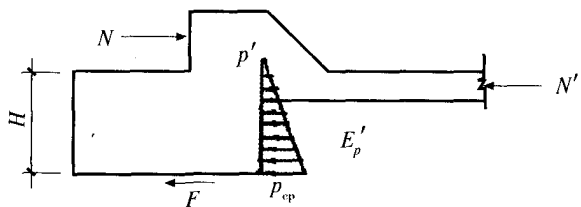


图7 抗滑移验算简图

则滑移力:

$$N_1 = 1336.72\text{kN}$$

抗滑移力:

$$N = N' + F$$

$$= 13.62 \times 300 + 0.35 \times (432.1 + 114.4)$$

$$= 4277.28\text{kN}$$

抗滑移安全系数^[1]:

$$K_c = \frac{\text{抗滑移力}}{\text{滑移力}} = \frac{4277.28}{1336.72} = 3.2 > 1.3 \text{ (安全)}$$

2.2.3 传力台墩的设计

张拉台座张拉端、锚固端使用钢横梁横向通长布置,焊接于预埋在传力台墩的钢板上,钢绞线放张通过超张拉实现。在实际操作中,应特别注意,要准确固定张拉端及锚固端钢横梁与传力柱的接触面位置,否则将直接影响到传力台墩的受力状态。传力台墩按偏心受压构件验算正截面强度,确定主筋面积;另外验算斜截面强度,确定箍筋和弯起钢筋面积;最后验算抗裂性。

经验算,主筋和弯起钢筋选用10根 $\phi 14$ 的HRB335钢筋,水平箍筋选用 $\phi 8$ 的R235钢筋,纵向间距20cm。传力柱的配筋图见图8。

2.2.4 钢横梁的计算

张拉端及锚固端均设有钢横梁,张拉端、锚固端的钢横梁是整体通长焊接在传力台墩上固定的,钢绞线放张通过超张拉实现。当同一个台座中4道台座底板全部张拉完成时,钢横梁受力为最不利工况,通过通用有限元软件建立钢横梁实体模型分析(如图9所示)。

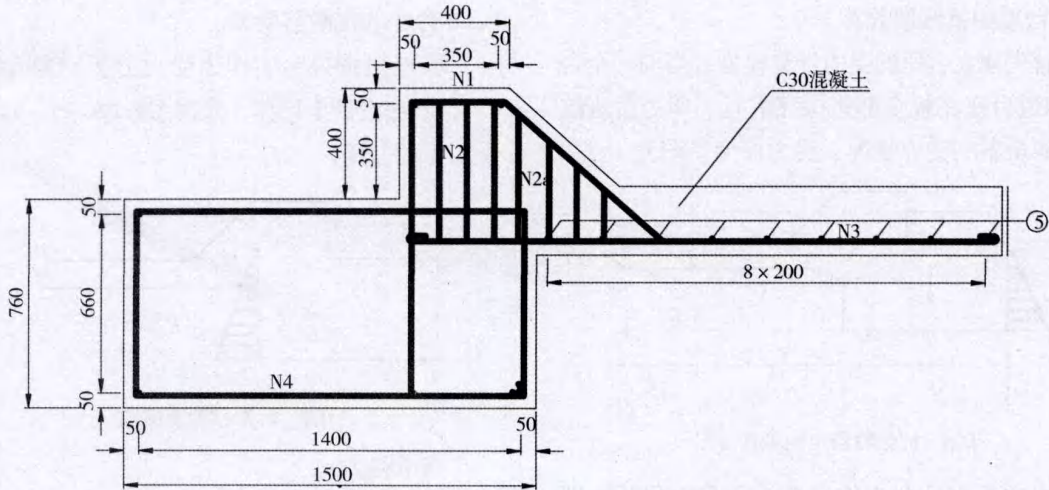


图8 传力台墩配筋图 (单位: mm)

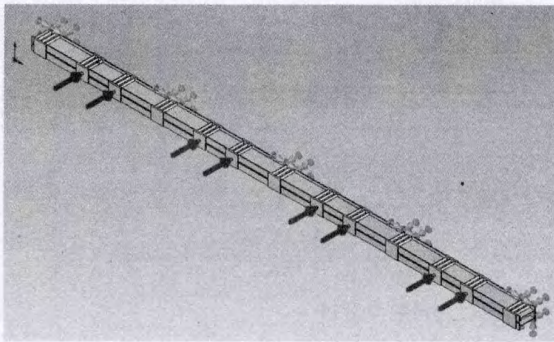


图9 钢横梁模型计算简图 (单位: mm)

钢横梁实体模型单元划分共141776个, 节点划分共275840个。

规范要求^[1], 钢横梁要有足够的强度和刚度, 在受力后产生的挠度要小于2mm。计算结果如表1。

表1 应力和变形计算结果

名称	最大应力/变形	容许应力/变形
	MPa/mm	MPa/mm
第一主应力	88.5	205
第三主应力	195	205
等效应力	139.1	205
τ_{xy} 剪应力	29.7	120
τ_{xz} 剪应力	68.6	120
τ_{yz} 剪应力	76.2	120
合位移	0.6	2

由于篇幅所限, 仅列出部分计算结果 (图10~12)。

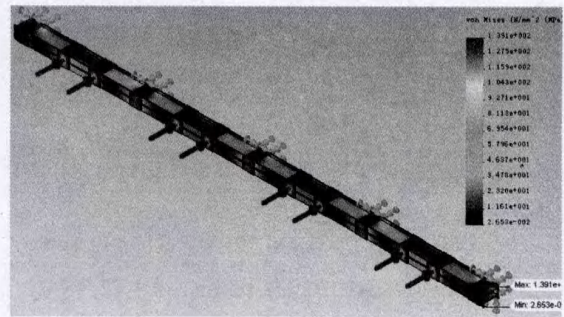


图10 等效应力分布图 (max: 139.1MPa)

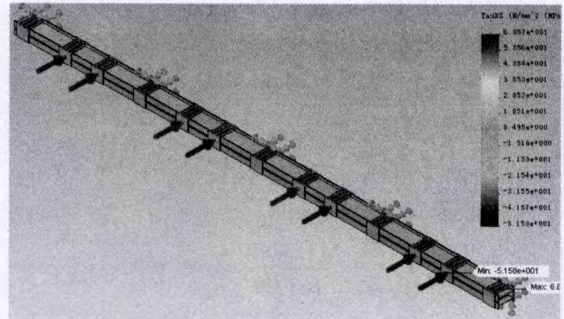


图11 τ_{xz} 剪应力分布图 (max: 68.6MPa)

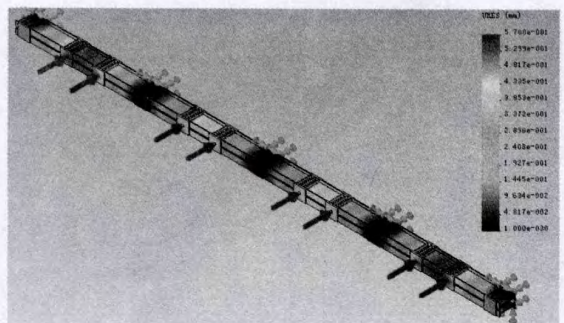


图12 合位移分布图 (max: 0.6mm)

2.2.5 混凝土台面的计算

普通混凝土台面，在夯实地面上铺设一层100~200mm厚碎石，夯压密实，再在其上浇筑一层厚100mm厚C30混凝土。要求密实具有一定抗压强度，能承受预应力台座端头张拉传来的水平力。其水平承载力按下式计算^[2]：

$$P = \frac{\varphi A f_c}{K_1 K_2}$$

式中：P—台面的水平承载力；

φ —轴心受压纵向弯曲系数，取 $\varphi=1$ ；

A—台面截面面积；

f_c —混凝土轴心抗压强度设计值；

K_1 —超载系数，取1.25；

K_2 —考虑台面截面不均匀和其他影响因素的附加安全系数，取1.5；

$$A = 13.62 \times 0.1 = 1.362 \text{ m}^2, f_c = 13.8 \text{ MPa}$$

$$P = \frac{1.0 \times 1.362 \times 13.8 \times 10^6}{1.25 \times 1.5} = 10024.3 \text{ kN} > \text{总张}$$

拉力1336.72kN，故满足要求。

3 先张法预应力台座的施工

3.1 预制场基础的处理

预制场在台座开始施工前，先用挖机将场地的表土清除30cm，在台座范围内用砾石回填40cm，使台座的基础比四周的原地面稍高，用压路机碾压密实，并在横向与纵向距台座5m的地方挖好排水沟，这样就能使在雨天及养生用水可以顺利地排出台座，不至于积聚于台座周围，影响施工作业。

3.2 台座的施工

3.2.1 传力台墩的施工

台座的张拉端及锚固端的台座混凝土需分别一次浇筑成型，保证整体共同受力。传力台墩是台座直接承受张拉力的承力柱。施工中一定要保持左右两柱在安装横梁的一面处于同一条直线上，并垂直于台座轴线，以免立柱承受扭矩或与横梁接触处不平造成应力集中而破坏立柱。所以在安装模板时要保证模板位置尺寸准确、支撑牢固，灌注砼时要振捣密实。需要注意的是，在张拉端台座与钢横梁接触的位置，应预埋厚2cm的钢板，钢板上应焊接钢筋伸入张拉端台座内部，

使钢横梁所受的张拉力能均匀地传到台座上，使该部位不会因局部压力过大而产生混凝土破坏。锚固端则应在台座上预埋焊接固定钢横梁的钢板，所有预埋钢板的位置均应预埋准确。图13为传力台墩施工现场。

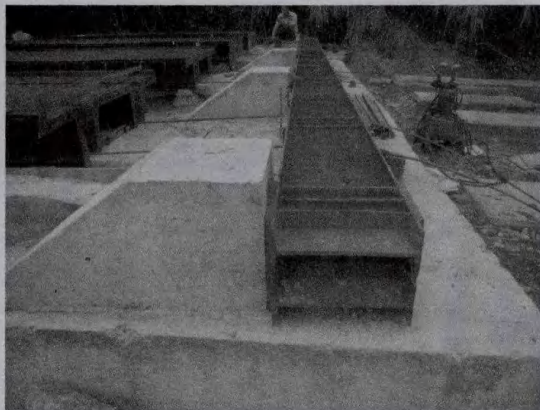


图13 传力台墩施工现场

3.2.2 传力台面的施工

台面是台座重要的受力部位，由于台面是一根细长的受压杆，随着台座的增长，其稳定性越来越小，施工顺直度的好坏，将会影响到台座的受力性能。为了增强台面的稳定性，台面两侧要用土填平夯实。同时在混凝土传力台面施工时，应使用经纬仪观测传力台面模板的顺直度。

3.2.4 钢绞线在两端的锚固装置

钢绞线在张拉完成后，钢绞线的轴心应与传力台墩的轴心基本在一条直线上。因此，钢绞线在张拉端及锚固端的限位装置应定位精确，分别使用单孔锚具锚固（如图14、15所示）。

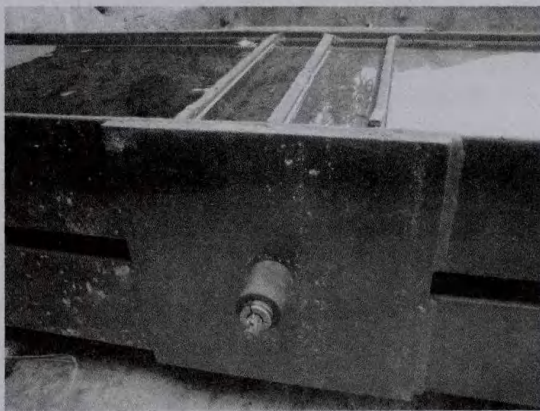


图14 横梁锚固端锚具

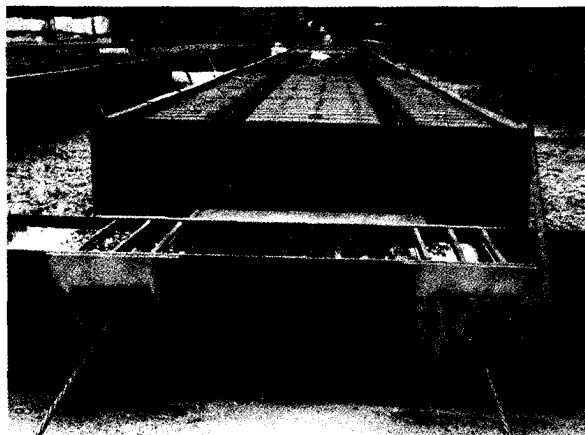


图15 横梁张拉端锚具

3.2.5 观测点的设置

为便于对台座的各部分的受力情况进行分析,在每个台座的传力台面上每隔10m设置了一个观测点,张拉端及锚固端横向也设立3个观测点,每个观测点均用 $\phi 18\text{mm}$ 的Ⅱ级钢筋预埋入混凝土内,并作好明显的标记。

3.2.6 张拉顺序

为保证台座张拉时,受力对称均匀,及张拉力合力与台座的轴心基本在一条直线上,采取逐根、对称、分级张拉,由中间自两侧张拉;放张过程则与之相反。

4 台座的使用情况监控

台座在所有的混凝土强度达到100%后,才能进行双T板的生产。在生产阶段,当一个台座满负荷生产时,对传力台面的起拱度、轴线变形及位移量进行观测,并对张拉端及锚固端的纵向滑移进行观测。实际结果表明,从预制场进行双T板生产到完工结束,传力台面、张拉端及锚固端的起拱度、轴线变形及位移量均在3mm以内,所有的传力台面均没有发现产生裂缝,完全可以满足正常生产的使用安全。

5 结语

经过实践证明,本文介绍的一种适合生产规模较小的预制场简易张拉台座,具有造价低廉、制作简单、施工方便、安全可靠的特点。

由于现场施工场地受限制,未真正实现“长线法”施工。该种台座长度可设计至100~150m,张拉力可达1000~2000kN,能够满足生产中小型构件或多层重叠浇筑的预应力混凝土构件的需要。

参考文献

- [1] JTJ041-2000. 公路桥涵施工技术规范[S].
- [2] 江正荣 编著. 建筑施工计算手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007,7

信息视窗

OVM.M15A型锚具通过美国AASHTO标准试验

近日,柳州欧维姆机械股份有限公司生产的OVM.M15A型锚具顺利通过按美标AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications 进行的静载试验、锚下荷载传递和动载试验。AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications是美国国家公路与运输协会(American Association of State Highway and Transportation Officials, 简称AASHTO)编制的标准。AASHTO是美国最著名的公路与交通联合会,是专业研究交通运输相关问题的机构。

此次试验由国家建筑工程质量监督检验中心组织,柳州欧维姆机械股份有限公司国家级技术中心试验室协作, Bureau Veritas Government

Serivices & International Trade Division (必维国际检验集团政府服务与国际贸易部)参与并见证。

此次试验的成功,标志着柳州欧维姆机械股份有限公司OVM.M15A型锚具的产品性能满足美国标准的要求。这是OVM锚具继通过国际预应力混凝土协会(FIP)、英国BS EN13391:2004、欧洲标准ETAG 013等一系列标准试验之后,取得的又一次成功,证明了OVM锚具的卓越性能,为OVM锚具在海外市场的销售提供了技术和质量保证。

(陈钰烨 韦玮 莫慧韬)