

悬浇桥临时固结采用钢结构工艺的研究分析

武行军

安徽省路港工程有限责任公司 安徽合肥 230022

摘要: 将以往悬浇桥临时固结的砼垫块以工字钢与钢板组成的钢构件取代, 通过验算其稳定性, 并在六安新城二路道桥项目上实施这一技术措施, 以实际应用体现此工艺能够加快进度、减轻作业强度、减少污染及避免梁体沉降等优点。

关键词: 悬浇桥; 临时固结; 钢构件

悬浇桥梁施工过程中, 在梁体由悬臂结构向连续结构转换前, 避免主墩上永久支座过早受力及增加整个悬臂梁体的稳定性, 需对主墩与 0 号块件采用临时固结措施。在梁体完成体系转换之后, 拆除临时固结, 使永久支座受力并能够相对位移, 形成全桥连续结构。

常用的临时固结措施有夹电阻丝硫磺砂浆加钢筋、砂筒加钢筋及钢管桩或砼桩等, 这些结构型式在使用过程中都各有优缺点。夹电阻丝硫磺砂浆加钢筋型式对环境有污染, 且电解电阻丝容易出现故障, 往往不能完全熔化临时支座或不能同时对称熔化而产生不平衡荷载; 砼垫块加钢筋型式在解除临时固结时十分困难, 操作空间有限且砼凿除难度较大; 砂筒加钢筋型式在施工过程中, 因砂筒中的砂子压缩使梁底高程发生变化; 而钢管桩及砼桩型式稳定性不够。因此, 若将钢结构工艺应用于临时固结施工中, 将是一种新型悬浇箱梁临时固结装置, 其主要优点主要体现在便于临时固结且在拆卸时能够迅速拆除。

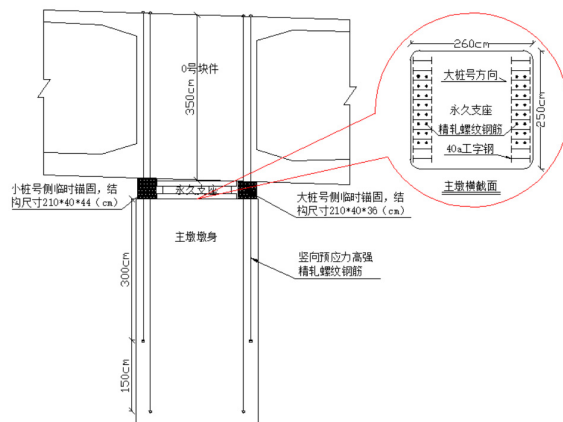
本文将以六安市新城二路道桥项目为试点, 针对悬浇箱梁临时固结的结构型式, 将原设计图纸中夹电阻丝硫磺砂浆及砼垫块加钢筋的型式以钢结构加钢筋型式代替, 并对其进行验算分析。

1、原设计说明与钢结构工艺的设计

新城二路跨滁东干渠桥其梁体为 38+55+30 (m) 的预应力砼变截面连续箱梁。设计采用挂篮悬臂浇筑法施工, 共分 10 个号块, 其中 0#、1#在主墩处采用支架现浇, 10#在过渡墩处支架现浇, 9#为合拢段, 2#~8#为悬浇段。设计中在主墩与梁体间设置了墩梁临时固结构造, 为保证 0#、1#箱梁及悬浇段箱梁在施工过程中 T 形构件的稳定安全, 原设计采用了墩顶两侧分别设置 16 根竖向预应力钢筋, 分别锚入梁体中横梁及墩柱中, 并在墩顶两侧设置长 2.5m, 宽 0.4m, 高 0.37m 的 C50 钢筋砼作为临时锚固垫块, 垫块与梁体底部之间的 3cm 间隙夹一层硫磺砂浆, 并预埋电阻丝。根据以往施工经验, 中间砼垫块在解除临时固结时, 因施工空间较小, 很难凿除, 凿除时间较长, 且采用硫磺砂浆对作业人员身体、环境易产生不良影响, 中间夹的电阻丝也容易出现故障, 往往不能完全熔化临时支座或不能同时对称熔化而产生不平衡荷载。

根据施工现场情况及以往施工经验, 并取得相关单位的同意

后, 本项目的临时固结将以钢结构取代砼垫块, 便于临时固结解除时能够快速拆除。原设计的竖向预应力钢筋按原设计保留, 对墩梁进行抗拉锚固; 钢结构主要是以工字钢与钢板连接形成整体承受来自梁体的荷载, 并将竖向预应力钢筋合理布置在工字钢之间, 形成既抗拉又抗压的临时锚固体。采用 40a 工字钢竖向并排放置, 考虑竖向预应力钢筋需在工字钢之间穿过及对称布置工字钢, 并通过验算, 得出每侧可按放 11 个工字钢, 为形成整体性将工字钢之间间隙用 15mm 厚的钢板连接, 工字钢加上部调平钢板总高度在小桩号侧为 44cm, 大桩号侧为 36cm, 如下图所示:



工字钢焊接前, 应先用高强度等级砂浆将柱顶按放工字钢位置处找平, 并确保工字钢及顶部钢板安装好后, 其构件顶面高程与永久支座顶面高程一致。

临时固结在边跨合拢后, 即可解除, 解除时直接用气割将工字钢从中间分离, 并将上下锚筋割断即可, 可加快施工进度并减少环境污染。

2、临时固结计算

根据本项目的图纸可知: 连续梁最大跨度悬臂浇筑 8 节段, 最大悬臂浇筑长度 26.5m (墩中心至 8 号块端), 墩中心至 1 号块端 5m; 0#、1#节段总自重为 6688.1kN, 2#~8#节段单侧自重为 9032.7kN, 其中 8#节段自重为 1294.1kN, 挂篮自重约 500kN, 人员、机具、风力等平均按 6kN/m; 主墩横截面尺寸为 2.6m*2.5m, 40a 工字钢按放后其中心轴两边距离约 1.6m。

本桥墩梁临时固结方案采用刚性结构,按相关施工规范和图纸设计要求,且不使永久支座过早受力,在悬浇过程中视为永久支座不受力,按临时固结结构承担悬浇荷载和不平衡倾覆弯矩。临时固结结构由受拉的竖向预应力钢筋和受压的工字钢与钢板组成的钢构件来共同完成对墩梁的临时锚固任务。此次只单独将原设计的砼垫块以工字钢与钢板组成的钢构件代替,受拉的竖向预应力高强精轧螺纹钢筋将按原设计布置,以抵抗部分倾覆荷载、侧向拉力及风力荷载等;工字钢与钢板组成的钢构件主要抵抗梁体自重及部分倾覆荷载等。因竖向的精轧螺纹钢筋按原设计布置,受力情况未发生改变,故本文不计算临时固结的抗倾覆荷载验算以及风力荷载的验算,只对工字钢与钢板组成的钢构件的强度、刚度及整体稳定性进行验算。

2.1 箱梁悬臂施工至最后一个节段(8号块)并发生最不利因素即发生最大不平衡荷载时梁体的自重及不平衡荷载对钢构件产生荷载的计算(设计图纸中明确规定临时锚固构造要求箱梁悬臂施工时最大不平衡荷载应控制在20t以内):

1) 0#~8#节段自重: $N_1=6688.1+9032.7*2+500+26.5*2*6=25571.5$ (kN)

2) 最大不平衡荷载时对钢构件(单侧)的压力 N_2 :

假设产生20t的不平衡荷载时梁体处于平衡的极限状态,此时不平衡荷载对钢构件(单侧)的压力 N_2 被另一侧的预应力筋平衡,即能满足

$$(20*1000) \text{ kg} * 10 \text{ N/kg} * 10^{-3} * (26.5 - 1.6/2 - 0.2) \text{ m} = N_2 * (1.6 + 0.4) \text{ m}$$

$$N_2 = 2550 \text{ kN}$$

当产生最不利因素时(即施工至最后一节段并产生最大不平衡荷载),荷载集中在单侧的钢构件中,即单侧工字钢构件受到的荷载:

$$N = N_1 + N_2 = 28121.5 \text{ kN}$$

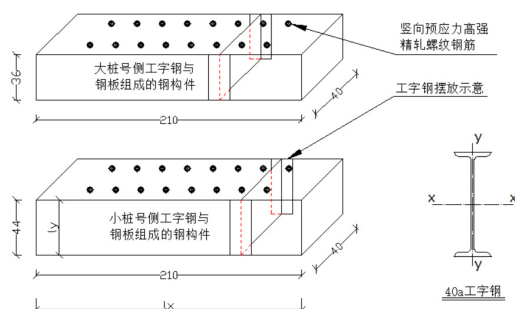
2.2 临时支座的支反力通过工字钢传递给墩身,工字钢与墩身是全接触,不考虑墩顶的受压变形因素(因工字钢底部及顶部以15mm厚的钢板满铺连接,其受力情况等同原设计的砼块,故不需验算墩顶受力情况)。

40a工字钢(Q345钢)竖向并排放置11个,为形成整体性将工字钢之间间隙用15mm厚的钢板连接,工字钢加上部调平钢板总高度在小桩号侧为44cm,大桩号侧为36cm;根据临时固结构件示意图(如下图),构件平面几何尺寸为2.1m*0.4m,构件对主轴x的计算长度 $l_{ox}=210\text{cm}$,构件对主轴y的计算长度 $l_{oy}=44\text{cm}$,构件截面对主轴x的回转半径 $i_x=15.9\text{cm}$,构件截面对主轴y的回转半径 $i_y=2.77\text{cm}$;40a工字钢截面积为 86.1cm^2 。

2.3 构件的强度验算

受压构件: $\sigma = N/A = 28121.5 \text{ kN} / (86.1 * 11 * 10^{-4}) \text{ m}^2 = 296.9 \text{ MPa}$
 $< f = 310 \text{ MPa}$ 。

强度满足要求。



注: 1、本图尺寸单位为厘米;
2、钢构件顶面(与梁底接触面)设置成平面,便于承受竖向受压荷载,即拆除临时锚固后其梁底对应处为三角形形状,梁底底面除临时锚固及永久支座外其余部分均为斜面。

2.4 构件的刚度验算

受压构件的刚度是以保证其长细比 λ 限值实现的,查表得其构件的截面容许最大长细比 $[\lambda] = 150$ 。

对主轴x的最大长细比 $\lambda_x = l_{ox}/i_x = 210/15.9 = 13.2 < [\lambda] = 150$;

对主轴y的最大长细比 $\lambda_y = l_{oy}/i_y = 44/2.77 = 15.9 < [\lambda] = 150$;

刚度满足要求

2.5 构件的整体稳定性验算

构件对主轴x和y的截面分类均属于b类,取长细比较大值查表得

$$\psi = 0.976 (\lambda_y * (f/235))^{0.5} = 18.26, \text{ 取 } 18$$

$$N/(\psi * A) = 28121.5 / (0.976 * 86.1 * 11 * 10^{-4}) = 304.2 \text{ (MPa)} < f = 310 \text{ MPa}$$

整体稳定性满足要求

综上计算临时固结满足要求,稳定。

3、结束语

在实际施工过程中,按上述方案进行临时固结的施工时,工字钢与钢板组成钢构件的临时垫块可提前焊接,安装时直接吊运就位,并与竖向预应力精轧螺纹钢筋准确就位即可,减少了砼垫块浇筑及凿除的时间,同时还避免电阻丝不能完全熔化而产生不平衡荷载现象。

在临时固结解除时,采用气割直接将工字钢从中间分离,同时切断上下精轧螺纹锚筋即可,方便快捷并减少污染,也减轻了施工人员的劳动强度,提高了施工效率。

通过在新城二路道桥项目中的实施检验,说明本项临时固结措施方案是可行的,可为其它同类桥梁的施工提供很好的借鉴作用。

参考文献:

- [1]段良策;市政工程施工计算实用手册[K];人民交通出版社。
- [2]周水兴、何兆益、邹毅松等;路桥施工计算手册[K];人民交通出版社。
- [3]六安市新城二路桥梁(含勘察及地形图测量)设计项目,两阶段施工图设计文件,第二册:桥梁工程,安徽省交通规划设计研究院股份有限公司。