

浅谈连续梁合拢段施工技术及控制措施

张兴山

中铁十局集团一公司成昆铁路

[摘要]文章根据成昆客货共线铁路(52+96+52)m连续梁合拢段施工情况,介绍了连续梁合拢段施工顺序、影响因素、需解决的问题、施工方法,就连续梁合拢段的施工技术及控制措施进行了阐述和分析,为以后同类连续梁的合拢施工提供了参考。

[关键词]连续梁;合拢;技术;措施

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2021.12.1351

1、工程概况

成昆铁路峨眉至米易段EMZQ-6标(52+96+52)m连续箱梁为单箱单室、变高度、变截面箱梁,梁体全长201.5m,中跨中部10m梁段和边跨端部9.75m梁段为等高梁段,梁高4.2m;中墩处梁高为7.2m。其余梁段梁底下缘按二次抛物线 $Y=4.2+X^2/533.3M$ 变化, $X=0\sim 40(m)$ 。箱梁箱底宽6.7m,线间距4.2m梁断面顶板宽11.8m,设置接触网支架处顶板加宽0.75m,设置避车台处顶板加宽0.75m。顶板厚42cm;边跨端部、梁高变化段底板厚度由44cm分别渐变至90、100cm,其他处底板厚度44cm;边跨端部、梁高变化段腹板厚度由40cm分别渐变至75、100cm,其余段腹板厚为40cm;一般断面悬臂段厚度由80cm渐变至26cm,设置基础网支架或者避车台处局部加宽段厚度为60cm。中支点处梁底设直径80cm检查孔。

全梁采用悬臂浇筑法施工,边跨梁长52.75米,分为26个梁段,中跨梁长96米,分为23个梁段,主墩顶各设一节0#梁段,全梁共51个梁段。

梁体按三向预应力施工,纵向、横向和竖向均设预应力。纵、横向预应力钢绞线均采用抗拉强度标准值 $f_{pk}=1860MPa$ 、弹性模量 $E_p=195GPa$ 公称直径为15.20mm高强度低松弛钢绞线。竖向预应力:梁体腹板采用直径为32mm的PSB830预应力筋,抗拉强度 $f=830MPa$,弹性模量 $E_p=200GPa$,JLM-32型锚具锚固;在腹板内单排布置。管道形成:纵、横向预应力钢束孔道采用塑料波纹管成孔;纵向内径90mm、85mm塑料波纹管,竖向内径45mm金属波纹管,横向72×23mm、60×22mm扁塑料波纹管。

2、合拢段施工方案

本桥梁为一联三跨连续箱梁结构,中跨合拢段和边跨合拢段长度均为2m。

按照设计要求,采用先边跨后中跨的顺序合拢。临时“锁定”是合拢的关键,合拢“锁定”遵循既拉又撑的原则。“锁定”焊接劲性骨架,采用“预埋钢板+连接工字钢+预埋钢板”三段式结构,以承受温度升高使悬臂梁和现浇段伸长产生的压应力;对撑采用32a号工字钢,预埋钢板采用500X660X20mm、400X660X20mm钢板,锚筋采用 $\Phi 25$ HRB 400钢筋。中跨合拢张拉钢束2N35、2N36,每束张拉力为400KN以形成“支-拉”共同锁定方式。

连续桥梁采用悬臂灌注施工,为保证施工阶段的稳定,边跨现浇段采取墩顶托架方式浇筑完成后,先进行边跨合拢,结构由双悬臂状态变成单悬臂状态,最后进行中跨合拢,成连续梁受力状态。鉴于本桥合拢段长度为2.0m,利用挂篮底模架施工,侧模使用挂篮侧模。中跨合拢段施工,由两个挂篮向一个挂篮过渡,一个挂篮(进度较快的主墩上的挂篮)退回至10#段,另一个挂篮(另一个主墩的挂篮)走行跨过合拢段至另一端悬臂施工段上,形成合拢段施工托架。在合拢段施工过程中,由于昼夜温差影响,现浇混凝土的早期收缩、水化热影响,已完成梁段混凝土的收缩徐变影响,结构体系转换及施工荷载等因素的影响,必须采取措施,以保证合拢段的质量。

3、合拢段施工步骤

在11#悬臂段张拉压浆完成后进行中跨合拢。

3.1模板安装

中跨合拢段模板利用一个11#段的挂篮模板,在11#段张拉完成后把挂篮外模和底模前移就位,利用预埋孔把底模和侧模悬挂在合拢段上。需要拆除的挂篮在11#段施工后拆除。

3.2钢筋波纹管安装

在底模和侧模安装就位后,开始安装合拢段的钢筋和波纹管,在波纹管安装完成后穿临时钢束钢绞线,在钢筋安装时必须注意钢筋的连接只能进行一端焊接,另一端用铁丝轻微的绑扎就行。待临时束张拉完成后再进行焊接。

3.3配重

在刚性支撑锁定前在中跨两端的11#段上安装水箱并注水,配重根据中跨混凝土一半的重量(合拢段混凝土重量的一半即 $62.8\div 2=31.4t$)产生的弯矩确定11#段上水箱的配重,计划水箱中心距主墩43米处,故需要水重35t,计划利用原墩身圆弧段模板拼装,水箱直径4.4米,高度2米。

3.4刚性支撑的锁定

在钢筋、模板安装完成后(内模不要封闭),由于梁体收缩变形滞后于最低环境温度约为2~3h,故一般宜在一日之晨进行锁定。根据甘洛县天气情况,及确保浇筑混凝土也处于温度环境较低且比较稳定的时间段落,故在晚上02:00左右开始焊接刚性支撑的另一端,在刚性支撑焊接完成后;中跨合拢张拉钢束2N35、2N36,每束张拉力为400KN以形成

“支-拉”共同锁定方式。在临时张拉束张拉完成后，焊接钢筋的另一端，封闭内模进行内模加固，在所有钢筋模板安装完成后报检浇筑混凝土。

在11段底板与腹板、顶板与腹板交界处预埋型钢支撑（也称劲性骨架），施工时先将锚板N3预埋定位，然后将型钢的一端与预埋锚板满焊，另一端根据计划安排及时锁定。刚性支撑见下图1、2。

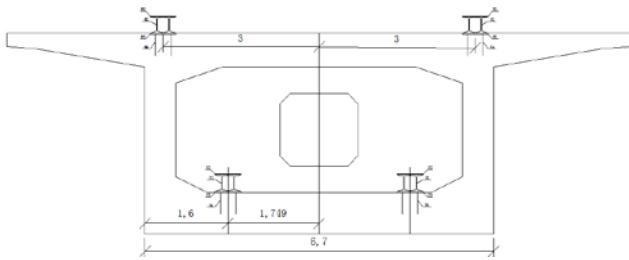


图1 连续梁劲性骨架横断面图

3.5 混凝土浇筑

混凝土浇筑选在凌晨6:00左右开始进行，并计划在1.5个小时内完成混凝土浇筑工作，提前做好相关准备工作。

3.6 合拢段施工时间计划表

工序名称	开始时间	结束时间	需要时间
刚性支撑焊接	02:00	02:30	0.5小时
临时束张拉	02:30	03:30	1小时
钢筋焊接模板加固	03:30	06:00	2.5小时
混凝土浇筑	06:00	07:30	1.5小时

3.7 养护

混凝土养护应根据不同的季节制定不同的养护方法。非冬季施工时采取洒水覆盖养护，冬季施工时采取包裹、室内取暖养护。养护时间从混凝土初凝后开始，养护14天。

3.8 张拉

待12号节段混凝土强度达到设计值的95%，弹性模量达到设计值的100%后，且龄期不小于5天后，张拉相应的纵向预应力钢束2N35、2N36至设计值，压浆解除体外支撑。

4、合拢段施工注意事项

4.1 在一天中气温最低的时候进行混凝土浇筑，并加强接头混凝土的保温和养护，使混凝土的早期硬结过程中始终处于升温受压状态。

4.2 在张拉临时束前钢筋只焊接一端，钢筋的另一端用铁丝轻微绑扎，张拉后进行另一端焊接。

4.3 待12号节段混凝土强度达到设计值的95%，弹性模量达到设计值的100%后，且龄期不小于5天后，张拉相应的纵向预应力钢束2N35、2N36至设计值，解除体外支撑。

4.4 合拢段混凝土选择。合拢段混凝土采用微膨胀混凝土，浇筑时认真振捣和养生，及时张拉预应力筋，防止合拢段混凝土产生裂缝。

4.5 合拢段的锁定必须迅速、对称地进行。先将刚性支撑一端与预埋铁件焊接，而后再将刚性支撑另一端与梁连接，临时预应力束也应随之快速张拉。在边跨合拢段锁定前，必须释放边墩侧的支座的固定约束，让梁一端在合拢段锁定的连接下，能沿支座自由收缩。

5、挂篮走行安全卡控重点

挂篮走行是连续梁施工最为危险的一步，作业人员必须明确挂篮走行的操作顺序，走行前安检人员必须检查到位，走行中全过程旁站指挥。

纵向张拉前，挂篮底模平台前后吊带不能松动；但内外导梁的吊杆吊带需在混凝土强度达到75%后松开下放5cm左右以使侧模松开。

挂篮走行前，需检查纵向预应力筋是否张拉完毕；相关预留孔预埋件是否位置正确、竖直；检查垫铁是否找平、下方是否垫满，垫铁间距是否50cm一道；走道梁相接处是否平整，走道梁间的螺栓是否上齐；走道梁是否均与梁部预埋竖向精扎螺纹钢锚固紧；中主桁走道梁下方是否用检查主桁前后支座勾板及限位器是否焊满；外侧模桁架及外侧模是否需要切割，以不碰撞底部防护；走道梁上是否放出了挂篮走行到的位置标识及限位装置；使主桁前进的千斤顶是否安装好，倒链挂在挂篮后面的走道梁上；逐一将所有走道梁锚固螺母再拧紧一遍，并专人检查连接器是否上下各上齐一半；挂篮以外的杆件或物体是否影响挂篮走行；内顶模及内侧模是否已脱离梁体；走行时天气风力是否超过5级，超过时不走行。

6、结语

合拢段施工是连续梁体系转换的重要环节，对保证成桥重量至关重要。合拢的重要原则是低温灌注，又拉又撑又抗剪。合拢前使两悬臂端临时连接，保持相对固定。防止合拢段混凝土在早期因为梁体混凝土的热胀冷缩而开裂。同时，选择在一天中的低温、变化较小时进行混凝土施工。保证混凝土在温升、受压的情况下达到终凝，避免受拉开裂。

参考文献

[1] 《客货共线铁路桥涵工程施工技术规程》（Q/CR9652-2017）；
 [2] 《铁路混凝土工程施工技术规程》（Q/CR9207-2017）；
 [3] 《铁路预应力混凝土连续梁（刚构）悬臂浇筑施工技术指南》（TZ324-2010）；
 [4] 《铁路桥涵工程施工安全技术规程》（TB10303-2020）；
 [5] 成昆铁路峨眉至米易段（52+96+52）m连续梁设计图《成昆施特桥参（峨眉）-13》；