

高速铁路连续梁短线匹配预制施工技术

黄洪亮

中铁北京工程局集团第五工程有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 针对高速铁路连续梁短线匹配预制施工技术中的模板、钢筋、混凝土浇筑、预应力孔道、节段吊移等方面进行优化介绍。

关键词: 短线匹配预制; 剪力键; 优化; 绿色

前言: 随着我国经济实力的逐步增加, 高速铁路的建设也得到了快速发展。而高速铁路连续梁作为重点、节点工程, 为了减少施工成本, 提高工程质量, 缩短有效工期, 经过技术研究推出优化的施工工艺和流程, 确保在施工过程中不重复用工, 大大节省现场连续梁悬臂施工的时间; 减少材料及机械的消耗量。

高速铁路连续梁短线预制匹的施工优势主要表现在: 桥梁的上部梁体结构和下部的基础结构可同时进行平行施工, 相较传统的顺序施工, 具有施工速度快, 工期短的优点; 同时梁体的工厂化生产, 施工质量好, 而且上部结构线形控制较为容易; 节段箱梁的养护时间较长, 成桥以后梁体的徐变和预应力损失较小^[1];

某高速铁路特大桥跨河(32+48+32)m连续梁, 桥梁总长度113.5m, 采用短线匹配预制施工工艺, 将铁路梁场改造为节段预制梁场, 进行节段梁的预制, 采用平板式轮胎运梁车运输。该连续梁划分为40节段, 在中间跨合龙处采用现浇混凝土浇筑合拢。桥梁宽12.6m, 截面中心线处梁高3.035m, 梁底下缘按直线变化。边支座中心线至两端0.75m, 梁缝分界线至梁端0.1m。边支座横桥向中心距4.5m, 中支座横桥向中心距4.5m。

1 施工关键技术

1.1 剪力键的施工

混凝土节段桥梁的节段接缝面上通常设置齿块式剪力键, 剪力键可以在拼装施工时辅助节段定位, 在成桥状态承担接缝面上的一部分剪力^[2]。节段拼装桥梁发展初期, 是在箱梁腹板上设置一个大尺寸剪力键, 并在内部配置普通钢筋。现在一般在箱梁横截面布置多个小型键齿, 键内一般不配钢筋, 也有设计了简单的配筋。与单键齿相比, 多键齿受力更均匀, 延性稍好^[3]。

根据本工程的特点, 接缝面剪力键采用密键布置形式, 剪力键如下几种形式: 顶板和腹板的剪力键尺寸分别为(10cm+15cm)*5cm和(5cm+20cm)*5cm的梯形体。底板剪力键为(15cm+30cm)*5cm的梯形体, 每个

标准截面有31个剪力键, 同一截面预制梁段近中墩侧剪力键为凹面, 远离桥墩侧剪力键为凸面。

拼装时, 接缝采用环氧树脂胶接缝, 为了确保接触面压浆孔道的密封性, 孔道接头处采用橡胶垫圈进行密封。

1.2 模板工程

模板包括2套端模(1套固定, 1套活动, 活动用于起始节段预制)、2套侧模、2套内模、2套底模、2梁台车。

将端模固定端吊装至设计位置, 为保证端模的稳定, 用混凝土将端模支架固定在台座预埋件处。剪力键设置在固定端模一侧, 根据连续梁梁段的不同, 剪力键位置和数量也会出现差异。因此为方便剪力键的更换, 剪力键用螺栓固定在端模上。

将底模吊装到位, 根据梁的长度调整底模的前后位置(确保底模与移动端模搭接段有100mm)。

底模升高靠近固定端模。预留与固定端模的缝隙为2~3mm。用水平尺检查底模处于水平状态。

复测底模是否偏斜(用拉尺复测底模边左右两端到固定端模的距离相同, 允许误差2mm)要确保底模面和固定端模面垂直。

底模安装完毕后, 将侧模吊装至设计位置, 并通过液压系统将侧模调试到位, 侧模通过螺栓、对拉杆和底模联结固定。

端模、底模、侧模安装调试完毕后, 调入钢筋笼, 同时将底板的预应力孔道固定牢固, 然后将内模拖入钢筋笼内腔, 同时用液压系统将调节可调撑杆支撑、固定内模。安装时。应由专人指挥, 避免对预应力孔道造成损伤。严格按设计位置上好连接螺栓并拧紧。模板接缝处提前安装橡胶条, 确保模板严丝合缝。

钢筋笼就位前, 应将模板清理干净, 并及时涂刷脱模剂, 脱模剂应涂刷均匀。同时在节段梁的接缝面应均匀涂刷便于清洗的水性隔离剂, 隔离剂应能很好的将匹配段和待浇段隔离开, 以便于后期梁段的分离, 其性能应对混凝土无害且不得影响接缝粘结材料的粘结性能。

1.3 拆模

节段梁混凝土强度达到设计强度的60%后,方可拆除模板。梁体混凝土芯部温度与表层混凝土温度、节段梁箱室内与箱室外、表层混凝土温度与环境温度差值均不宜大于15℃,大风天气及气温急剧变化时不宜进行拆模施工。

模板拆除顺序为:拆除活动端模→内模拆除→台车移出节段→侧模随下阶段预制循环。

1.4 对拉杆

节段梁在预制浇筑过程中由于混凝土侧压力及混凝土的热胀冷缩,经常会使固定端模发生形变或者匹配梁发生位移,造成现浇节段尺寸超出设计值,模板设计过程中采用增加固定端模钢板厚度减少预制过程中发生形变,固定端模顶面和匹配梁断面增加对拉杆装置,来减少预制过程中发生位移。

针对以上问题我们对传统拉杆做了优化设计,在施工现场使用预埋钢筋来增加对拉杆固定效果,从而最大限度减小预制过程中匹配梁位移,减小对拉装置外侧所承受的拉力从而保护固定装置。首先在节段梁浇筑前加工5个U型钢筋,预埋在节段梁顶面,在螺纹钢焊接5个挂钩,挂钩的位置与U型钢筋的预埋位置一一对应。当该节段梁作为匹配梁时,将对拉杆固定在匹配梁U型钢筋和固定端模,来提高对拉装置效果。

1.5 钢筋工程

1.5.1 钢筋绑扎

在首个0号块进行钢筋绑扎前,在CAD图纸中将钢筋按照位置和比例1:1绘制出来,将钢筋和模板有冲突的地方标识出来,提前与设计单位进行了联系沟通,确保了钢筋绑扎质量。

1.5.2 内部结构碰撞

在节段预制施工过程中,多次出现内部结构碰撞问题,主要集中在钢筋与其他结构碰撞,如钢筋与剪力键冲突,钢筋与锚盒、锚垫板冲突,钢筋与临时张拉预埋件冲突等,且连续梁每个节段结构不完全一样,体现出结构之间碰撞的多变性^[6]。针对此类问题,项目技术人员通过运用BIM建模技术,提前对结构内部模型分析,从而指导现场施工,解决钢筋碰撞问题。首先将每个节段外形外观按照结构尺寸建出立体模型,然后预应力孔道、剪力键、锚垫板等各类预埋件模型安放在节段梁相应位置上,最后将钢筋按照图纸尺寸和位置放置在节段梁结构内,通过BIM能提前模拟现场对整个节段梁进行360°全方位观察,检测出各类结构碰撞。

1.6 预应力管道

1.6.1 波纹管管道安装

为保证预应力管道的成孔质量,施工现场使用“大管套小管”+内衬管、接缝处涂抹泡沫胶方式提高了预应力孔道的接头顺直度,保证预应力孔道的线性及应力体系的施工。首先按照要求对波纹管进行下料,波纹管下料时注意长度比设计长度短10cm,然后使用比原波纹管大1cm直径,长度20cm的波纹管与原波纹管搭接,放在固定端模处,浇筑混凝土之后该节段作为匹配梁,在预制下一节段过程中,按照上一节段波纹管进行下料,将原波纹管拧入上一节段波纹管内部,未避免混凝土浆进入预应力管道内,在接缝处喷泡沫胶,为避免在混凝土浇筑过程中受混凝土侧压力使波纹管偏位,从匹配梁端到固定端模处穿入内衬管,提高预应力孔道波纹管刚度,保证预应力管道线性。

1.6.2 波纹管管道的堵塞

为了避免发生孔道堵塞或不畅,我们研究了一种新型的开孔工具,首先制作与钢绞线直径相等的垫片以及螺母,然后在垫片的中部设置小孔,将钢绞线的一端先固定一个螺母,再将垫片塞入,然后在塞入一个螺母将垫片固定,螺母与钢绞线焊接。使用时利用人工方法推动预应力管道疏通装置进入需要疏通的预应力管道并使其在预应力管道中通过。

该工具的使用可以确保疏通后的预应力管道满足其各方面的工作要求(如下图1)。

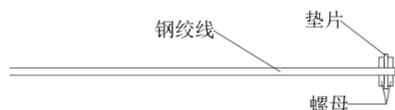


图1 一种预应力管道堵塞的处理装置图

1.7 混凝土浇筑

为保证节段梁混凝土的浇筑质量,混凝土应连续灌注、一次成型,灌注时间不宜超过6小时。混凝土应具有和良好的和易性,并采取有效措施确保剪力键的浇筑质量。混凝土灌注时应以插入式振捣器振捣为主,辅以侧振。混凝土灌注完后,应及时进行收光,保证桥面线型良好,同时应及时予以覆盖洒水养护。

混凝土浇筑时应均匀对称浇筑,防止内模上浮。支座部位应采用平板振捣器加强振捣,保证混凝土密实。

1.8 节段起吊

1.8.1 节段梁吊具的优化

为了提高模板的周转速度,缩短预制周期。项目优化了节段梁的吊具,在提梁功能的基础上,增加了吊具的旋转功能,使镜像对称变成完全一样节约了各项资源,加快了节段梁预制的速度。

1.8.2 节段梁移梁

节段梁采用100t龙门吊进行移梁，节段梁必须达到设计强度的90%后方可进行移梁。移梁时应匀速进行，同时应由专人进行指挥，防止因速度过快产生扭曲或其他不应有的变形，应特别注意保护剪力键以免损伤，在场内养护时间不小于30天。

结束语

高速铁路连续梁短线匹配预制施工技术在该工程的成功应用，在应用中具有诸多优势：（1）项目实施过程中，采取的这些施工工艺成功解决了各阶段碰到的施工问题，提高工程施工效率，并保证工程质量，同时可减少工期，降低企业劳动成本。（2）设备可以反复使用，降低施工成本，最大限度实现标准化设计，工厂化生产

等具有极大的经济效益。（3）重视绿色施工，降低能耗，减少扬尘，提升环保、可持续建桥理念，提高资源利用效率，并降低对周围生态环境的不利影响。对提高高速铁路桥梁建设领域施工技术水平，树立良好的企业形象，具有十分重要的意义。

参考文献：

[1]高北. 浅谈节段胶拼连续梁架桥机的选用及设计[J]. 2020.

[2]杨继光,耿庆祥. 高速铁路连续梁节段预制拼装施工关键技术研究[J]. 江西建材,2019,(10):158-162.

[3]沈殷,蔡鹏,陈立生,李国平. 节段预制拼装混凝土桥梁剪力键接缝的抗剪强度[J]. 同济大学学报(自然科学版),2019,47(10):1414-1420.