

特大桥连续梁施工支架设计研究

Design and Research of Continuous Beam Construction Support for Large Bridge

侯朋朋

Pengpeng Hou

中交二公局东萌工程有限公司 中国·陕西 西安 710119

Dongmeng Engineering Co., Ltd. of CCCC Second Highway Engineering Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710119, China

摘要: 随着高速公路建设的不断发展,特大桥连续梁施工屡见不鲜,其是解决高速公路建设难点的有效举措,特大桥连续梁可横跨河流、山谷或其他低处障碍。当前特大桥连续梁多采用支架现浇施工,其对支架的强度、刚度以及稳定性均有着较高的要求,支架的稳定性关乎施工安全性及施工质量。研究以南渡江特大桥连续梁现浇施工为例,围绕支架布置、方案选择、荷载计算、立杆检算等对支架进行设计,对连续梁0#支架施工进行分析,旨在为特大桥连续梁的施工积累经验。

Abstract: With the continuous development of expressway construction, the construction of continuous girder of large bridge is common, which is an effective measure to solve the difficulties of expressway construction. Continuous girder of large bridge can cross rivers, valleys or other low obstacles. At present, continuous beams of large Bridges are constructed by cast-in-place support, which has high requirements on the strength, stiffness and stability of support. The stability of support is related to the construction safety and construction quality. Taking the cast-in-place construction of continuous beam of Nandujiang bridge as an example, the paper designs the support based on support layout, scheme selection, load calculation and vertical rod checking, and analyzes the construction of continuous beam 0#, in order to accumulate experience for the construction of continuous beam of large bridge.

关键词: 特大桥连续梁施工; 支架设计; 临时固结; 节段施工

Keywords: continuous beam construction of super large bridge; support design; temporary consolidation; segmental construction

DOI: 10.12346/etr.v5i1.7659

1 引言

随着中国道路公共基础设施的完善和技术的不断进步,特大连续桥梁因其方便、易行、安全、坚固等特征在桥梁建筑中比例逐渐增加^[1]。选择合理施工方法,保障0#块和1#块顺利实施将影响整体桥梁建设进度。南渡江特大桥全长3546.4m,是文临高速公路主要控制性工程。南渡江特大桥主桥0#块建设最重要的一点就是支架的设计。基于此研究对南渡江特大桥连续梁施工支架进行设计研究,其对于特大桥连续梁施工具有一定的参考价值。

2 工程概况

南渡江特大桥是本项目重要的控制性工程,同时也是国道G360文昌至临高段公路工程的控制性工程,该桥长度为

3546.4m,包括30联113跨,主桥为第17联,其上部为跨径65+110+65m的混凝土连续箱梁,其余为小箱梁。主桥主墩为62#和63#墩,桥面宽度为12.0m;墩顶梁6.6m高,中跨与边跨合龙段梁均为2.8m;该工程包括15个悬浇节段。0#块长度为12m,梁段的重量为856.6吨,1#块交界位置梁高度为6.1m,梁段重118.8t。主梁结构为预应力混凝土,预应力混凝土连续箱梁具有复杂的力学性能,跨度大,为超静定结构,桥梁线形会受到支架结构、施工工艺及材料性能等多种因素的影响。在施工过程中,应注意维持临时结构稳定性,以防施工期间出现较大的应力,在工艺方面应结合施工具体情况合理选择技术,重点针对0#块的施工进行探讨,确保桥梁合龙后线形能够达到相关要求,而0#块的施工最关键的是支架设计与施工。

【作者简介】侯朋朋(1985-),男,中国陕西西安人,本科,工程师,从事路桥施工研究。

3 南渡江特大桥连续梁施工支架设计

本项目自进场以来,就对南渡江特大桥建设进行精心谋划,邀请公司和局专家等多次到现场进行实地踏勘,通过分析研究,确定适合现场情况的解决方案。通过对0#块支架设计方案比选,分别从材料选择、经济成本、工期计划、现场控制等进行优化,确定最符合实际情况的支架设计方案。

3.1 0#块支架方案选型

0#块施工属于高空作业,由于该块混凝土体积相对较大,缩小了作业空间,为支架安装增加了一定的难度,且存在一定的安全风险。在施工前全面分析并考虑了施工技术安全性与经济性,南渡江特大桥第62#、63#主墩0#块支架方案采用3根 $\Phi 800 \times 10\text{mm}$ 钢管桩,在墩身两侧各设置2排,外侧以钢管立柱中心由梁底向下1.39m处在钢管柱两侧设置牛腿,并在其上设置砂筒作为支撑和卸落装置;同时,在墩身梁底以下1.37m处设置牛腿,在墩身处预埋 $\Phi 25\text{mm}$ 的HRB400锚筋和钢板,墩身单侧各预埋3处,通过设置牛腿在其上放置砂筒作为支撑和卸落装置。各横向砂筒顶部设置双拼45a工字钢作为横向承重梁,承重梁顶部设置32a工字钢作为纵向分配梁,通过楔形调平块进行调平,将10#工字钢铺设于纵向分配梁,其为底膜支撑,由此形成一个支架系统。为保障梁体的稳定性,需要对梁体进行临时固结,应用封口法兰盘,将 $\Phi 32\text{mm}$ 的精轧螺纹钢预埋于梁底,使墩顶得到临时固结。钢管桩底部通过在承台中预埋 $\phi 32\text{mm}$ 的精轧螺纹钢和钢板,采用高强螺栓和承台相连。钢管桩桩身通过在墩身设置3处预埋爬锥,并在墩身和钢管桩间设置横向平联和竖向斜撑,使桩身和墩身有效附着;连接钢管桩成为一个整体,有利于维持钢管桩结构稳定性。0#块支架设计见图1。

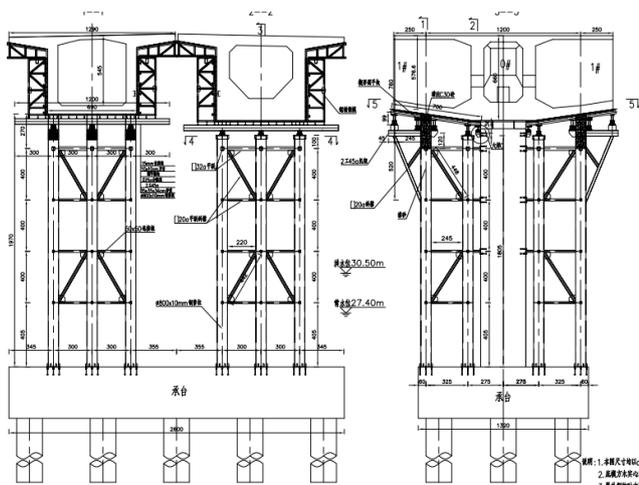


图1 0#块支架设计示意图

3.2 支架计算

3.2.1 荷载组合

采用荷载标准值 \times 分项系数的方法对模板、支架结构强度进行计算,荷载标准值用于极限状态变形的计算,在对

强度进行验算时,取可变荷载1.4,永久荷载分项1.2,以荷载标准值对挠度进行验算。

3.2.2 支架计算

支架计算利用MidasCivil-2019软件建立计算模型,纵向分配梁工25a与主承重梁采用刚性连接,桩底固结。计算项目包括主承重梁、分配梁、钢管桩、平联等。

①通过对支架的计算分析,结果显示其构件在强度、刚度及稳定性等方面均能够达到相关要求。②各类预埋件及爬锥均满足施工要求。③墩旁设置钢立柱临时支墩作为临时固结措施能够大幅提高临时固结的抗倾覆能力。但是,临时支墩既要承担不平衡重引起的内力,还要承担梁体施工过程中自重分配的竖向压力,同时,由于临时支墩位于临时支座的外侧,梁体由于风荷载等原因产生扭转时,临时支墩还要承担扭转引起的内力,所以临时支墩受力比较复杂,为确保施工安全,施工中在最外侧钢立柱内进行灌砂及部分位置浇筑混凝土处理。施工过程中对临时支墩的内力进行监测,当发现两侧立柱内力异常时,可以及时寻找原因,尽快调整重量,防止严重的不平衡状态出现,保证桥梁结构和临时锚固的安全。模型如图2所示。

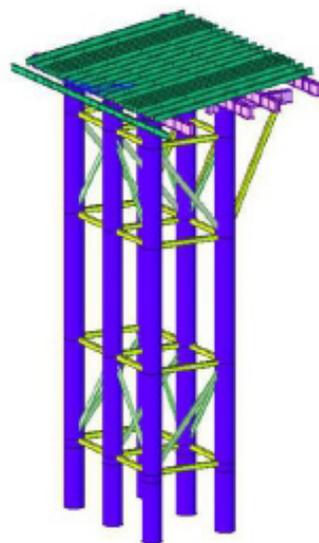


图2 支架模型示意图

3.3 临时固结结构设计及布置

根据实际工况研究分析了不同墩梁临时固结的方法,结合工程实际,选择80根JL $\phi 32$ 精轧螺纹钢作为0#块临时固结,其张拉应力为0.9fpk,张拉吨位为56.8t。下端在墩身用死锚块锚固,墩顶需要借助连接器张拉锚固,需要保持桥墩两侧对称、同步张拉。为满足施工过程中最不利因素产生的危害,支架最外侧一排钢管桩桩顶采用预埋的爬锥体系将箱梁与钢管桩立柱锚固,提供抗拔力及承压力,保证整个连续梁施工过程中产生不均匀荷载时确保主墩及箱梁的施工安全,临时锚固系统采用外柔内刚形式。0#块施工完毕后除保留最外侧固结钢管立柱外,其余支架均可进行拆除,

但须保证外侧钢管立柱与墩身的连接。

3.4 临时固结计算

通过建立模型和计算,临时锚固单侧临时支座内配置40根 $\phi 32$ -PSB785精轧螺纹钢和支架最外侧一排钢管桩桩顶采用预埋的爬锥体系将箱梁与钢管桩立柱锚固,提供抗拔力及承压力,保证整个连续梁施工过程中产生不均匀荷载时确保主墩及箱梁的施工安全,临时锚固系统满足各项要求。

4 南渡江特大桥连续梁0# 支架施工技术

4.1 支架材料要求

箱梁0#块落地支架所采用的型钢规格主要包括I45a、I25a、[32a、[20a等,材质均为Q235, $\phi 32$ 精轧螺纹钢采用PSB785级粗螺纹钢,型钢采用符合(GB/T 11263-2017)标准;底模与箱梁侧模分别用竹胶板、定型钢模板。

严格相关规范及要求对Q235钢进行计算,抗拉弯强度、抗剪强度分别设置为215MPa、125MPa,以 2.06×105 MPa为弹性模量,与此同时对精轧螺纹钢屈服强度进行设置,按照标准值设为785MPa即可。方木采用TC15级别的,抗拉弯强度 $f = 15$ MPa,抗剪强度 $f_v = 1.5$ MPa。

4.2 支架搭设

支架为钢管桩+横纵型钢支架及模板系统,建立支架来实现0#块浇筑的支撑体系。利用钢管桩将0#块的混凝土重量临时支撑,支架的拆除应在完成合拢段施工后,并进行体系的转换,需要注意的是,在施工后期钢管桩还需要对连续梁临时固结进行支撑,最外侧一排钢管立柱柱脚采用预埋爬锥形式与承台做固结处理,柱顶亦通过爬锥形式与箱梁固结,操作简单、工序少,且在连续梁施工阶段还需要参与到临时固结中。

在承台埋设 $\phi 800 \times 10$ mm钢管桩,钢管桩顶安装封口法兰盘,在法兰盘上安放砂筒作为卸落装置,在砂筒上安置纵横向型钢支架(2工45a+工25a),而后在支架上铺设 10×10 方木方木与15mm竹胶板作为底模,侧模需采用定制钢模板,形成完整的支架体系。

①施工支架型钢、钢板均采用Q235钢材,搭设过程中严格按照相关规范执行,设置必要的平联斜撑。

②在焊接钢管桩接桩时,建议以单边V形坡口为宜,应控制好上节桩坡口角度,以 50° 左右为宜,与此同时应注意避免在下节桩开坡口,可以将内衬套设置于钢管桩的内壁。

③2工45a横向型钢与工25a分配梁之间采用楔形调平

块调节,保证顶底面充分接触,靠近墩身侧采用型钢支架做限位承重,可适当塞垫橡胶块减缓施工过程中对墩身混凝土的破坏。

④因箱梁底线性的变化,柱顶锚固段预埋件未能铅垂布置,施工过程中加强此处的精确定位,保证爬锥预埋件的施工质量及精度。

4.3 支架预压

预压加载方法采用沙袋分级加载,同时根据0#块受力分布特征及混凝土浇筑顺序进行堆载。加载前先测量各观测点标高为 H_1 ,然后分5级进行加载,分别为25%、50%、75%、100%、120%。采用逐级预压观测的方式,与此同时应按照要求详细记录,形成一个完整的预压记录表,为后续维护提供可靠的参考。当加载超过120%,可间隔12小时进行一次观测,若在监测过程中发现,连续三天累积的沉降量在3mm以下,且预压 ≥ 7 d,那么表示预压处于稳定状态。最终观测监测点的标高为 H_2 ,然后开始卸载,卸载采取同步分级的方式进行,分级方式与加载相反,完成一次卸载后,均需要进行1次观测,记录各个监测点的标高。另外,为保障支架的稳定性,应注意阴雨天气的出现,雨水会加重砂带重量,降低稳定性,为解决这一问题,应对砂袋进行防雨覆盖^[2]。

获得不同监测点的标高数据后,需要对支架的弹性变形、非弹性变形值进行测量与计算^[3],弹性变形: $f_1 = H_3 - H_2$;非弹性变形: $f_2 = H_1 - H_3$ 。0#块卸载后施工控制标高为: $H = \text{设计标高} + \text{弹性变形} + \text{悬臂段自重引起的下扰值}$ 。

5 结语

综上所述,南渡江特大桥连续梁施工应用钢管支架法,通过实践证明,其具有可靠性强、稳定性好以及安全性高等优势,通过支架结构稳定性、变形、荷载计算等,按照规范要求搭设及预压处理,满足特大桥连续梁施工要求,具有良好的应用前景。

参考文献

- [1] 史朋志.某特大桥预应力混凝土连续梁拱临时固结方案及计算分析[J].价值工程,2022,41(16):147-149.
- [2] 丛立书.连续梁箱梁施工技术在铁路特大桥工程中的应用[J].低碳世界,2021,11(2):163-164.
- [3] 高杰.特大桥连续梁墩顶转体施工技术探析——以S特大桥为例[J].中国科技投资,2020(28):195-196+198.