

高速公路悬臂浇筑连续梁桥施工关键技术与控制方法

王 刚

徐州市公路事业发展中心 江苏徐州 221000

摘要: 随着社会经济飞速发展的需要,近年来基础设施特别是高速公路建设突飞猛进。伴随着越来越多大型桥梁的建设需求,悬臂浇筑连续梁因其跨越能力强、适用范围广、线形美观、施工工艺成熟等优点而成为高速公路建设大跨径桥梁中最常用的桥型。本文以徐州至明光高速公路贾汪至睢宁段建设工程房亭河特大桥悬臂浇筑施工为例,介绍了本悬浇桥梁关键施工工艺的控制及其控制方法,以期为国内相似工程提供参考。

关键词: 高速公路;悬臂浇筑变截面连续箱梁;施工控制

Key technology and control method of construction of cantilever cast continuous beam bridge on expressway

Gang Wang

Xuzhou Highway Development Center, Xuzhou 221000, Jiangsu, China

Abstract: With the rapid development of the socio-economic needs, infrastructure, especially highway construction, has made significant progress in recent years. Alongside the increasing demand for the construction of large-scale bridges, the cast-in-situ cantilever construction of continuous beams has become the most commonly used bridge type in the construction of high-speed highway bridges due to its advantages of strong span capabilities, wide applicability, aesthetic linear design, and mature construction technology. This paper takes the construction of the Fatinghe Extra-large Bridge on the Jia Wang to Suining section of the Xuzhou to Mingguang Expressway as an example and introduces the control of key construction processes for this cantilever bridge and its control methods, with the aim of providing reference for similar projects in the country.

Keywords: Expressway; Cantilever Casting Continuous Box Girder with Variable Section; Construction Control

一、工程概况

徐州至明光高速公路贾汪至睢宁段建设项目,编号S65,是《江苏省高速公路网规划(2017-2035)》的“十五射六纵十横”中“纵六线”的组成部分。本标段项目起点位于京台高速苏鲁省界以南3.4km处,止于徐州市铜山区大许镇郁楼村。长度6.147km。设置桥梁16座,其中特大桥1127m/座,大桥240m/1座,中桥45m/1座,互通立交匝道桥2429.251m/10座,改建通道桥101m/3座。

其中,房亭河特大桥主桥上部结构采用变截面连续箱梁截面,跨径布置为(68+105+68)米,采用菱形吊篮悬灌法浇筑,0#块采用钢管支架法施工,边跨现浇段采用盘扣支架法施工;桥体下部结构为重力式矩形桥墩,基础采用 $\phi 1.8$ 米钻孔桩结构形式,并设有承台。

二、总体施工工艺

1. 基础及墩身施工

首先完成桥梁桩基础及墩身施工,在主墩大小里程方向两侧安装0号块支架并进行预压以消除非弹性并计算得出弹性变形。结合现场实际施工场地条件,0号块支架采用落地钢管桩的结构形式。因承台临近河堤,加之地质情况较差,若考虑钢管桩打入地下兼做摩擦桩则其入土深度将大大增加,故本项目创新设置斜杆与拉杆的形式,通过与承台顶的预埋件可靠焊接提供支架的支反力,从而避免了打入较长水中钢管兼作摩擦桩及支撑柱的情况。

2.0号块施工

0号梁段箱梁侧模采用框架式结构,面板采用定型钢板,外侧依次包括模架、竖楞、背带等。变截面连续梁采用三向预应力体系设计,普通钢筋绑扎过程中应适当调整其空间位置以保证预应力管道三维坐标。箱梁内部纵向预应力分为腹板束、顶板束和底板束三种;横向

预应力以桥面横向钢束为主; 竖向预应力设计采用精轧螺纹钢。混凝土集中拌合完成后采用汽车泵送入模。浇筑顺序依次为底板、腹板和顶板。由墩中心开始纵桥向往大小里程方向对称分层浇筑, 插入式振捣棒振捣密实。0号块底板混凝土采用汽车泵输送, 通过提升架与竖楞连接的溜管输送, 将混凝土浇筑至底面; 腹板混凝土采用插入式振捣棒振捣, 在每一段浇筑完成后进行混凝土初凝前补压浆; 顶板混凝土采用插入式振捣棒进行振捣。顶板混凝土浇筑完成初凝后覆盖土工布, 待终凝后洒水保湿养生。内模拆除后还需及时在箱梁腹板内侧及顶板下侧洒水养护, 保证7天龄期强度以满足预应力钢束张拉、压浆施工。

3. 挂篮施工

墩顶0号块施工完毕后, 进行悬臂节段施工。本工程悬臂节段通过一对能行走的菱形挂篮, 在已经张拉锚固并与墩身连成整体的梁段上移动, 绑扎钢筋、立模、浇筑混凝土、施加预应力都在其上进行。完成本段施工后, 挂篮对称向前各移动一节段, 进行下一对梁段施工, 循序向前, 直至悬臂节段浇筑完成。挂篮按设计图纸在0#块段上进行组拼。挂篮组拼顺序: 挂篮组拼顺序为: 测量放线→调平底座→安装垫梁→安装轨道梁→吊装主桁、安装后主锚→吊装主桁连接系及外挑梁→吊装前上横梁→安装吊带→安装底平台和底模→安装侧模、外导梁→安装内模、内导梁→安装挂篮通道、围栏等附属结构。挂篮组拼过程中, 采用全站仪控制挂篮的位置, 采用全站仪与水准仪相结合的方法确定挂篮的位置, 并在挂篮上标明各个梁段的位置及施工顺序。挂篮的各块段安装前, 将相应块段上的吊杆与主桁连接系和前横梁连接好, 保证挂篮各部位受力均匀。

4. 体系转换

采用悬臂浇筑法施工, 连续梁在整个施工中会经历数次受力体系的变换, 从最初的墩顶临时固结到边跨合拢、中跨合拢, 再到拆除墩顶临时固结, 最终完成桥梁体系转换, 形成超静定结构体系的连续梁桥。在施工连续梁0号块时, 应根据设计要求进行临时固结构件施工。其目的在悬臂浇筑施工时将桥墩与0号块刚性连接为一体, 让临时固结承受施工过程中因施工不同步、材料设备布置不对称等因素造成的不平衡弯矩或扭矩, 确保结构不发生倾覆。

合拢段施工标志着大桥主体结构建设接近尾声, 同时也是大桥建设的关键一环。合拢段施工一定要保持梁体的线形和受力的满足, 对合拢段的施工误差必须要加

以控制。随着连续梁桥跨径的增大, 一方面, 在悬臂浇筑过程中, 梁段积累的下挠也在不断增大。连续梁合拢段前后经历体系转换, “T” 构悬臂端竖向标高变化过大易导致合拢前合拢段两侧标高相差过大, 出现合拢困难的情况。若为了全桥线形而强迫合拢, 会导致结构内力与设计不符, 影响结构的安全性能。另一方面, 桥梁跨径增大的同时, 施工阶段主梁横断面的压应力也会越来越大, 在桥梁设计时, 往往在跨中底板配置较多的预应力钢束, 以保证主梁在施工过程中不会出现裂缝, 箱梁底板不会产生拉应力, 在运营阶段不会出现较大的下挠。虽然这样解决了拉应力的问题, 但可能由于底板纵向预应力筋过密, 造成底板压应力过大, 而预应力孔道的掏空, 也会使主梁截面减弱, 造成压碎底板混凝土。故而合拢段的施工是整桥施工阶段和成桥作业阶段系统转换的关键工序。

房亭河特大桥主桥的合拢分为中跨合拢与边跨合拢, 中跨为两个悬臂端的合拢, 边跨为一个悬臂梁和一个支架现浇段的合拢。根据设计要求, 全桥合拢顺序为先边跨后中跨。边跨合拢段的施工工序为: 预埋劲性骨架→安装吊篮→安装模板系统→设置配重→绑扎钢筋→焊接骨架→混凝土浇筑及养护→张拉合拢段纵向钢束

三、关键技术与控制方法

1. 0号块施工

与一般的支架不同, 本工程0号块施工场地受限, 临河侧现场地基处理难度大, 又因高速公路桥梁梁面较宽, 不便设置托架。本工程采用斜腿支架的结构形式, 通过支撑钢管与承台顶预埋件的可靠连接, 将支架竖向荷载全部传递到承台, 从而避免了因地基处理不当而可能造成的支架倾覆、坍塌事故的发生。但因采取了斜腿钢支撑的形式, 如何保证斜腿支撑的水平向连接, 是了本工程是重难点。

为抵抗支架斜腿的水平向分力, 在承受0号块自重横向主梁的下侧, 增设一道纵向布置的双拼型钢, 然后通过型钢与墙身内预埋的精轧螺纹钢可靠对拉连接, 实现0号块两侧斜腿支架的水平分力传递, 较好的保证了支架的稳定性。

2. 挂篮安装调整

在浇筑悬臂端时, 必须严格控制该节段的线形和标高, 以保证成桥线形复核实际值, 进一步保证合拢段施工的顺利进行, 不因变形过大而使桥体结构产生较大的变形协调次内力。

吊臂浇筑节段吊篮安装现场后, 为进一步消除锚杆

受力变形对浇筑混凝土过程中挠度的影响,吊篮主体结构架后锚杆应预紧,用千斤顶作适当的预张拉,方可浇筑混凝土。同时,在分段钢筋绑扎前,在确定立模标高时,还需调整外侧模和底模的平面位置与高程,收紧吊带,待后端吊杆张拉后,再将外侧模与内侧模间的拉杆收紧,注意两侧对称同步。此外,还应根据吊篮预压试验所得数据,预留吊篮的弹性变形,以确定立模标高。

为了保证悬臂浇筑时的结构安全和线形,挂篮设计时应考虑如下因素:①挂篮自重、前支点、后支点桁架等受力,特别是自重;②挂篮重量与刚度的合理匹配,确保挂篮在浇筑过程中的安全性和稳定性;③挂篮预压试验期间,梁体与挂篮的弹性变形一致,以消除弹性变形对挂篮结构内力和线形的影响;④挂篮节段浇筑时,必须保证施工荷载符合设计要求;⑤挂篮安装和拆除过程中,严格控制水平和垂直度,确保预应力张拉后挂篮变形符合设计要求。挂篮拼装完成后,检查各构件的位置、尺寸、连接是否符合设计要求。混凝土浇筑前,应对挂篮预压试验成果进行复核。

3. 合拢段施工

为了帮助或替代混凝土在合拢段混凝土养护期间承受桥梁结构在合拢段中可能产生的弯矩、压力、拉力、剪力和扭矩,保证合拢段混凝土在参与成桥体系工作前尽可能排除外界因素的干扰,保证合拢质量,增加桥梁的完整性,还需要合理设置合拢临时固结。所以在合拢段施工时,在边跨和中跨的悬臂末端也要同时施加合拢段自重的一半压重来调节高程。在合拢段混凝土强度达

到设计要求后,对悬臂端施加足够的荷载,使合拢段在自重的作用下处于平衡状态。在合拢段混凝土浇筑后,将挂篮及模板体系全部拆除,使挂篮与梁体脱离接触,然后张拉预应力筋并对挂篮进行预压。而在合拢段施工时应注意以下两点:①挂篮前移时应尽量使挂篮单侧前移,避免引起悬臂端扭转和扭转位移的增加;②在挂篮就位前应适当调整挂篮上的千斤顶和配重的位置,以保证挂篮工作过程中的稳定性。

四、结束语

随着社会的发展,我国在交通建设领域也取得了飞速的发展,预应力混凝土连续梁桥以其自重轻、跨越能力强等诸多优点成为高速公路上应用最广泛的桥型之一,同时施工中的质量控制也显得尤为重要。本文主要结合徐明高速贾汪睢宁段房亭河特大桥主桥悬浇梁实例,分别从连续梁施工的0号块施工、悬臂挂篮施工、系统转换合拢段施工等关键工序入手,体会设计图纸意图,从施工规范、验收标准等方面进行质量把关。施工方案实施后,取得了较好的施工效果,可供国内同类工程参考。

参考文献:

- [1]陈浩.大跨度预应力连徐刚构桥关键问题研究[D].长沙:中南大学,2010.
- [2]范立础.桥梁工程[M].北京:人民交通出版社,2012.
- [3]王增强.某连续梁桥施工及施工控制技术研究[D].济南:山东大学,2016.
- [4]王梦莹.预应力混凝土连续梁施工监控[J].交通科技,2011(S2):99-103.