

Construction Technology and Process Calculation of Closure Section in Cantilever Cast-in-Place Prestressed Concrete Continuous Girder Bridge

Tiezhi Zhang, Chao Guo, Yong Yin

School of Civil Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan Liaoning
Email: 1140478771@qq.com

Received: Jul. 4th, 2018; accepted: Jul. 18th, 2018; published: Jul. 24th, 2018

Abstract

With the increase of long-span bridges, the difficulty of construction is also increasing and the construction technology is constantly evolving. Construction techniques of closure segment are the key to the successful completion. This paper studies data monitoring and construction technology for construction of main bridge closure segment in combination with the instance of Jia-shan viaduct which belongs to Hangzhou Bay North Connection Project. Based on the calculation of the construction scheme and the analysis of relevant factors influencing the construction, the construction attention of the long-span PC continuous beam bridge closure segment by Cantilever Casting is put forward, which can provide a useful reference for the construction of similar bridge closure segment.

Keywords

Bridge Closed, Construction Technology, Construction Data Monitoring

悬臂现浇预应力混凝土连续梁桥合拢段施工技术与工艺计算

张铁志, 郭超, 尹咏

辽宁科技大学土木工程学院, 辽宁 鞍山
Email: 1140478771@qq.com

收稿日期: 2018年7月4日; 录用日期: 2018年7月18日; 发布日期: 2018年7月24日

摘要

随着大跨径桥梁的不断增加, 施工难度也在不断增大, 施工技术也在不断发展。其中桥梁合拢施工技术是成桥的关键所在。本文结合杭州湾北接线嘉善高架桥工程施工实例, 对桥梁主桥合拢段的施工数据监测和施工技术进行探讨, 通过对施工方案的计算及影响施工的相关因素分析, 提出了悬臂浇筑预应力混凝土连续梁桥的桥梁合拢段施工注意要点, 为类似桥梁合拢段施工提供有益参考。

关键词

桥梁合拢, 施工技术, 施工数据监测

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国经济的发展和科学技术的不断创新, 预应力混凝土大跨径连续梁桥不断增加。其中, 桥梁合拢段的施工技术具有一定的难度和挑战性, 一直是成桥的关键所在。对于悬臂现浇预应力混凝土连续梁桥的施工, 很多学者针对不同的工程项目在挂篮悬臂浇筑施工技术, 桥梁主桥合拢段的施工技术及施工工艺等方面进行了研究和分析[1] [2] [3] [4], 并且提出了许多不同的施工工艺以及施工监测方法[5] [6] [7] [8]。本文以杭州湾大桥北接线工程为工程背景, 针对桥梁合拢段的施工流程, 中跨挂篮拆除临时固结承力的计算, 进行详细研究与探讨。

2. 工程概况

嘉善高架桥为杭州湾大桥北接线工程, 如图1所示。桥梁中心桩号K15+391.37, 起点桩号K14+503.18, 终点桩号K16+282.56, 桥梁长度1779.38 m。嘉善高架桥516号墩、517号墩上部结构设计为72+120+72 m 预应力混凝土变截面连续箱梁, 主梁最大悬臂节段长59 m, 分成14个节段, 其中0#块长11.50 m, 1#~4#块长度均为3.50 m, 5#~8#块长度均为4.00 m, 9#~13#块长度均为4.65 m, 合拢段长2.00 m, 边跨现浇块长10.90 m。悬臂浇筑中1#块混凝土方量最大为86.2 m³, 13#块57.7 m³。0#块混凝土413.8 m³, 合拢段混凝土24.8 m³, 边跨现浇块混凝土方量为197.2 m³。全桥合拢顺序由边跨至中跨进行, 先进行两边跨合

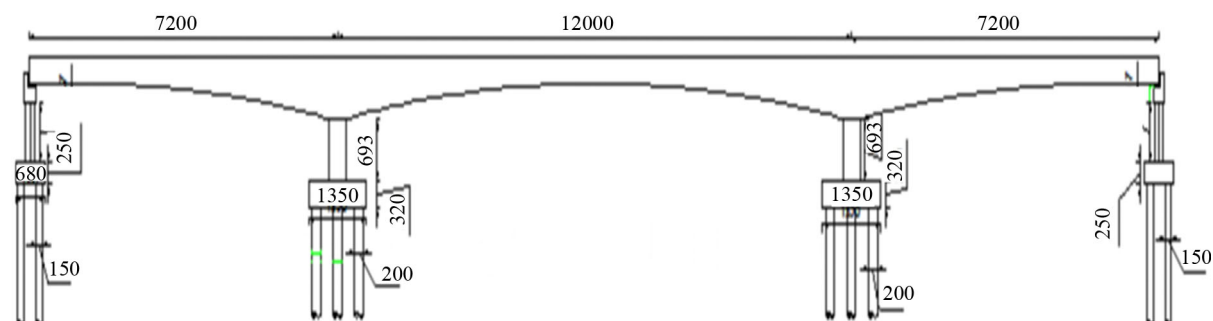


Figure 1. Main bridge elevation of Jiashan elevated bridge

图1. 嘉善高架大桥主桥立面图

拢, 再进行中跨合拢。合拢段两端悬臂标高允许偏差 2 cm, 轴线允许偏差 1 cm, 浇筑合拢段混凝土要求在凌晨温度最低时浇筑完毕。

3. 合拢段施工

3.1. 合拢施工前准备工作

利用测量仪器针对合拢段两侧(即 516#和 517#上部结构)桥梁的中线、高程进行校核, 若彼此间存在局部偏差, 可在规范允许范围内在 12#块、13#块施工时适当调整, 确保中跨 516#、517#墩 13#块之间高差不大于 2 cm、中线偏位不大于 1 cm 的设计要求。

3.2. 工艺流程

为确保合拢段施工保质安全地实施, 科学合理的工艺流程非常必要, 本项目的中跨合拢段施工工艺流程如下: 挂篮前移到位→挂篮模板锚固在混凝土上转换为合拢段模板→合拢段模板安装→钢锭块配重→安装合拢段劲性骨架并焊接一端→合拢段劲性骨架锁定→预应力张拉→解除 516 主墩活动支座上下摆板临时约束→底腹板钢筋制作及安装、预应力孔道施工→内模安装→顶板钢筋制作安装、预应力孔道施工→浇筑合拢段混凝土→合拢束分阶段张拉、压浆→拆除模板。施工中每一道工序完成后, 经监理和第三方验收合格后方可进入到下一工序。

3.3. 中跨挂篮拆除临时固结承力计算

中跨挂篮临时固结的拆除必须经过计算方可执行, 临时锚固图如图 2、图 3 所示。

计算工况如下: 中跨挂篮下放时, 主要考虑施工机具荷载和挂篮下放载荷及混凝土浇筑胀模 2.5%对桥墩中心产生不平衡力矩的不对称作用, 计算过程如下:

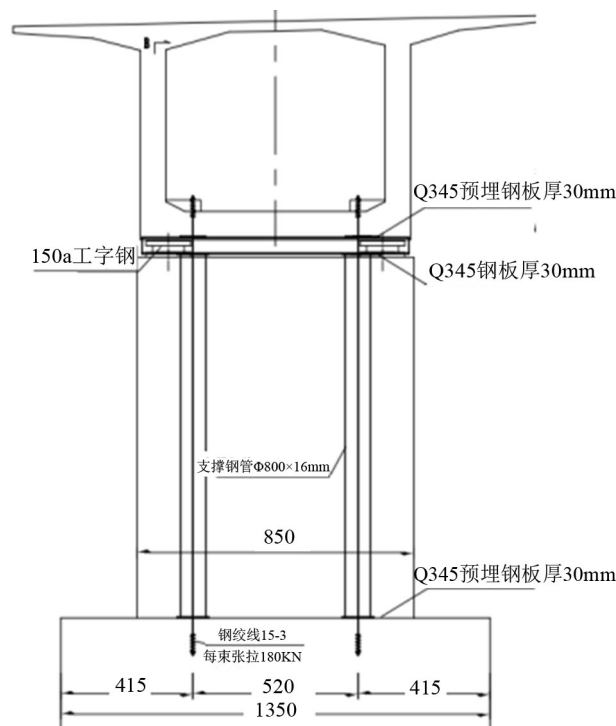


Figure 2. Temporary anchorage front map

图 2. 临时锚固正面图

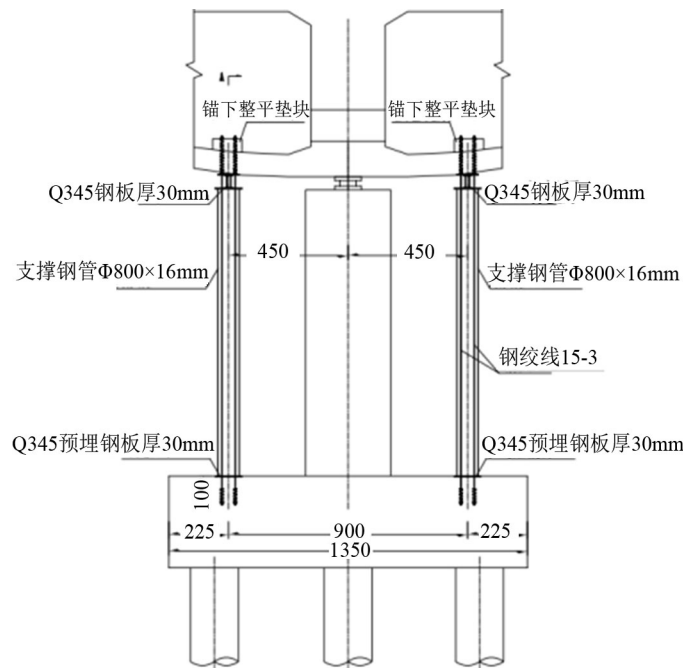


Figure 3. Temporary anchorage side view
图 3. 临时锚固侧面图

1) 钢管受压计算

对于直径为 $\Phi 800$ mm 壁厚为 8 mm 的钢管砼柱(Q235 钢材, 内填充 C50 砼), 砼面积 $A_c = 0.457 \text{ m}^2$ (已去除钢绞线套管截面), C50 砼的抗压设计强度 $f_c = 23.1 \text{ MPa}$, 钢管的设计强度 $f_a = 180 \text{ MPa}$, 钢管半径 $R_c = 400 \text{ mm}$, 钢管壁厚 $t = 8 \text{ mm}$, 钢管面积 $A_s = 0.02 \text{ m}^2$ 。根据 GB50936-2014《钢管混凝土结构技术规范》, 钢管混凝土单肢柱的承载力 N_0 按公式(1)计算:

$$N_0 = A_{sc} f_{sc} \quad (1)$$

式中: N_0 --钢管混凝土轴心受压短柱的承载力设计值(N);

A_{sc} --钢管混凝土截面面积, 等于钢管和管内混凝土面积之和(mm^2);

f_{sc} --钢管混凝土抗压强度设计值(Mpa), 查表可知为 36.2 Mpa;

$$N_0 = 0.477 \times 10^6 \times 36.2 = 17267.4 \text{ kN}$$

按此条件求得临时固结结构的内力计算方程为:

$F_0 = 17267.4 \times 2 = 34534.8 \text{ kN}$, 钢管中心距离支座中心距离 4.5 m, 则临时固结能承受的最大不平衡弯矩计算为:

$$M_0 = 34534.8 \times 4.5 = 155406.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

(2)挂篮下部下放不平衡弯矩在 13#块, 力臂 $L = 57.35 \text{ m}$, 施工挂篮按下部下放重量, 挂篮底横梁两根 = $2.520 \times 2 = 5.04 \text{ t}$, 底纵梁 19 根 = $0.443 \times 19 = 8.42 \text{ t}$, 底模 = 3.5 t, 侧模 = $7.65 \times 2 = 15.3 \text{ t}$, 导梁(滑梁) = $0.972 \times 2 + 1.190 \times 2 = 4.342 \text{ t}$, 其他 = 2 t, 底篮汇总 = 17.96 t, 侧模滑梁汇总 = 20.64 t 汇总下部结构重量 = 38.6 t, 分两次下放, 最大下放重量 20.64 t = 206.4 kN, 则最大不平衡弯矩为

$$M_1 = 413.5 \times 56.85 = 23507.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

3) 连续梁悬浇节段混凝土胀模 2.5%对桥墩中心产生的不平衡力矩计算, 见表 1 所示。

则一侧混凝土自重超 2.5%产生的不平衡弯矩为:

Table 1. Continuous beam segment concrete expansion 2.5% produced mould unbalanced torque to pier center
表 1. 连续梁节段混凝土胀模 2.5%对墩中心产生的不平衡力矩

悬浇节段编号	节段混凝土(m ³)	节段混凝土胀模方量(m ³)	砼容重(kN)	节段长度(m)	浇筑后力臂长度(m)	本节段不平衡力矩(kN·m)
0	413.8	10.345	26	5.75	2.875	773.3
1	86.2	2.155	26	3.5	7.5	420.2
2	77.7	1.94	26	3.5	11	554.8
3	73.8	1.85	26	3.5	14.5	697.5
4	70	1.75	26	3.5	18	819
5	76.56	1.91	26	4	21.75	1080.1
6	74.28	1.86	26	4	25.75	1245.27
7	67.8	1.7	26	4	29.75	1314.95
8	61.32	1.53	26	4	33.75	1342.58
9	66.44	1.66	26	4.65	38.075	1643.32
10	64.22	1.61	26	4.65	42.725	1788.47
11	62.85	1.57	26	4.65	47.375	1933.8
12	61.4	1.54	26	4.65	52.025	2083.1
13	57.86	1.45	26	4.65	56.675	2136.65
总合力矩					17833.04	

$$M_2 = 17833.04 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

4) 挂篮下放侧卷扬机等机械作业施工线荷载为 20 kN·m, 另一侧为悬臂空载。施工线荷载偏差产生最大不平衡弯矩在 12#块, 力臂长 $L = 52.025 \text{ m}$, 则最大不平衡弯矩为:

$$M_3 = 20 \times 4.65 \times 52.025 = 4838.325 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

抗倾覆验算, 不平衡弯矩:

$$M = M_1 + M_2 + M_3 = 23507.5 + 17833.04 + 4838.325 = 46178.9 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

根据桥涵施工技术规范, 抗倾覆系数不小于 1.5, 则:

$$1.5M = 46178.9 \times 1.5 = 69268.35 \text{ kN} \cdot \text{m} < M_0 = 155406.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

故挂篮下放时抗倾覆满足要求。

3.4. 施工要点分析

当砼强度达到设计强度 C50 砼的 90%时, 方可进行预应力张拉。先对预锁定张拉未张拉到位的钢绞线进行补张拉, 张拉力达到 100%。然后张拉底板其他预应力钢绞线。最后张拉竖向预应力筋, 锚固后封锚压浆。注意避免预应力短时间内施加产生的应力集中而引起的底板开裂甚至破坏现象。合拢段施工的影响因素较多, 而且很复杂, 主要应克服稳定临时荷载的影响, 尤其应避免受不均匀日照而产生的箱体砼内部的温度变化, 使箱梁悬臂端产生复杂的变化, 因此, 合拢段安排在夜间一天中最低温度采用劲性骨架锁定施工, 在施工时采取以下措施:

1) 合拢段的砼达到设计强度后及时张拉合拢段的预应力束, 以防砼出现裂缝。

2) 保证合拢段施工时的砣始终处于稳定状态, 在浇筑前各悬臂端采用水袋预压配重, 并根据桥轴线对称加载合拢段砣的重量, 在砣浇筑过程中, 分级等重卸载。

3) 在合拢段的施工过程中, 对吊架就位前、浇筑砣前后、张拉完成后各工况进行跟踪观测。

4) 合拢段砣未张拉之前, 禁止在跨中范围内堆放重物或行走施工机具, 以防人为原因造成合拢段砣开裂, 砣试块与梁体同条件养生。

4. 结论

通过对悬臂现浇预应力混凝土连续梁桥合拢段的施工技术探讨与相关结构计算可以得到如下结论:

1) 在悬臂现浇预应力混凝土连续梁桥合拢段的施工中, 采用悬臂挂篮技术, 按着规定的施工流程, 不但可以有效保证施工过程的安全性, 而且还可以提高建筑的整体稳定性。

2) 对悬臂现浇预应力混凝土连续梁桥合拢段施工, 挂篮下放时抗倾覆验算非常必要, 按抗倾覆系数不小于 1.5 计算, 安全储备足够大, 满足施工要求。且悬臂挂篮技术正在大量的使用, 随着计算方法和计算工具的不断进步, 结构计算和施工工艺会越来越完善。

参考文献

- [1] 骆诗凯. 桥梁主桥合拢段的施工技术[J]. 城市道桥与防洪, 2014(12): 121-123.
- [2] 姜锋, 胡江, 曹景. 佛山市禅西大道塍沙大桥主桥中跨合拢段轴向受力分析[J]. 城市道桥与防洪, 2011(12): 25-29.
- [3] 沈佳明. 挂篮悬臂浇筑施工技术在桥梁施工中的应用研究[J]. 城市道桥与防洪, 2017(5): 217-218.
- [4] 周春玲, 黄国清, 马文田, 王卫锋. 鬼洲大桥主桥中跨合拢段施工工艺[J]. 广东土木与建筑, 2007(7): 30-31.
- [5] 张玉琪. 桥梁主桥合拢段施工工艺分析与研究[J]. 绿色环保建材, 2017(12): 101-101.
- [6] 张权. 桥梁悬灌合拢段施工技术实践应用[J]. 中华民居(下旬刊), 2014(9).
- [7] 杨奇, 冷伍明, 聂如松, 魏巍. 大跨径预应力混凝土连续刚构桥施工监控分析[J]. 铁道科学与工程学报, 2010, 7(1): 11-15.
- [8] 周军生, 楼庄鸿. 大跨径预应力混凝土连续刚构桥的现状和发展趋势[C]//中国公路学会桥梁和结构工程学会. 中国公路学会桥梁和结构工程学会桥梁学术讨论会论文集: 1999 年卷. 北京: 人民交通出版社, 2000.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3458, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjce@hanspub.org