

连续梁桥合拢段施工的临时支撑研究

唐 鹏

(安徽水利水电职业技术学院 市政工程系, 安徽 合肥 231603)

摘要:连续梁桥合拢段施工的临时支撑合理设计是顺利合拢的安全保证。根据合拢段临时支撑的受力特点,提出相应的计算方法,进而讨论工程实践中常用的几种临时支撑锁定装置的形式。基于工程实例,详细探讨了连续梁桥合拢段施工临时支撑形式的选择和设计。研究表明:结构体系转换对临时支撑受力影响很大,大跨径连续梁桥解除临时固定支座约束后,采用外刚性支撑是可行的。

关键词:合拢;临时支撑;外刚性支撑;连续梁桥;锁定

中图分类号:U448.27 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2014)04-0070-04

主梁跨中合拢段施工是大跨径连续梁桥悬臂施工的一道关键工序,是连续梁桥结构体系转换的重要环节,对成桥后的主梁线形和结构内力有着重要的影响^[1-3]。合拢段新浇筑的混凝土达到设计强度前,合拢口两侧悬臂端会随着温度降低而收缩,温度升高而伸长,混凝土硬化过程中也会产生收缩,合拢段施工控制不好,主梁结构就容易产生裂缝,影响工程质量^[4]。因此,要设计合理的临时支撑,确保合拢段新浇筑的混凝土在达到设计强度前,能满足两侧悬臂的变形协调,也不承受额外的轴力作用。临时支撑的方式有多种^[5-10],应根据工程实际情况合理选用,确保施工安全和施工质量。

1 计算方法

1.1 两端固定时的受力分析

合拢时,合拢跨两侧的墩梁临时固结未拆除,临时支撑主要受温度作用控制设计,计算简图如图1所示。

为简便起见,假定合拢跨的两侧墩梁均为固结约束,温度产生的变形按随温度的线性伸长或缩短计算,变高梁的箱梁阶段按节段平均截面计算,临时支撑主要受温度作用控制设计。

梁体升温 Δt 时产生的梁体伸长量为 $L_{\Delta t}$,即:

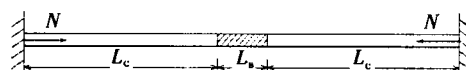


图1 临时支撑计算示意图

Fig. 1 Calculation schematic diagram of temporary supports

$$L_{\Delta t} = \alpha_s \cdot \Delta t \cdot L_s + 2\alpha_c \cdot \Delta t \cdot L_c$$

两端的约束反力 N 产生的梁体缩短为 $L_{\Delta N}$,

则:

$$L_{\Delta N} = \frac{NL_s}{E_s A_s} + 2 \sum_{i=0}^n \frac{NL_i}{E_c A_i}$$

根据结构的变形协调原理,有

$$L_{\Delta t} = L_{\Delta N}$$

因此可得:

$$N = \frac{\alpha_s \cdot \Delta t \cdot L_s + 2\alpha_c \cdot \Delta t \cdot L_c}{\frac{L_s}{E_s A_s} + 2 \sum_{i=0}^n \frac{L_i}{E_c A_i}}$$

式中: α_s 、 α_c 分别为混凝土和临时支撑的线膨胀系数; L_c 、 L_s 分别为主梁悬臂浇筑段长度、合拢口的临时支撑长度; N 为合拢口临时支撑所受的轴向力; E_s 、 E_c 分别为临时支撑的弹性模量和混凝土的弹性模量; A_s 为临时支撑的截面积; A_i 、 L_i 分别为箱梁第 i 节段的平均截面积和长度。

收稿日期:2014-10-13

基金项目:安徽省自然科学基金项目(No. KJ2014A092)

作者简介:唐鹏(1980-),男,湖南临武人,讲师,硕士,主要研究方向为道路桥梁教学。

1.2 一端滑动时的受力分析

合拢跨的两侧墩梁均为固结约束时,由温度产生的轴向力很大,一般需要在合拢段临时支撑锁定后,立即释放合拢跨一端墩梁的临时固结约束,使支座纵向可以自由滑动。此时,合拢口临时支撑的内力分析如下:

升温时:

$$N = N_y + f \cdot Q$$

降温时:

$$N = N_y - f \cdot Q$$

式中: Q 为合拢跨一端纵向滑动支座的支反力; f 为滑动支座的摩阻系数; N_y 为张拉临时预应力钢束所提供的预压力,如果仅设刚性支撑,则取值为0。

2 临时支撑设计

大跨度连续梁桥合拢前,一般需要对悬臂端的梁段变形和实际温度进行24 h的连续观测,绘制出梁段伸长量与温度随时间的变化曲线,然后确定合拢温度,预估合拢口临时支撑锁定后的温差和梁体伸缩量。一般情况下,尽量选择一天温度较低且恒定的夜间进行临时支撑锁定,锁定后,应尽快进行合拢段混凝土的浇筑。由于临时支撑锁定到浇筑混凝土形成强度的工期很短,在此期间的混凝土徐变一般不予考虑,仅考虑梁体温度变化的影响,用来确定临时支撑形式。

大跨度连续梁施工中常见的合拢段临时支撑锁定装置有以下3种:

(1) 外刚性支撑和内刚性支撑

这种临时支撑锁定装置是在合拢口两侧悬浇梁段的顶板、底板的顶面预埋带剪力钉的钢板,采用型钢作为外刚性支撑,将其焊接或栓接在预埋钢板上,同时在合拢段和两侧悬浇段的混凝土内设置劲性骨架构成内刚性支撑。外刚性支撑和内刚性支撑共同承担合拢时的外力作用(见图2)。

(2) 外(内)刚性支撑和张拉临时钢束

除了采用外刚性支撑和内刚性支撑进行锁定外,还可以利用部分永久性或临时性钢束进行临时张拉,提供压力储备(见图3)。

(3) 外刚性支撑

由于内刚性支撑仅提供抗压作用,且施工不便、用钢量较大,实际施工中,往往仅设置外刚性支撑,在一天的最低温时进行锁定,然后浇筑合拢段混凝土(见图4)。

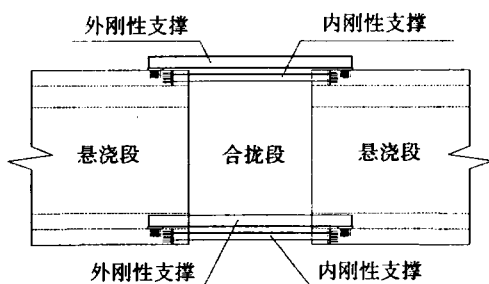


图2 外刚性支撑和内刚性支撑

Fig.2 Outer rigid supports and inner rigid supports

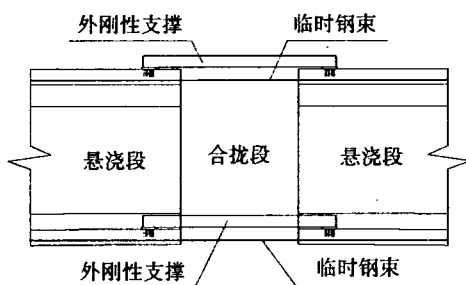


图3 外刚性支撑和张拉临时钢束

Fig.3 Outer rigid supports and stretching temporary tendons

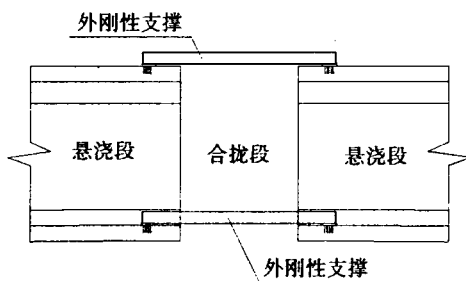


图4 完全外刚性支撑

Fig.4 Whole outer rigid supports

3 工程实例

3.1 工程概况

嘉海公路桥为60 m + 100 m + 60 m的大跨径变高度连续梁桥,截面形式为单箱双室(见图5)。该桥梁采用对称悬臂浇筑方法施工,单个悬臂共划分为13个节段,其中0#块长6 m,1#~2#块长2.5 m,3#~6#块长3.0 m,7#~10#块长3.5 m,11#~13#块长4.0 m,中跨合拢段长2.0 m。

中墩处梁高为7.0 m,跨中梁高2.8 m,梁高按2次抛物线变化;箱顶全宽15.85 m,底宽9.9 m;

按 2 次抛物线变化;箱顶全宽 15.85 m,底宽 9.9 m;外侧顶板悬臂长为 2.9 m,悬臂根部厚度为 0.655 m;内侧顶板悬臂长为 3.05 m,悬臂根部厚度为 0.652 m;顶板厚 0.25 m,跨中底板 0.25 m,支点底板厚 1.20 m,共 3 道腹板,每道腹板厚 0.40 ~ 0.50 m,支点取 0.80 m。合拢段箱梁重约 600 kN。



图 5 嘉海公路桥结构布置简图
Fig. 5 Structural arrangement diagram of Jiahai highway bridge

3.2 支撑力计算

采用张拉临时钢束能使得降温时的临时支撑不出现受拉状况、减小合拢段混凝土的纵向变形、降低混凝土出现受拉裂缝的可能性。但升温时,张拉临时钢束的预压力作用在合拢段混凝土上,使得其过早参与受力,对混凝土的凝结硬化和强度发展有不利影响。实际上,临时支撑的锁定选择在一天的较低温度时,采用完全的外刚性支撑,如果刚度足够大,降温时的变形就很微小,不足以引起合拢段混凝土受拉裂缝的产生。实践经验也表明,只要临时支撑锁定和合拢段混凝土浇筑的时机选择恰当,采用外刚性支撑的施工方案是完全可行的。

嘉海公路桥的跨中合拢段临时支撑采用完全外刚性支撑,如果合拢时的临时支撑按两端固定的情况考虑。临时支撑的锁定选择在夜间温度较低时,根据嘉海公路桥中跨合拢前 1~3 天连续观测的温度数据,临时支撑的受力按升温 15℃、降温 5℃考虑。

假设临时支撑采用 10 根 25#b 的槽钢,则临时支撑所受的轴向力为:

$$N = \frac{\alpha_s \cdot \Delta t \cdot L_s + 2\alpha_c \cdot \Delta t \cdot L_c}{\frac{L_s}{E_s A_s} + 2 \sum_{i=0}^n \frac{L_i}{E_c A_i}} = 28\,300 \text{ kN}$$

由此可见,合拢跨的两侧墩梁均为固结约束时,由温度产生的轴向力很大。因此,嘉海公路桥在跨中合拢段临时支撑锁定前,释放一端支座的临时固结,使之可以纵向滑动,则锁定后的支撑内力抵消温度变化引起的支座摩阻力即可。该桥合拢跨两侧墩顶支座均采用球钢支座,摩阻系数取

0.05。

滑动支座承受的压力取墩顶悬臂梁体自重、1/2 合拢段梁体自重以及桥上施工机械荷载、挂篮荷载等,按 48 000 kN 计。此时,临时支撑需要承担的水平力为:

$$N = f \cdot Q = 0.05 \times 48\,000 = 2\,400 \text{ kN}$$

临时支撑采用外刚性支撑,如图 6 所示顶板设置 3 个、底板设置 2 个,安全系数取 2.0,则每个刚性支撑所需承受的轴力为 960 kN。

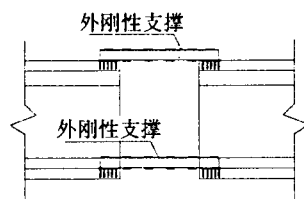
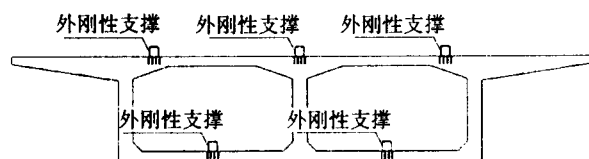


图 6 临时支撑布置图

Fig. 6 Layout drawing of temporary supports

根据现场实际情况,临时的外刚性支撑采用双肢缀板。双肢采用 25#b 槽钢,两边采用 20 mm 厚钢板作为缀板,尺寸为 200 mm × 200 mm,间距为 55 cm,如图 7 所示。

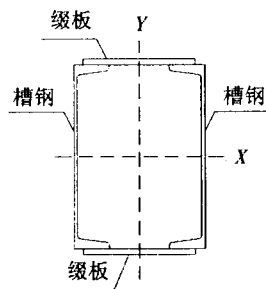


图 7 外刚性支撑截面

Fig. 7 Section of outer rigid temporary supports

确定了临时支撑形式后,要对双肢缀板的强度和稳定性进行验算,同时对预埋的剪力钉钢板和双肢缀板与钢板的焊缝连接等进行相应的验算,确保合拢段临时支撑的安全性。

4 结论与建议

通过嘉海公路桥合拢段临时支撑的设计探讨,得出如下一些有益的结论与建议:

(1)大跨径连续梁合拢跨两端均采用固结约束时,由于温度变化产生的轴向力很大,需要采用刚性较大的临时支撑设施。

(2)大跨径连续梁桥结构体系转化对临时支撑的选择和设计影响很大。大跨径连续梁桥合拢段施工宜先释放支座的临时固结约束,使其可纵

向自由滑动,然后在温度最低时刻进行合拢段临时支撑的锁定。

(3)外刚性支撑应先全部焊完同一端焊缝,当气温降至一天最低时,再全部焊接另一端焊缝,进行锁定。焊接时多个临时刚性支撑要同时开焊,以保证所有刚性支撑同时受力且受力均匀。

(4)若设置临时张拉钢束,应在刚性支撑锁定后立即进行预应力张拉,张拉顺序按照先顶板后底板对称进行。

参考文献:

- [1] 白旭光. 连续梁桥悬臂浇筑施工关键技术与控制技术研究[D]. 西安:长安大学,2013.
- [2] 周舟,苏智,颜东煌,等. 大跨度 PC 连续刚构桥合拢施工措施[J]. 长沙理工大学学报:自然科学版,2006,3(4):39-42.
- [3] 姜长清. 跨高速公路连续梁悬臂浇筑合拢段施工技术[J]. 中国西部科技,2014,13(4):43-44.
- [4] 崔行航. 预应力混凝土斜拉桥合拢段施工过程分析[J]. 城市道桥与防洪,2014(3):99-100.
- [5] 陈彦. 铁路客运专线现浇混凝土连续梁施工技术研究[D]. 成都:西南交通大学,2010.
- [6] 李哲. 三向预应力体系连续梁桥悬灌施工控制技术研究[D]. 郑州:郑州大学,2010.
- [7] 周鑫,张雪松,向中富. 悬臂施工连续梁桥合拢方案的讨论[J]. 公路交通技术,2006(4):96-98.
- [8] 吕华. 马家湖特大桥连续梁中跨合拢段施工[J]. 四川水利,2013(5):59-61.
- [9] 李博. 预应力混凝土连续梁桥施工技术研究[J]. 低温建筑技术,2014(8):95-97.
- [10] 冯玉平,吴文明,朱德举. 陶赖昭松花江特大桥悬臂施工合拢段变形控制[J]. 东北林业大学学报,2002,30(2):118-120.

Study on Temporary Supports of Closure Segment Construction of Continuous Girder Bridge

TANG Peng

(Department of Municipal Engineering, Anhui Water Conservancy Technical College, Hefei Anhui 231603, China)

Abstract: The Proper design of temporary supports is safety guarantee of closure segment construction of continuous girder bridge. Firstly, according to the loading characteristics of temporary supports of closure segment, corresponding calculation methods are put forward. And then several kinds of common temporary supports forms are discussed. At last, based on one practical engineering, the form selection and design of the temporary support of closure segment construction of continuous girder bridge are discussed in detail. Research results indicate that structural system transformation have a great influence on the temporary support stress, and outer rigid temporary supports are feasible for closure segment construction of long-span continuous girder bridge. Research conclusion also provides theoretical basis for similar engineering practice.

Keywords: closure; temporary supports; outer rigid support; continuous girder bridge; lock

(责任编辑:张英健)

连续梁桥合拢段施工的临时支撑研究

作者: [唐鹏, TANG Peng](#)
作者单位: [安徽水利水电职业技术学院市政工程系, 安徽合肥, 231603](#)
刊名: [盐城工学院学报 \(自然科学版\)](#)
英文刊名: [Journal of Yancheng Institute of Technology \(Natural Science Edition\)](#)
年, 卷(期): 2014, 27(4)

引用本文格式: [唐鹏, TANG Peng](#) [连续梁桥合拢段施工的临时支撑研究](#) [期刊论文] - [盐城工学院学报 \(自然科学版\)](#) 2014(4)