

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2021.03.026

满堂支架法直腹板现浇箱梁横向抗推研究

杨亚, 何岸

(中国市政工程西南设计研究总院有限公司, 四川 成都 610036)

摘要: 满堂支架法作为一种成熟的施工技术手段, 目前被大量应用于城市桥梁现浇主梁的施工项目中。具有施工方便、周转时间短和辅助设备少的优点。但对于直腹板现浇箱梁, 尤其是主梁较窄的现浇箱梁, 由于混凝土侧压力、倾侧混凝土产生的水平荷载以及振捣产生的水平荷载存在, 使得腹板处支架存在较大的水平推力, 导致整个结构处于危险状态。以某工程项目为依托, 提出了两种解决方案, 通过调整斜撑布置形式对结构受力状态进行改善。结果表明, 两种方案均可有效降低水平推力作用下造成结构局部应力集中的现象, 有利于不利荷载均匀向整个支架结构传递。

关键词: 满堂支架法; 立杆; 侧压力; 水平推力

中图分类号: U445

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)03-0085-03

0 引言

近年来, 随着我国基础设施建设步伐的加大, 在现代桥梁的建设和施工中, 现浇连续箱梁桥越来越多, 上部施工方法以满堂支架法最为普遍^[1]。现代满堂支架法施工逐渐向高墩、大吨位和大跨径方向发展, 钢管本身承载力有限, 如何合理布置支架形式是桥梁建设者常需考虑的问题之一。对于城市匝道桥现浇箱梁施工, 往往受场地限制和交通需要, 采用高墩和变宽度形式。浇筑混凝土时, 受混凝土侧压力、倾侧和振捣水平荷载的影响, 会在腹板外模板处支架产生较大的水平推力。当桥面和翼缘板较窄时, 出于节省材料的角度, 翼缘板下方支架布置较少, 不足以抵抗该水平推力, 导致结构局部应力过于集中。本文基于四川省成都市某入城段匝道桥改造项目, 针对直腹板现浇箱梁提出相应的增强结构稳定性措施, 可为直腹板现浇箱梁满堂支架施工提供参考经验和借鉴。

1 工程概况

F 匝道桥 2 号桥的现浇梁采用现浇预应力混凝土连续箱梁结构, 跨径为 30~40 m。梁体采用多箱式室预应力混凝土直腹板等截面连续梁桥。匝道桥悬臂长 1.75 m, 箱梁顶板厚 25 cm, 底板厚 25 cm, 跨中腹板厚 50 cm, 墩顶支点附近腹板厚 75 cm, 在

支点截面处设置端、中横梁, 普通跨径连续梁的中横梁宽 2.5 m, 端横梁宽 1.5 m。支架立杆桥向布置实心段下方步距为 0.9 m, 翼缘板和空腹段下方步距 1.2 m。沿桥梁顺桥向实心段支架立杆距为 0.6 m, 变截面段步距 1.2 m, 标准段步距为 1.5 m, 纵向可沿一个方向布置竖向斜撑。沿桥梁高度方向, 底部立杆度 0.5 m, 标准高度每层 1.5 m。由于桥墩高度发生变化, 底板下方支架层高不足 1.5 m 时, 采用每层 0.5 m 和可调支座的组合形式。基本支架布置形式见图 1。

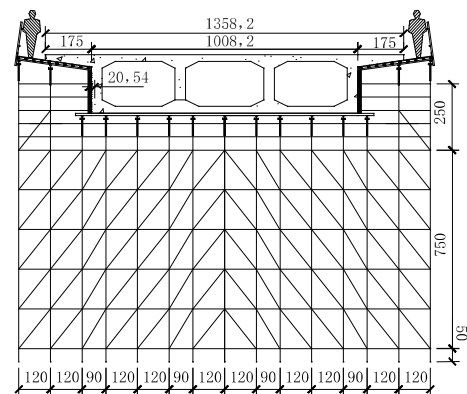


图 1 支架横向布置示意图(单位: cm)

2 有限元模型

盘扣式满堂支架验算根据结构实际受力状态, 建立所有杆件模型。部荷载采用节点荷载形式施加到顶托位置, 利用 Midas Civil^[2,3]建立有限元模型见图 2。

3 设计参数

整个所使用的主要材料属性见表 1。

收稿日期: 2020-07-08

作者简介: 杨亚(1991—), 男, 硕士, 工程师, 从事桥梁设计工作。

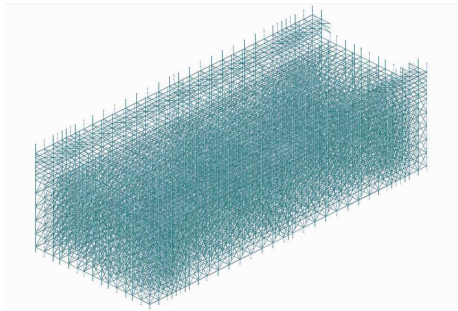


图2 支架整体结构有限元模型

表1 结构使用材料属性

杆件类型	材质	弯拉强度 /MPa
φ48 × 2.5 mm 水平杆	Q235	205 ^[4]
φ33 × 2.3 mm 斜杆	Q195	175
φ60 × 3.2 mm 支架立杆	Q345	300
φ48 × 3.5 mm 附加杆件	Q235	205

$$F=\rho h$$

根据《混凝土结构工程施工质量验收规范(GB 50204—2015)》^[6]规定,混凝土侧压力以流体静压力原理为基础,结合浇筑速度与侧压力试验数据,最大侧压力取上面两式中的较小值。经过计算,较小值为采用静水压力计算模式得出的结果。施加在上层水平杆的荷载值为 1.12 kN/m,中层荷载值为 8.07 kN/m,下层为 27.56 kN/m,与其在纵向距离相乘得到施加在水平杆件上的节点荷载。

根据《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50—2011)^[7],并参照《路桥施工计算手册》^[8],得到混凝土振捣时产生的水平荷载为 4.0,倾倒时产生的水平荷载为 2.0,与每个水平杆件横纵向距离相乘得到节点荷载值。

4.2 混凝土侧压力计算结果

考虑 1.4 倍安全系数,增加水平荷载前后结构最大应力对比见表 2。

表2 增加水平荷载前后结构应力对比

工况	最大应力 /MPa	位置
无水平荷载	157	底板下支架立杆顶部
增加水平荷载	554	实心段支架立杆底部

表 2 表明,混凝土侧压力、振捣和倾倒时产生的水平荷载对于结构整体稳定性将产生较大影响,致使结构局部发生应力集中现象,大大降低整个支架结构的安全性。

5 水平推力的平衡

为平衡混凝土侧压力、振捣和倾倒时产生的水平荷载,需要在横桥向合理利用和布置支架构件,以传递和降低水平荷载产生的弯矩。在桥墩处,由于盖梁和桥墩的存在,造成此处支架布置的缺失,导致结构传力效果较差。为此,提出两种改善结构受力措施:一是在桥墩处混凝土实心段底板下方依照立杆纵向间距放置 φ48 × 3.5 mm 杆件,非实心段以顶托上方横向工字钢代替。以两个“V”形大斜撑将此水平构件连接到下方支架立杆。翼缘板下方斜向布置三根平行 φ48 × 3.5 mm 杆件,底部连接 I24 工字钢,见图 3。二是上部处理与前者相同,区别在于仅采用一个“V”形大斜撑,并在非实心段以 4 个大“X”形斜撑替代横向截面标准竖向斜撑,见图 4。计算结果前后对比见表 3。

表 3 表明,两种支撑形式均可有效降低支架局部应力集中现象,充分发挥结构整体性能。

4 侧压力对结构影响

整体模型计算中考虑水平杆、斜杆、盘扣式支架立杆、可调托座及可调底座。通过整体模型计算出各个荷载值,并转化为集中力施加到顶托节点。《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》(JGJ 231—2010)^[5]中对盘扣式支架立杆进行验算时考虑支架可调托座支撑点至顶层水平杆中心线的距离(顶托悬臂距离),同时可调托座布置设计方案满足该技术规程所规定长度,所以未进行可调托座及可调底座的验算。

4.1 混凝土侧压力计算

考虑混凝土二次浇注过程,计算荷载时基于第一次浇注时的混凝土高度。在计算过程中,将混凝土视作流体,将其荷载等效到翼缘板下方水平杆件顶托位置。

腹板内新浇筑混凝土对斜撑的侧压力可采用式(1)计算:

$$F=0.22\rho t_0 \beta_1 \beta_2 V^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中: ρ 为混凝土容重,取 24 kN/m³; t_0 为混凝土初凝时间, h ; V 为混凝土浇筑速度,m/h; h 为混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面的总高度; β_1 为外加剂影响修正系数,不掺外加剂时取 1.0,掺具有缓凝作用的外加剂时取 1.2; β_2 为混凝土坍落度影响修正系数,当坍落度小于 30 mm 时,取 0.85; 50 ~ 90 mm 时,取 1.0; 110 ~ 150 mm 时,取 1.15。

腹板内新浇筑混凝土对水平杆件侧压力亦可采用静水压力计算公式算得:

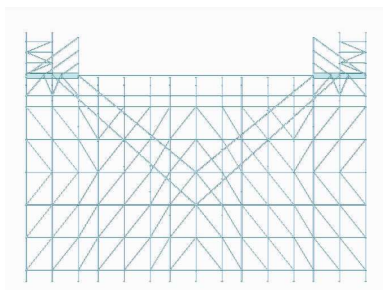


图3 “V”形斜撑截面示意图

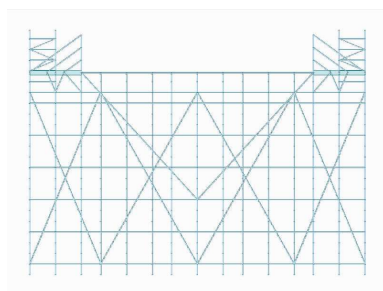


图4 “X”形斜撑截面示意图

表3 采取措施前后应力结果对比

工况	最大应力 /MPa	位置
原方案	554	实心段支架立杆底部
方案一	293	底板下支架立杆顶部
方案二	258	底板下支架立杆顶部

6 结论

(1)在直腹板现浇箱梁施工过程中,混凝土侧压力、振捣时产生的水平荷载及倾倒时产生的水平荷载的存在,对于支架整体结构的影响较大,易造成支

架结构坍塌可能性。

(2)对支架整体结构做出调整后,支架立杆最大应力小于其材料容许应力值 300 MPa,其余杆件内力均小于相应材料容许应力,充分发挥和利用了材料性能。

(3)直腹板现浇箱梁满堂支架法施工最大的难点在于水平推力的平衡。受桥墩处空间限制,且为实心混凝土截面,合理有效的将水平推力向下部结构或其它支架结构传递尤为重要。“V”形斜撑和“X”形斜撑的增加有利于改善结构受力状态,平衡和分散腹板处较大的水平推力。

(4)对于匝道桥等桥跨较多,主梁变化较大的桥梁施工,可以按照统一的原则标准化施工,有利于提高施工安全性和施工速度。

参考文献:

[1] 张欣.满堂支架法在软土桥梁地基中的应用研究[J].中小企业管理与科技,2012(34):188-189.
 [2] Shi J X,Ran Z H.Construction simulation analysis of 120m continuous rigid frame bridge based on Midas Civil[J].Iop Conference,2018(128).
 [3] YANG Peicheng,LI Zhicheng.Based on the MIDAS/CIVIL C40 Large Volume Concrete Construction Simulation Analysis [J].highway engineering,2012.
 [4] GB50017—2017,钢结构设计标准规范[S].
 [5] JGJ 231—2010,建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程[S].
 [6] GB50204—2015,混凝土结构工程施工质量验收规范[S].
 [7] JTG/T F50—2011,公路桥涵施工技术规范[S].
 [8] 周水兴.路桥施工计算手册[M].北京:人民交通出版社,2001.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com