

桥梁工程中现浇盖梁支架的设计与施工

陈坚荣

(广东省基础工程公司, 广东 广州 510507)

摘 要:介绍简支梁桥中现浇盖梁施工的各种支架的选择适用情况、主要施工注意事项、设计计算要点、改进方法, 及其工程实例。

关键词:简支梁桥; 盖梁; 支架; 适用情况; 注意事项; 计算要点; 改进方法

文章编号:1009 - 6477(2004)01 - 0052 - 05

中图分类号:U448.21⁺7

文献标识码:B

Design and Construction of Cast - in - place Bent Cap Support in Bridge Engineering

CHEN Jian-rong

Abstract This paper introduces the suitable selection of various supports, main construction points for attention, key points of design and calculation, improvement and engineering examples in cast - in - place bent cap construction of simply supported beam bridges.

Key words simply supported beam bridge; bent cap; support; suitable selection; key calculation points; improvement

盖梁,也称帽梁,一般设于墩柱顶部,是钢筋混凝土简支梁桥中的下部结构主要受力构件。墩柱顶盖梁,如采用现浇施工,其施工质量,不仅取决于混凝土配合比与浇灌方法,而且在很大程度上取决于采用的支架。

只有选择了正确的支架,使模板牢固、可靠,拼缝严密、接口顺直,能抵抗混凝土自重和施工荷载,操作人员能安全地进行各种施工作业,才能确保施工质量和安全,杜绝模板漏浆、胀模等质量通病,杜绝模板支撑倒塌等安全事故。

墩柱顶盖梁现浇施工的支架形式,主要有自落地支架式、抱箍挑架式和埋设托架式等。自落地支架式,即在盖梁下部的地面上立支柱,搭成落地满堂支架等,然后在支架上铺设模板,如图 1。抱箍挑架式,即在盖梁下的墩柱上套钢板箍,拧紧套箍的拼接螺栓,然后利用套箍搭设支架并铺设模板,如图 2。埋设托架式,即墩柱上预留水平孔,待墩柱混凝土拆模并有一定的强度后,向预留孔中穿入钢锭,然后利用钢锭两端悬臂部分搭设支架并铺设模板,如图 3。

支架形式的选择,应考虑现场施工条件与盖梁的高度,还应考虑经济成本和尽量能就地取材。由

于关系到现浇盖梁的施工质量和操作安全,因此正确选择支架,成为在简支梁桥施工过程中的一项任务。

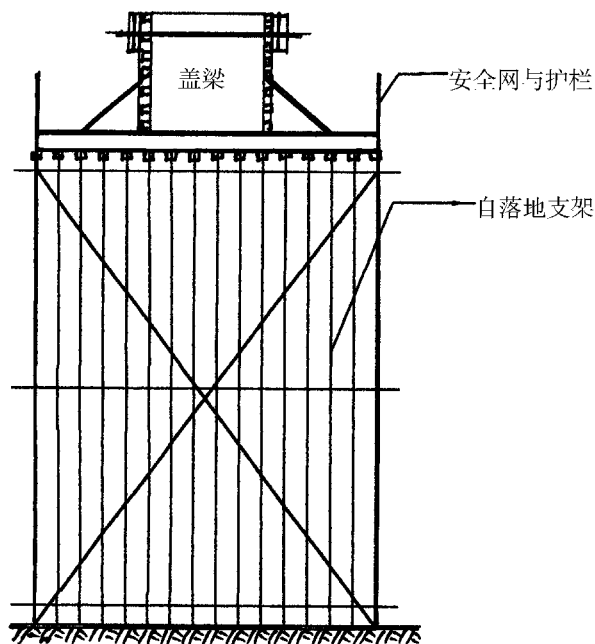


图 1 落地满堂支架

收稿日期:2003 - 01 - 16

作者简介:陈坚荣(1966 -),男,广东省潮阳市人,本科,高工。

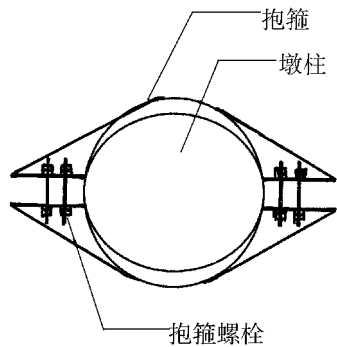


图 2 抱箍示意

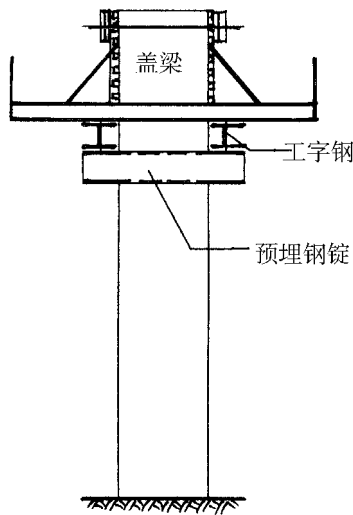


图 3 预埋托架

1 各种支架的计算要点

在进行支架的设计之前,应先分析和计算支架所承受的荷载。通常支架所承受的荷载包括:模板自重、新浇筑钢筋混凝土重量、施工人员和运输工具重量、倾倒和振捣混凝土产生的荷载及支架自重。这些荷载分项系数可取 1.2。

1.1 纵横梁的设计计算

各种支架中,模板下、支架顶的纵横梁的设计计算大同小异,一般可将之当作简支梁,其计算简图与计算式见表 1。

设计计算时,先初选构件类型(如枋木、槽钢或工字钢等),再根据最大弯矩或最大剪力的数据,按下式 1 或式 2 的计算值选择构件型号及截面,最后验算构件的挠度。

$$W = M_{\max} / [\sigma] \tag{1}$$

$$A = Q_{\max} / [\tau] \tag{2}$$

以上两式中 W 和 A 为计算构件的截面抵抗矩和截面积,[σ]和[τ]为计算构件的弯曲抗压强度和抗剪强度。

1.2 自落地支柱的计算

自落地支柱可当作两端简支的轴心受压构件计算,先初选构件类型(如钢管、型钢或门式架等),再根据最大轴力的数据,按下式 3 的计算值选择构件型号及截面,最后按式 4 验算抗压稳定性和水平联系杆的竖向间距(即水平联系杆的道数),并按构造

表 1 纵横梁设计计算表

梁 型	横 梁	纵 梁
计 算 简 图		
最大弯矩	$M_{\max} = qb^2/8$	最大正弯矩 $M_{\max} = qL^2/8 - qa^2/2$; 最大负弯矩 $M_{\min} = qa^2/2$ 。
最大剪力	$Q_{\max} = qb/2$	$Q_{\max} = qL/2$ (a < L/2) ; $Q_{\max} = qa$ (a = L/2) 。
最大挠度	$f_{\max} = 5qb^4/384EI$	跨中最大 $f_{\max} = (5 - 24a^2/L^2) qL^4/384EI$; 跨边最大 $f_{\max} = (6a^2/L^2 + 3a^3/L^3 - 1) qaL^3/24EI$ 。
说 明	E 和 I 为计算构件的弹性模量和截面惯性矩;q 为计算构件上所承受的均布荷载;b 为横梁的跨度,可取拟施工的盖梁的宽度;L 为纵梁的跨度,可取墩柱之间的中心距离;a 为纵梁的悬臂长度,可取盖梁飘出墩柱中心的长度。	

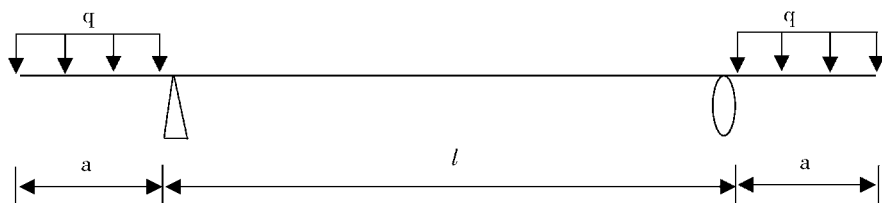


图 1 托架钢锭计算简图

表 2 各种支架的适用情况和施工注意事项

序号	支架形式	适用情况	主要施工注意事项
1	自落地支架式	地面上现浇盖梁,盖梁高度不大,地面土质条件较好,无水流冲刷等不良情况。	应严格控制立柱的垂直度(允许偏差宜小于高度的 0.5%),应按设计做扫地杆、纵横杆、剪刀撑、抛撑和缆风绳等。如采用钢管,则立柱应采用对接扣件接长,而纵横杆和剪刀撑应搭接,且搭接长度不小于 1 m。场地坚实和不积水。
2	抱箍挑架式	水上现浇盖梁,或盖梁高度大,而盖梁自重小,施工荷载较小。	抱箍处的墩柱表面应有较好的平整度,并适当粗糙以确保摩擦力。应严格控制拼接螺栓的拧紧力。抱箍钢板与斜撑宜焊接牢固。施工前先做荷载试验,检验摩擦力是否满足要求。
3	埋设托架式	水上现浇盖梁,或盖梁高度大,自重也大,施工荷载大,而下部的墩柱主筋间距大(一般不小于 8 cm)。	预留孔宜用空心钢管,其内径宜比钢锭直径大 1 cm 左右以便穿管,钢锭悬臂长度应足以支设大横梁,一般可将钢锭上的托板与横梁、大小横梁互相焊接牢固。如墩柱钢筋间距比预留孔小,可将钢筋向两边稍弯并局部加配钢筋。应在墩柱混凝土有一定强度后(一般不少于设计值的 70%),才能搭设支架模板和浇灌盖梁混凝土。

要求设计扫地杆、剪刀撑、抛撑和缆风绳等。

$$Q_{\max} = qa \quad (7)$$

$$A = N / [\sigma] \quad (3)$$

$$f = (2 + a/l) qa^3 / 8EI \quad (8)$$

$$H = (EI / A[\sigma])^{1/2} \quad (4)$$

以上两式中 A 和 N 为计算构件的截面积和所承受的轴向压力, H 为其受压计算高度(上下两道水平联系杆的竖向间距), $[\sigma]$ 为计算构件的轴心抗压强度。

如盖梁离地面高度较大,所在地基本风压较大,则应考虑风荷载,并核算选择抛撑和缆风绳。

1.3 抱箍的计算

抱箍所能承受的荷载可由抱箍与墩柱之间的摩擦力平衡,其摩擦系数 μ 由墩柱面的平整度和粗糙程度而定,一般可取为 $\mu = 0.3 \sim 0.5$ 。摩擦力可由下式计算:

$$F = \mu N \quad (5)$$

式中 N ——抱箍对墩柱的垂直压力,可由螺栓的拧紧力确定。

设计时应选择拧紧螺栓的数量,并验算其抗剪强度,同时应验算抱箍钢板的局部抗剪强度和抗挤压强度。

1.4 托架钢锭的计算

预埋托架的设计,除选择计算纵横梁外,还应对埋设的钢锭的规格和截面积进行计算,其计算简图如图 1,其最大弯矩、剪力和支座处挠度可由下式 6、7、8 计算,并以此按式 1、2 验算。

$$M_{\max} = qa^2 / 2 \quad (6)$$

2 各种支架的适用情况和施工注意事项

各种支架的适用情况和注意事项见表 2。

自落地支柱可采用钢管、型钢或门式架等,根据施工荷载经计算选用;无论采用何种支架,施工时都应按计算挠度值设预拱度,并应搭设足够宽度的操作面(一般每边不小于 1 m)和周边护栏(高度不小于 1.2 m);各种支架的护栏边,都应满挂密目安全网,以防止高空坠落。

3 工程使用情况及计算实例

广东省揭阳至普宁高速公路设计双幅路面总宽度 26 m,其第一、三和六合同段分别为跨汕梅铁路大桥、榕江北河大桥和榕江南河大桥工程,长度分别为 635 m、925 m 和 1 310 m。3 个合同段盖梁各有 62 条、84 条及 102 条,钢筋混凝土量约 6 500 m^3 。盖梁截面(宽 \times 高)有 1.4 \times 1.3 m、1.5 \times 1.4 m 和 1.8 \times 1.8 m 3 种,长度为 11.8 m (其中每条盖梁下两墩柱中心距离为 7.2 m)。

在上述工程的施工过程中,经过分析计算,地面上盖梁施工支架基本都采用自落地支架式,另榕江北河大桥工程中水上盖梁采用抱箍挑架式,而跨汕梅铁路大桥和榕江南河大桥工程中地面土质差和水上盖梁采用埋设托架式,都基本取得成功。

现以榕江南河大桥工程中第 17[#] ~ 23[#] 墩的水上盖梁(截面 1.8 × 1.8 m),对其施工支架(采用埋设托架式)的设计计算作简单介绍。

3.1 横梁的计算

在计算前,横梁初步选用普通热轧工字钢,间距 0.6 m,其弯曲抗压强度 $[\sigma_w] = 210 \text{ MPa}$,抗剪强度 $[\tau] = 120 \text{ MPa}$ 。在横梁计算简图中,跨度 $b = 1.8 \text{ m}$ (即盖梁的宽度),均布荷载 $q = 70.02 \text{ KN/m}$ (已计入荷载分项系数 1.2)。

把以上数据依次代入表 1 中相应横梁计算式和式 1、式 2 得: $M_{\max} = 28.36 \text{ KN} \cdot \text{m}$ 、 $Q_{\max} = 63.02 \text{ KN}$ 、 $W = 135 \text{ cm}^3$ 、 $A = 5.25 \text{ cm}^2$ 。

按以上计算的纵梁 W 和 A 的数值选取 I 16 @ 600 mm,其 $W = 140.9 \text{ cm}^3$ 、 $A = 26.11 \text{ cm}^2$ 、 $I = 1127 \text{ cm}^4$ 、弹性模量 $E = 210\,000 \text{ MPa}$ 、理论重量 20.50 kg/m 。

把以上数据代入表 1 中横梁最大挠度计算式得 $f_{\max} = 0.4 \text{ cm}$,小于 $b/400 = 0.45 \text{ cm}$,符合要求。

3.2 纵梁的计算

两条纵梁,同样在计算前初步选用普通热轧工字钢,其弯曲抗压强度 $[\sigma_w] = 210 \text{ MPa}$,抗剪强度 $[\tau] = 120 \text{ MPa}$ 。在纵梁计算简图中, $L = 7.2 \text{ m}$ (即两墩柱的中心距离),均布荷载 $q = 90.85 \text{ KN/m}$ (已计入荷载分项系数 1.2)。

把以上数据依次代入表 1 中相应纵梁计算式和式 1、式 2 得: $M_{\max} = 346.26 \text{ KN} \cdot \text{m}$ 、 $Q_{\max} = 325.00 \text{ KN}$ 、 $W = 1649 \text{ cm}^3$ 、 $A = 27.08 \text{ cm}^2$ 。

按以上计算的纵梁 W 和 A 的数值选取 I 50,其 $W = 1942.2 \text{ cm}^3$ 、 $A = 129.25 \text{ cm}^2$ 、 $I = 48\,556 \text{ cm}^4$ 、弹性模量 $E = 210\,000 \text{ MPa}$ 、理论重量 101.46 kg/m 。

把以上数据依次代入表 1 中纵梁最大挠度计算式得 $f_{\max} = 1.6 \text{ cm}$,小于 $L/400 = 1.8 \text{ cm}$,符合要求。

3.3 支架钢锭的计算

选用优质实心钢锭,其弯曲抗压强度 $[\sigma_w] = 210 \text{ MPa}$,抗剪强度 $[\tau] = 120 \text{ MPa}$ 。在托架钢锭计算简图中, $l = 1.8 \text{ m}$ (即墩柱的直径), $q = 5243 \text{ KN/m}$ (已计入荷载分项系数 1.2)。

把以上数据依次代入式 6 和式 7 得: $M_{\max} = 67.11 \text{ KN} \cdot \text{m}$ 、 $Q_{\max} = 838.88 \text{ KN}$,再代入式 1 和式 2 得: $W = 319.57 \text{ cm}^3$ 、 $A = 69.92 \text{ cm}^2$ 。

按以上计算的 W 和 A 的数值选取实心钢锭直径 $d = 15 \text{ cm}$,其 $W = 331.34 \text{ cm}^3$ 、 $A = 176.71 \text{ cm}^2$ 、 $I = 2485 \text{ cm}^4$ 、弹性模量 $E = 210\,000 \text{ MPa}$ 。

把以上数据依次代入式 8 得 $f_{\max} = 0.005 \text{ cm}$,远小于 $1/400 = 0.45 \text{ m}$,符合要求。

上述工程盖梁都已经施工完成,其支架都按本文计算公式及方法设计和施工。在实施施工过程中,没有发生质量及安全事故。

根据工程实例可见:自落地支架式结构简单,但在荷载作用下支架变形较大,耗用材料数量较多,文明施工管理工作量较大;采用抱箍挑架式与埋设托架式,在盖梁施工过程中,下部仍可通行,不占工作面,易于文明施工管理,但抱箍挑架式中钢箍与墩柱之间的摩擦系数的取值难以掌握,依墩柱表面的平整度或粗糙程度而异,施工时易发生抱箍滑脱等事故,支架能承受的荷载不高;埋设托架式能承受的荷载较大,支架在荷载作用下变形较小,但在埋设钢锭和施工受载时,墩柱混凝土需具备一定的强度,施工后在墩柱中留下小孔,影响墩柱外观,施工后宜用微膨胀混凝土填塞小孔,并处理墩柱表面。

4 各种支架的改进

为提高自落地支架的承受荷载,而减少变形或沉降,可利用万能杆件拼装成桁式支架。桁式支架可设计为满堂式,也可设计为柱梁式。

对于地面现浇盖梁,如土质条件较差,做适当压实处理并经采取措施后,也可采用自落地支架。在措施方面,可在地面上先铺木板或槽钢,或浇灌混凝土地板,以增大地基受压面积。

对于水上现浇盖梁,由于桩基、系梁及墩柱施工时,已搭设了水上操作平台,因此可利用在该操作平台上直接搭满堂支架。但必须经过验算操作平台的稳定性和沉降量,才慎重利用。

一般简支梁桥中,在桩基与墩柱间都设计有水平系梁,因而在水上与土质条件差的地面上,如盖梁与系梁的高差不大,可利用系梁作为受力底座,在系梁面上搭设落地支架。但系梁的强度必须经过计算,必要时加大系梁截面或加配钢筋。

在使用抱箍挑架式时,为预防施工荷载过大造成钢板箍滑脱,宜采用高强度螺栓和双螺母拧紧抱箍,也可以采用两层抱箍互相支撑的方法,或在抱箍底部预埋钢筋,以协助支撑。但预埋的钢筋在使用后应割除,并妥善处理,以免影响墩柱外观质量。

如施工荷载不大,可在墩柱中埋设型钢,利用埋设的型钢搭设支托架。另外在埋设托架式中,经过计算也可改用型钢(如工字钢、槽钢等)代替实心钢

锭。

对于埋设托架式,也可将埋设钢锭与工字钢改为埋设牛腿,再在牛腿上搭设支架并铺设模板。

参考文献

(上接第 45 页)

3 桥梁 CAD 软件技术的发展趋势

针对当前桥梁软件存在的一些缺陷,桥梁 CAD 软件技术朝以下几个方面发展:

(1) 近年来,由于桥梁事业的发展,图形化操作系统的出现,强大的硬件平台的支持,桥梁计算向可视化、综合化发展,同时计算内容也进入三维空间应力计算、非线性计算、计算-制图一体化阶段。

(2) 桥梁 CAD 技术在软件、系统方面的发展也集中在可视化、集成化、智能化与网络化技术方面。其具体内容包括:图形仿真、多维空间显示模型、可视化、高交互性、多媒体技术、CAD 虚拟环境、集成系统的开发、工程数据库、图形支持、专家系统、神经网络模型和网络技术等。

(3) 虚拟现实技术

虚拟现实(Virtual Reality)技术也是 21 世纪争相研究和开发的一个领域。虚拟现实技术的目的在于使用户完全置于一个由计算机所产生的三维立体场景中,通过对场景进行多种交互控制来获得各种真实的体验和感受,使其具有身临其境之感。传统的计算机图形学主要致力于三维图形的二维显示,虚拟现实则强调真正的三维显示,是未来发展的主方向。

(4) 结构分析软件包开发,即除通用软件朝功能更齐全,使用更方便,留有多种接口供新桥型新理论的加入发展外,专用软件开发因其针对性强,输入方式简单自由,仍有很大的开发价值。

(5) 软件易于维护、易于扩充,为了提高软件开发效率,必须提高代码的重用率,减少软件中的错误,桥梁计算软件设计的重点已不是单纯解决数值计算的问题,而是解决数值计算、图形生成、事务处理、图形界面编程相结合的大型软件设计中的系统

[1] 孙训方,方孝淑,关来泰.材料力学[M],北京:高等教育出版社,1979.

[2] 周水兴,何兆益,邹毅松,等.路桥施工计算手册[M].北京:人民交通出版社,2001.

构成问题。

4 结语

目前,我国桥梁建设正处在前所未有的高速发展时期,对桥梁设计提出了更高的要求。如何加快测设速度、缩短设计周期、优化设计方案、提高设计质量是桥梁设计人员所面临的重要任务。而桥梁 CAD 软件的开发与完善和推广普及,是完成这一任务的重要途径。

参考文献

[1] 刘子建,黄红武,宗子安,等.计算机辅助设计(CAD)原理与应用技术[M].长沙:湖南大学出版社,1998.

[2] 符铨砂.公路计算机辅助设计[M].北京:人民交通出版社,1998.

[3] 王书庆.桥梁 CAD 系统集成技术研究[D].上海:同济大学,1998.

[4] 梁鹏.现代桥梁 CAD 研究与开发[D].西安:长安大学,2001.

[5] 谭慧.中小跨径等截面连续箱梁 CAD 系统的开发与研究[D].武汉:武汉理工大学,2002.

[6] 肖汝诚.桥梁结构分析及程序系统[M].人民交通出版社,2002.

[7] 中交第二公路勘察设计研究院.桥梁设计集成 CAD 系统 BID - Bridge2000[A].郑家庆.公路工程计算机应用论文集[C].武汉:中国公路学会计算机应用学会《公路勘察设计编辑部》,2000:29 - 38.

[8] 吴连山.公路中小桥 CAD 系统集成设计[A].郑家庆.公路工程计算机应用论文集[C].武汉:中国公路学会计算机应用学会《公路勘察设计编辑部》,2000:56 - 61.

[9] 周宗泽,易建国,石雪飞,等.可视化桥梁结构设计软件——桥梁博士系统[J].同济大学学报,1999,27(2).

[10] 葛俊颖,王海良.中、小型预应力混凝土连续梁 CAD 系统研制.石家庄铁道学院学报,1997,10(2).

[11] 杨炳成,赵卫国.桥梁智能 CAD 系统开发与应用[J].西安公路交通大学学报,1998,18(4B).