

文章编号: 0451-0712(2006)08-0229-04

中图分类号: U445.557

文献标识码: B

北江大桥主墩承台钢吊箱的设计与施工

罗志光

(珠江三角洲环形高速公路西环段(南段)筹建处 广州市 510600)

摘 要: 利用水中桩基础施工后剩余的钢护筒和钢管桩作为承重结构, 根据施工工序的进展调整吊点位置, 进行受力体系的转换, 从而提高了钢材的回收率, 方便了施工, 达到了最佳的经济效益。

关键词: 承台; 钢吊箱; 设计; 施工

1 工程概况

北江大桥主桥为 75 m+136 m+75 m 的预应力混凝土连续刚构, 主梁采用单箱双室断面, 主墩采用单箱双室薄壁墩。主墩承台为整体式, 承台尺寸为 10 m×39.75 m, 承台厚度为 4 m, 另外有 1 m 厚的水下封底混凝土。每个主墩基础采用 12 根 $\phi 250$ cm 的钻孔灌注桩, 桩的间距为 6 m, 桩长为 84~88 m。本工程跨越北江东平水道(Ⅲ级航道), 施工期间不得断航, 北江常水位为 +0.5~2.5 m, 汛期水位为 +5.0 m, 河水流速为 1.1~1.4 m/s, 枯水季节水深为 20 m 左右; 主墩处河床覆盖层厚为 20 m, 其中有 5 m 的细砂层和 15 m 左右的圆砾石层; 承台顶设计标高为 +4.0 m, 枯水季节承台出露在水面上。

2 钢吊箱结构设计

2.1 方案的确定

目前国内深水承台的施工方法多种多样, 各有优点。钢板桩围堰、钢围堰与吊箱围堰一样, 可在岸上制造, 在定位船上或者施工平台上拼装成整体后下沉, 不仅施工方便, 而且防水性能好。因钢吊箱围堰不进入河床而是悬吊入水中, 所以用钢量少。缺点是吊箱结构较复杂, 制造精度要求高。又由于吊箱阻水面积大, 在有潮水涨落或强水流冲击时, 吊箱容易偏位。

本工程承台处水较深, 而承台施工期间处为枯水季节, 水中埋深较浅, 故采用单壁钢吊箱围堰。采用单壁钢吊箱围堰具有节省材料、加工方便、质量容易控制、节省模板资金、下沉时间短等优点。

2.2 吊箱底板结构设计

吊箱底板为工字钢组成的平面框架结构, 短边方向为双拼 I50a 工字钢, 按照 2.6 m 和 3.4 m 间距布置, 作为底板的承重主横梁。长边方向为 I25b 工字钢, 按照 0.7 m 和 1.0 m 的间距布置, 长边方向的小工字钢垂直放置在横向大工字钢的上面, 形成框架后, 上面铺设钢模板形成吊箱底板。

2.3 钢吊箱悬吊系统设计

本工程主墩施工平台采用 $\phi 800 \times 8$ 钢管桩搭设而成, 水中桩基础采用 $\phi 2800 \times 12$ 的钢护筒。根据此情况, 在承台边的钢管桩顶搭设贝雷梁形成纵向承重贝雷梁, 在其上设置 2 根 $\phi 25$ mm 的精轧螺纹钢筋吊杆, 下端与底板主横梁两端相连。在承台水中桩的 12 根钢护筒的两侧焊接 2[28a 槽钢吊杆, 吊杆与底板的相应主横梁相接。在承台两侧和中间的底板主横梁, 由吊箱顶上的横向承重贝雷梁上设置 2 根 $\phi 25$ mm 的精轧螺纹钢筋吊杆与之相连。横向承重贝雷梁搭设在纵向承重贝雷梁上。吊箱的所有重量全部由钢护筒和钢管桩来承担。

主墩承台吊箱构造见图 1 所示。

2.4 侧板结构设计

吊箱侧板除应具有足够的刚度外, 还应具有足够的起吊能力。综合考虑受力情况及现场的吊装能力, 吊箱侧板(总高 5 m)在高度方向分成两层, 第一层 2 m, 第二层 3 m, 每层共分 14 块。

侧板采用 6 mm 厚的钢板做面板, 辅以纵横向加劲肋钢板, 块与块之间用高强螺栓连接。侧板外框架横向龙骨采用 4 道 I25a 工字钢, 间距为 1.5 m, 竖

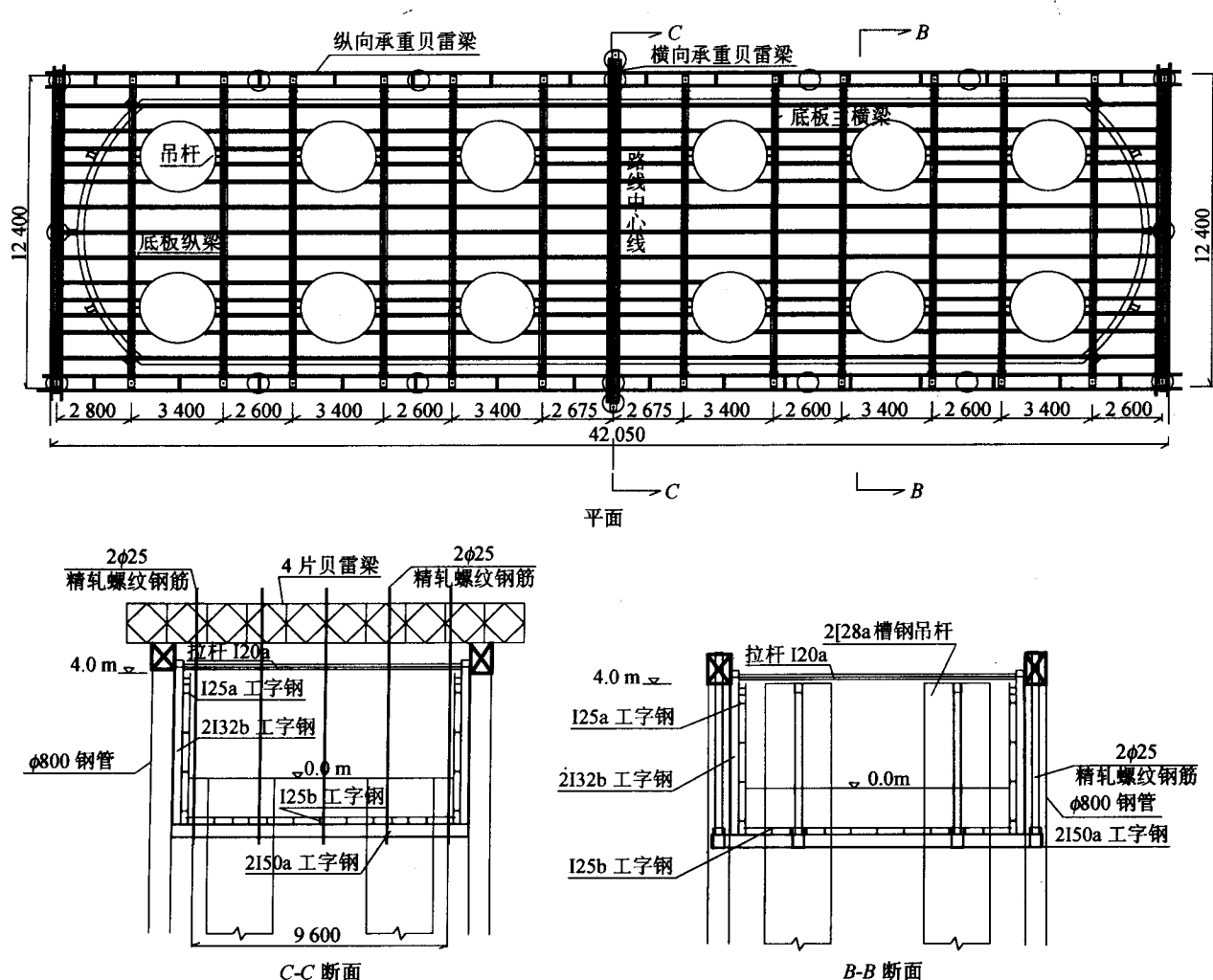


图 1 主墩承台吊箱

向大龙骨采用 2I32b 工字钢,大龙骨与底板主横梁采用高强螺栓连接,便于水下拆卸(图 2)。竖向大龙骨顶设 I20a 工字钢拉杆。侧板外框架系统保证了侧板具有足够的刚度,防止混凝土施工过程中发生涨模现象。由于施工期间处于枯水季节,水位大约在承台底标高处,因此钢吊箱未设内支撑。

2.5 导向系统的设计

导向系统主要是引导钢吊箱的准确下沉,及时纠正吊箱的偏差,使偏差控制在允许的范围之内。

本吊箱主要采用以下两个措施,来保证吊箱的准确下沉:

(1)吊箱底板利用钢护筒作为竖向定位桩,引导吊箱的下沉;

(2)由侧板外框架的竖向大龙骨和承台边的纵向承重贝雷梁组成吊箱侧向导向系统,保证了侧模在下沉过程中不会出现较大的偏差。

2.6 反压系统的设计

本承台封底混凝土厚度为 1 m,其作用是:(1)平衡重主体;(2)防止水渗漏;(3)抵抗水浮力在吊箱底部形成的局部弯曲变形;(4)作为承台的承重底模。

经计算,1 m 厚的封底混凝土作为平衡重,满足吊箱抽水后的抗浮力要求。但是在吊箱设计过程中,又采取了一些构造措施来保证吊箱的抗浮力要求,具体是利用侧模外框架竖向大龙骨上的 I20a 工字钢拉杆,将其两端与纵向承重贝雷梁临时锚固形成反压系统。

2.7 吊箱计算工况

钢吊箱受力状态的验算,可按照以下工况进行分析。

(1)1.0 m 厚封底混凝土完成浇筑,尚未抽水阶段。

在该工况下,吊箱内外水压力基本平衡,吊箱主要承受封底混凝土重量、吊箱自重及施工荷载。

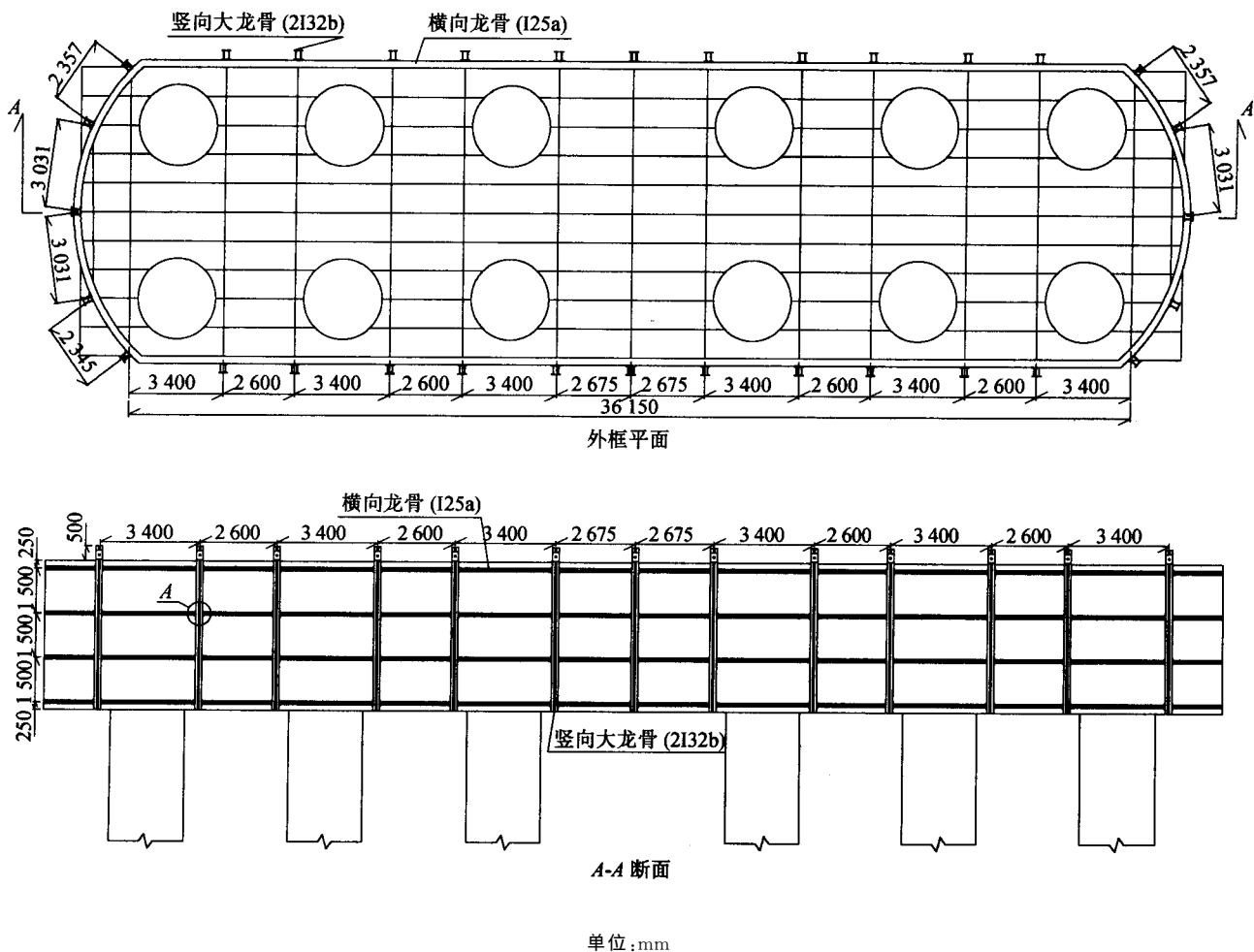


图 2 主墩承台侧模

(2)完成封底混凝土浇筑,抽干水阶段。

在该工况下,吊箱内外水压力不平衡,吊箱主要承受封底混凝土重量、水浮力及吊箱自重。

(3)浇筑第一次承台混凝土施工阶段(2 m)。

在该工况下,吊箱内外水压力不平衡,吊箱主要承受封底混凝土重量、浇筑第一次承台混凝土重量、水浮力、吊箱自重及施工荷载。

在上述工况分析中,没有考虑封底混凝土与钢吊箱之间的粘结力。实际上此摩阻力为被动力,当水浮力过大时可以参与钢吊箱的抗浮,当浇筑承台混凝土时,可以参与承载,提高吊箱的承载力。

2.8 吊箱杆件的计算

(1)吊箱底板框架和侧模外框架的计算偏安全考虑,均按简支梁验算。

(2)侧模和底模的纵横向加劲肋组成了 $0.3 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}$ 的方格框,其长宽比为 $L_x/L_y = 1.33 < 2$ 。在计算面板时,根据弹性薄板理论,将其视为四边嵌固的双向板进行验算。

(3)吊杆焊缝采用角焊缝,厚度 $h_f = 9 \text{ mm}$,总长大于 1000 mm 。因吊箱为施工临时结构,未进行疲劳验算。

(4)钢管桩承载力计算,按照摩擦桩进行,计算中考虑了部分桩底承载力。

(5)承重贝雷梁的计算中,在弯矩和挠度满足要求的情况下,考虑到贝雷梁为空腹式结构,抗剪性能差,还特别进行了抗剪验算。

3 钢吊箱的施工

3.1 钢吊箱的施工步骤

(1)首先在驳船上拼装好 2I50a 工字钢主横梁,用浮吊起吊至安装位置,并用 10 t 手动葫芦悬挂在钢护筒上,并调整各梁的标高使其一致。

(2)按照设计位置安装底板 I25b 工字钢纵梁,保证其位置准确。焊接 2I28a 工字钢吊杆,并安装底板,保证各块板连成整体,并符合承台平面位置。

(3)用手动葫芦整体下落吊箱底板到一定高度,

拼装侧模板系统,拼装完成后进行复测。

(4)当吊箱下到设计标高后,将 2I28a 工字钢吊杆焊接在钢护筒顶端的两边,并张拉紧精轧螺纹钢吊杆。

(5)浇筑完封底混凝土后,进行受力体系转换,即将钢吊杆的吊点由钢护筒顶转换到桩头部分的钢护筒上,割断桩顶以上吊杆和钢护筒,然后进行承台的施工。

3.2 钢吊箱的施工要点

(1)钢吊箱板加工主要控制以下几点:平整度;平面尺寸;焊接变形的校正;螺栓孔的精度;螺栓连接板的平整度、光滑度。

钢吊箱制作完后,使用前在工地进行整体试拼,必要时进行焊缝的超声波检测。

(2)吊箱下沉过程中,必须不断地观测平面位置和标高,如有偏差及时纠正。

(3)吊箱下沉过程中,可适当在底板压重,防止上浮力使底板变形。

(4)精心检查吊杆焊缝的质量,必要时进行超声波检测。

(5)对于 $\phi 25$ 精轧螺纹钢吊杆,在施工过程中,为避免电弧焊机搭铁、氧割及碰撞等伤害,要采用 PVC 套管保护。

(6)施工封底混凝土时,为防止形成夹层与冷缝,采用单向在斜面逐渐推进的浇筑方法。

(7)混凝土配合比按照和易性好、流动度大、坍落度损失小、初凝时间长、浇筑中不易离析泌水的技术要求进行试配。但浇筑开始时,为保证导管的埋深,防止导管脱空翻浆,流动度可适当减小一些。封

底混凝土浇筑接近设计顶面标高前,要适当加大坍落度,以减小混凝土的流动坡度,使封底混凝土面较为平整。

(8)承台大体积混凝土分两次浇筑。大体积混凝土水化热的控制主要采用了如下措施:采用低热值水泥掺加粉煤灰和缓凝减水剂的双掺技术,减少混凝土的单位用水量,减少水泥用量,从而减少水化热;布置冷却水管,养护期间及时通水冷却,降低混凝土的内部温度,减小内外温差。

(9)承台分层浇筑,除在分层面进行凿毛处理外,还需预留剪力企口槽,并在槽内插入一些剪力筋。

4 结语

北江大桥主墩承台钢吊箱,充分利用钢护筒和钢管桩作为吊箱的承重体系,随着施工工序的推进,适时进行受力体系的转换,主要是将钢护筒顶的吊点在封底混凝土施工完成后转换至桩头部分的钢护筒上,从而使桩头以上部分的钢护筒和吊杆可以及时回收,也为承台主体的施工提供了开阔的空间。此吊箱的设计,充分考虑了方案的经济性和适用性,为水中承台的施工开阔了新的思路。

参考文献:

- [1] 公路施工手册——桥涵(上册)[M]. 北京:人民交通出版社,1993.
- [2] JTJ 041—2000,公路桥涵施工技术规范[S].
- [3] GB 50017—2003,钢结构设计规范[S].

Design and Construction of Steel Suspension Box Base Slab of Main Pier of Beijiang Brige

LUO Zhi-guang

(Preparatory Department of South Segment Expressway of West Second Ring, Guangzhou 510600, China)

Abstract: Steel protective barrel and steel tube pipe left after the construction based on pile foundation are taken as the load-carrying members. The suspension center is adjusted according to the progress of construction procedure to transfer the stress system, which improves the recovery ratio of steel products and construction convenience to attain the perfect economical benefit.

Key words: base slab; steel suspension box; design; construction