

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2020.10.022

# 预制小箱梁中隐盖梁设计关键技术研究

史贤豪<sup>1</sup>, 谢波<sup>2</sup>, 肖海波<sup>1</sup>

(1.宁波市城建设计研究院有限公司, 浙江 宁波 315012; 2.宁波通途投资开发有限公司, 浙江 宁波 305010)

**摘要:** 城市高架桥在地面道路净空和桥面控制标高受限时, 隐盖梁门式墩小箱梁能有效降低结构高度, 是一种较经济的结构形式。结合设计实例, 阐述了隐盖梁门式墩的设计关键点及构造措施, 在同类工程中具有借鉴意义。通过对 Midas Civil 梁单元模型和 Midas FEA 全桥实体单元模型进行对比分析, 可得到以下结论: ①在设计中可采用 Midas Civil 简化模型进行受力分析, 且结果偏安全; ②在荷载作用下小箱梁与隐盖梁交接处拉应力不大, 可不设置预应力筋。

**关键词:** 隐盖梁; 小箱梁; 构造措施; FEA 计算

**中图分类号:** U442.5

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2020)10-0081-03

## 0 引言

在高架立交桥设计中, 预制小箱梁由于结构简单, 设计、施工经验成熟, 经济指标较低, 质量可控等优点, 在桥梁工程建设中应用广泛。由于能做到上下部结构同步施工, 所以能在保证桥梁施工质量的前提下, 最大限度地缩短现场占用周期。但如何更有效地利用高架立交桥桥下空间, 在保证桥下纵向通行能力和建筑净空高度要求的情况下, 尽量降低桥面高度, 减小引桥长度, 减少工程造价将是今后立交桥建设中必须解决的问题。而隐盖梁是一种将小箱梁横梁和盖梁相结合的结构形式, 可以有效降低结构高度, 保证桥下净空; 同时隐盖梁具有较强的刚度, 通过隐盖梁把预制小箱梁结合起来, 具有较好的整体性。

## 1 盖梁结构比选

### 1.1 各种盖梁比较

在桥梁设计中常见的盖梁形式有三种, 即明盖梁、倒 T 盖梁和隐盖梁, 如图 1 所示。明盖梁是城市桥梁中最常见的一种盖梁形式, 是将盖梁的纵横截面全部显露出来, 又分为矩形盖梁和 L 形盖梁。倒 T 盖梁的纵横截面是有一部分显露出来而有一部分隐藏起来, 能有效降低结构高度, 增加桥下净空, 但在梁端需增设两道伸缩缝, 影响行车舒适性。而隐盖梁构造与现浇箱梁的横梁类似, 将小箱梁的端横梁和中横梁构造加强, 利用隐盖梁自身强度支撑于立柱上, 能降低结构高度至少

2.0 m, 具有较高的实用性。

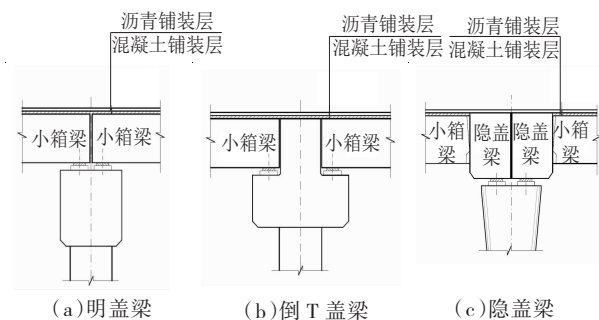


图 1 常见盖梁形式

### 1.2 隐盖梁优缺点

城市桥梁不仅仅当作一个满足通行的桥梁, 还要与人文景观相结合, 最大限度地通过美学观念使其与城市环境融为和谐统一的整体。由此隐盖梁的桥梁优点除美学需求之外, 还体现在以下两个方面: 一方面, 由于小箱梁锚固在隐盖梁, 且利用隐盖梁自身的强度支撑于立柱上, 能有效降低桥面标高并减少桥梁匝道长度, 降低用地规模, 对桥梁建筑高度及占地限制要求苛刻的城市桥梁而言, 经济效益十分明显。另一方面, 由于小箱梁的端横梁和中横梁构造加强, 能有效增加小箱梁之间的横向联系, 增加上部结构整体性。

虽然隐盖梁有上文提到的那些优点, 但隐盖梁在施工过程中存在不足。由于取消盖梁, 在隐盖梁完成前需采用强度较高的支架, 将小箱梁吊装就位, 存在一定的安装风险, 且支架费用较高。

## 2 隐盖梁应用研究

### 2.1 工程概况

环城南路西延高架是宁波市新建的城市快速

收稿日期: 2020-04-09

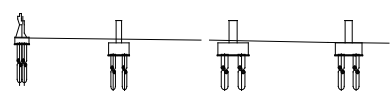
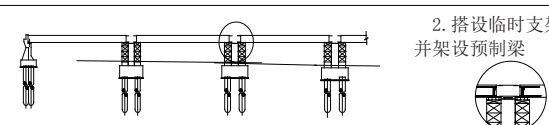
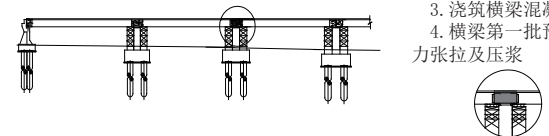
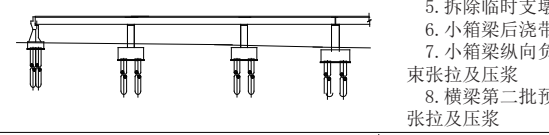
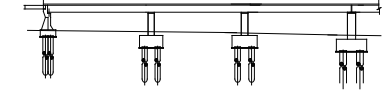
作者简介: 史贤豪(1989—), 男, 硕士, 工程师, 从事桥梁设计工作。

路,高架标准横断面宽度为 25.5 m,匝道标准横断面宽度为 8.5 m,设计荷载城-A 级,主线及匝道小于 35 m 跨径全部采用预制小箱梁。由于规划道路距离较近,桥梁需降低桥面标高来减少匝道长度,满足路口通行要求。因此在此路段高架上部结构采用隐盖梁小箱梁,降低桥面标高约 2 m,减少匝道长度约 35 m,能有效解决匝道落地难的问题,在同类工程中具有借鉴意义。

## 2.2 总体布置

隐盖梁结构在施工时先预制中间小箱梁,再在现场搭设临时支架进行预拼装,拼装完成后浇筑隐盖梁,同时张拉隐盖梁第一批预应力及压浆;利用隐盖梁自身强度可拆除小箱梁临时支架,提高施工速度;浇筑小箱梁湿接缝混凝土,张拉小箱梁负弯矩钢束,保证小箱梁结构全断面在负弯矩区处于受压状态,防止使用过程中混凝土开裂;张拉隐盖梁第二批预应力后可进行二期铺装及附属结构施工,具体施工步骤见表 1。

表 1 隐盖梁结构施工过程

施工示意图	施工步骤
	1. 下部结构施工
	2. 搭设临时支架,并架设预制梁
	3. 浇筑横梁混凝土 4. 横梁第一批预应力张拉及压浆
	5. 拆除临时支墩 6. 小箱梁后浇带施工 7. 小箱梁纵向负弯矩束张拉及压浆 8. 横梁第二批预应力张拉及压浆
	9. 桥面附属设施施工,成桥

## 2.3 结构布置

隐盖梁尺寸根据受力计算确定,横梁顶面高于小箱梁高度 100 mm,减少横梁受力主筋与小箱梁纵向外伸钢筋的冲突,保证上部结构整体受力。伸缩缝处预留 20 mm 深凹槽与伸缩缝同期浇筑,凹槽宽度与伸缩缝平石等宽,隐盖梁支座布置形式同现浇箱梁,具体构造如图 2 所示。

小箱梁预制时普通钢筋与一般小箱梁相同,顶底板钢筋、腹板筋及湿接缝纵向钢筋外伸,插入

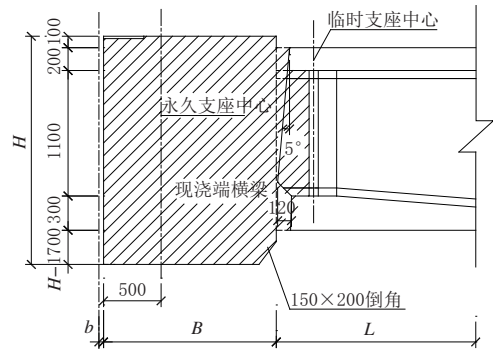


图 2 隐盖梁构造图

隐盖梁锚固,且顶底板钢筋在梁端局部加强,增加预制梁体与隐盖梁的连接,如图 3 所示。

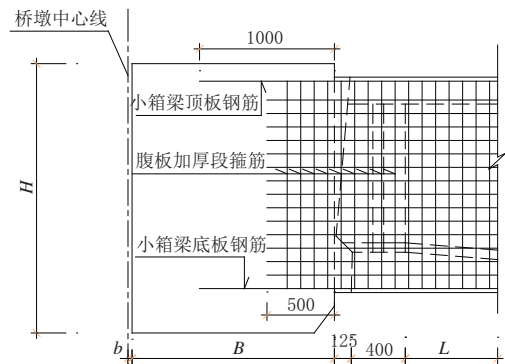


图 3 隐盖梁配筋大样

横梁预应力根据计算确定,配索形式与现浇箱梁类似,需对以下几点进行特别关注:

(1)横梁钢束应避让小箱梁主筋,同时避让小箱梁负弯矩索,并保证有一定空隙,确保混凝土浇筑时骨料能够进入。

(2)横梁钢束采用单端张拉,锚槽尽量做小,端横梁边锚尽可能靠近梁端部,减少锚槽开口对小箱梁腹板纵筋的打断,保证小箱梁与横梁的整体性;对于外伸横梁,张拉端应设置在辅助墩侧,同时横梁钢束居中布置。

(3)横梁钢束距顶 23 cm,钢束中距按小值控制,端横梁边钢束距梁端的距离根据锚具参数取小值(有条件时稍微大点,防止预应力张拉时产生裂缝)。

隐盖梁配钢束大样如图 4 所示。

## 2.4 隐盖梁受力分析

为最大限度地消除 Midas Civil 梁单元计算与实际受力状态之间存在的误差,本文采用 Midas Civil 梁单元模型和 Midas FEA 全桥实体单元模型进行对比分析,确保真实准确地反映隐盖梁结构受力过程中小箱梁荷载传递,保证结构计算安全。

以 3×29 m 三跨连续隐盖梁小箱梁为例进行有限元建模计算,桥梁横断面如图 5 所示。Midas

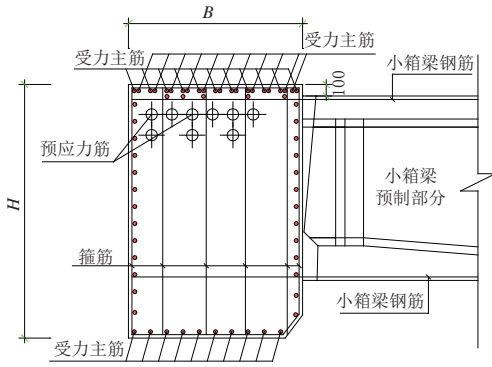


图4 隐盖梁配钢束大样

Civil模型中考虑隐盖梁自重、简支小箱梁自重、二期铺装、预应力和温度荷载,其中二期铺装为3×29m三跨连续单梁模型成桥阶段的支点反力与简支小箱梁自重之差;FEA则根据实际情况进行荷载加载,桥墩支座采用支座实际刚度进行模拟,在只有恒载和温度荷载的作用下,计算结果见表2。

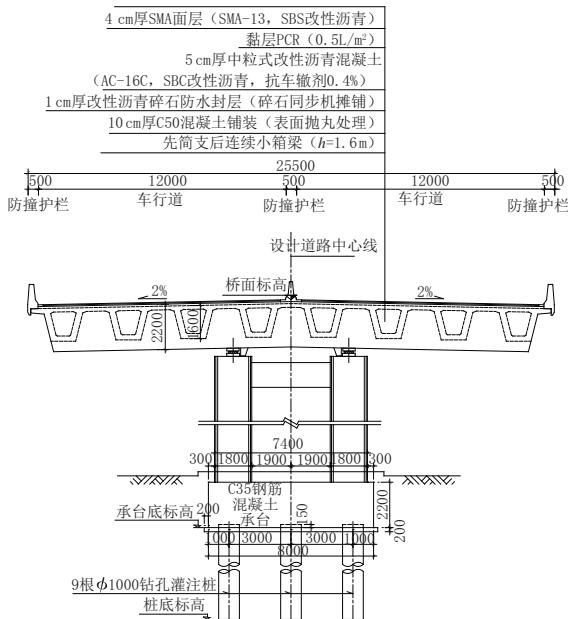


图5 桥梁横断面图

表2 恒载作用下的支座反力

部位	不同软件计算出的支座反力/kN		比值
	Midas Civil	Midas FEA	
端横梁1	4 085.7	3 968.2	1.05
	4 086.7	3 795.5	
中横梁1	8 740.6	7 844.8	1.1
	8 742.3	8 018.1	
中横梁2	8 740.6	7 885.6	1.1
	8 742.3	7 974.0	
端横梁2	4 085.7	3 928.4	1.05
	4 086.7	3 836.4	

注:比值为Midas Civil计算结果平均值与Midas FEA计算结果之比。

由计算结果可得,Midas Civil梁单元模型与Midas FEA实体单元模型在恒载作用下的结果接近,最大值相差约10%,在隐盖梁计算中可采用Midas Civil梁单元模型进行简化计算,且计算结果偏安全,具有较强的可操作性。

取边跨受力最不利时的加载方式在FEA模型中进行等效加载,在恒载和汽车荷载作用下,边跨受弯下挠,而端部隐盖梁和中部隐盖梁具有较强的刚度,限制小箱梁在荷载作用下发生微小变形,因此在小箱梁和隐盖梁交接处有可能采用较大拉应力。而根据FEA计算结果可得此处荷载作用下产生的最大拉应力为0.42 MPa,如图6所示,满足A类预应力构造计算要求。因此在隐盖梁设计时,隐盖梁和小箱梁交接处可不设置预应力筋,只采用普通钢筋加强锚固即可满足受力要求,保证施工方便高效。

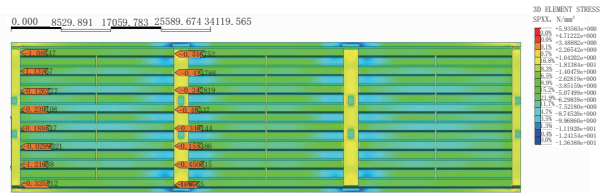


图6 FEA分析小箱梁与隐盖梁交接处拉应力

### 3 结语

本文通过Midas Civil梁单元模型和Midas FEA全桥实体单元模型进行对比分析,可得到以下结论:

- (1)采用本文提出的隐盖梁构造措施可减少后续施工过程中钢筋冲突,保证施工质量。
- (2)在设计中采用Midas Civil进行受力分析是可行的,且结果偏安全。
- (3)在荷载作用下小箱梁与隐盖梁交接处拉应力不大,可不设置预应力筋。
- (4)本文提出的隐盖梁设计方法可明显降低结构高度,在同类型工程中具有借鉴意义。

#### 参考文献:

[1] 张欣欣, 陈怀智. 城市轨道交通斜交隐盖梁门式墩曲线连续梁设计关键点研究[J]. 城市轨道交通研究, 2014, 12(15):45-51.  
 [2] 游新. 公路和城市桥梁盖梁选型探讨[J]. 青海交通科技, 2017(5): 84-86.  
 [3] 郝晨琦. 现浇连续箱梁中预应力隐形盖梁的受力分析[J]. 城市道桥与防洪, 2014(7):137-139.  
 [4] 邵晓东. 一体化双层高架桥梁结构选型及刚构小箱梁研究[J]. 城市道桥与防洪, 2014(7):85-88.