

# 框架墩的计算与应用

万志勇, 兰 南

(广东省公路勘察规划设计院, 广东广州 510507)

**摘 要:**近年来随着道路交叉情况的增多, 框架墩的使用较为普遍。框架墩与普通桥墩相比在构造与计算上有其特殊性, 文中介绍了框架墩的应用情况, 并详细分析其构造、受力与配筋特点。

**关键词:**桥梁; 框架墩; 计算

**中图分类号:**443.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)01-0056-03

## 1 概述

近年来随着城市高架桥的大量建设和公路路网的密集, 相交道路在平面上发生冲突的问题也就随之增多。为了不影响下方道路的使用, 通常可采用的措施有: 大跨径桥梁一跨跨越; 利用下方道路的分隔带设置独柱或偏心桥墩; 沿分隔带的方向在中间设置多柱桥墩, 若道路为斜交, 须采用斜交的上部结构; 框架墩通过设置刚性横梁将墩柱放在路幅以外。框架墩的方案在美观上相对要差, 给人节外生枝、不对称、不协调、力学上不平衡的感觉, 对于有较高景观要求的桥梁, 应尽可能避免使用。但框架墩在经济上和工期上有一定优势, 如: 某高速公路与地方道路斜交小于  $20^\circ$ , 早先的设计采用了 110 m 跨的连续刚构, 后因工期和经济等因素, 经比较改为 50 m T 梁, 采用了三个框架墩, 最大墩柱间距达 24.5 m。

框架墩因墩柱间距较大, 通常将盖梁设计为预应力结构。框架墩与普通桥墩相比在构造与计算上有其特殊性, 下面详细介绍框架墩的构造、内力计算和布筋特点。

## 2 构造形式分析

框架墩常见的构造形式见图 1。

确定框架墩的构造形式, 首先需满足支承上部结构与净空尺度的要求。此外, 还需考虑的因素有: 上部结构的形式是连续梁还是简支梁; 框架墩在纵桥向的位置是边墩还是中墩; 是否采用墩梁固结的形式; 框架墩各墩柱之间的高度是否相差较大; 框架墩墩身的高度即抗推刚度; 构造形式及各部分尺度对美观的影响等。下面详细介绍图 1 中各种形式框

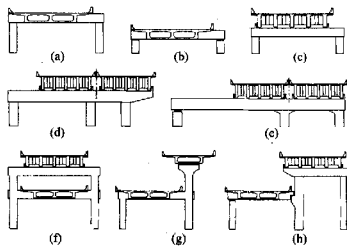


图 1 框架墩常见的构造形式

架墩的应用:

(1) 上部结构为连续梁, 梁与墩固结, 见图 1 a。这种构造需要墩柱有足够的柔度, 以免在盖梁横向伸缩及主梁纵向伸缩时, 在墩柱产生过大内力。它多用于高墩或连续梁的中间桥墩, 其抗震及对主梁抗扭的作用较好。

(2) 上部结构为连续梁或简支梁, 梁底或盖梁底设置支座, 见图 1 b、c。这种结构能适应盖梁及纵向主梁伸缩变形较大的情况。它们多用于普通简支梁桥或墩柱较矮的连续梁边墩。

(3) 上部结构为连续梁或简支梁, 墩柱数多于两根, 盖梁与墩柱固结, 见图 1 d。这种结构多用于桥面较宽盖梁跨度较大, 且墩柱较高较柔的情况。

(4) 上部结构为连续梁或简支梁, 墩柱数多于两根, 盖梁与墩柱有固结也有铰接, 见图 1 e。这种结构多用于桥面较宽盖梁宽度较大, 但墩柱较矮或墩柱间刚度相差较大的情况。

(5) 图 1 f、g、k 为城市高架桥较多采用的形式。其构造特点多为前面几种情况的叠加, 但受力分析相对复杂许多。为改善景观效果, 对于简支梁常在支点处采用牛腿。

框架墩通常不设系梁, 因为框架墩通常跨度较大, 且在温度和收缩徐变作用下对墩柱受力不利。

收稿日期: 2005-12-21

作者简介: 万志勇(1973-), 男, 湖南桃源人, 工程师, 从事道路、桥梁设计工作。

框架墩的基础可根据地质条件采用浅基础或桩基础。桩基础可采用单根桩、单排桩或群桩。框架墩多为超静定结构,且盖梁刚度相对较大,对不均匀沉降比较敏感,很小的沉降(2 mm左右)都可能使支点处的内力显著增加。因而尽可能选用沉降量较小的嵌岩桩或支承桩,如果不得不采用摩擦桩,则应进行桩基竖向位移验算。

### 3 计算与配筋

#### 3.1 上部结构竖向作用力的计算

作用在框架墩上的竖向力主要为结构自重和汽车荷载,重力的计算较为简单,但汽车荷载的计算较为复杂。纵向计算时需根据影响线的形状,进行最不利位置的布载,并计入汽车冲击力。然后进行汽车荷载的横向计算。根据不同结构选用相应的计算方法;对于连续箱梁,可通过空间梁单元计算程序或空间梁格有限元程序计算;对于简支梁,需根据汽车的横向位置分别采用杠杆法或偏压法等方法计算,通常计算盖梁悬臂或边梁所处截面的内力时采用偏压法,计算盖梁跨中或中梁所处截面时采用杠杆法。

若在计算时考虑主梁对桥面汽车荷载的传递作用,则盖梁的内力计算往往比较繁琐,目前常用的计算软件大多未提供自动布载的功能。经比较,如果将一系列汽车荷载按横向车轮的位置直接布置在盖梁上,然后采用自定义的特殊移动荷载进行自动布载计算,其内力结果与前述的计算方法相差不大(通常在10%以内),对于主梁悬臂较小的结构差别更小,从而简化计算过程。

在计算上部结构重力时,对于防撞栏或人行道板的恒载,要进行合理的横向分配。因为该部分重力作用较大(防撞栏约为7.5 kN/m,人行道板约5 kN/m),对下部结构的内力,特别是盖梁悬臂处的内力产生较大影响,如果简单地把重力分配在边梁上、或平均分配给各片梁,会使得内力结果偏于危险。较准确的方法是把它们的重量按各梁的横向分配系数进行分配。

#### 3.2 上部结构纵向作用力的计算

框架墩所受上部结构传递的纵向力主要有:汽车制动力、温度作用力、预应力混凝土上部结构在收缩徐变时产生的水平力、现浇施工时上部结构张拉预应力钢束产生的作用力等。在计算以及分配这些力时,需要先计算桥墩的抗推刚度。根据各墩的绝对刚度来计算上部结构变形引起的纵向力,如:温度力、预应力混凝土主梁收缩徐变产生的纵向力等。

根据各墩的相对刚度进行某些力的分配;如汽车制动力。在计算桥墩的抗推刚度时,需计入基础与支座的串连影响,对于桩基础可采用m法计算,对于橡胶支座可直接采用材料力学公式计算其剪切刚度。

#### 3.3 其它作用

由于框架墩墩柱布置通常不对称,各墩柱所受竖向力差异较大,需考虑可能出现的不均匀沉降。当盖梁与墩柱间设置支座时,需适当考虑支座的压缩变形。

框架墩的计算还需计入温度荷载,除考虑整体的升温与降温外,还需考虑可能出现的温度梯度,这是因为许多框架墩的一部分位于桥面以外,受太阳的直接照射。

#### 3.4 结构内力计算

框架墩通常为超静定预应力结构,在计算时多采用平面杆系有限元程序。结构建模时,对于墩柱高度较小(小于10 m)或墩柱间高差较大的框架墩,需计入桩基的横向刚度,否则可能出现墩柱横向弯矩过大的情况。对于盖梁跨度较大墩柱较矮的多柱框架墩,为了避免外侧墩柱因盖梁的弹性压缩、温度和收缩徐变等变形引起过大横向弯矩,可设置单向活动支座。

由于盖梁本身自重荷载所占比例较小,盖梁预应力钢束需根据上部荷载的大小采用分批张拉。考虑到施工方便,预应力钢束最好采用单端张拉。但是对于较长或竖弯较多的钢束,采用单端张拉会造成末端预应力损失过大,影响经济指标。

对于悬臂较大或墩柱间跨度较大的框架墩,应计算盖梁的扭矩和水平面上的弯矩,扭矩主要是由恒载偏心 and 桥面单侧移动荷载产生,水平面的弯矩由上部结构作用在盖梁上的水平力产生。这两种内力在普通桥墩盖梁计算时通常量级较小,可忽略不计。但对某些类型的框架墩,其量级较大需进行考虑。如:盖梁跨度较大,一侧墩柱在盖梁底设置单支座的框架墩(类似图1e),由于支座位于盖梁几何中心,不能抵抗扭矩,导致另一侧墩柱处盖梁扭矩增大。对于盖梁支点位置的负弯矩,应按规范规定予以折减,否则影响结构配筋的经济性。对于高跨比较大的盖梁,还需考虑深梁效应。

框架墩的墩柱、承台、基础等的计算与普通桥墩没有多大区别,本文不再赘述。

#### 3.5 预应力钢束的布置

框架墩盖梁预应力钢束布置特点是:由于盖梁

# 宁波市城庄路姚江大桥试桩方案设计

姚 冰

(宁波通途投资有限公司, 浙江 宁波 315000)

**摘 要:** 钻孔灌注桩的承载能力与成桩工艺和地质条件有很大关系, 通过试桩可以确定合适的成桩工艺和合适的承载能力。文中通过分析比较多种试桩方法, 提出了试桩所必须进行的测试内容, 并推荐采用自平衡法与堆载法相结合的桩基承载力试验方案。

**关键词:** 城市桥梁; 钻孔灌注桩; 试桩; 自平衡法; 锚桩法; 堆载法; 宁波市

**中图分类号:** U443.154 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)01-0058-03

## 1 工程概况

姚江大桥属于宁波市惊驾路城庄路(世纪大道—桑田路、曙光路—通途路、环城北路—北外环路)工程, 是其重要的组成部分。

主桥为  $48\text{ m}+180\text{ m}+48\text{ m}=276\text{ m}$  三跨连续钢桁架拱桥(如图1)。

主墩基础、边墩基础, 均采用  $\Phi 1500$  钻孔灌注桩, 引桥采用  $\Phi 1200$  钻孔灌注桩。根据地质报告建议及成桩可行性分析, 主墩基础选择第⑩<sub>1</sub>层为桩基持力层, 边墩基础选择⑩<sub>2</sub>层为桩基持力层。其中⑩<sub>1</sub>为中等密实的灰~灰黄色粗砂, ⑩<sub>2</sub>为密实的

黄色含粘圆砾。地质报告认为⑩<sub>1</sub>含粘较高, 建议在孔底注浆。

## 2 试桩目的

桩基础不仅要承受上部结构传下来的垂直荷载, 而且还要承受制动力、地震力等多种水平荷载及弯矩。进行桩基工艺与承载力试验可以为桩基的设计与施工提供重要指标与合理参数, 并将直接关系到桥梁结构的安全和工程造价。试桩主要目的如下:

(1) 通过试验检验成桩工艺, 确定合理稳妥的施工工艺、合适的施工技术设备;

(2) 通过试验检验地质报告提出的相关数据, 验证  $\Phi 1200\text{ mm}$ 、 $\Phi 1500\text{ mm}$  钻孔灌注桩的单桩垂直抗压承载力。

收稿日期: 2005-12-02

作者简介: 姚冰(1971-), 男, 浙江宁波人, 工程师, 从事道路桥梁施工管理工作。

及荷载的非对称及不均匀性, 各截面所需配置的钢束差别较大, 将钢束通长布置显得浪费。但若要求截断则难于设置施工锚固点, 因而将钢束部分布置在截面的中间位置, 如图2。盖梁截面的剪力通常较大, 钢束布置时尽可能利用弯起端的抗剪作用, 将弯起的位置布置在剪力和剪跨比较大的位置, 并采用较大的弯起角度。钢束的横向布置及其张拉顺序应尽可能对称, 以免产生较大的侧弯。



图2 框架墩盖梁钢束布置图

### 3.6 普通钢筋的布置

框架墩盖梁的普通钢筋主要用于抗剪、抗扭及水平面抗弯, 此外还需满足构造和最小配筋率的要求, 如: 桥规中规定部分预应力混凝土受弯构件中,

普通受拉钢筋的截面面积不应小于  $0.003 b h_0$ 。虽然预应力盖梁的截面应力在钢束作用下已满足强度要求, 但通常布置的普通钢筋直径均在  $\Phi 20$  以上, 间距也较密, 这主要基于以下考虑: 用于结构抗裂; 增加结构在地震时的延性; 便于盖梁与墩柱特别是边柱的钢筋连接。特别值得注意的是: 在地震荷载下盖梁与墩柱连接处的节点, 易发生破坏, 特别是外挑盖梁的节点破坏非常严重, 宜加强节点处的布筋数量并注意连接方式。

## 4 结语

框架墩虽美观性不佳, 但经济实用。在进行框架墩设计时, 应根据具体的条件合理选择结构形式, 在内力计算与布置钢束(筋)时应注意框架墩在受力上的特点。