

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 m+180 m+48 m=276 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。层为桩基持力层, 边墩基础选择 ⑩。层为桩基持力层。其中 ⑩。为中等密实的灰~灰黄色粗砂, ⑩。为密实的

黄色含粘圆砾。地质报告认为 ⑩。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 $\Phi 1200$ mm、 $\Phi 1500$ 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。

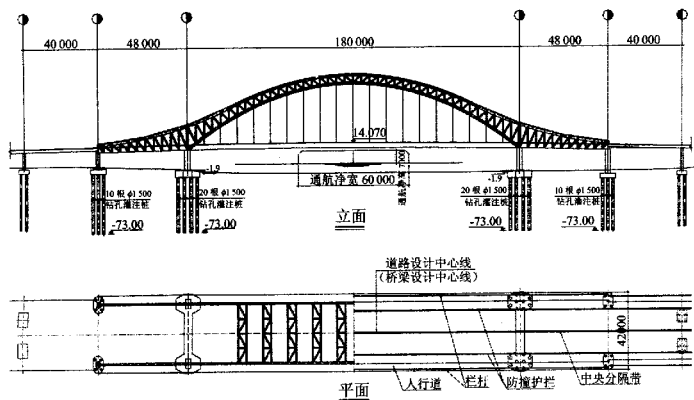


图1 主桥布置方案

3 试桩内容

3.1 成孔工艺试验

(1) 护壁泥浆的研制

根据钻孔桩的直径、长度、地质、水文等自然条件,通过级配试验确定泥浆配比。

(2) 钻孔桩成孔结束进行下列质量监测,以检测成孔工艺,内容包括:

- 桩位偏差检查;
- 孔径检查;
- 孔深检查;
- 桩孔倾斜率检查;
- 孔底沉淀土厚度检查。

3.2 成桩工艺试验

(1) 水下 C25 混凝土的配合比设计。

(2) 钻孔桩成孔、清孔、下钢筋笼、二次清孔、灌混凝土等施工工艺研究与试验。

(3) 注浆工艺试验。

大直径钻孔灌注桩成孔时由于采用泥浆护壁,造成沉渣难以彻底清除、孔壁泥皮的存在、浇筑水下混凝土容易出现故障等缺点,往往降低了钻孔桩的承载能力。通过对大量的桩孔灌注桩的检测发现,绝大部分的桩基其桩底混凝土不密实或根本没有混凝土。国内外很多科研、设计、施工、建设单位对此进行了多年广泛的试验和研究,提出了桩底压浆新技术,在不少工程上取得了很好的经济和社会效益,但由于各种试验方法不同而使得成果的离散性较大,因而未能获得普遍的推广。

针对该工程的实际,主桥基础深度达到了 85 m 以上,确保桩基的成桩质量有一定的难度,因此有必要通过注浆工艺试验,对比研究,确定或改进成桩工艺,以确保成桩质量。

试桩方案要求按照以下工序进行桩底压浆工艺试验:

(1) 注浆管道与超声波管道结合,采用 $\Phi 60$ 元无缝钢管。

(2) 钻孔灌注桩水下混凝土浇筑后 24~48 h 内用压力水从注浆管中压入。在正式压浆前保持注浆管内水注满。

(3) 当钻孔灌注桩的水下混凝土龄期达到 7~10 d,开始对每根管道进行注浆,共循环二次。

3.3 静载试验

传统的桩基静载试验有堆载法和锚桩法二种。

堆载法测试原理:将荷载直接堆放在桩身上,直观地反映桩的承载力。加载方式采用慢速维持荷载法逐级加载。

锚桩法测试原理:在需要测试的桩周围同时做另外四根桩,当钻孔灌注桩龄期达 28 d 时,通过千斤顶使测试桩在受压的同时由周围四根桩提供拉力,以达到测试承载力的目的。

随着施工水平的提升,越来越多的大直径钻孔灌注桩应用于实践中并取得了良好的经济效益。大直径($D \geq 1500$)钻孔桩的承载能力一般都在 10 000 kN 级以上,对于这样大的钻孔桩,传统的试验方法越来越困难,费用越来越高。在这样的背景下,一种新的静载试验方法“桩承载力自平衡测试方法”得到

了广泛的应用。

桩基静载试验自平衡测试技术,是一种以东南大学教授龚维明博士的两项专利为核心技术的新的桩基静载试验方法。该法是把一种特制的加载装置——荷载箱,埋入桩内,将荷载箱的高压油管和位移棒引到地面,由高压油泵向荷载箱充油,荷载箱将力传递到桩身,其上部桩身的摩擦力与下部桩身的摩擦力及端阻力相平衡——自平衡来维持加载(如图2)。根据向上、向下Q-S曲线判断桩承载力、桩基沉降、桩弹性压缩和岩土塑性变形。

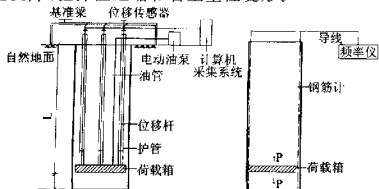


图2 桩基自平衡加载系统及桩身轴向应力测试系统

桩基静载试验自平衡测试技术在工程中已得到了广泛应用。相比较而言,桩承载力自平衡测试方法适用于大直径桩基以及堆载法和锚桩法试桩较困难的桩基试桩,具有以下优点:

(1) 装置简单,不占场地;试验时十分安全,无污染;试桩准备省时省力。

(2) 与传统方法相比,可以节省试验费用约30%~40%。

(3) 水上、坡地、基坑底、狭窄场地、嵌岩桩等场地条件下,该法更具优越性。

目前,自平衡测试方法仅有江苏省的地方标准,还没有国家标准。同时由于在桩中存在荷载箱,是桩基的薄弱环节,选择工程桩作为试桩时可以选用承载力要求较低的中心桩,必要时还可以进行注浆。

锚桩法试桩,如锚桩采用工程桩,则在试桩过程中,锚桩受拉成为轴心受拉构件,在锚桩中会产生裂缝,影响今后桩基的正常使用。锚桩应加强钢筋配置,同时采用部分堆载的方法以控制裂缝的产生或控制裂缝的宽度,相对加大了试桩的难度。如果采用非工程桩试桩,则对锚桩桩身强度要求可以降低,

采用4根锚桩可以提供所需要的反力。因此锚桩法试桩宜采用非工程桩。

堆载法试桩,对于直径较大的桩基,由于单桩承载力较大,堆载的体量较大。

传统的试桩方法也有其优点,就是桩基测试结果明确,因此也有必要进行传统方法的试桩以验证自平衡测试技术测试结果的准确性。

3.4 超声波无损监测

在桩身钢筋笼上预埋四根 $\Phi 60$ 无缝钢管,待桩身混凝土达到设计强度,采取超声波无损监测方法进行桩身混凝土的完整性的检测,评定钻孔桩混凝土的质量等级。

4 试桩数量

按照《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041-2000)、《建筑基桩检测技术规范》(JGJ 106-2003)等规范的要求,结合该工程实际,针对主桥及引桥基础的设计情况,决定进行2根主桥主墩 $\Phi 1500$ 钻孔桩和1根引桥 $\Phi 1200$ 钻孔桩的试桩,试桩涉及到的桩基全部选用工程桩。两根 $\Phi 1500$ 钻孔桩采用桩承载力自平衡测试方法进行试桩,其中一根在进行桩底压浆试验后进行试桩。 $\Phi 1200$ 钻孔桩采用堆载法进行试桩。

通过上述试桩,一方面确定成桩工艺和桩基承载力,另一方面比较桩承载力自平衡测试方法和堆载法、研判桩底压浆的效果,为下一步的桩基设计和施工打下良好的基础。

5 小结

试桩是每一项重大工程在正式开工前都必须进行的工作,通过试桩可以为设计提供确定单桩承载力的根据,也为正式施工提供了经过检验和完善的施工工艺和流程,为工程的开展提供了指导性的意见。

不同的试桩方案有不同的适用条件,大直径钻孔灌注桩有必要进行桩底压浆试验,采用桩承载力自平衡测试方法省时省力,效果较好。

堆载法结果明确,对桩基损伤小,可以适用于承载力较小的桩基试验。

上海至拉萨火车行程 53 h

青藏铁路全线贯通后,将于2006年7月投入全面试运行。届时,将首批开通5条线路,分别是拉萨至西宁、北京、成都、广州和上海。其中拉萨至上海总行程达4357 km,需53 h。