

自平衡测桩工法

(TGJGF-03·04-59)

中铁十九局集团有限公司

一、前言

在南京地铁南京站—红山动物园站区间高架桥、高架车站桩基检测中,针对场地小、工期紧的特点,运用自平衡法测桩,保证了桩基承载力的检测和工期并节约了资金。经过对该工程施工情况的总结,形成了本工法。

本工法获 2003 年度中国铁道建筑总公司优秀工法一等奖。

二、工法特点

本工法与传统的堆载试验及反锚试验相比,有以下优点:施工方便,机动性强,易操作,劳动强度低,不需大型设备,可以在很小的场地内检测。测桩周期短,精度完全满足施工要求,质量可靠,安全,造价低,经济效益可观。

三、适用范围

各种桩基的承载力检测;工期要求紧,其他方法无法进行检测的桩基承载力检测。

四、自平衡测桩法工艺原理

(一)测试原理

自平衡测桩法就是在桩尖附近安设荷载箱,沿垂直方向加载,即可同时测得荷载箱上下部各自承载力。荷载箱是一个圆环形结构,主要由活塞(千斤顶)、顶盖、底盖及箱壁四部分组成。顶、底盖的外径略小于桩的外径,在顶、底盖上布置位移棒。将荷载箱与钢筋笼焊接成一体放入桩体后(见图 1),即可浇灌混凝土成桩。荷载箱埋入桩的位置根据设计图和规范要求经计算确定。

试验时,在地面上通过油泵加压,随着压力增加,荷载箱将同时向上、向下发生变位,促使桩侧阻力及桩端阻力发挥。测试可多根桩同时进行。

荷载箱中的压力可用压力表测得,荷载箱的向上、向下位移可用位移传感器测得。因此,可根据读数绘出相应的“向上的力与位移图”及“向下的力与位移图”,根据两条 $Q-S$ 曲线及相应的 $S-lgt$ 、 $S-lgQ$ 曲线,可分别求得荷载箱上段桩及下段桩的极限承载力,将上段桩极限承载力经一定处理后与下段桩极限承载力相加即为桩极限承载力。

(二)测试时间及加载方式

1. 测试时间

桩身强度达到设计要求,成桩到开始试桩的时间为:对于砂土不少于 10d,对于黏性土和粉土不少于 15d,对于淤泥或淤泥质土不少于 25d,若采取特殊措施,如掺入早强剂等,时间可适当缩短。

2. 加载方式

采用慢速维持荷载法。

(三)极限承载力的确定

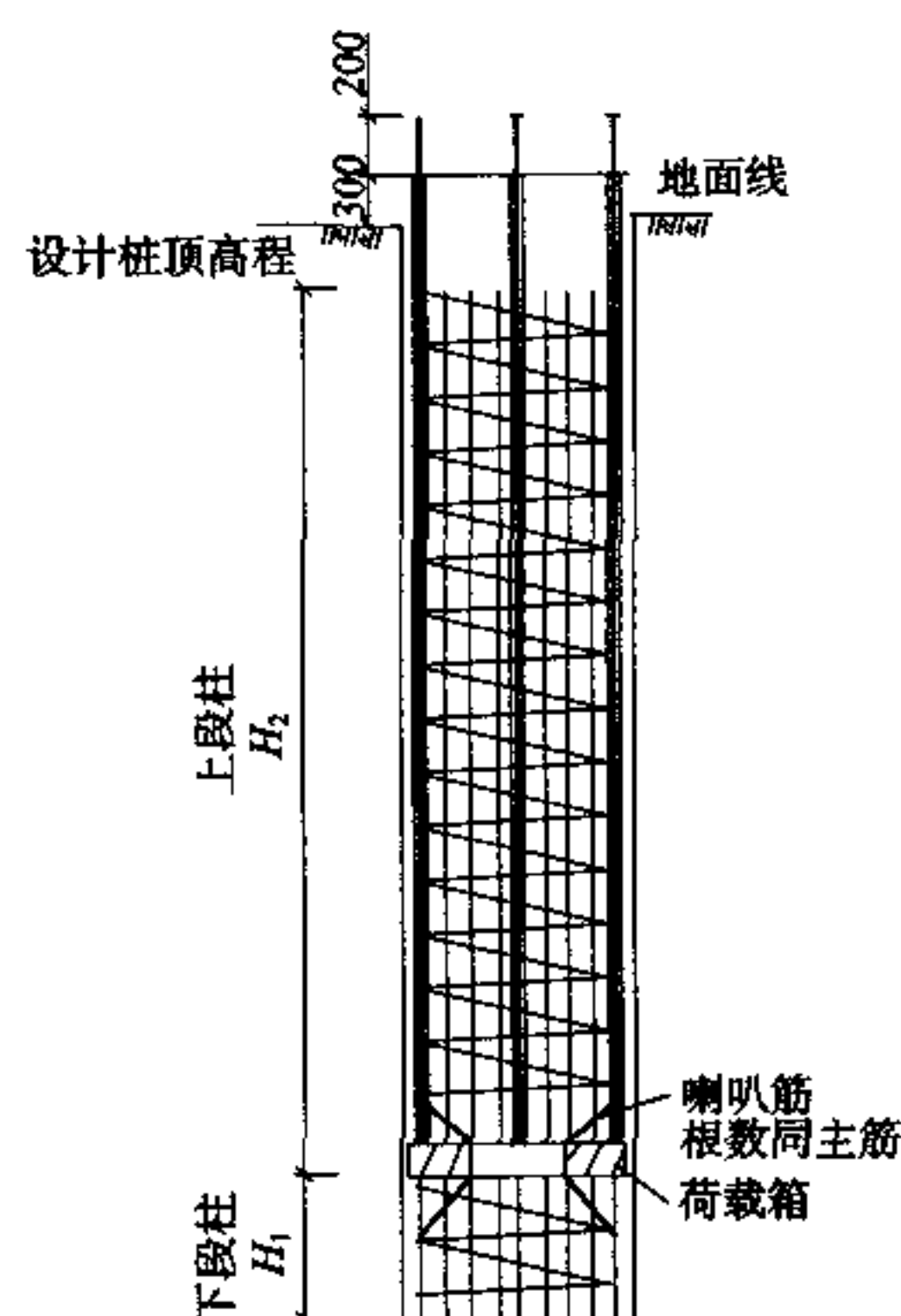


图 1 自平衡系统与钢筋笼连接

根据位移随荷载的变化特性确定极限承载力时,陡变形 $Q-S$ 曲线取曲线发生明显陡变的起始点所对应的荷载;缓变形 $Q-S$ 曲线,取对应于向上、向下位移 $S = 40 \sim 60\text{mm}$ 的荷载,大直径桩取 $S = 0.03 \sim 0.06D$ 的对应荷载。

根据沉降随时间的变化特征确定极限承载力时,取 $S-\lg t$ 曲线尾部出现明显弯曲的前一级荷载值。本法测试时,荷载箱上部桩身自重方向与桩侧阻力方向一致,故在判定桩侧阻力时应当扣除自重产生的力。

本法测出的上段桩的摩阻力方向是向下的,它将使土层减压松散,测出的摩阻力小于常规摩阻力,国内外大量的对比试验已证明了这点。

目前国外对本法测试值如何得出抗压桩承载力的方法也不相同。有些国家将上、下两段实测值相叠加求得抗压极限承载力,这样偏于安全、保守。有些国家将上段桩摩阻力乘以大于1的系数再与下段桩叠加而求得抗压极限承载力。我国则将向上、向下摩阻力根据土性划分:对于黏土层,向下摩阻力为(0.6~0.8)倍向上摩阻力;对于砂土层,向下摩阻力为(0.5~0.7)倍向上摩阻力。因此,按我国桩基规范,桩抗压极限承载力 Q_{uk} 为:

$$Q_{uk} = (Q_{us} - G_p) / \lambda + Q_{ux}$$

式中 Q_{us} ——上段桩极限承载力;

Q_{ux} ——下段桩极限承载力;

G_p ——荷载箱上部桩自重;

λ ——系数,对于黏土、粉土, $\lambda = 0.8$,对于砂土, $\lambda = 0.7$ 。

对于工程应用而言,这样的计算已具有足够的精度。

(四)测试方法

加载采用慢速维持荷载法,加载分级、位移量测、稳定标准与传统的“堆载法”或“锚桩法”相同,均按《建筑桩基技术规范》(JGJ94—94)“试桩试验方法”的规定实施即:

1. 加载分级 每级加载值为极限承载力的1/10。按10级9次加载,第一级按两倍荷载分级加载。

2. 位移量测 每级加载后在第1小时内应在5、10、15、30、45、60min测读一次,以后每隔30min测读一次。电子位移传感器连接到电脑,直接由电脑控制测读,同时在电脑屏幕上显示 $Q-S$ 曲线、 $S-\lg t$ 曲线和 $S-\lg Q$ 曲线。卸载也应分级进行,每级卸载量为两个加载值的荷载值。每级荷载卸载后,应观测桩顶的回弹量,观测方法与沉降相同。卸载到零后,至少在2h内每30min观测一次。

3. 稳定标准 在每级荷载作用下桩的位移量在最后30min内小于0.1mm。

4. 终止加载条件

(1)总位移量大于或等于40mm,本级荷载的下沉量大于或等于前一级荷载下沉量的5倍时,加载即可终止。取此终止时荷载小一级的荷载为极限荷载。

(2)总位移量大于或等于40mm,本级荷载加上后24h未达稳定,加载即可终止。取此终止时荷载小一级的荷载为极限荷载。

(3)总下沉量小于40mm,但荷载已大于或等于设计荷载×设计规定的安全系数,加载即可终止。取此时的荷载为极限荷载。

五、施工工艺

(一)工艺流程(见图2)

(二)施工要点

1. 按设计图纸施工桩基础,钻孔时严格掌握钻压,防止偏孔、斜孔;注意孔内水头,防止反串坍孔,终孔时注意清孔。

2. 试桩钻孔完成后,垂直度用可靠的检测设备检测。

3. 位移棒外护管之间搭接用套管接头并与钢筋笼焊接成整体,确保护管不渗泥浆。

4. 埋荷载箱前检查桩径、桩长、油管及钢管长度。

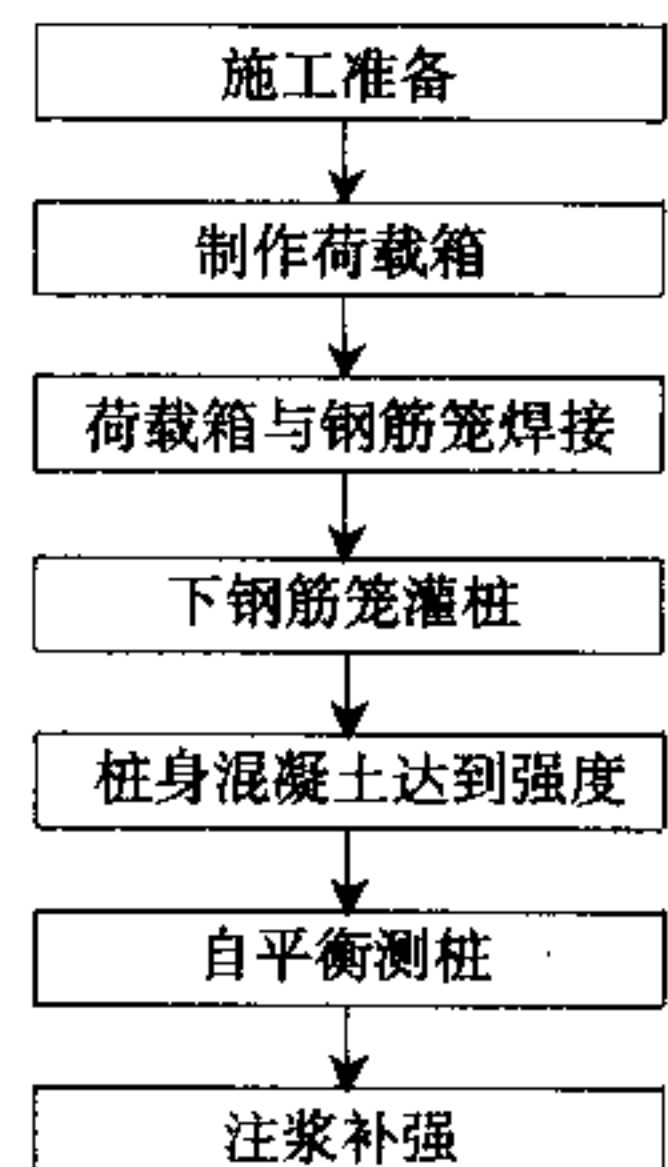


图2 工艺流程

5. 荷载箱放在平整的场地上,利用吊车将上节钢筋笼(护管)吊起与荷载箱上板焊接连成一体,焊接上喇叭筋,然后荷载箱底板与下节钢筋笼连接,焊接下喇叭筋;利用吊车将测试设备与钢筋笼放入桩底。或者荷载箱竖立起来,同常规钢筋笼绑扎一样在地面上进行连接。

6. 钢筋笼与荷载箱放入孔中后进行二次清孔。

7. 导管通过荷载箱到达桩端浇筑混凝土,当混凝土接近荷载箱时,拔导管速度应放慢,当荷载箱上部混凝土大于2.5m时导管底端方可拔过荷载箱,浇混凝土至设计桩顶。荷载箱下部混凝土坍落度宜大于20cm。

六、机具设备(见表1)

表1 机具设备

序号	名称	数量
1	荷载箱	1个/桩
2	高压油泵	1个
3	基准钢梁	1个
4	电子位移传感器	4只/桩
5	电脑及自动记录仪	1套

七、劳动组织(见表2)

表2 劳动组织

序号	工种	职责范围	人数
1	焊工	将荷载箱焊接在钢筋笼上	2
2	电工	电路维护	1
3	修理工	设备维修	1
4	普工	协助工作	1
5	技术员	掌握技术、质量标准和读数记录	1

八、质量控制

1. 荷载箱要进行标定并与钢筋笼焊接牢固。
2. 周边不要有太大的振动。
3. 埋完荷载箱,保护油管及钢管封头。
4. 在整个测试过程中应落实好导线保护、仪器设备的防冲击、防振动和免受气候条件的影响措施。

九、安全措施

1. 各种机具设备按照有关规程进行操作,专用设备由专人操作、养护维修。
2. 下测试设备和钢筋笼时用吊车配合。
3. 做好测试仪器四周的保护工作。

十、效益分析

本工法较好地解决了在堆载试验或反锚试验无法进行的桩基承载力的检测,缩短了测量周期,直接经济效益每根桩在百万元以上,例如,避免了建筑物的搬迁费、征地费等。尤其是在江河中其他试验方法几乎无法检测的情况下,采用本工法可顺利检测。

十一、工程实例

南京地铁南京站—红山动物园区间高架桥、高架车站桩基由于现场场地小,工期要求紧,所以无法进行堆载试验,施工中采用了自平衡法检测桩基承载力,保证了桩基承载力的检测。实践表明,桩基承载力自平衡测试法与传统静载试验相比,省时、省力、省钱、安全,且测试结果与静载试桩结果相近,完全满足工程精度要求。

执笔:马天文 贾国华 侯春燕 陈广伯