



用图解法求钢管桩的补桩方案

栗志刚, 徐柏松

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 湖北 武汉 430071)

摘要: 在武汉市长江边某码头施工中, 临水最前排的一根直桩沉桩后桩位偏差1.4 m, 为了后续施工不得不把其泥面以上部分割掉, 并在原位补一个几何尺寸完全一样的钢管桩, 计算十分困难。通过用CAD二维图解法圆满地解决了此难题, 并且在施工中一举成功, 实践证明本补桩方案是切实可行的。

关键词: CAD图解法; 安全距离; 桩位坐标

中图分类号: TU 473

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)08-0035-03

Solution of steel pipe pile's patching by graphic method

LI Zhi-gang, XU Bai-song

(CCCC Second Harbor Consultants Co., Ltd., Wuhan 430071, China)

Abstract: In construction of a wharf located in the Yangtze River in Wuhan, a vertical pile at the front row near water deviated 1.4 m, the part of which above the mud course had to be cut off for the follow-up construction, and another steel pipe pile with the same geometric dimensions was supplemented on the same site. The calculation was rather difficult and we solved the problem by CAD graphical method, which was proved feasible in practice.

Key words: Graphic method by CAD; safe distance; coordinate of pile

武汉阳逻武钢码头, 是高桩梁板式结构, 其基础为550根 $\phi 1\ 000$ 的钢管桩。码头平台区共设计了6排桩, 其中E和C两排为7:1扭角为 22° 的斜桩, 其余4排均为直桩, F排为最靠岸边的一排。见图1。

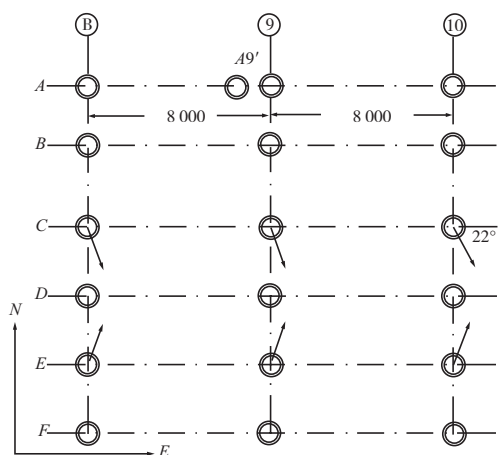


图1 武汉市某码头钢管桩平面位置

由于地质条件复杂等原因, 造成打直桩A9时桩身位移较大, 打到设计高程停锤以后, 仪器检测A9桩头至少偏离设计位置1 m以上, 其实际位置见图1中的A9'。由于该桩是码头最前沿的直桩, 它的前面要安装靠船构件, 上面还要安装码头的前边梁, 故要求一定要满足水运工程规范要求的定位精度, 即定位偏差小于10 cm。因此, 施工单位经过研究确定了解决方案: 用水下切割的方法把A9桩沿着泥面切掉, 用打桩船把该桩泥面以上部分吊到船上, 在原桩位再补一根几何尺寸大小相同的钢管桩。

补一根直桩肯定不行, 因为A9泥面以下还余有10 m长的钢管桩。照此推断, 只能补一个接近于直桩的斜桩, 且桩顶的位置和设计必须一致。笔者提出了如下思路: 1) 先准确测量A9'的桩顶、桩尖位置和倾斜度等各种数据; 2) 切割其泥面以上部分; 3) 用图解法确定补桩技术方案; 4) 实施补桩。

收稿日期: 2012-03-03

作者简介: 栗志刚(1965—), 男, 高级工程师, 从事施工测量及管理。

1 对A9桩切割前进行综合测量

该桩的立面示意图2。

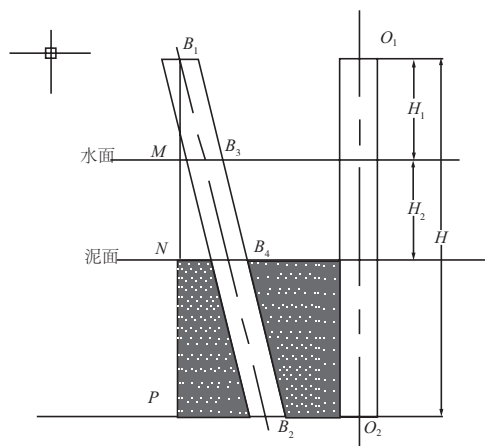


图2 A9桩打偏后的立面

1.1 水上测量

图2中,圆柱 O_1O_2 是A9的设计位置,圆柱 B_1B_2 是其实际位置,为了形象化地说明问题,图中没有严格按比例,而是特意夸大了 B_1B_2 的倾斜度。用钢卷尺丈量出桩顶至水面的距离 $H_1=8.7$ m,以测深锤测量出此处水深 $H_2=13$ m。桩长 H 是已知的, $H=36.5$ m。

1.2 桩身位置的测量

在图3中, $N-E$ 为施工坐标系, $G_1(1\ 312.392\text{ m}, 1\ 338.002\text{ m})$ 和 $G_2(1\ 314.633\text{ m}, 1\ 406.782\text{ m})$ 为2个已知的测量控制点。分别在 G_1 和 G_2 上各架一台全站仪,分别测量出A9'桩顶的左切边和右切边的坐标方向角^[1],测量结果见表1。

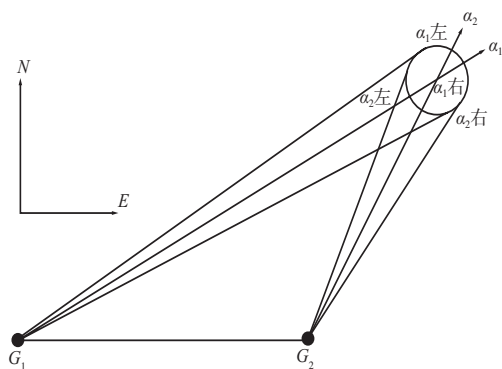


图3 前方交会法测量A9桩顶坐标

表1 各测站观测的坐标方向角的数据

测站	左切角	右切角	平均
G_1	$54^{\circ}11'01''$	$53^{\circ}42'34''$	$a_1=53^{\circ}56'48''$
G_2	$22^{\circ}34'48''$	$23^{\circ}20'36''$	$a_2=22^{\circ}57'42''$

由 G_1 和 G_2 的已知坐标,以及表1中的 a_1 和 a_2

角度值,依据前方交会的公式^[2]可以计算出桩 B_1 (即A9')中心坐标值: $N_1=1\ 383.792\text{ m}$, $E_1=1\ 436.083\text{ m}$ 。

用同样的方法测量和计算,可求出此桩的水面处截面 B_3 的中心坐标 $N_3=1\ 383.800\text{ m}$, $E_3=1\ 436.363\text{ m}$ 。

已知A9桩中心设计坐标(来自设计图纸)为: $N_0=1\ 383.8\text{ m}$, $E_0=1\ 437.5\text{ m}$ 。

由 B_1 和A9中心坐标值,可得 N 和 E 坐标的偏差量: $\Delta N=-0.008\text{ m}$, $\Delta E=-1.417\text{ m}$ 。 ΔN 小于10 mm,可以忽略不计,则A9'桩顶的实际中心位置在设计位置向 E 坐标轴反向1.417 m。为了计算简化,假定钢管桩A9'沉桩后没有弯曲现象,桩身保持良好的直线度不变。在图2中,设 B_1P 为过 B_1 点的铅垂线,分别与水面和泥面相交于 M 点和 N 点,用 $|MB_3|$ 表示 M 点至 $\odot B_3$ 圆心的距离(以下与 B_2 , B_4 相关的边长中, B_2 , B_4 点均代表截面的圆心)。 $|MB_3|= \Delta E=E_3-E_1=0.28\text{ m}$ 。

由图2的直角 $\triangle B_1B_2P$ 的相似关系可得:

$$|NB_4|=|MB_3| \times (H_1+H_2)/H_1 \quad (1)$$

$$|PB_2|=|MB_3| \times H/H_1 \quad (2)$$

把 MB_3 和 H_1 , H_2 , H 值代入式(1)和(2),求出 $|NB_4|=0.698\text{ m}$, $|PB_2|=1.175\text{ m}$ 。

在圆柱 B_1B_2 中,由于 B_1 截面和 B_3 截面的 N 坐标相差只有8 mm,认为本圆柱所有截面上的 N 坐标都是一样的,令 B_4 和 B_2 的 N 坐标 $N_2=N_4=N_3=1\ 383.800\text{ m}$ 。

泥面截面 B_4 的 E 坐标 $E_4=E_1+|NB_4|=1\ 436.083\text{ m}+0.698\text{ m}=1\ 436.781\text{ m}$,则 $B_4(N_4, E_4)$ 中心坐标为 $(1\ 383.800\text{ m}, 1\ 436.781\text{ m})$,桩尖中心 B_2 的 E 坐标 $E_2=E_1+|PB_2|=1\ 437.258\text{ m}$,则桩尖中心 $B_2(N_4, E_4)$ 的坐标为 $(1\ 383.800\text{ m}, 1\ 437.258\text{ m})$ 。

2 补桩方案

由图1可知,第9列钢管桩与左边第8列和右边第10列相距均为8 m,完全可以忽略补桩时对第8列和第10列桩位的影响,只要避开A9正后方的 B_9 桩的就行了。根据上述计算的 B_1 、 B_2 、 B_4 的坐标,把它们画在平面投影图上,严格按比例以1 m为直径画圆,得 $\odot B_1$ 、 $\odot B_2$ 、 $\odot B_4$ ^[3](图4)。拟定补桩为斜桩,假设其桩顶为 C_1 ,泥面处截面为 C_2 ,桩尖截面为 C_3 。

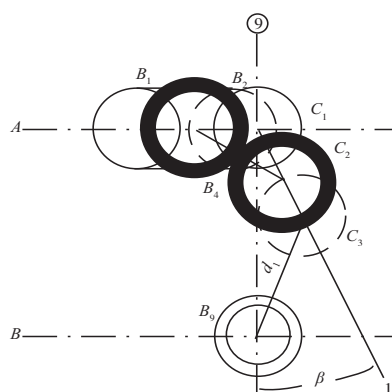


图4 A9补桩方案

2.1 补桩的技术要求

补桩的桩尖 C_3 和原桩遗留的桩尖 B_1 要保持安全距离;在泥面上,原桩遗留的 B_2 和补桩的 C_2 要保持安全距离;补桩的桩尖 C_3 和附近的直桩 B_9 的桩尖要保持安全距离。

2.2 补桩方案

参照规范对水下钢管桩沉桩精度要求,最终确定安全距离为20 cm。参照图4可断定,补桩技术要求的第一条已经完全满足,可以不予以考虑。

1)设补桩的扭角为 β ,以A9中心的设计坐标为圆心,以1 m为直径画圆,即为 $C_1^{[3]}$ 。

2)以 C_1 为原点,将坐标纵轴逆时针旋转 β 角,得直线 l 。

3)设拟补桩的倾斜度为 $n:1$,则桩身在水平面上的投影长度

$$|C_1C_3|=H/n \quad (3)$$

$$|C_1C_2|=|C_1C_3| \times (H_1+H_2)/H \quad (4)$$

根据 n 和 β 的组合初选了15种方案,见表2。

表2 各种备选方案

$\beta / (^{\circ})$	n				
	20	25	30	35	40
20	1	2	3	4	5
22	6	7	8	9	10
25	11	12	13	14	15

将表格中所列的15个方案里的 n 和 β 分别代入式(3)和(4),求出了 $|C_1C_3|$ 和 $|C_1C_2|$ 。

4)以 C_1 为原点,在直线 l 上量取 $|C_1C_2|$,得 C_2 ,以1 m为直径画圆,得 $\odot C_2$ 。

5)以 C_1 为原点,在直线 l 上量取 $|C_1C_3|$,得 C_3 ,以1 m为直径画圆,得 $\odot C_3$ 。

6)将 B_2 和 C_2 两个圆的圆心连成一条直线,与二者的圆周线相交两点,该两点之间的距离 d 即为

B_2 和 C_2 之间的最短距离。

7)将 $\odot C_3$ 和 $\odot B_9$ 的圆心相连成一条直线,与二者的圆周线相交于两点,该两点之间的距离 d_1 即为二者之间的最短距离。

直接在CAD图上量取 d 和 d_1 的距离,在 d 和 d_1 都满足安全距离的前提下,优先选择倾斜度 n 最大的方案。在实际操作时,还比较了 $n=28$ 和 $n=33$ 等方案,从20多个方案里最终确定方案: $n=30$ 并且 $\beta=25^{\circ}$ 。在该方案里, $d=0.212$ m, $d_1=0.581$ m。

3 实施

根据上述确定的方案 $n=30$ 并且 $\beta=25^{\circ}$ 实施打桩,一次性顺利成功。补桩就位后,肉眼所见无直桩差,后续施工得以顺利进行。如今,该码头已经完工3年多,运营正常(图5)。



图5 建成投产的阳逻武钢码头

4 结语

1) A9桩切割前的综合测量方法正确,结果准确。

2)补桩的思路和方案科学可靠,特别是用CAD图解法,把复杂的问题简单化和直观化,具有较大的推广价值,但须严格按比例来画图,这是图解法的关键要点。

3)图解法使用了CAD的二维绘图功能,虽然实践证明是可行的,但工作量很大并且十分繁琐。如果能用CAD的三维技术或者类似的立体绘图软件来解决,会更加简捷直观一些,会求得更佳方案。

参考文献:

- [1] 栗志刚,李俊.沉桩定位施工放样方法介绍[J].航道科技,2009(4):37-42.
- [2] 陆国胜.测量学[M].3版.北京:测绘出版社,1991.
- [3] 张友龙,戴正强.AutoCAD 2005室内装饰制图[M].北京:兵器工业出版社,2005.

(本文编辑 武亚庆)