

# 钻孔灌注桩孔底测量基准面及其泥浆性能指标的探讨

周湘<sup>1</sup>,周安全<sup>2</sup>

(1. 武钢矿业建设有限责任公司,湖北 武汉 430081; 2. 中南勘察基础工程总公司一公司,湖北 黄石 435006)

**摘要** 根据多年施工实践和钻孔灌注桩的施工工艺特点,结合理论计算、对比分析,提出了对当前施工现场监测中争议较多、认识不统一的锥形桩底沉渣测量基准面的合理界定。对泥浆性能某些指标值的作用、修正值与监控原则进行了探讨。

**关键词** 钻孔灌注桩 沉渣测量 锥形孔底 泥浆性能指标 含砂率

中图分类号: TU473.1<sup>+</sup>4 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2006)02-0042-03

在建筑桩基钻孔灌注桩施工中,当前施工单位所采用的双(单)腰带钻头,其底部普遍制作成锥形。在锥形斜翼钢板上分别镶焊大块状、大八角状硬质合金或冲击钎头(含某些嵌入软质岩石一定深度的嵌岩桩),且尖顶部一般都焊有一个 $\varnothing 150 \sim 200$  mm、长 $200 \sim 300$  mm的导向钻头。这类钻头所钻成的桩底形状大致如图1所示。

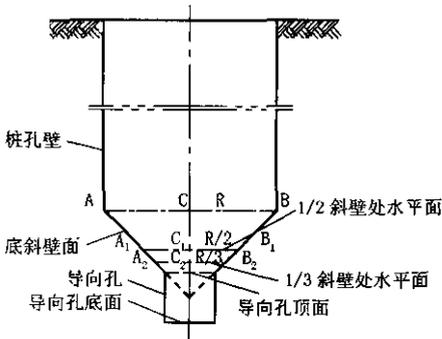


图1 钻孔灌注桩桩底形状示意图

对于类似图1这种桩底形的桩孔,在测量沉渣厚度时应以哪个基准面起算呢?由于规范中没有统一规定,设计、质监、监理与施工单位往往因认识不一,争议较大。由此引起施工受阻而延误水下砼灌注的情况在施工现场屡见不鲜,以至直接影响成桩质量。有的单位从施工工艺特点和对承载力的影响程度出发,认为以孔底锥形斜壁段处的 $1/2 \sim 2/3$ 面作为测量基准面较为合理;有的则认为以沉渣孔顶面作为测量基准面较为妥当;更有的则提出以导向沉渣孔孔底面作为测量基准面更为可靠。究竟以哪

个面作为沉渣测量基准面比较客观合理?下面不妨从理论计算和施工工艺实际出发来进行一些论证分析,以作出较科学合理的结论。

## 1 从施工工艺条件分析

根据国家现行《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94)中灌注桩施工允许偏差(表6.2.3)的规定,泥浆护壁冲(钻)孔桩的桩径偏差为 $-0.1d$ 且 $\leq -50$  mm,垂直度允许偏差为 $1\%$ 。按上述允许偏差值,在钢筋笼保护层 $\geq 5$  cm的桩内,用升降卷扬机或吊车垂直下入桩内的灌浆导管,其中心线与桩孔中心线显然不可能重合。导管底部只能下至锥体面上部一定位置而不可能直达桩底,具体离桩底高度多少则随桩径和桩孔垂直度而异。因此,无论采取何种清孔工艺均难以将锥体底部,特别是导向沉渣孔内的沉渣清除干净。且一经停止冲孔,因从连接灌注砼漏斗到砼首次剪塞总要经历一定时间,其时锥体底部必将沉积一定沉渣。众所周知,沉渣孔顾名思义本来就是准备用来存蓄沉渣的。因此,欲以沉渣导向孔底部作为沉渣测量基准面既不现实,亦不合理和不必要。

## 2 从受力角度和对单桩承载力的影响程度分析

如图1所示,设 $O$ 点为两对称斜壁段延长线之交点, $OB_2 = OB/3$ , $OB_1 = OB/2$ ,因 $\angle ABO = 45^\circ$ ,所以 $C_2B_2 = BC/3 = R/3$ , $C_1B_1 = BC/2 = R/2$ , $OB = CB = R$ , $OB_2 = R/3$ , $OB_1 = R/2$ 。

(1)当以下 $1/3$ 斜壁处水平面 $A_2B_2$ 作为沉渣测

收稿日期 2005-08-16

**作者简介** 周湘(1966-)男(汉族)湖南人,武钢矿业建设有限责任公司工程管理部部长、工程师、二级注册建筑师、注册监理工程师,工业与民用建筑专业,从事工民建与矿山工程设计、施工技术及质量管理工作,湖北省武汉市青山区白玉山武钢附七号门(027)86893113、13135667290,周安全(1939-)男(汉族)湖南人,中南勘察基础工程总公司一公司原总工程师、高级工程师、全国注册岩土工程师,探矿工程专业,从事探矿工程施工、岩土工程勘察设计、技术咨询及监督管理工作,湖北省黄石市铁山601队(0714)5418811。

量基准面时,其桩端圆台体受力面  $AA_2B_2B$  的侧表面积  $S_2 = \pi R \cdot \sqrt{2}R - \pi \cdot (R/3) \cdot (\sqrt{2}R/3) = (8/9) \sqrt{2} \pi R^2 = 1.257 \pi R^2$ , 比直桩底平面面积  $\pi R^2$  大 25.7%。

(2) 当以 1/2 斜壁处水平面  $A_1B_1$  作为沉渣测量基准面时,其桩端圆台体受力面  $AA_1B_1B$  的侧表面积  $S_1 = \pi R \cdot \sqrt{2}R - \pi \cdot (R/2) \cdot \sqrt{2}(R/2) = (3/4) \sqrt{2} \pi R^2 = 1.061 \pi R^2$ , 亦比直桩底平面面积  $\pi R^2$  大 6.1%。

因此从桩端受力面积的计算分析可知,无论是以下 1/3 斜壁处还是以 1/2 斜壁处的水平面作为沉渣测量基准面,均不会降低其单桩承载力,更无须提出以导向沉渣孔底面或顶面作为沉渣测量基准面的苛求了。

(3) 我们不妨再来对比计算一下上述沉渣基准面以下部分的沉渣体积:

下 1/3 斜壁处  $A_2B_2$  面以下的圆锥体体积  $V_1 = (1/3) \pi (R/3)^2 \cdot R/3 = (1/81) \pi R^3$ 。

1/2 斜壁处  $A_1B_1$  面以下的圆锥体体积  $V_2 = (1/3) \pi (R/2)^2 \cdot R/2 = (1/24) \pi R^3$

如取桩径  $D = 1.0 \text{ m}$  为例,则当沉渣厚度为 0.05 m 时,其直桩平底形桩底的沉渣总体积为:  $V = \pi \times 0.5^2 \times 0.05 = 0.0125 \text{ m}^3$ 。

而上述锥形体  $V_1 = (1/81) \pi R^3 = 0.00154 \text{ m}^3$ ,  $V_2 = (1/24) \pi R^3 = 0.00521 \text{ m}^3$ 。

显然,无论是  $V_1$  还是  $V_2$ , 均大大小于  $V$ 。

也就是说,无论是以下 1/3 斜壁处还是以 1/2 斜壁处的水平面作为锥形桩底沉渣测量基准面,其下部锥体部分的沉渣体积均比目前规范所规定的嵌岩桩允许沉渣厚度 5 cm 的同径平底桩沉渣体积少得多,即对单桩承载力不会造成影响。

(4) 由于锥形孔底有利于沉渣的冲洗、排除,不会产生诸如平底桩底部沿圆周处那样的排渣死角,且在受载过程中,将越锥越紧,如同楔子,即使锥体尖部有少量沉渣亦会封死在密封“容器”内,无法逸出,并使所受荷载分解扩散于桩端锥体周围,加之接触面大,受力更为合理。正是由于锥形桩底便于排渣清孔,加之在水下砼灌注过程中,在初始剪塞力量的强烈冲击排挤下,桩底锥体部位即使有少量沉渣亦可全部排尽。我们在多项嵌岩桩工程的抽心检测中,所抽出的砼心大多直接与基岩胶结良好,未发现超过 5 cm 沉渣就是很好的例证。故当前很多设计部门都科学地将桩端设计成锥形或锅底形,这显

然是正确的。

由上述论证分析可见,锥底形钻孔桩沉渣测量基准面的高低与钻头锥体结构有关。主要取决于斜翼板与水平面的夹角和导向钻头的直径,即对称斜翼板向下延线交点  $O$  所处的部位。笔者认为,以该交点  $O$  以上斜翼板的 1/2 处作为沉渣测量基准面较为合理,这不仅符合钻孔桩的施工工艺特点,又不会降低其单桩承载力设计值。实际上,当前设计部门所提供的单桩承载力设计值,由于工程勘察部门所提供的地基(特别是基岩)容许承载力折减太多,安全系数过大以及设计计算方面本身的安全系数等因素影响,往往比实际单桩承载力低很多。我们自 20 世纪 80 年代初至今已施工过上万根钻孔桩,其中进行过静载试验的数十根桩中,从未发现过单桩承载力测试值达不到设计要求的,而且富余系数都比较大。因此,如能将沉渣测量基准面统一认识,界定清楚,无论是对施工单位还是监管部门都将带来极大方便和减少很多不必要的争议,并有助于成桩质量的提高。

### 3 关于泥浆性能指标与成桩质量的关系

在日常施工和监管过程中,为泥浆性能指标争论不休,认识不一而造成延误水下砼灌注的情况时有发生。有时为了追求达到某一指标值,不惜浪费大量时间去反复替浆清孔,有时会越冲沉渣越厚,甚至造成坍孔,回填重钻,甚至全孔报废重来的严重事故。这种情况多发生在某些监管人员不甚熟悉钻(冲)孔灌注桩施工工艺,实践经验不足,死搬硬套规范造成的。笔者 20 世纪 90 年代在湖南施工某两公路桥桥基钻(冲)孔桩时,曾碰到过这么两个总监,一个说用重锤测绳测沉渣不准确,手感不好,要求施工人员穿潜水服下到桩底去摸,看桩底是否冲洗干净了,还提出要施工单位将桩内泥浆全部换成清水或抽干,否则不准灌注砼。另一处总监则为了追求泥浆 pH 值和达到含砂率  $\leq 4\%$  的规范要求,不考虑当地粘土的含砂量普遍高和施工场地上部 20 m 以上均为砂砾层,容易坍塌的具体情况,强求施工单位反复清孔、造浆、替浆,反复循环捞砂达 20 余天,结果造成 2 根  $\text{Ø}1.5 \text{ m}$  口径、40 多米深的桩全孔坍塌,其中一个桩孔的护筒掉下 20 m,不得不全孔回填重钻的恶性事故。前后处理时间超过 2 个月,损失 10 多万元。实际上,欲减少桩底沉渣,保证成桩质量,除施工单位应重视成孔质量和泥浆性能外,还需要各方面的密切配合。成孔后必须及时验收,

及时灌注水下砼。中途停顿时间越长,对成桩质量越不利。特别是对某些不稳定、易坍塌地层,要尽量避免为片面追求泥浆的某一性能指标以达到规范最优值而不惜耗费大量时间去反复冲孔、替浆,从而造成孔壁浸泡时间过长和延误灌注时间所带来的一系列后遗症。

众所周知,在钻(冲)孔灌注桩施工中,泥浆的作用主要是保护孔壁、悬浮钻渣和减小钻进阻力。规范中根据施工工艺和统计资料对泥浆的某些性能指标值作了一些界定,在一般情况下是合理可行的,而且也是最优值。然而在日常施工中,由于工程地质条件、施工工艺、施工技术、施工方法和某些特定条件不尽相同,在影响桩基质量的诸多因素中,其主要矛盾也不完全一样。在施工与监管过程中,应因地制宜,抓住主要矛盾。根据以往施工经验,在保证孔壁稳定,有利于悬浮钻渣和顺利灌注水下砼的前提下,不宜过多地争议或强求达到某些泥浆性能指标的最优值,而应抓紧时间,妥善处理,以保证成桩质量。《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94)条文说明中第6.3 泥浆护壁成孔灌注桩第6.3.1款提到:“根据广东省基础工程公司和水电机施公司在清孔后对孔底泥浆含砂量的统计,均在8%~12%之间,大部分超过10%,但由于施工管理及施工工艺都具有较高的水平,即使是12%仍能保证桩的质量。”鉴于当前我国桩基施工单位大多数都已积累了多年的施工经验,其施工工艺和施工管理水平比上述被测定单位当时所处年代已大大提高,商品砼、搅拌机及泵送砼等大方量灌注工艺已普遍推广应用。因此,笔者认为,根据当前施工现场普遍水平,在能保证成桩质量的基础上,将泥浆含砂率界定在 $\leq 10\%$ 较为合适。现行《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041-2000)表6.8.3“钻挖桩成孔质量标准”所规定的清孔后泥浆指标中要求含砂率 $< 2\%$ ,笔者认为不太切合实际。在正常情况下,一般施工单位都很难达到此标准,还容易引起施工单位与质管、监管人员产生不必要的争议,从而延误灌注时间。实践表明,在现

阶段,大直径钻(冲)孔灌注桩施工中,因所需泥浆用量大,一般不太可能从远离施工场地的外地大量购入优质粘土或膨润土,大多是因地制宜,用孔内土层或就地取材自制泥浆。含砂率 $< 2\%$ 的泥浆,其密度太低,粘度偏小,难以起到保护孔壁和悬浮钻渣的作用,反而达不到提高成桩质量的效果。

#### 4 结语

(1)根据当前钻孔灌注桩的施工工艺特点和受力分析、计算,结合多年来工程施工实际以及桩基设计、监管、静载、抽心检测资料综合论证,对于锥形桩底的钻孔灌注桩,宜以锥翼向下延线交点与锥体大径中部(1/2处段)所处的水平面作为沉渣测量基准面。此基准面的高低同钻头锥部斜翼板与水平面的夹角及导向钻头直径有关。

(2)在桩基施工中,应重视成孔质量和泥浆性能。根据施工实践,泥浆的主要作用是保护孔壁、悬浮钻渣和减少钻进阻力。在桩基成孔、清孔达到设计要求后,应及时验桩,作好隐蔽工程记录。在保证孔壁稳定,有利于悬浮钻渣和水下砼顺利灌注的前提下,不宜片面追求泥浆性能某一指标的最优值而过多延误灌注时间,应因地制宜,权衡利弊,妥善处理,及时灌注,以确保成桩质量。现行《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041-2000)表6.8.3规定的清孔后平均含砂率 $< 2\%$ 不太切合实际,建议予以修订。

#### 参考文献:

- [1] JGJ 94-94 建筑桩基技术规范[S].
- [2] JTJ 041-2000 公路桥涵施工技术规范[S].
- [3] 张昌诚.非嵌岩钻孔桩孔底沉渣测量基准面的探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程)2004(31)8:25-26.
- [4] 段新胜,顾湘.桩基工程[M].武汉:中国地质大学出版社,1994.
- [5] 周安全.福州地区大直径嵌岩桩成孔工艺[J].地质与勘探,1992(11):57-61.

## 大坪里特长公路隧道在甘肃开工,长度为亚洲第二

亚洲第二特长公路隧道——宝鸡至天水高速公路大坪里特长隧道西段进口进洞工程于2005年底开工。

大坪里特长隧道全长12.3 km,仅次于全长18.02 km的亚洲第一特长公路隧道——秦岭终南山隧道。大坪里特长

隧道是宝天高速公路的控制性工程。整个隧道工程概算投资7亿多元,计划于2008年贯通。

(据 中国政府门户网站)