

冲(钻)孔灌注桩断桩事故的预防与处理

陈雄生

(福建地矿建设集团公司,福建 福州 350003)

摘 要:在冲(钻)孔灌注桩施工过程中,由于一些不可预见因素的影响,出现质量隐患问题,尤其是断桩事故,严重影响桩基质量及其使用安全,且处理难度较大,分析其形成原因,提出预防措施和处理方法,可以保证工程质量要求。

关键词:冲(钻)孔灌注桩;断桩;预防;处理

中图分类号:TU473.1⁺4 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-3746(2000)S1-0013-03

随着我国经济建设的发展,城市高层建(构)筑的大量兴建,钻孔灌注桩基础被越来越普遍采用。我公司从事冲(钻)孔灌注桩施工有 30 多年的历史,完成基础工程造价超 1000 万元的大型钻孔灌注桩项目达 30 余项,通过工程实践积累了丰富经验,对施工中易出现的事故进行了系统分析、研究和探讨,弄清了事故发生的原因,提出了正确的预防措施和处理方法。本文就钻孔灌注桩施工中对桩的质量有重要影响又较难处理的断桩事故提出了预防与处理措施。

1 断桩的形式

现浇冲(钻)孔灌注桩在灌注水下砼过程中若不能连续灌注至设计桩顶标高,或已连续灌注到设计桩顶标高,但出现桩身砼某一部位或多段部位砼不密实、结构疏松、强度减弱,这些现象即为断桩。

2 断桩的原因

引起断桩的原因是多方面的,现分析如下:

(1)隔水栓悬挂于水位下,造成初灌砼部分离析。

(2)开灌时初灌量不足,或导管口距孔底太高,不能形成首次埋管。

(3)导管连接不牢、密封性差,或导管自身破损,使泥浆进入导管内,造成砼离析。

(4)灌注砼过程中,埋管测量计算错误或操作失误,造成导管脱离砼面。

(5)砼灌注时,松散地层段孔壁失稳发生坍孔。

(6)地下水丰富,水力坡度大,造成砼离析。

(7)孔壁存在大的裂隙或溶洞,甚至出现与外界串通的“无底洞”。

(8)堵管:灌注水下砼过程中,出现砼堵塞导管而无法连续灌注,其原因有如下几个方面:

①导管内壁凹凸不平,或二次清孔时导管口插入土层中、活动过低使底部导管口变形等因素,致使隔水栓堵在导管内。

②砼搅拌未严格控制:水泥变质后结块严重,粗骨料不合格,或砂石、水灰不按配合比下料,搅拌时间不够,出料后搁置时间过长等因素引起砼和易性、流动性差,造成堵塞导管。

③砼灌注过程中加料过快,导管内空管长而引起气阻堵塞作用,造成导管堵塞。

④泥浆粘度、切力性能指标不合适,在二次清孔停止后砼灌注时,孔内悬浮颗粒急剧下沉并聚集在导管四周,使导管外砼上返阻力太大而造成堵管。

⑤砼灌注时温度太高及砼材料温度太高,使砼初凝速度加快,初凝时间太短。

(9)埋管:在砼灌注过程中,导管在孔内被卡住,造成砼无法继续灌注,形成断桩。

①导管被钢筋笼挂住或钢筋笼焊接不牢,笼散架,使钢筋与导管缠绕,导管不能提拔。

②孔斜严重,灌注过程中导管与孔壁摩擦被粗骨料卡住。

③埋管长度过大,提升困难。

④砼坍落度小、气温高,初凝时间快。

⑤孔内泥浆因水泥浆中钙离子浸入后分散相水化层被破坏,造成凝聚团块抱住导管,在孔壁狭窄处被卡住。

收稿日期:2000-06-15

作者简介:见第 1 页。

(10)灌注过程中突然停电、停水等待时间较长,造成砼初凝,导管无法提动。

(11)灌注设备性能不良,在灌注过程中发生故障,维修时间太长,造成初凝埋管。

3 断桩的预防措施

根据桩事故的原因,有针对性地采取相应的控制措施,可大大减少或避免事故发生。

(1)隔水栓悬挂于水面上。

(2)保证足够的初灌量和严格控制导管口至孔底距离 30~50 cm,确保首次灌注砼埋管深度 ≥ 1 m。如图 1 所示,初灌量按下列公式计算:

$$V \geq (1/4)\pi h_1 d^2 + (1/4)\pi K D^2 h_2$$

式中: V —— 砼初灌量, m^3 ; h_1 —— 导管内砼柱与管外泥浆柱压力平衡所需高度, $h_1 = (h - h_2)\gamma_w/\gamma_c$, m; h_2 —— 初灌砼下灌后,导管外砼面高度,取 1.3~1.8 m; h —— 桩孔深度, m; γ_w —— 泥浆密度,取 1.15~1.30 g/cm^3 ; γ_c —— 砼密度,一般取 2.40 g/cm^3 ; d —— 导管内径, m; K —— 砼充盈系数,一般取 1.1~1.3; D —— 桩孔直径, m。

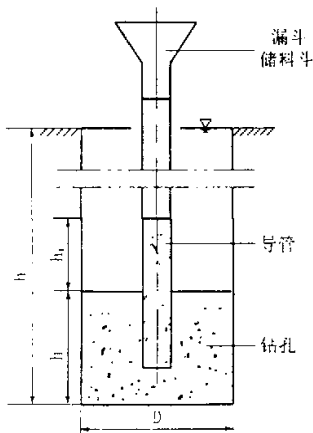


图 1 储料斗容量计算图

(3)灌注过程中,随时测量砼面高度,准确记录并计算埋管长度,把握好卸管长度,确保埋管长度 $< 2\sim 6$ m。

(4)下导管前认真检查导管的完好性,不使用不合格的导管;导管连接必须牢固,密封性能要好;灌注完毕,导管必须冲洗干净,严禁敲打,防止导管偏、凹变形。

(5)保持孔内水头高度高于地面 0.2 m。

(6)堵管的预防。

①当夏季气温较高时,特别是粗骨料、砂、水、水泥在阳光照射下呈高热状态,此时进行砼搅拌灌注,易使砼提早初凝引起堵管断桩。此情况下,尽量避免白天高温作业,必要时用冷水对粗骨料降温,或用缓凝剂控制高温下的初凝时间。

②保证导管同心度和导管内壁光滑干净,二次清孔时(灌注前)导管活动应平缓,预防插入土中,或防止底部导管口变形。

③砼搅拌严格按配合比下料,宜添加缓凝剂,搅拌时间 < 90 s,出料后搁置时间超过 30 min 后不得使用。

④导管连接牢固,密封性能好,灌注过程中若导管内产生空管时,砼投入漏斗速度宜缓慢,以利空气排出,防止导管内形成气阻。

⑤合理控制泥浆粘度、切力、密度、含砂量等指标。

(7)埋管预防。

①导管接头宜采用导斜措施,防止导管接头被钢筋笼卡住。

②导管埋入砼深度 < 10 m,坍落度 180~220 mm。

③保持孔壁规则,确保桩孔垂直度。当出现孔斜时,应设法修正孔斜拐点,并确认导管活动通顺后才可开盘灌注砼。

(8)配备备用电源,储备一定量的水,以防突然停电、停水,造成砼灌注中断。

(9)经常检查机械设备的完好性,仓库应储备一定数量的设备易损件,同时建立机修人员 24 h 值班制,发生故障及时抢修。

4 断桩的处理方法

断桩类型根据成因大致可分为 2 类:一类为明显断桩,即在灌注砼过程中被中断无法继续灌注,需要接桩处理。另一类为不明显断桩,也称暗断桩,虽然表面上灌注顺利,但实际上已形成断桩,使砼强度降低,不同程度地影响着桩基质量。该两类断桩形式,表面看不尽相同,但其实质都一样,若处理不当,则降低桩基强度,造成更大质量事故。

4.1 明显断桩的处理办法

(1)断桩位置在浅部时,采用人工护壁开挖至断桩处,进行接桩处理(见图 2);必须将砼接头处的浮浆清除干净,保证胶结部位砼强度达到设计要求。接桩前将孔内泥浆抽干,砼灌注过程中要用振动棒分层捣实。厦门某工程采用此方法接桩,静载试验

加载至 6000 kN(设计标准值为 3000 kN)时,累计沉降仅为 17 mm,完全达到设计要求。

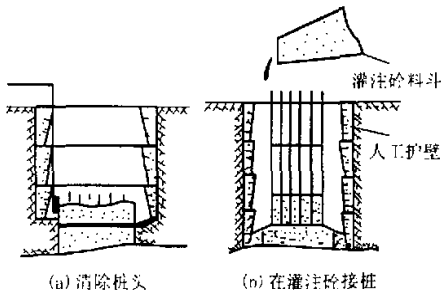


图 2 人工护壁接桩

(2)断桩位置在深部或地下水丰富、桩孔地层较松散、无法采用人工护壁处理时,采用如下 2 种处理方法:

①替浆敲击法:如图 3 所示,用钻杆将水泥浆(水灰比 0.4~0.6)送至断桩位置,由底部往上不断替换孔内泥浆,直到泥浆完全被水泥浆替换完毕。为了保证接桩缝胶结良好,用一套冲击棒或送浆管敲击桩面。棒或送浆管质量经验公式为:

$$G \geq f_k S$$

式中: G ——冲击棒质量; f_k ——设计桩强度标准值; S ——棒底面积,一般取直径小于 0.2 m 的钻杆等物。

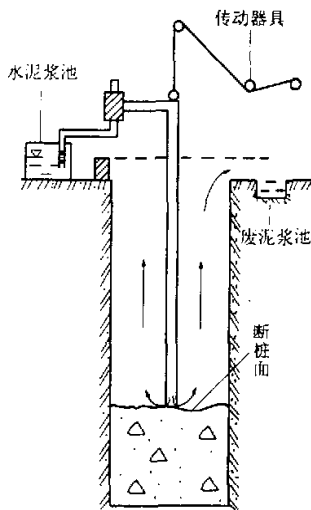


图 3 替浆敲击法装置

当断面经敲击一定时间后,即可采用高于原设计桩强度等级 1~2 个级别的桩(坍落度一般取 30~50 mm),用导管灌注至设计桩顶标高。用该方

法处理的上海某桩基工程(经动测检验)和福州某花园桩基工程(经静载检验),桩身质量均满足设计要求。

②采用高压注浆,二次剪球处理方法:采用高压水泵冲孔,同时预埋注浆管,当孔内桩砼面冲洗干净后,再次剪球灌注。注浆管一般埋设 3 根(见图 4),注浆压力取 12~15 MPa。用这种方法处理的福州某工程,经抽心检测,原断桩部位胶结良好,桩强度等级满足设计要求。

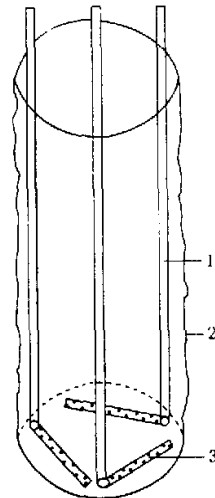


图 4 高压注浆管埋设布置图

1— $\Phi 54$ mm $\times$ 3 mm 注浆管;2—花管,长 60 cm, $\Phi 4$ mm 花眼;3—孔壁

4.2 暗断桩处理方法

暗断桩一般是桩已连续灌注至设计标高但桩身局部地段存在较大的缺陷,如桩离析、夹泥质等软弱段,处理方法以对软弱段进行补强为主,常用下述 2 种方法。

(1)高压注浆法:在桩孔中钻一直径 60~90 mm 的小孔至断桩段下 0.3~0.5 m,再采用高压泵注入水泥浆(见图 5),注浆压力根据桩强度计算确定,压力 ≥ 8 MPa。

(2)膨胀挤压补强法:该方法与高压注浆法相似,所不同的是用掺入 0.05%~0.1% 的膨胀剂水泥砂浆代替水泥浆,再用挤压泵压进小径钻孔的软弱段使各个空间迅速充填膨胀,从而提高了软弱段桩的密实度和坚韧性。

4.3 其它方法

对质量要求严,安全等级高而不可直接采用补
(下转第 18 页)

回落为止。当然,如果钢筋笼严重上浮,那么这一补救措施也不一定会十分奏效。

(2)做好成孔后的一次清孔工作,正循环清孔使用大密度泥浆,以清除孔内泥块。

(3)使用外径与钢筋笼内径相匹配的导管,通常应做到钢筋笼内径与导管外径的环状间隙保持在 100 mm 以上;认真控制成孔垂直度,即在自重钻进过程中遇倾斜土层、软硬变换土层时,应适当减压钻进;当然还应确保钻机对中调平,孔口护筒埋置垂直,使用同轴度好的钻具,并清除孔内一切障碍物,可有效地防止软土地基中成孔孔斜的发生;多节钢筋笼联接应确保同轴度。

4 “烂桩头”

4.1 产生的原因

(1)清孔不彻底,桩顶浮浆过浓过厚,影响水下混凝土灌注时测量桩顶位置的精度。

(2)导管起拔速度过快,尤其是桩头直径过大时,如未经插捣,直接起拔导管,桩头很容易出现混凝土中间高、四周低的“烂桩头”。

(3)水下混凝土灌注时,混凝土倾入导管速度过快过猛,导管内闷入大量气体,桩内形成高压气包,

将给终灌测量混凝土面造成一个符合要求的假象,一旦导管起拔后,高压气包有可能从未初凝的桩内大量释放出来,引起桩顶混凝土顶面标大幅度地降低,形成“烂桩头”。

4.2 防治措施

(1)认真做好一次清孔工作,确保一次清孔完成后孔口没有泥块返出;在空孔较长的桩内测量混凝土上升面时,应控制好测量重锤的质量。通常认为使用 5~40 mm 碎石混凝土时,重锤的质量可以控制在 1.5 kg 左右;使用 5~25 mm 碎石混凝土时,重锤的质量可以控制在 1 kg 左右。在设计桩顶与地面距离 < 4 m 时,通常认为使用竹竿通过手感测量混凝土面更直观,精度更高。

(2)混凝土终灌拔管前,应使用导管适当地插捣混凝土,把桩身可能存在的气包尽量排出桩外后,以便精确测量混凝土面。也可通过导管插捣使桩顶混凝土摊平。

5 结语

总之,钻孔灌注桩施工工序虽然比较繁多,只要科学组织,精心施工,严格管理,施工质量是完全有保证的,这些所谓的质量通病也是完全可以避免的。

(上接第 15 页)

强办法的一类桩基,则用冲击钻机直接击碎孔内杂物,重新钻进到设计持力层,彻底清渣,再行灌注新鲜砼。江西某高速公路桩基工程断桩的处理,就是采用该方法。

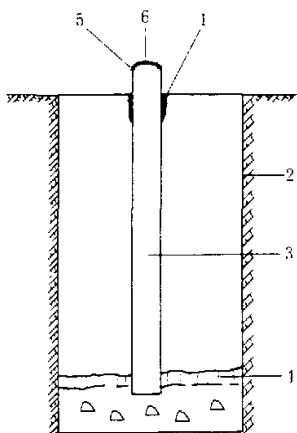


图 5 高压注浆示意图

1—水玻璃水泥块;2—桩孔壁;3—小径钻孔;4—软弱层;5—压浆;6—空心接头

5 结语

冲(钻)孔灌注桩属地下隐蔽工程,某一环节稍有不慎,会造成桩基不同程度的强度缺陷,降低了桩基的承载能力,如不及时处理,将影响工程质量和施工单位信誉。因此,如果能事先采取各项预防措施,就可以避免或大大减少事故的发生。而对于已发生的事故,通过选用合适正确的处理方法,工程质量同样可以满足设计要求。我公司最高年完成桩基工程量近 30 万 m^3 ,工程质量合格率达 100%,优良率占 60%。总结成功经验,公司除了运用先进的施工技术和严格的科学管理外,制定一套断桩事故预防措施和处理方法,也起了重要作用。

参考文献:

- [1] 陆祖安. 钻孔灌注桩强度缺陷补强方法[J]. 探矿工程, 1992, (3).
- [2] 沈杰. 地基基础设计手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988.
- [3] JGJ 94—94, 建筑桩基技术规范[S].