

文章编号: 0451-0712(2005)06-0042-04

中图分类号: U455.551

文献标识码: B

桥梁钻孔灌注桩断桩处治及预防措施探讨

徐仁标

(宁波市高等级公路建设指挥部 宁波市 315192)

摘要: 介绍在高速公路桥梁桩基断桩处治中应用人工挖孔桩技术接桩的施工过程,并提出预防钻孔灌注桩施工出现断桩的有关建议。

关键词: 挖孔桩; 断桩处治; 预防措施

钻孔灌注桩作为一种基础形式以其适应性强、成本适中、施工简便等特点被广泛应用于公路桥梁及其他工程领域。灌注桩属于隐蔽工程,施工工序较多,工艺流程相互衔接紧密,不宜长时间中间停顿;主要工序的施工过程都在水下及地下进行,不便监视;同时影响灌注桩施工质量的因素很多,如地质因素、钻孔工艺、护壁、钢筋笼的上浮、混凝土的配制、灌注等难以

全部预见,不可避免地会出现诸如桩身缩径、夹泥、断桩和沉渣过厚等各种形态的质量缺陷,影响桩身的完整性和单桩的承载能力。其中断桩是钻孔灌注桩质量缺陷中最严重的,根据断桩位置的不同,处理方案也多种多样,本文以同三线宁波段高速公路某桥梁钻孔桩应用人工挖孔法处治断桩为例,阐明此类问题的处理办法,并提出有关预防断桩的建议。

收稿日期: 2005-02-20

表1 钢管桩、钻孔桩基础方案建安费比较

	建安费/万元	差值/万元	比例关系
钻孔灌注桩	417 000	13 770	1.493
钢管桩	279 300		1

注:建安费根据概算估算。

2.5 基础方案综合比较

两种基础方案的综合比较详见表2。

3 结论

通过上述比较,可以看到钢管桩基础的力学性能较优,尤其是在降低投资、减少海上作业量、加快施工速度方面比钻孔桩基础更具优势。因此,在类似工程的建设中使用钢管桩基础有很大的竞争力。

参考文献:

- [1] JTG B01—2003,公路工程技术标准[S].
- [2] JTG D60—2004,公路桥涵设计通用规范[S].
- [3] JTJ 254—98,港口工程桩基规范[S].
- [4] JTJ 261—97,港口工程预应力混凝土大直径管桩设计与施工规程[S].

表2 基础方案综合比较

基础型式	钢管桩	钻孔桩
力学性能	力学性能优,抗弯能力强	普通钢筋混凝土结构,抗弯性能略差,抗压性能好
单桩容许承载力	较高	高
结构合理性	好	一般,直桩抗水平力较差
结构可靠性	好	好
结构耐久性	能满足要求	能满足要求
施工期稳定性	不受流速限制	不受流速限制
对河床冲刷的适应性	好	较好
施工难度	容易	一般,施工工作量较大
施工速度	较快	较慢,单墩基础施工期长
施工设备要求	大型打桩船;一定量的水上混凝土工厂	一般能力的钻孔机械即能满足要求,但数量要求较多;混凝土浇注量高达109万m ³ ,需众多的水上混凝土工厂及相应的运输船舶
经济性	1.0	约1.5

1 断桩概况

断桩案例所在地区地貌主要处于浙东平原、低丘陵地区,路线地质构造以冲海积、湖沼积及泻湖湖积平原为主体,软土层较厚,软基物理力学指标较差,较不稳定。该桥设计桥长263 m,为13孔20 m的预应力空心板梁,采用1.5 m 钻孔灌注桩基础,墩桩长47 m,断桩事故发生在2号墩4号桩。该桩位于陆地上,在浇筑桩基混凝土过程中,由于雷雨天气,突降暴雨,时间长达40 min,当时堆在现场的砂、石子均被水泡,孔内也被注满雨水,致使浇筑工作无法进行,经测量已浇混凝土面在地下11 m处,于是当时决定为防止坍孔和导管拔不出来,造成后续处理困难,在导管拔出后立即回填黄砂、碎石至护筒顶,等暴雨过后再处理,事实上形成了断桩。

2 断桩处治方案拟定

针对该桩的断桩原因,有两种处理办法:一是加桩法;二是人工挖孔梯套法。该桩的断桩是由于在浇注水下混凝土中途遇暴雨造成的,暴雨前浇注水下混凝土施工正常,没出现异常情况。加桩法(即在原桩对称的两边各加一根桩,俗称挑扁担梁方法)从处理效果上说是最可靠的,但其缺点是需要增加工程数量和费用,不但要变更设计,而且要作为质量事故上报,费时且影响也不好,因此在没有检测已浇注混凝土质量之前提出报废原桩,采用加桩处理方案不妥。采用加桩方案最好也是把原桩接长,再连承台接柱,这样可以利用原桩承载力,减少加桩的桩长和桩径。该桩为陆地桩,根据地质资料和钻孔记录,地面以下土层约8 m厚为亚粘土硬壳层,断桩部位以上地质条件较好,只是地下水位较高,如果能解决好地下水问题,本桩采用人工挖孔桩技术来处理断桩是可行的。人工挖孔至断桩位置,处理桩头后,请检测部门小应变测定已灌混凝土的桩身完整性,如果已灌混凝土桩身良好,视孔内渗水处理确定浇注混凝土方案是采用导管浇注水下混凝土还是采用串筒浇筑混凝土接桩。如小应变情况不好,存在严重缺陷,缺陷位置较深,继续破除混凝土难度较大,注浆法技术上不可行或经济上不合算,就应考虑原桩接长,采用加桩方案。

3 施工方法

3.1 挖砂掘进

由于本桩孔是在导管拔出后回填的黄砂、碎石,

孔内充满泥浆水,孔壁都是泥浆。本桩处在河岸上,地下水丰富,水位也高,水的问题处理不当,会给人工挖孔带来许多困难。虽然挖砂相对挖原状土简单,进度也快,但要防止因开挖破坏水的动静态平衡而导致的坍孔和井漏。为防止挖孔周围土层受到扰动,相邻桩基停止钻孔施工。由于作业空间较小,只有一个工人才能挖土作业,而地下水渗入较快,因此安排工人轮番作业,挖土时先挖较深的集水井,选用1台功率较大的潜水泵抽水,边抽水边开挖,随挖土随加深集水井,采取成孔后及时浇筑相应段的混凝土护壁,然后继续下一段的施工。

本桩在挖至8 m时,遇到粉砂层地质,再加上地下水的作用,形成流砂,但情况不太严重。根据地质资料分析,粉砂层只是夹杂,不会很厚,于是采取的方法是缩短这一循环的开挖深度,将正常的1 m左右一段,缩短为0.5 m,以减少挖层孔壁的暴露时间。由于有钢筋笼存在,不能用钢套护筒,采用木板沿周边打入底部不少于0.2 m深,上部嵌入上段已浇好的混凝土护壁后面,斜向放置,双排布置互相交叉,及时进行护壁混凝土浇注,收到了很好的支挡效果。

3.2 护壁施工

根据经验,对于地质条件较好地段的人工挖孔桩,采用常规的混凝土护壁来施工,容易成孔,且节约护壁成本。混凝土护壁模板采用厚度 $\delta=4$ mm的钢板定制一个钢制截锥形内模,内模上口直径比钢筋笼直径小20 cm,下口直径小10 cm,高度1 m。内模在孔内挖土下沉,然后在内模和孔壁之间浇筑护壁混凝土。如此逐段下挖,将内模逐段下移,逐段浇筑护壁,直至断桩处。每一施工段高度,取0.8~1.0 m左右,护壁中插入 $\phi 14\sim\phi 16$ 的竖向钢筋,间距30 cm;横向则用 $\phi 14\sim\phi 16$ 的圆钢来加固,间距30 cm,上下护壁间预埋纵向钢筋加以联结,使之成为整体,并确保各段联接处不漏水。护壁混凝土采用C25混凝土,坍落度取60~80 mm,混凝土中掺入适量的BR型防水剂,抗渗等级S6,混凝土用搅拌机搅拌。混凝土用吊桶运入人工浇筑,用钢管振捣密实,严禁用插入振动器振捣,以免影响模外的土体稳定。在护壁混凝土施工时,要强调护壁厚度不得小于0.12 m,但也不大于0.15 m,以防护壁自重大于土体的极限摩阻力而下滑,产生护壁裂缝。孔内作业时,上下井必须有可靠安全保障措施,严禁乘坐吊桶上下等。

3.3 小应变测试

挖至断桩位置后,进行桩头处理。桩头处理的好坏将直接影响到检测质量,因此施工人员花大力气处理桩顶,用风镐将多余的混凝土凿除,直至露出新鲜混凝土,用平头钻把桩顶凿平,以便安装传感器和有良好的锤击平面。经检测,已浇水下混凝土为完整桩,可以接桩。

3.4 接桩

因为采取了较好的防水措施,经测量孔内地下水上升速度小于 6 mm/min ,可以采用普通混凝土方法予以接桩。

(1)浇混凝土前及时堵塞混凝土护壁上的渗漏处,堵漏的方法、大面积堵成小面积的、小面积堵成点漏而最后堵塞之。采用防水材料水泥—水玻璃浆封闭渗漏部位。对于出水量较大的孔用木楔打入,周围再用防水材料封闭,基本解决渗水问题。然后把井内积水抽干,抽水的潜水泵装设逆流阀,保证提出水泵时,不致于将抽水管中残留水又流入桩孔内。

(2)为保证桩身混凝土浇筑的密实性,准备溜斗、溜型槽和串筒,采用串流筒下料及分层振捣浇筑的方法,并在串筒内设置各个方向的斜挡板,以降低混凝土下落速度,控制混凝土自由落下的高度 $<2\text{ m}$ 。由于存在地下压力水,需要集中足够的混凝土短时间浇筑,以便混凝土自身重量压住水流的渗入。由于桩径不大,离地面 6 m 以下振捣不易,在混凝土中掺入水泥用量 0.25% 木钙减水剂,使混凝土坍落度增至 $13\sim 18\text{ cm}$,利用混凝土的大坍落度和下冲力使其密实。 6 m 以上连续分层捣实,层厚不超过 1.5 m ,由井下操作人员用插入式振动器分层振捣密实,垂直插入下层混凝土 50 cm ,插点间距约 $30\sim 40\text{ cm}$,并且做到“快插慢拔”,并不得用插入棒驱赶混凝土,以防混凝土局部过振,造成泌水和离析现象。

(3)桩芯混凝土一次连续浇捣完毕,不留施工缝,不留交接班间隙。

(4)桩芯混凝土做试件一组,并确定每工作台班不少于一组,同条件养生。

3.5 实践体会

经过对人工挖孔桩处理断桩实践,7 d后经小应变测试,该桩符合I类桩标准,达到了预期的效果。该桩处理时间前后历时 20 d ,浇灌混凝土 16 m^3 ,比补桩方案节省大量的时间和费用。该桩处理成功,主要做到了以下几点:

- (1)及时回填孔位,保证后续断桩处理顺利;
- (2)重视护壁混凝土的施工配合比,掺加了外

加剂;

(3)在孔壁渗漏水处理中合理应用防水材料及挖孔时及时调整施工方案;

(4)前后工序衔接严密,准备工作充分。

4 防止断桩事故发生的几点措施

断桩是严重的质量事故。必须在施工初期就彻底消除其隐患,同时又必须准备相应的对策,预防事故的发生或一旦发生事故及时采取补救措施。断桩产生的原因有以下几个方面。

(1)初灌未封底:桩底沉渣量过大,使初灌不能正常返浆,或导管距孔底太远,初灌量不够没有埋住导管。一次清孔后,不符合要求时,要采取措施:如改善泥浆性能,延长清孔时间等进行清孔。在下完钢筋笼后,再检查沉渣量,如沉渣量超过规范要求,应进行二次清孔。导管底端距孔底高度依据桩径、隔水阀种类及大小而定,最高不超过 0.5 m 。

(2)导管堵塞:浇注时间过长,上部混凝土已接近初凝,形成硬壳,而且随时间增长,泥浆中残渣将不断沉淀,从而加厚了积聚在混凝土表面的沉淀物,造成混凝土浇注极为困难而堵管,因此应尽可能提高混凝土浇注速度,开始浇混凝土时尽量积累大量混凝土,产生极大的冲击力可以克服泥浆阻力。快速连续浇注,使混凝土和泥浆一直保持流动状态,可防导管堵塞;如突然浇注大量的混凝土导管内空气不能马上排出,可能导致堵管,若管内空气从导管底端排出,可能带动导管拔出混凝土面。混凝土的质量是堵塞导管的主要原因,必须把好质量关,混凝土和易性不好或离析使石子聚集在一起,从而流动性差,导致堵管。导管使用后应及时冲洗,保证导管内壁干净光滑。如发生堵管在导管上部可用钢筋疏通,在下部提取导管上下振击。

(3)导管漏水:导管使用前须做密封试验,浇注前检查导管是否漏水、弯曲等缺陷,发现问题要及时更换。在浇注过程中发现漏水应加快浇注速度,并加大混凝土埋深,使管内混凝土超出漏水处。

(4)导管拔出混凝土面。导管提漏有两种原因:
①当导管堵塞时,一般采用上下提振法,使混凝土强行流出,但如果此时导管理深很少,极易提漏;②因泥浆过稠,在测量导管理深时,对混凝土浇注高度判断错误,而在卸管时多提,使导管脱离混凝土面,也就产生提漏。浇注混凝土过程中,测定已灌混凝土表面标高出现错误,导致导管理深过小,出现拔脱提

漏。特别是浇注后期,易将泥浆中混合的坍土层误为混凝土表面。因此,必须严格按照规程用规定的测深锤测量孔内混凝土表面高度,并认真核对,保证提升导管不出现失误。如误将导管拔出混凝土面,必须及时处理。孔内混凝土面高度较小时,终止浇注,重新成孔。孔内混凝土面高度较高时,可以用二次导管插入法,将导管底端加底盖阀,插入混凝土面1.0 m左右,导管料斗内注满混凝土时,将导管提起约0.5 m,底盖阀脱掉,即可继续进行水下浇注混凝土施工。由于要克服泥浆对导管的浮力,混凝土面较深时,不宜采用。此方法使用时,必须由有经验的工程师现场指导,导管长度、吊预制混凝土球阀铁丝长度、铁丝抗拉强度、混凝土面实际位置等数据,必须在事先正确确定。

(5)导管被混凝土埋住、卡死。在浇注过程中,导管的埋置深度是一个重要的施工指标。导管埋深过大,以及浇注时间过长,导致已浇混凝土流动性降低,从而增大混凝土与导管壁的摩擦力,加上导管采用已很落后而且提升阻力很大的法兰盘连接的导管,在提升时连接螺栓拉断或导管破裂而产生断桩。因此钢筋笼主筋接头要焊平,导管法兰连接处罩以圆锥形白铁罩,底部与法兰大小一致,并在套管头上卡住,避免提导管时,法兰挂住钢筋笼。导管插入混凝土中的深度应根据搅拌混凝土的质量、供应速度、浇注速度、孔内护壁泥浆状态来决定,一般情况下,以2~6 m为宜。如果导管插入混凝土中的深度较大,供应混凝土间隔时间较长,且混凝土和易性稍

差,极易发生“埋管”。如果预料到不能及时供应混凝土(超过1 h),混凝土运输距离远,交通堵塞等因素时,除混凝土中加缓凝剂外,导管插入混凝土中的深度不宜太小,据已往经验,以5~6 m为宜,每隔15 min左右,将导管上下活动几次,幅度以2.0 m左右为宜,以免使混凝土产生初凝假象。浇注混凝土中断超过2 h,应判为断桩。卡管现象是混凝土配合比在执行过程中的误差大,使坍落度波动大,拌出混合料时稀时干。坍落度过大时会产生离析现象,使粗骨料相互挤压阻塞导管;坍落度过小或浇注时间过长,使混凝土的初凝时间缩短,加大混凝土下落阻力而阻塞导管,都会导致卡管事故。所以严格控制混凝土配合比,缩短浇注时间,是减少和避免此类事故的重要措施。导管插入混凝土中拔不起来或被拔断,如果桩径较大,可以采用二次导管插入法处理,否则只能补桩、接桩。接桩一般用人工挖孔的办法处理,清除桩顶残渣,接钢筋笼,浇注混凝土至设计标高。

(6)坍塌:因工程地质情况较差,施工单位组织施工时重视不够,有分包或转包,施工者经验不足,在浇注过程中,井壁坍塌严重或出现流砂、软塑状质等造成类泥沙性断桩。

(7)机械故障和停电造成施工不能连续进行,突然井中水位下降等因素都可能造成断桩。因此应认真对待浇注前的准备工作,以保证桩基的质量。

(8)天气影响:本断桩就是因为天降暴雨造成的,施工和监理应对南方雷雨天气有足够的了解,施工场地要有防雨措施及应急方案。

东海大桥全线结构贯通

2005年5月25日,随着东海大桥主通航孔最后8 m缺口处最后一块箱梁吊装到位,中国第一座外海跨海大桥——东海大桥全线结构贯通。至此,东海大桥工程建设已从主体工程全面转入桥面附属工程建设阶段,预计年内建成通车。

全长32.5 km的东海大桥是上海国际航运中心深水港工程的一个组成部分,被上海市政府列为“一号工程”。东海大桥起始于上海南汇区芦潮港,北与沪芦高速公路相连,南跨杭州湾北部海域,直达浙江嵊泗县小洋山岛。

东海大桥工程2002年6月26日正式开工建设,是我国第一座真正意义上的外海跨海大桥。大桥由陆上段、海上段和港桥连接段组成,宽31.5 m,双向6车道,全线按高速公路标准设计。大桥设1个主通航孔和3个副通航孔,其中3个副通航孔已在今年早些时候合龙。主通航孔离海面净高达40 m,可满足万吨级货轮的通航要求。

东海大桥的建成通车,为洋山深水港年内建成开港、加快上海国际航运中心的建设奠定了坚实基础,为长三角地区经济的进一步发展创造了条件。