

水下混凝土灌注桩质量事故预防和处理

陈云彬¹, 赵红利²

(1. 广东省惠州市博罗县建设局, 广东 博罗 516100; 2. 广东省工程勘察院新方法技术应用研究所, 广东 广州 510665)

摘 要:大直径混凝土灌注桩施工易出现质量事故, 分析了产生事故的原因, 介绍了避免事故的发生及事故处理方法等。

关键词:钻(冲)孔灌注桩; 水下浇筑混凝土; 质量

钻(冲)灌注桩属于水下浇筑混凝土的桩, 属重要的隐蔽工程, 由于影响灌注桩施工质量的因素很多, 对其施工过程每一环节都必须严格要求, 对各种影响因素都必须有详细的考虑, 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。若稍有不慎或措施不严, 就会在灌注中发生质量事故, 小到塌孔、缩径, 大到严重离析、断桩报废, 造成重大损失, 以致影响工期并对整个工程质量产生不利影响。所以, 必须高度重视并严格控制钻孔灌注桩的施工质量, 尽量避免发生事故及减少事故造成的损失, 以利于工程的顺利进行。对于诱发灌注事故的因素, 必须在施工初期就彻底清除其隐患, 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。以下是钻(冲)孔灌注桩施工中经常遇到的工程事故原因预防及处理:

1 初灌未封底

桩底沉渣量过大, 使初灌不能正常反浆, 或导管距孔底太远, 初灌量不够没有埋住导管。造成原因是检查不够认真, 清孔不干净或没有进行二次清孔。认真检查, 采用正确的测绳与测锤; 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、大小而定, 最高 $\leq 0.5\text{m}$ 。

降观测点, 每隔 2m 布置 1 点。最大水平位移值仅为 3.5mm, 最大沉降值为 7.2mm。位移及沉降量在土钉墙施工完成 4d 便趋于稳定。

(2) 沉淀池监测: 沿二沉池池壁上口每隔 2m 布置 1 个沉降观测点, 池壁临坑面每隔 5m 布置 1 个位移观测点。最大沉降值为 2.8mm, 无位移量。

(3) 开挖前, 注浆加固体经静力触探法测得其平均抗压强度为 1.78MPa, 证明分层压密注浆对砂垫层的加固是成功的, 加固后水泥砂浆块体强度达到了设计预测的 1MPa 的强度。

8 结束语

(1) 针对不同的工况和地质条件, 选择合适的基坑支护形式, 是基坑支护设计的原则。基坑支护的本质要点就是止水挡土以供坑内安全施工, 无论是重力式挡墙或非重力式挡墙均是如此,

2 导管堵塞

灌注时间过长, 上部砼已接近初凝, 形成硬壳, 而且随时间增长, 泥浆中残渣将不断沉淀, 从而加厚了积聚在砼表面的沉淀物, 造成砼灌注极为困难, 造成堵管。

尽可能提高混凝土浇注速度, 开始浇砼时尽量积累大量砼, 产生极大的冲击力可以克服泥浆阻力。快速连续浇注, 使砼和泥浆一直保持流动状态, 可防导管堵塞; 浇注混凝土过程中, 应匀速向导管料斗内灌注, 如突然灌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, 混凝土和易性不好或离析使石子聚集在一起流动性差, 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

首灌混凝土量不足或导管口提升过高以至无埋深; 误测导致导管提升至混凝土面外, 其基本现象为导管中会重新充水, 孔内水位明显下降。其解决办法为:

(1) 如果是第一种原因造成的进水, 可用导管作为吸管, 用空管吸泥方法将孔内混凝土吸出, 重新灌注。

只不过采用的计算方法和施工工艺各有不同。

(2) 分层压密注浆成功的解决了砂层中砂土的加固问题, 使砂与水泥浆液凝结固化为砂浆块体, 即保证了地基的强度, 又形成较密实的止水帷幕。

(3) 土钉墙成功解决了基坑边坡的强度及稳定性问题。其施工周期短, 与挖土同时进行, 很少占用独立工期。挖土与土钉锚杆支护都分层分块施工, 充分发挥土体的空间支护作用, 并在开挖后几个小时内封闭, 边坡位移和变形及时得到约束限制。

(4) 可以看到, 由分层压密注浆和土钉墙结合应用的新型复合土钉支护在此工程中的位移变形较小, 为坑内施工提供了安全的保障, 是一种成功的基坑围护体系。

(5) 该支护体系成本低, 施工速度快、安全可靠, 值得在其他中浅基坑围护中推广应用。

(2)第二种原因则可采用重插法。即重新插入混凝土中,用泥浆泵抽出管内的泥浆,再重新浇灌混凝土。其前提条件是表面混凝土没初凝,若超过初凝时间则作为废桩。若没埋深,但导管内有混凝土面而没进水,则插入重浇,但有可能造成夹层,应注意测试。

(3)若导管已离桩顶不远时进水,可在以后基础开挖中埋入护筒,清除沉渣及软弱混凝土层,安装同样直径的模板,浇筑混凝土至设计标高。

导管使用前须做密封试验,灌注前检查导管是否漏水、弯曲等缺陷,发现问题要及时更换。在灌注过程中发现漏水应加快灌注速度,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

导管提漏有以下几种原因:

(1)当导管堵塞时,一般采用上下提振法,使混凝土强行流出,但如果此时导管埋深很少,极易提漏。

(2)因泥浆过稠,在测量导管埋深时,对砼浇注高度判断错误,而在卸管时多提,使导管脱离砼面,也就产生提漏。

(3)灌注混凝土过程中,测定已灌混凝土表面标高出现错误,导致导管埋深过小,出现拔脱提漏。特别是灌注后期,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身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,其一是导管底端加底盖阀,插入混凝土面 1.0m 左右,导管料斗内注满混凝土时,将导管提起约 0.5m,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。

提升导管要准确可靠,灌注过程中随时测量导管埋深,并严格遵守操作规程。

5 导管被混凝土埋住、卡死

在灌注过程中,导管的埋置深度是一个重要的施工指标。导管埋深过大,以及灌注时间过长,导致已灌混凝土流动性降低,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。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 2~6m 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”事故。

可见卡管现象出现的原因不外乎有:混凝土和易性、流动性差造成离析,各种机械故障引起混凝土浇筑不连续,在管中停留时间过长而卡管,导管进水造成混凝土离析等。

排除的办法及预防措施有:

(1)锤击导管法兰,吊绳上下抖动等兼可疏通。个别严重的,

也可安装附着式振动器,但最好在一开始就采用,其害处是振动可疏通,同样也可使混凝土离析。

(2)若卡管位置在地面以下不多远者,可用钢筋冲捣。

(3)在导管外加焊铁板,利用导管下落时铁板与其它卡座的撞击振动疏通。

(4)导管进水,能在导管中听到“嘶嘶”的水流声,此时应迅速查明漏水的位置,在埋深允许的情况下,尽量将其埋在混凝土中。否则,应提升导管,处理好漏水以后,设置隔水栓重下导管,重新浇筑,所以应率先做好水密试验。

(5)如果预料到不能及时供应混凝土(>1h),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,据以往经验,以 5~6m 为宜,每隔 15min 左右,将导管上下活动几次,幅度以 2.0m 左右为宜,以免使混凝土产生初凝假象。

6 导管拔断或拔不出

其原因有埋深过大,时间长后造成混凝土初凝,引起摩阻力过大,螺栓拧紧力矩不足。处理办法有:

(1)加强测深,控制埋深。

(2)若导管断在混凝土中,则继续浇筑,权当加入钢筋;若导管断在混凝土外,则采用重插法,设置隔水栓,重下导管重新浇筑,前提同样是混凝土未初凝。

若用上述方法处理无效时,应及时将导管拔出,将已灌的混凝土吸出,抽出钢筋笼,重新清孔,下钢筋笼,下混凝土。

仍然无法处理时,可进行接桩。接桩分机械法及人工法:机械法是用泥浆泵将泥渣及混凝土渣吸排出去,桩短时可采用清水清孔,在钻头上焊接十字钢骨架对原桩顶面捣刮,然后下导管继续浇筑,以后加强检测。人工法是采用人工清除桩顶残渣,接钢筋笼,浇注混凝土至设计标高。

如不能接桩,只能废桩,做补桩处理。在路桥工程中由于桩位可选择的余地不大,桩径中心距在承台底面处不得小于桩径的 1.5 倍。因此,废桩情况应绝对避免,实在无法避免,只得采用补桩的方法。补桩分两种:

(1)原桩位上补:将原桩用冲击钻头冲掉,重新灌注。

(2)对称补桩:即原桩位报废,一般要补对称两根。如无桩位,常采用原桩位上补一根,旁边再浇一根的方法,但这种方法必须经设计部门认可。

7 钢筋笼上浮

当灌注到钢筋笼底部时,应缓慢放料,尽量减小埋深,减小对导管的冲力。

8 混凝土拌制不符合要求

混凝土配合比中水灰比控制在 0.5~0.6,砂率应在 40%~50%,粗骨料最大粒径应 < 40mm,混凝土坍落度控制在 18~20cm,要有良好的流动性、和易性,用料上优先采用中粗沙,级配较好的卵石,矿渣硅酸盐水泥,避免使用普通硅酸盐水泥。

混凝土和易性与水泥品种、砂率有极大的关系,砂率小、粗骨料级配不好,搅拌出的混凝土极易离析,影响水下浇注混凝土质量。

在灌注中出现的种种事故有很多都和混凝土质量有关,所

以一定要把好混凝土的质量关。

9 桩顶空心

产生桩顶空心的因素有:导管插入混凝土中的深度较大,混凝土坍落度小,桩顶空心呈不规则漏斗形,其深度、位置与导管拔出时的位置、桩顶混凝土状态有关。导管埋得太深,拔出时底部已接近初凝,导管拔出后砼不能及时冲填,造成泥浆填入。

防止桩顶空心的方法:灌注结束前导管插入混凝土中深度 $\leq 6.0\text{m}$;灌注结束后,导管拔出混凝土之前,导管上下活动几次,幅度 $\leq 50\text{cm}$,或者用机械、人工振捣桩顶混凝土,时间 $\leq 20\text{s}$ 。尽可能缩短灌注时间,避免使桩顶混凝土产生假凝现象、降低桩顶混凝土的流动性。

10 桩身有夹渣、夹泥、蜂窝

浇注过程中,须不断测定混凝土面上升高度,并根据混凝土供应情况来确定拆卸导管的时间、长度,以免发生桩身夹渣、夹泥、蜂窝事故。

泥浆过稠,如泥浆比重大且泥浆中含较大的泥块,增加了浇注砼的阻力,因此,在施工中经常发生导管堵塞、流动不畅等现象,有时甚至灌满导管还是不行,最后只好提取导管上下振击,由于导管内储存大量砼,一旦流出其势甚猛,在砼流出导管后,即冲破泥浆最薄弱处急速返上,并将泥浆夹裹于桩内,造成夹泥层。

灌注砼过程中,因导管漏水或导管提漏而二次下球也是造成夹泥层的原因。

使砼面处于垂直顶升状,不使浮浆、泥浆卷入砼是防治夹渣、夹泥、蜂窝的关键。

11 桩顶混凝土强度低

桩顶混凝土强度低是较为常见的质量问题之一,其形成原因主要有:

(1)桩顶部导管内混凝土柱标高减小,导管外泥浆重度增大,沉渣增多,超压力减小,不得不减小导管埋深,使桩顶混凝土所受自重压力较小,形成桩顶混凝土强度较下部偏底或桩顶部混凝土与沉渣及泥浆混凝在一起使强度偏低。

(2)桩顶混凝土灌注量不足造成桩顶混凝土欠灌,强度自然偏低。

(3)导管提动幅度过大、速度过快,形成抽吸力,将孔壁坍塌物带至桩身上部,但表层混凝土流动性差,从导管中被强行压入桩身,桩身混凝土中的空气又不易溢出,造成桩身上部混凝土疏松,强度低。

(4)护筒埋设不当致使桩顶混凝土混泥,导致桩顶混凝土强度偏低。

(5)由于操作员或技术员不按规定控制导管埋深,导管的埋深小时,超压力也小,使混凝土出现离析、夹泥等,造成强度低。

其预防措施针对事故形成原因制定:

(1)将灌浆漏斗提高孔口一定高度,以提高混凝土的超压力,同时可将自来水管放入孔内加清水稀释泥浆,降低泥浆重度,以达到更好的效果。

(2)按要求测定混凝土面高度,保证混凝土灌注量。

(3)选择合理的导管直径,使导管直径与桩径合理匹配(见表1)。在孔壁易坍塌地层(如松散砂层等)拔管速度要慢,以减小导

管的抽吸作用,防止孔壁坍塌物落入混凝土中。尤其在拔最后一节导管时,拔管速度更需放慢,以克服桩顶沉淀的浓泥浆挤入混凝土中造成混凝土强度降低。

表 1 导管直径与桩径匹配表

桩径(mm)	600~1000	1000~1500	1500~1800	>1800
导管直径(mm)	200	230~255	289	300

(4)按要求埋设护筒,护筒下部压入不透水的粘土层,周围填粘土分层夯实。有承压水或使用泵吸反循环钻进时,护筒高度应高于稳定地下水位 2m,以保持孔壁稳定和泵吸反循环钻进的静水压力。

(5)控制导管合理埋深,不同桩径推荐的桩顶部混凝土埋管深度见表 2。

表 2 不同桩径的桩顶部混凝土埋管深度

桩径(mm)	导管直径(mm)	桩顶混凝土埋深(m)
600~1000	200	0.8~1.0
1000~1500	230~255	1.0~1.1
1500~1800	289	1.1~1.2
>1800	300	1.2~1.3

表 2 为一般推荐值,施工中埋管深度以孔内混凝土顶面均匀缓慢上升且泥浆无剧烈翻滚现象为宜;导管的拆拔在灌注混凝土后孔内不返浆,提动漏斗又不迅速顺利通过时为宜。上部混凝土顶面应采用多种手段测定。

为避免桩顶混凝土强度偏低,除做好施工控制外,适当提高桩顶混凝土等级是一个有效的方法。当灌注至最后 5m 时,提高该部分混凝土的强度等级,同时利用导管施以振动密实,在桩上部静压力小的情况下确保混凝土的密实度。试验表明,设计砼强度等级 C35 的混凝土,桩顶部灌注以 C45 的混凝土,其强度等级能达到与下部相同。虽然增加了点材料费,但要比出现问题后处理划算得多。

桩顶混凝土强度偏低的常用处理方法是在将上部低强度混凝土凿除,当预设超挖段低强度混凝土时,也可在混凝土初凝前用高压水将该段冲射掉。

参考文献:

- [1] 沈鸣. 关于提高混凝土灌注桩施工质量与承载力的探讨[J]. 建筑施工, 1995, 5.
- [2] 李世京. 钻孔灌注桩施工技术[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [3] 段新胜, 顾湘. 桩基工程(第二版)[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1995.
- [4] 盖建国, 等. 水下钻孔灌注桩上部混凝土强度低的原因及预防措施[J]. 岩土工程界, 2004, 4.
- [5] 建筑地基基础设计规范(GB50007-2002)[S].
- [6] 公路桥涵地基与基础设计规范(JTJ024-85)[S].
- [7] 建筑桩基技术规范(JGJ94-91)[S].