

高含砂地层钻孔灌注桩施工常见事故处理及预防

徐佩林¹, 张学慧²

(1. 温州中城建设集团有限公司, 浙江温州 325005; 2. 温州市建筑营造工程有限公司, 浙江温州 325000)

摘要 温州某花苑工程场地高含砂量地层的基桩设计桩数多, 施工工程量大, 由于自始至终对施工中存在的泥浆质量问题未能统一认识, 致使这个问题一直伴随着基桩施工的全过程, 对工程施工造成了很多本来可以避免的事故和损失, 值得在类似工程的施工中吸取有益的启示。

关键词 高含砂量地层, 基桩工程, 钻孔灌注桩, 常见事故, 处理方法, 预防措施, 泥浆

中图分类号 :TU473.1⁺4 **文献标识码** B **文章编号** :1672-7428(2006)03-0026-05

1 概况

温州某花苑(商住楼)由一中央绿化休闲区及其围绕周围展布的十多幢 18~32 层的高层住宅楼组成, 最大建筑高度约 100 m, 2 层裙房, 整个地块(含中央绿化区)均设 1 层地下室, 占地面积 51800 m², 总建筑面积 135300 m²。基础采用 Ø600、800 mm 泥浆护壁回转机械成孔钻孔灌注桩。

2 场地地层

根据详勘地质资料, 在勘察深度范围内有 5 个工程地质层和 15 个亚层的高含砂率地层组成, 自上而下分层如下:

①杂填土, 杂色, 粘性土、建筑垃圾、块石、生活垃圾等组成, 湿~饱和, 松散, 高压缩性, 厚 0.2~1.2 m;

②粘土, 灰黄、棕褐色, 可~软塑, 中~高压缩性, 厚 0.3~1.6 m;

③₁淤泥, 青灰色, 夹薄层粉细砂, 底部含较多或过渡为淤泥质粉质粘土, 流塑, 高压缩性, 高灵敏度, 厚 1.1~3.9 m;

③₂粉砂, 灰色, 以粉砂细砂为主, 夹少量薄层或透镜状淤泥, 饱和, 稍密, 中压缩性, 厚 2.6~5.7 m;

③₃粉砂夹淤泥, 灰色, 以粉细砂为主, 流塑状淤泥呈薄层或小透镜状产出, 饱和, 松散~稍密, 中~高压缩性, 厚 3.7~14.3 m;

③₄粉砂, 灰色, 以粉细砂为主, 夹少量薄层或小透镜状淤泥, 饱和, 松散~稍密, 中压缩性, 厚 1.8

~10.0 m;

③₅淤泥, 青灰色, 夹薄层粉细砂, 流塑, 高压缩性, 高灵敏度, 厚 4.9~10.1 m;

③₆淤泥质粘土, 灰色, 夹薄层粉细砂, 流~软塑, 高压缩性, 高灵敏度, 厚 4.4~10.1 m;

③₇粉砂夹淤泥质粘土, 灰~浅灰色, 以粉细砂为主, 局部为中砂, 流塑状淤泥质粘土呈薄层或小透镜体产出, 饱和, 稍密~中密, 中~高压缩性, 厚 5.7~16.6 m;

③₈淤泥质粘土, 灰色, 夹薄层粉细砂, 流~软塑, 高压缩性, 高灵敏度, 厚 0.4~7.0 m;

③₉粉砂, 灰色, 局部为中砂, 饱和, 稍密~中密, 中压缩性, 厚 0.4~5.8 m;

④₁卵石, 浅灰~浅灰褐色, 粒径一般 4~8 cm, 含量>50%, 少量粒径>20 cm, 分选性差, 局部夹有可塑性粘土, 松散粉土或砂土夹层或小透镜状产出, 厚 0.3~10.2 m;

④₂粉质粘土夹砂圆砾, 灰色, 土层以粉质粘土为主, 夹中细砂、圆砾、卵石, 可~软塑, 中压缩性, 厚 0.4~6.1 m;

④₃含漂石卵石, 浅灰色, 粒径一般 4~10 cm, 含量>50%, 漂石(>20 cm)含量 10%~20%, 无胶结, 饱和, 中~密实, 低压缩性, 厚 1.9~15.9 m;

⑤₁卵石, 灰黄、褐黄、灰色, 粒径一般 4~8 cm, 个别粒径>20 cm 漂石, 无胶结物, 分选性差, 饱和, 中密~密实, 低压缩性, 厚 2.0~15.7 m;

⑤₂粉质粘土夹砂, 灰、灰黄色, 土层以粉质粘土为主, 不均匀夹砂或砂砾, 可~软塑, 中压缩性, 厚

收稿日期 2005-08-24

作者简介: 徐佩林(1944-), 男(汉族), 浙江义乌人, 温州中城建设集团有限公司副总工程师、高级工程师, 古生物专业, 从事岩土工程施工技术管理工作, 浙江省温州市将军桥长城大厦二楼(0577)88532871; 张学慧(1966-), 女(汉族), 浙江温州人, 温州市建筑营造工程有限公司副总经理、工程师, 建筑专业, 从事经营运作及管理工作, 浙江省温州市黎明西路2号二楼。

0.5~4.6 m;

⑤₋₃含漂石卵石,褐黄、灰黄、灰色,粒径一般4~10 cm,含量>50%,漂石(>20 cm)含量10%~20%,分布不均匀,夹粘性土小透镜体,无胶结,饱和,中密~密实,低压缩性,未钻穿,控制厚度23.7~37.0 m。

3 回转成孔自成泥浆的缺陷

本工程设计 $\phi 600$ 、800 mm 钻孔灌注桩1530根,桩端持力层为④₋₃含漂石卵石层,桩端进入持力层的设计深度为 $3d$ (d 为设计桩径),有效桩长 <45 m,钢筋笼全笼到底配置。

场地地层中粘土层所占的比例很少,多为高含砂率的粉细砂、粉砂和砂砾卵石层,机械回转成孔作业的自成泥浆含砂量极高,泥浆密度大,在 1.30 kg/L以上,但一停泵泥浆即刻发生离析,水砂分离沉淀,泥浆池中沉淀的砂堆上人在上面行走而不会陷下去。孔内循环泥浆中悬浮有大量的钻渣,孔底沉渣较厚,从孔中提出的钻具下部 $5\sim 6$ m 磨蚀得很光亮。需要采用优质粘土或膨润土制作优质泥浆用于成孔作业,但这无疑将增加基桩施工成本和施工工序,而在基础施工合同洽谈中未涉及本内容及其费用的情况下,施工方就用自成泥浆进行施工,因而出现许多本应避免和不可避免的事故。

4 施工中的事故

4.1 成孔作业事故

4.1.1 加杆困难

成孔作业中打完一根钻杆,提起主动钻杆加上新杆后,常发生钻具下不到原孔深,不得不拆除新加钻杆重新扫孔。

4.1.1.1 原因

(1)提上主动钻杆停泵卸钻杆时孔内泥浆中靠泵压悬浮的钻渣和粉细砂停泵后立即沉淀到孔底,使孔深变浅。

(2)泥浆携渣排渣能力差。

4.1.1.2 处理方法

去掉加杆,重新合上主动钻杆进行扫孔,使泥浆中悬浮的钻渣等排出孔外,减少孔内沉渣。

4.1.1.3 预防措施

(1)用优质泥浆更换孔内循环泥浆,使悬浮于泥浆中的渣物携带出孔。

(2)加大泥浆沉淀池容积,使泥浆中携带的砂粒有较充分的分离沉淀时间,并及时清除。

4.1.2 缩径

粉砂、粉细砂地层成孔后因地层应力失衡,孔壁向孔内凸出,钻孔孔径缩小,钻具在该部位通过时受阻。

4.1.2.1 原因

(1)与地层组分性质有关。

(2)与平衡地层侧压力的泥浆性能有关。

4.1.2.2 处理办法

对缩径部位的孔段进行扫孔扩径。

4.1.2.3 预防措施

(1)适当增大循环泥浆的密度,平衡地层的侧压力,抑制孔壁变形。

(2)成孔作业时有意在易发生缩径的孔段多做反复上下活动钻具,保证钻孔孔径和成孔质量。

(3)保证工序质量,缩短工序耗时,加快成桩周期。

4.1.3 塌孔

成孔作业中或成孔后粉砂、粉细砂地层段孔壁发生不规则坍塌。

4.1.3.1 原因

(1)粉砂、粉细砂和砂卵石层无粘结胶结力,稳定性差,而且地层厚度大,易发生塌孔。

(2)泥浆密度小,平衡地层侧压力强度低。

(3)泥浆质量差,粘胶力弱,孔壁泥皮护壁能力差。

(4)钻杆平直度差碰撞孔壁引起塌孔。

4.1.3.2 处理办法

(1)成孔过程中塌孔的处理,保证泥浆质量,增强泥浆护壁性能,保证孔壁稳定。

(2)成孔后发生的轻度塌孔,可在清孔时清除坍塌物。较严重塌孔但未危及地面沉陷安全的可换优质泥浆扫孔清除孔内坍塌物,并使孔壁保持稳定。

(3)发生严重塌孔出现地面沉陷时应及时回填,待回填物密实后再行成孔。

(4)在二清时发生较大塌孔,钢筋笼又无法从孔中提出,孔内沉渣无法达到砼灌注清孔要求时应将孔回填报废。

4.1.3.3 预防措施

(1)保证泥浆质量,提高泥浆的护壁能力与平衡地层侧压强度,保证泥浆密度和孔壁泥皮质量,保持孔壁稳定。

(2)单根钻杆平直,连接法兰操作要对称、均衡,保证钻杆的平直度和垂直度,避免碰刮孔壁。

(3)保证工序质量,缩短工序间衔接时间,压缩

单桩施工周期,防止地层释放应力引起孔壁坍塌。

4.1.4 断钻杆、掉钻头

成孔过程发生钻杆扭裂或断杆,钻头腰带(箍)脱落,钻头掉落孔底等事故。主要发生在卵砾石层段和持力层钻进成孔期间,多数发生在终孔前后。

4.1.4.1 原因

(1)成孔产生的钻渣、砂粒、卵石等不能较快有效地被泥浆携带排出孔外,特别是破碎后呈悬浮或半悬浮状态的卵砾石碎屑在孔底附近聚集,被钻具不停扰动,对钻具造成很大的磨损,在卵石层的成孔时间越长对钻具的损耗越厉害,致使钻具磨薄折断或脱落。

(2)泥浆性能差,孔内钻渣不能有效迅速排出孔外,长时间滞留孔内对钻具磨损随时间的增长而加大。

(3)卵石粒度大,含量高,且较密实,钻进困难,成孔时间长,对钻具的损坏较大较快。

4.1.4.2 处理办法

往孔内输入优质泥浆,更换钻具扫孔,直到事故所在孔深时停钻。然后长时间大泵量冲孔,使孔内沉渣上翻排出孔外,尽量使掩埋事故钻具的沉渣排出孔外,使孔底尽量保持干净。提起扫孔钻具,更换专用打捞工具进行打捞。

4.1.4.3 预防措施

(1)维护管理好泥浆循环系统,保持泥浆的良好性能,使孔内尽量保持干净。

(2)勤检查钻杆、钻具,发现磨损较大的及时修复加固。

(3)合理控制成孔时间,在砂卵石层钻进时间过长应适时提钻检查更换钻具。

4.1.5 埋钻

整套钻具被埋入孔内,多数发生在砂卵石层或持力层钻进因故停钻后,特别容易发生于持力层卵石层钻进过程内发生孔底大量泥浆漏失时。

4.1.5.1 原因

(1)孔内钻渣多,停钻后立即沉于孔底。

(2)部分孔段发生孔壁坍塌。

(3)孔底严重漏浆。

4.1.5.2 处理方法

(1)拌制足量的优质泥浆从钻具送入孔底,待孔内泥浆面上升时一边继续送浆,同时小心上下活动和转动钻具,逐渐增大活动范围,待孔内泥浆保持正常循环时进行上下扫孔,逐渐将孔内渣物外排干净,直到孔内情况正常时可继续成孔作业。

(2)如上述操作不见效,可采用电动激振锤活动钻具,让埋死的钻具恢复活动直至处理好事故为止。如果多方处理均不见效,只能作报废处理,利用专用切割钻头从钻头根部切断钻杆,将钻杆提出以减少损失。

4.1.5.3 预防措施

(1)用好管好泥浆,保持孔内干净。

(2)控制成孔速度,使成孔产生的钻渣及时外排,保持孔底相对干净。

(3)孔内沉渣较多因故需停钻时,应将钻具上提1~2 m,甚至提上整根主动钻杆,再停钻关泵。

(4)将进入容易漏失泥浆的层位钻进前要特别注意保证泥浆质量和有足量的备用储浆待用。

4.2 下笼作业易发事故

4.2.1 下钢筋笼受阻

钢筋笼入孔困难。多发生在孔深6~10 m,30~60 m和42 m附近。

4.2.1.1 原因

(1)粉细砂地层发生缩径。

(2)钻孔因不规则塌孔造成孔壁不规则。

(3)钻孔弯曲。

(4)孔底沉渣过厚阻挡或下钢筋笼时刮碰孔壁产生大量泥皮落到孔底。

(5)含砾地层中的大径砾石突出孔壁。

4.2.1.2 处理办法

钢筋笼受阻后将钢筋笼上提20~50 cm,旋转一个角度后再缓缓下放,切忌强墩硬下。确实下不去时应提笼扫孔扩径后再下。

4.2.1.3 预防措施

(1)终孔提钻时在易发生缩径的孔段让钻具上下多活动几次,若钻具上下仍不畅通时应合上主动钻杆进行反复扫孔扩径。

(2)地层软硬换层钻进要注意合理操作,保持钻孔平直,避免孔壁弯曲。

(3)适当加长钻具的配置长度,提高钻具的导向性。

(4)联接钻杆操作对称均衡,保持全孔钻杆的平直度。

(5)钢筋笼底端加劲箍直径内缩10~15 cm,使笼底段略呈锥筒状,以提高下笼的导向性,同时在易缩径的孔段通过时利用钢筋笼自重具有挤刮孔壁扩孔的作用。

4.2.2 导管下不到底

通常发生在下钢筋笼较困难的钻孔,或导管受

钢筋笼阻挡下不去,或因孔内沉渣较多下不到底。

4.2.2.1 原因

(1)钢筋笼在下笼过程受阻变形或受损,螺旋筋脱焊散乱阻挡。

(2)孔内泥浆中悬浮的大量渣物下沉到孔底,或孔壁坍塌物沉落到孔底,致使孔底沉渣厚度达数米。

4.2.2.2 处理办法

(1)导管因钢筋笼受阻下不去的,根据本工程的情况一般应提笼重新扫孔下笼,因为从多个孔提上来的钢筋笼看,在下放过程均已严重变形损坏报废。

(2)因沉渣多导管下不到底的,可先行清孔,再随清孔深度的增加而增下导管长度,直到终孔孔深。

4.2.2.3 预防措施

(1)避免强行下笼损坏钢筋。

(2)钢筋笼制作焊接质量必须保证,螺旋筋接头与钢筋骨架主筋的焊接必须牢固,以免在下笼过程接头处散开。

(3)用好泥浆,保证孔壁稳定,终孔前一清质量要保证,做到孔底沉渣厚度符合相关要求。

4.3 二次验孔

4.3.1 检验孔内沉渣测锤手感好而沉渣厚度超标

高含砂量地层施工钻孔灌注桩,在水下砼灌注前的二清沉渣验收时,用重锤测试时,重锤撞击孔底的手感很好而实际沉渣厚度未符合相关要求。

4.3.1.1 原因

循环泥浆中含有较多的粉细砂,停泵后迅速沉入孔底并呈现相当密实状态,尽管沉渣厚度超标但手感甚好。

4.3.1.2 预防措施

(1)用优质泥浆进行二清,保证清孔质量。

(2)经常较验测绳长度,二清验孔以测绳检测的长度为准,以保证二清检验的正确性。

4.3.2 清孔深度符合要求而桩端段实际桩径偏小

二清开始前沉渣厚度达数米的,导管以边清孔边加管下到底的,桩孔二清沉渣厚度虽然符合要求,但导管四周附近钢筋笼部位的沉渣较难清除,实际孔径偏小。

4.3.2.1 原因

(1) $\varnothing 600 \sim 800$ mm 的桩,验孔测绳只能在导管内测试,导管底部孔深符合要求时,而导管外部沉渣因泥浆质量欠佳则不易清出。

(2)高含砂量地层二清不宜长时间大泵量清

孔,也忌利用气举反循环进行长时间清孔,否则易诱发孔壁发生较大的坍塌。

4.3.2.2 处理办法

二清时用好泥浆,多活动导管。

4.3.2.3 预防措施

(1)一清时保证孔内干净。

(2)易缩径孔段保证成孔质量。

(3)下钢筋笼时避免碰刮孔壁,减少孔底沉渣。

4.4 水下砼灌注事故

4.4.1 堵管

灌注的混凝土滞留导管内出不去。

4.4.1.1 原因

(1)底管口变形卷曲,使砼外泄不畅。

(2)导管活动太猛,底管口被沉渣堵塞。

(3)导管被撞击管壁内凹较深,该处管径变狭窄影响管内砼的运移。

(4)制砼地材卵石粒径超大或有固化水泥团块混入。

(5)导管焊缝开裂漏浆,引起砼离析,粗骨料集结卡管。

4.4.1.2 处理办法

(1)振抖导管,使砼松动下灌。

(2)用电动激振器的高频振动使管内砼逐渐活动下灌。

(3)如上述方法无效,准确测量孔内砼面高度,初步分析堵管原因,提出导管,清理管内滞留砼,排除发生堵管因素,重新下管进行二清,进行二次接桩灌注。如孔内灌注砼较少时可采用气举反循环清出孔内已灌砼,待清孔干净后再重新灌砼。

4.4.1.3 预防措施

(1)下导管前检查导管质量,发生变形或焊缝开裂马上更换。

(2)必要时导管作地面注水加压试验,检查导管的平直度和密封性能。

(3)灌注孔口和拌制砼时应有人监控,发现大块水泥固块或大径粗骨料随时捞出。

(4)地材粗骨料送料要有专人验收,保证用料质量。

(5)注意制砼质量,专人测控砼的和易性、坍落度和配合比。

4.4.2 桩顶砼密实度较差

设计桩顶部位的桩身砼密实性欠佳,砼强度未能满足设计要求。

4.4.2.1 原因

(1)桩顶砼灌注时 , 砼的下落行程较短 , 其冲击力被导管外砼面顶升的浓泥浆、沉渣抑制 , 砼下落慢 , 影响其密实性。

(2)提升导管快 , 使导管内的砼在提升导管时被往上带从而降低砼的密实性。

(3)制砼质量的缺陷 , 使砼发生离析 , 灰浆下淌 , 上部粗骨料集中。

(4)桩顶砼的超灌高度不够。

4.4.2.2 处理措施

保证砼的质量和足够的超灌高度 , 最后几根导管提拔速度应慢 , 并反复上下捣插 , 使砼下灌后以反捣使之密实。

4.4.2.3 预防措施

(1)二清孔底沉渣厚度验收时 , 既查沉渣厚度符合要求 , 又检验清孔泥浆也符合相关要求。避免在桩顶段灌注砼时因顶升的泥浆浓 , 泥团多也使灌注不畅。

(2)保证桩顶砼的灌注高度符合设计要求。

(3)最后几根导管的终灌拔管操作 , 应慢提 , 且边提拔边上下反复捣插 , 使桩头砼有较好的密实性。

(4)保证灌注砼的质量。

5 结语

(1)高含砂量地层的钻孔灌注桩施工只要用好用泥浆很多事故是可以避免的 , 能起到事半功倍的效果。正因为在这个问题上各方未协商一致 , 尽管施工方有的外购了一些粘土 , 有的从其它基桩工地运来了泥浆 , 还有的在施工过程中被迫在泥浆中掺入散装水泥以改善泥浆性能 , 可还是出了一些本来可

(上接第 25 页)

就省下了用于吊筋的 $\varnothing 18\text{ mm}$ 的钢筋约 23040 m , 合 46 t , 按每吨 3000 元计 , 则为 13.8 万元人民币。如果考虑到浮笼严重而进行补桩 , 其经济性将更为突出。

刚性可拆式吊筋操作简单 , 安装时间与钢筋吊筋没有什么区别。只是增加了拆卸时间(10 ~ 15 min) , 由于使用刚性吊筋 , 可加快灌浆的速度 , 因此 , 不但不会增加整个灌砼的时间 , 而且略有缩短。

3.4.2 其它项目的使用

由于在港陆广场取得显著效果 , 随后由本人负责的灌注桩桩基项目 , 只要有地下室的 , 一概采用刚性吊筋 , 如上海长宁的紫云公寓(2 层地下室)、上海
万方数据

以避免的质量事故。其中二清时发生较大塌孔 1 个 , 持力层钻进漏浆引起埋钻孔 1 个 , 初灌不久全孔导管被埋孔 1 个 , 下笼后孔壁发生较大坍塌孔 2 个 , 钢筋笼变形导管下不去孔 1 个 , 成孔过程发生大塌孔 1 个 , 冲击锤掉入孔内打捞无效孔 1 个 , 共计报废钻孔 8 个。灌注桩身砼时导管掉入孔内报废桩 2 根。

(2)地下室开挖揭示和静荷载测桩结果表明 , 本工程桩身存在的主要质量缺陷有 : 设计桩顶砼因密实性欠佳强度偏低 , 缩径部位桩身有露筋现象 , 部分相邻桩因孔壁发生较大的坍塌使砼灌穿相连的情况 , 堵管后二次灌注接桩部位有可能存在夹泥或胶接欠佳等情况。

(3)本工程设计钢筋笼下到底 , 这对易发生缩径和塌孔的地层成孔质量是极见效的监督和检验 , 相当于全孔下入一个孔径探测器 , 有利于保证成孔质量及成桩质量。

(4)由于泥浆性能较差 , 泥浆中从孔内携出来的钻渣——粉细砂、卵石碎屑等迅速在孔口、泥浆槽(池)里沉淀下来 , 占了成孔产生的钻渣的绝大部分 , 因而需要投入大量的人力、机械进行现场钻渣清理工作 , 而且需要不间断地进行 , 对现场文明施工增加了很大难度 , 又提高了基桩施工成本。

(5)从本工程投入施工的机械的作业情况看 , 高含砂量地层的成孔作业不宜选用冲击钻机 , 冲击成孔一是成孔周期长效率较低 , 二是容易发生较大的孔壁坍塌现象 , 孔壁的稳定性较差。相比较而言 , 冲击成孔对泥浆质量的要求更高。

曙光医院康复楼(1 层地下室)、上海徐汇区中福大厦(1 层地下层)、上海浦东地铁商层(2 层地下层)、上海闽建大厦(2 层地下室)、上海大众 B-5 轿车的焊装、涂漆、总装 3 个车间(1 层地下室)均采用了刚性吊筋 , 这些项目施工中都没出现浮笼及掉笼现象 , 完全满足设计要求。

4 结语

(1)可拆式刚性吊筋技术可靠 , 比一般的吊筋更能有效地控制钢筋笼标高。

(2)经济性良好。

(3)结构简单 , 操作简便。