

灌注桩导管爆管与瘪管的原因分析

骆嘉成¹, 樊 帅²

(1. 温州浙南地质工程有限公司, 浙江 温州 325006; 2. 温州绿城房地产开发有限公司, 浙江 温州 325000)

摘要:水下混凝土灌注是钻孔灌注桩施工中最关键工序之一,超深孔水下混凝土灌注的导管偶尔会出现爆管与瘪管现象。通过对导管受力分析,从理论上分析了造成爆管和瘪管现象的直接原因,从实践中罗列出可能导致爆管与瘪管的各种因素,并提出预防措施,有利于超深孔水下混凝土灌注质量的控制。

关键词:灌注桩;导管;爆管;瘪管

中图分类号: TU473.1⁺4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428C(2013)05-0069-03

Cause Analysis on Tube Rupture and Collapse of Tremie in Bored Pile/LUO Jia-cheng¹, FAN Shuai² (1. Wenzhou Zhe'nan Geological Engineering Co., Ltd., Wenzhou Zhejiang 325006, China; 2. Wenzhou Greentown Real Estate Development Co., Ltd., Wenzhou Zhejiang 325000, China)

Abstract: Underwater concrete injection is the most important process in the construction of bored pile. There will be the phenomenon of tube rupture or collapse sometimes for the tremie in underwater concrete injection in ultra-deep hole. The direct reason why the phenomenon would happen was theoretically analyzed through stress analysis. Various factors which may cause tube rupture and collapse were listed based on the practice, and the corresponding preventive measures were put forward, which may be beneficial to the quality management of underwater concrete injection in ultra-deep hole.

Key words: bored pile; tremie; tube rupture; tube collapse

0 引言

在钻孔桩水下混凝土灌注过程中,尤其是超深孔灌注桩,偶尔会发生导管爆管与瘪管现象。如果说,导管自身强度无法抵抗导管内外压力差,产生导管爆裂现象容易理解,但是什么力量使得刚性导管向内变形而形成瘪管?同样在水下混凝土灌注过程中,为何产生两种截然相反变形现象?这两种现象的发生均影响桩身质量,有时会造成严重的质量事故,故有必要弄清楚产生这种现象的原因。

1 爆管

1.1 典型实例

温州市某市政工程,基桩形式为钻孔灌注桩,设计桩径 900 mm,实际孔深为 87.53 m,首车混凝土 8 m³ 浇注过程顺利,中途等料 85 min,再浇注第二车料时发现导管内混凝土不畅通,孔口只有少量上返泥浆,继续加料至导管顶,提升导管约 2.5 m 并在孔口板上下振动,管内混凝土面并不再下降。全部上拔导管后发现:在距孔口以下 57.5 m 处发生爆管(如图 1 所示),爆管处以下导管中的混凝土离析严重并形成堵管,而以上部分的混凝土质量正常。



图 1 导管爆管照片

1.2 原因分析

正常情况下,不考虑导管内外混凝土摩阻力,导管内任何处竖向压力等于管内混凝土高度,也等于该处导管外混凝土及泥浆压力之和,由于混凝土密度约为泥浆密度的 2 倍,故导管内外混凝土高度差约为管外泥浆高度的 1/2,任意处混凝土侧压力 P_c 为:

$$P_c = \lambda \gamma h \quad (1)$$

式中: P_c ——混凝土侧压力; λ ——混凝土侧压力系

收稿日期:2013-01-23; 修回日期:2013-03-11

基金项目:浙江省自然科学基金项目(Y1100218);浙江省公益性技术应用研究计划项目(2010C33076)

作者简介:骆嘉成(1968-),男(汉族),湖北蕲春人,温州浙南地质工程有限公司总工程师、高级工程师,岩土工程专业,硕士,从事地基与基础施工管理工作,浙江省温州市新桥街道站前路 199 号地质大厦 1705 室,252735683@qq.com。

数; γ ——混凝土密度; h ——管内混凝土高度。

在安全情况下,混凝土侧压力 P_c 、导管抗压强度 P_s 、导管外混凝土与泥浆对管壁的侧压力 P_m 三者之间关系是:

$$P_c \leq P_s + P_m \quad (2)$$

或:

$$\Delta P = |P_c - P_m| \leq P_s \quad (3)$$

式中: ΔP ——导管内外压力差。

在不正常情况下,假若导管内某处产生堵管,则后面所加入管内的混凝土无法正常压出管外,只能在管内继续堆高,根据公式(1),侧压力 P_c 增大;另外,若由于导管质量原因,如导管壁变薄、导管某处焊接质量降低等,也会降低导管的抗压强度 P_s 。总之,有可能 P_c 增大, P_s 降低。也有可能是2种因素共同作用,当某处 $\Delta P > P_s$ 时,必然产生爆管。有人提出是导管内某处存在空气柱形成“气栓”(见图2),空气柱在上部混凝土压力作用下形成高压,而刚好在空气柱段存在导管质量原因使得 P_s 降低,就直接产生爆管。这种情况有可能发生,但“气栓”并非导致爆管的直接原因,因为在正常灌注混凝土时,孔口泥浆中经常冒出大量气泡,说明导管中经常携带大量空气,只有当导管某处堵管时,在堵管处以上部位形成高压“气栓”才有可能产生爆管。

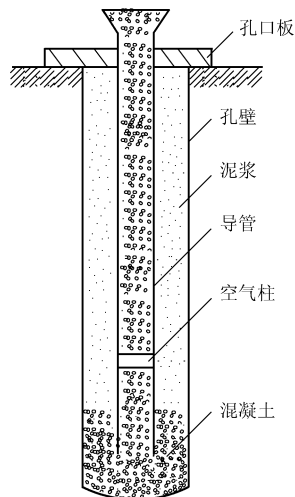


图2 爆管示意图

1.3 小结

根据以上分析,结合工程实例,形成爆管的内因是导管抗压强度 P_s 不够;外因是灌注混凝土过程中发生堵管,或者管底混凝土流动受阻,造成管内混凝土柱升高,导管内外压力差 ΔP 过大;另外,不正当的操作(如上下强烈抖动、振动扎导管)也会加剧爆管的发生。根据经验统计,发生爆管的位置一般距

地表50 m以下。表1为可能导致爆管的原因统计。

表1 可能导致爆管的原因统计

原因分类	具体因素描述	爆管可能性
导管原因	导管使用时间过长,管壁变薄	大
	导管接缝处焊接质量差	大
	导管壁向内变形成同心度不好	小
	导管在接头处密封性不好	大
混凝土原因	混凝土严重离析,坍落度不合格	大
	中途停止灌注时间过长	大
	因气温原因造成混凝土和易性降低	小
其它原因	混凝土中夹杂有大块粗骨料	大
	初灌量超大的桩,底管与孔底间距过小	大
	孔底沉渣过厚,泥浆性能不合理	大
	导管外局部形成坍孔,造成管外混凝土无法上升	小

2 瘪管

2.1 典型实例

温州市某房建钻孔灌注桩工程,设计桩径为1000 mm,孔深为95 m,属摩擦端承桩。地层以淤泥及淤泥质粘土为主,夹杂有松散卵砾石层,施工采用GPS-15型钻机,泥浆正循环成孔与清孔。混凝土灌注时,前两车混凝土导管不是很通畅,每次加料需要提升导管,孔口才有返浆,当继续灌注第三车混凝土时,发现导管内混凝土柱上升很快,孔口无返浆现象,上下提升并振动导管,管内混凝土面仍然不下降,遂上拔全部导管发现:距地表以下72.70 m处发生瘪管,如图3所示。瘪管处上端混凝土质量正常,未形成堵管,下端导管中没有混凝土,说明也未发生堵管。另外,瘪管部位可能是导管下方某一处,也有可能是下方某一段,如图4所示。该桩孔深度为103.58 m,瘪管长度超过35 m。

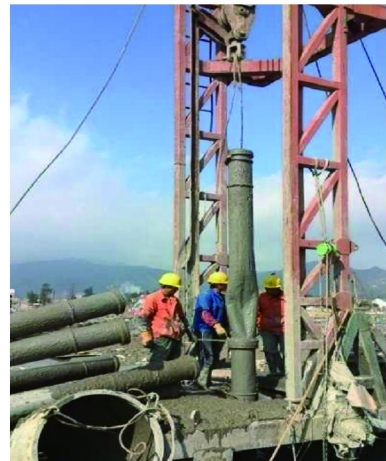


图3 导管瘪管照片1



图 4 导管瘪管照片 2

2.2 原因分析

同样,在正常情况下,瘪管处始终有混凝土,导管内外侧竖向压力是平衡的,内外压力差 ΔP 值很小,远小于 P_s 值。

实际上,由于各种原因造成导管内混凝土灌注时不是很通畅,但并未形成堵管,每次混凝土压出导管时需要提升导管,不是连续压出,当操作工人发现导管内混凝土暂时不通畅时,误以为堵管,习惯性提升导管并作孔口抖动或振动,当时导管内混凝土突然急速下降,在惯性作用下,有时导管中混凝土面下降至比正常位置还要低,这就是为何瘪管处本应该有混凝土而没有的原因。由于管内混凝土下降速度过快,管内下部形成局部真空状态,此刻导管内外压力差 ΔP 突然升高 ($\Delta P = |P_m + P_a|$, P_a 为大气压力),当 ΔP 值超过 P_s 值,则产生瘪管现象。

2.3 小结

形成瘪管原因:导管内混凝土暂时性不通畅,操作工人误以为堵管,盲目提升导管,造成管内混凝土下降速度过快,导致导管内局部形成真空,导管内外压力差 ΔP 迅速升高,超过导管抗压强度 P_s 所致。一般情况,瘪管现象均发生在超深孔(孔深 > 70 m)施工过程中,大多数发生在刚开始灌注混凝土不久。可能造成瘪管的具体原因详见表 2。

3 总结与建议

以上分别介绍了爆管与瘪管产生的原因,虽然具体原因不尽相同,但还是有共同点。首先,发生爆管与瘪管的位置都比较深;其次,直接原因是导管内外压力差 ΔP 超过其极限抗压强度 P_s ,只是 ΔP 方向不同而产生 2 种截然相反变形效果。

表 2 可能造成瘪管的原因统计

原因分类	具体因素描述	瘪管可能性
泥浆原因	泥浆密度过大,造成管外混凝土面上升困难	大
	孔壁泥皮过厚,造成管外混凝土面上升困难	小
沉渣原因	由于成孔与清孔原因,孔底沉渣残留过多	大
	泥浆密度过小,造成孔底沉渣过多	大
导管原因	导管接头处密封性能差造成管内混凝土轻微离析	大
混凝土原因	混凝土和易性降低,在管内下降受阻	大
反循环原因	在反循环清孔时导管内泥浆上返速度过快	小

为了预防爆管与瘪管现象的发生,笔者建议如下:

(1) 采购超深孔专用导管时,应首选专业公司制造的产品,导管壁厚应大于 4 mm,在出厂时应应对导管做压水试验,检验导管的抗压强度与接头密封性能。

(2) 在施工时注意及时清洗导管与有序轻放,建议每套导管在灌注 80 ~ 100 根桩时,再在现场做一次压水试验。

(3) 宜采用泥浆反循环清孔,保证孔底沉渣符合设计要求,泥浆性能指标满足规范要求,初灌时,宜放置专用止水球胆作隔水工具,球胆的强度与直径要适合。

(4) 保证混凝土坍落度与和易性,在导管进料口处设置格栅,防止混凝土中杂夹超大粒径的粗骨料进入管内,避免因此产生堵管。

(5) 准确监测并记录混凝土灌注的全过程,尤其注意初灌、埋管、拔管等关键工序的规范操作。

参考文献:

[1] 聂金玲. 天津高新区 117 大厦超长桩钻孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(6): 64 - 67.

[2] 丁旭亭. 金塘大桥 3 号主桥墩 ZK8 号钻孔事故处理技术[J], 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(9): 61 - 64.

[3] 骆嘉成, 强小兵, 林富光. 钻孔灌注桩堵管原因分析与处理方法[J], 探矿工程(岩土钻掘工程), 2004, 31(6): 33 - 34, 37.

[4] JGJ 94 - 2008, 建筑桩基技术规范[S].

[5] 李旭庆. 孔底注浆护壁在砂质含水层长螺旋钻孔灌注桩中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(10): 61 - 63.

[6] 黄志强, 任鸿飞, 胡书礼, 等. 钻孔灌注桩施工中埋管断桩事故原因分析及防治[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(2): 37 - 40.

[7] 杨明星, 王丽仙. 强渗透性地层旋挖钻施工混凝土灌注桩质量通病分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程) 2009, 36(11): 52 - 54.