

# 膨胀土地层钻孔灌注桩缩径原因及预防措施

代万庆

(河南省地勘局第一地质勘查院,河南 南阳 473000)

**摘要:**在膨胀性粘土地层施工钻孔灌注桩,桩身一般会出现缩径情况。通过在膨胀性粘土中施工钻孔灌注桩的工程实践,分析了桩身缩径的成因,论述了“跳打法”的施工方法及施工效果,解决了由于粘土地层膨胀导致的钻孔灌注桩缩径的问题。

**关键词:**钻孔灌注桩;膨胀性粘土;缩径;“跳打法”

**中图分类号:**TU473.1<sup>+</sup>4 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)11-0050-02

**Cause of Hole Shrinkage of Bored-grouting Pile in Expansive Soil and the Prevention Measures/DAI Wan-qing** (No. 1 Geological Exploration Institute, Henan Bureau of Geology and Mineral Exploration, Nanyang Henan 473000, China)

**Abstract:** Hole shrinkage often occurs while bored-grouting pile is constructed in expansive clay, the cause is analyzed with engineering practice, “interval construction” is discussed with the effect presenting, which solved the hole shrinkage problem.

**Key words:** bored-grouting pile; expansive clay; hole shrinkage; “interval construction”

## 1 工程简介

南阳市公安局拟建公安指挥大楼,位于南阳市工业路与张衡路交叉口。我院承担了指挥大楼的钻孔灌注桩施工任务,共包括 15 根试桩和 224 根工程桩,桩径 600 mm,桩长 25 m。

施工场地位于南阳市北部,冲洪积地貌,形态单一,地形平坦。

## 2 施工问题的显现

我单位先行施工 3 组试验钻孔灌注桩。甲方委托河南省建筑质量检测中心采用低应变法对 15 根试验桩进行了大应变桩身完整性检测,发现其中有 10 根桩存在严重的缩径问题,缩径达 15%~25%,2 根轻微缩径幅度达 10%~15%,仅有 3 根试验桩桩身规则,达到施工设计和规范要求。

## 3 问题分析

出现这种问题,甲方和设计单位提出了严格的整改要求,要求工程质量必须达到 100% 合格。本着对甲方和设计单位负责,进一步提高、完善本单位施工技术水平的目的,我们对施工工艺进行了仔细的分析。首先,我们是专业的施工队伍,从机械设备性能到施工技术、工艺流程方面,在以往的施工中验证都是成熟的。此次施工,唯一改变的施工条件是

所施工的地层。最终,我们认为下面两点是导致试验桩出现质量问题的关键因素。

### 3.1 地层因素

我们对场地地层勘察报告进行了进一步的研究,确定施工目的地层按其时代成因、工程地质特征自上而下分为 3 个工程地质层。

第一层为素填土( $Q^{ml}$ ),灰褐、深褐色,主要成分是以粘土为主,含植物根系及少许杂质,可塑,在施工场地内均有分布;第二层为粘土( $Q^{al+pl}$ ),黄褐~灰褐色,硬塑,含少量铁锰~钙质结核,在全场均有分布;第三层是粉质粘土,黄褐~灰绿色,硬塑,土中含少量灰白、灰绿色泥质团块,全场均有分布。

钻孔灌注桩缩径严重的部位在 18~21 m,位于第二层粘土层内。该层粘土试样膨胀性指标检测结果,自由膨胀率最小值为 60%,最大值为 75%,平均值为 67.1%。膨胀性指标见表 1。

表 1 膨胀土膨胀性指标试验结果统计表

层号	地 层	数理统计	收缩系数 $\lambda$	50 kPa 有荷载膨胀率 $\delta_{ep}$	膨 胀力 $P_e$	自由膨胀率 $\delta_{ef}/\%$
		样本数	7	7	7	7
②	粘 土	最小值	0.10	-0.570	12	60
		最大值	0.16	-0.07	64.6	70
		平均值	0.14	-0.287	41.3	64.3

由表 1 可知,第二层粘土层粘土具弱膨胀潜势,胀缩等级为 I 级。钻孔灌注桩缩径问题,主要是由

收稿日期:2009-06-03

作者简介:代万庆(1971-),男(汉族),河南人,河南省地勘局第一地质勘查院工程师,探矿工程专业,从事钻掘工程、土木工程等技术工作,河南省南阳市文化路 218 号。

粘土地层膨胀造成的。

### 3.2 时间因素

在同一批施工的钻孔灌注桩中,在设备、施工人员、施工要求指标、施工工艺都相同的情况下,为何有的桩身出现缩径现象,有的桩身却很规则。为此,我们又对施工班报表进行了统计分析。钻孔灌注桩施工时间统计结果见表 2。

表 2 钻孔灌注桩施工时间统计表

桩号	钻孔施工时间/h	钻孔等待下钢筋笼时间/h	下入钢筋笼时间/h	下钢筋笼后等待浇筑时间/h	灌注砼时间/h	桩身缩径情况/mm	缩径百分比/%
试 1-1	15.5	6.0	3.0	4.0	3.5	Ø450	25
试 1-2	15.0	7.0	3.0	4.0	4.0	Ø460	23
试 1-3	69.0	0.5	3.0	0.5	3.5	Ø600	0
试 1-4	14.5	7.0	3.0	4.5	3.5	Ø470	22
试 1-5	15.0	6.5	3.0	4.0	4.0	Ø500	17
试 2-1	71.0	0.5	3.0	0.7	4.5	Ø600	0
试 2-2	14.5	6.5	3.0	4.0	4.0	Ø470	22
试 2-3	15.0	5.5	3.0	3.0	4.0	Ø510	15
试 2-4	16.0	7.0	3.0	4.5	3.5	Ø460	23
试 2-5	15.5	5.0	3.0	3.5	3.5	Ø500	17
试 3-1	73.0	1.0	3.0	1.0	4.0	Ø600	0
试 3-2	15.0	6.0	3.0	5.0	4.0	Ø480	20
试 3-3	19.0	4.0	3.0	3.5	3.5	Ø540	10
试 3-4	16.0	6.5	3.0	4.5	3.5	Ø480	20
试 3-5	16.0	6.0	3.0	4.0	4.0	Ø500	17

由表 2 中可看出:(1)钻孔施工时间短的桩,桩身出现缩径现象较多,钻孔施工时间长的桩,桩身出现缩径的现象偏少;(2)下钢筋笼迅速,浇注砼用时短,能降低桩身缩径现象。

综合以上结果分析可知,粘土、粉质粘土膨胀与时间关系密切。在前期钻孔孔壁的粘土被水浸泡后,体积膨胀,在被浸泡 70 h,其体积膨胀达 60% ~ 70%时,钻孔孔壁一定厚度内的粘土的含水量近似达到其膨胀含水量,粘土即停止膨胀。所以,在粘土膨胀后,用钻头将膨胀入钻孔内的粘土部分削去,那么钻孔的孔径就能保持规则形态,此时浇灌成的钻孔灌注桩桩身也就规则,不会出现桩身缩径现象。

### 4 制定解决问题的方案及验证

就以上的情况分析,我们制定了以下的试验方案:(1)钻孔阶段在第一次钻孔成型后,并不进入下一道施工程序,而是放置 30 h 后,用 Ø600 mm 的扩孔钻头进行二次扩孔,然后再放置 30 h,然后再次用 Ø600 mm 的扩孔钻头将钻孔进行扫孔成型;(2)加强成桩程序的工作效率,做好工序衔接,缩短成桩时间。具体细节表现在钻孔成孔后,用大泵量快速调

浆至设计和规范所要求的密度,然后快速下入钢筋笼;在下钢筋笼的同时,做好砼浇筑的准备工作,在钢筋笼下入完毕后,保证砼浇筑的连续性,使得在最短的时间内,成桩工程一气呵成。

方案制定后,我们先按以上方案施工了 3 根桩,在施工完毕 7 天后(砼内加入早强剂),用大应变对桩身进行完整性检测,结果桩身规则,质量达到了设计和规范要求。

这证实我们的分析和措施是正确、合理、得当的。

### 5 采用“跳打法”进行施工的情况

在得出合理科学的施工措施后,根据实际施工的需要,我们决定采用“跳打法”进行施工。正常情况下,施工一个钻孔大致需要 15 h(如图 1),我们先钻 1 号钻孔,成孔后,将施工钻机搬至 2 号钻孔钻进(①),在 2 号钻孔成孔后,再将施工钻机搬至 3 号钻孔钻进(②),待 3 号桩钻孔钻进完成,1 号钻孔已经成孔 30 h 左右了,将施工钻机再搬迁至 1 号钻孔用 Ø600 mm 扩孔钻头进行扩孔(③),1 号钻孔扩孔完成后,将施工钻机搬迁至 4 号钻孔进行施工(④),待 4 号钻孔施工完毕后,2 号钻孔已经成孔 30 h 左右,再将施工设备搬迁至 2 号钻孔用 Ø600 mm 扩孔钻头进行扩孔(⑤),完成后,再将设备搬迁至 5 号钻孔施工(⑥),5 号钻孔施工完毕后,1 号钻孔的二次扩孔已经完成 30 h 左右了,再将设备搬迁至 1 号钻孔用 Ø600 mm 扩孔钻头进行第二次扩孔(⑦),1 号钻孔二次扩孔完成后,就快速的调浆、下钢筋笼、浇注砼,完成成桩的所有程序,1 号钻孔灌注桩到此时才算完成了所有工序。然后将设备搬迁至 6 号钻孔进行钻探施工(⑧)。依次类推,进行有序生产。具体生产流程详见图 1 所示。

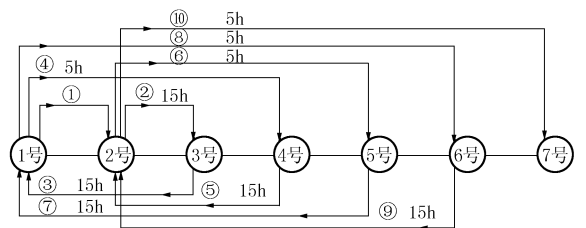


图 1 施工流程示意图

以此类推,搬迁施工设备轮番施工钻孔,保证每个钻孔钻进施工完毕后,以间隔 30 h 左右的时间段用 Ø600 mm 扩孔钻头进行 2 次扩孔,然后快速完成 (下转第 75 页)

帷幕注浆施工顺序为先内层后外层,具体部位施工顺序为先底板,后两帮,最后拱顶。施工要求间隔交叉进行,从而减小钻探对原始平衡的扰动及窜浆、漏浆现象。

### 3.2.4 效果检验标准

单孔瓦斯和  $H_2S$  涌出量:  $\leq 2 \text{ m}^3/\text{min}$

检验注浆厚度:顶板  $\geq 4.06 \text{ m}$ 、底板  $\geq 3.91 \text{ m}$

### 3.2.5 信息化施工设计

信息化施工一般指根据工程施工过程中揭露的实际地质情况,对设计、施工进行反馈调整,从而达到最佳设计和施工效果的新型施工技术。煤矿巷道过断层管棚注浆施工较为危险,且前期获得详细工程地质条件非常困难,所以采用信息化施工技术来优化治理效果就尤为重要。管棚帷幕注浆工程信息化施工应遵循设计—施工—设计优化—施工的流程。

## 4 治理施工

根据第一循环内层管棚注浆钻孔探明的构造带地质资料和注浆结果,将原设计方案进行如下调整:

(1)减少工程量。根据第一循环内层管棚注浆孔揭露地层情况,由于地层情况比初期预想的情况好,经研究验算,取消第一循环外层补强注浆孔及第二循环内层补强注浆孔,两个循环合并为一个循环执行。

(2)增加工程量。为消除注浆搭接范围的盲区,在第一循环内层巷道底角各增加一个管棚注浆孔。

本项目从2007年7月中旬进行施工设计,2007

年8月1日正式开工,第一循环内层管棚帷幕注浆工作于10月底结束。

注浆完成待强后,施工了2个小孔径裸孔取心检查孔,检查孔的主要目的为检查巷道开挖断面内气体涌出量、压力及注浆保护层厚度。钻探结果表明,检查孔内无气体逸出。

## 5 结语

龙滩煤矿巷道建设中遭遇的富含高压瓦斯和  $H_2S$  构造带问题在四川省乃至整个西南省份具有较典型的代表性。管棚帷幕注浆的方法在浅埋暗挖工程中应用较多,但在煤矿井下应用较少、难度较大,尤其作为封堵高压瓦斯、 $H_2S$  等有害气体的治理案例在国内未见报道。龙滩煤矿+450回风石门断层管棚帷幕注浆工程的成功实施证明该方法在大埋深的煤矿巷建中也是切实可行的,既解决了施工中的有害气体问题,同时也解决了破碎带的支护问题。该项目取得的成功为煤矿巷道建设提供了一种新型的支护方法,同时也是一种新型的瓦斯防治方法。

## 参考文献:

- [1] 张灿,赵宏志.高瓦斯条件下过断层技术及其应用[J].能源技术与管理,2007,(2):25-26.
- [2] 周顺华.软弱地层浅埋暗挖施工中管棚法的棚架原理[J].岩石力学与工程学报,2005,(7).
- [3] 王晋峰.预注浆管棚超前加固治理隧道塌方技术[J].山西建筑,2007,(8).
- [4] 煤炭科学研究院建井所注浆室.煤矿注浆技术[M].北京:煤炭工业出版社,1978.
- [5] 岩土注浆理论与工程实例协作组.岩土注浆理论与工程实例[M].北京:科学出版社,2001.

## (上接第51页)

成桩的其他工序。全场钻孔灌注桩全部以此标准程序和要求进行施工。

这种施工方式使得设备搬迁较为频繁,往复跳跃施工,加之后续的大泵量换浆、下钢筋笼、浇注砼等工序需要紧凑配合跟进,劳动效率要求很高,这对现场施工组织工作提出了很高的要求。基于此,我们把工地施工设备以施工钻机为单位,分成几个施工小组,为每一个施工小组专门配备一台吊车,以方便施工调度,提高施工效率,使得设备搬动及浇砼等工序能顺利衔接,顺畅施工。

## 6 效果

钻孔灌注桩工程全部施工完毕后再次进行了检

测。检测结果为全部钻孔灌注桩桩身规则完整,成桩质量优良,完全达到了工程设计单位和国家相关规范的要求。对于我们施工的钻孔灌注桩工程质量,甲方极为满意。

施工效果证明我们的分析及采用的施工措施是正确和妥当的。采用“跳打法”施工膨胀土地层钻孔灌注桩,掌控好相应的施工顺序和时间节奏,是能够解决好膨胀土地层由于粘土膨胀而导致的钻孔灌注桩缩径问题的。

## 参考文献:

- [1] GB 50021-2001,岩土工程勘察规范[S].
- [2] DB 29-20-2000,岩土工程技术规范[S].
- [3] JGJ 94-94,建筑桩基技术规范[S].
- [4] JGJ 79-2002,建筑地基处理技术规范[S].