

地下重力水对钻孔桩施工质量影响及其对策

刘绪明

(上海高科工程咨询监理有限公司, 上海市 200135)

摘 要:通过对特殊地质结构中水泥混凝土灌注桩施工质量缺陷原因进行的详细分析, 阐述了地下潜流层以及承压水流对水泥混凝土灌注桩施工质量的影响机理, 并提出了针对性对策。

关键词:地下水; 灌注桩; 施工质量; 控制

文章编号: 1009-6477(2005)01-0074-03

中图分类号: U443.15⁺4

文献标识码: A

Influence of Underground Gravity Water on Construction Quality of Cast-in-place Piles and Countermeasures

LIU Xu-ming

Abstract: Reasons of construction quality disadvantages of cast-in-place piles in special geologic structures are analyzed in details. The influence mechanism of construction quality of cast-in-place piles affected by underflow aquifer and confined groundwater are described. The corresponding countermeasures are presented.

Key words: underground water; cast-in-place pile; construction quality; control

某高速公路第Ⅱ合同段桥梁基础为 $\Phi 200$ 钻孔灌注桩, 桩位依山傍水, 顺江布设。在进行钻孔灌注桩施工时, 发生连续 10 多根桩存在严重缺陷, 经检测部门进行超声波检测, 均为Ⅳ类桩, 后经多方专家诊断, 系施工单位对地下重力水——潜流及承压水、江水潮汐压力差影响成桩质量认识不够, 桩体混凝土凝结前被地下水流冲刷严重, 致使桩体混凝土离析断桩。

1 成因分析

1.1 桥位水文地质

桥桩位地下水主要为第四系, 松散岩类孔隙潜水和山体—河床向斜构造形成的承压水。经地质勘探揭示, 该含水层为透水性极佳的圆砾层和卵漂石层, 水量较大, 单井涌水量一般大于 $4\,000\text{ m}^3/\text{d}$, 近岸边潜水位受潮汐影响较大(临海受海水潮汐影响), 且与江水联系紧密。在地表以下 $9\sim 15\text{ m}$ 还有一层被淤泥质粘土和岩体或粘性土碎卵石包裹的圆砾石以及漂卵石承压水层, 且与江水相连紧密, 水文地质构造见图 1。

1.2 桩体超声波透射检测结果

从表 1 几个具有代表性的破坏情况来看, 桩体声测波形异常, 芯样胶结松散基本处于潜水层和卵

漂石承压水层。经多方论证, 潜水层桩体破坏主要原因是桩体浇筑混凝土在未初凝前受潮汐落差影响(落差在 $5\sim 6\text{ m}$), 致使潜水层水位在 $4\sim 5\text{ h}$ 变化较大, 孔内外压力差变化较大, 致使孔壁被冲破(正反冲孔都有), 潜水层在重力作用下流动冲刷桩体, 带走水泥浆, 致使桩体松散, 胶结性差。在 $-9\sim -1.7\text{ m}$ 桩体破坏主要是承压水的流动压力以及潮汐涨落带来的压力差使桩孔孔壁在灌前被冲破, 进而冲走部分混凝土水泥浆所致。

2 对策

2.1 成孔对策

重点解决孔壁厚度与强度(防坍孔、压力穿孔、漏浆)。

采用优质泥浆, 原料采用塑性指数大于 40 且砂粒($5\sim 0.05\text{ mm}$)含量小于 30% 的重粘土, 每 m^3 泥浆添加水泥 20 kg 。

成孔方案采用冲击成孔, 开钻时, 应先往孔口护筒内多加些粘土, 如地表层疏松, 还应加一定数量的片石, 然后再注入优质泥浆, 借钻头的冲击把泥膏、片石挤向孔壁, 以加固护筒脚, 在开钻时, 要慢速钻进, 待导向部位或钻头全部进入地层后, 方可加速钻进。

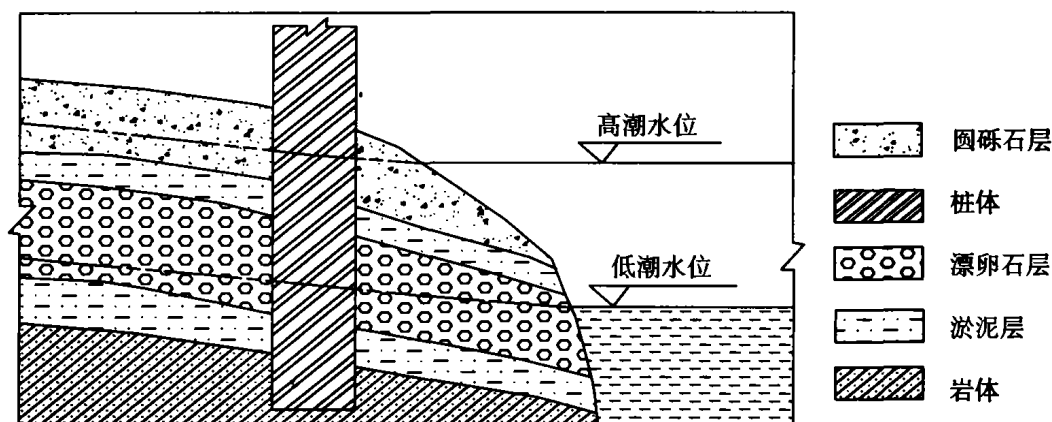


图 1 桥位水文地质构造

表 1 桩体超声波透射检测结果

桩号	地质(钻探)状况	声测结果	取芯状况
左 8-1	-1.25 m ~ -3.9 m 为圆砾石, -3.9 m ~ -5.2 m 为淤泥质粘土, -5.2 m ~ -20.2 m 为卵漂石, -20.2 m ~ -25 m 为粘性碎石土。	桩体 -16 m ~ -17 m 波形异常, 声速、波幅均小于临界值, 判为 IV 类桩。	-16.2 m ~ -17.0 m 钻具进尺快, 见大量砂浆上返, 混凝土离析严重且无成型芯样。
左 9-2	-1.25 m ~ -3.71 m 为圆砾层, -3.71 m ~ -5.0 m 为淤泥质粘土, -5.0 m ~ -10.8 m 为圆砾层, -10.8 m ~ -18.4 m 为粘性土碎卵石。	桩体 -5.4 m ~ -7.0 m 左右波速、波幅远小于临界值, 存在严重缺陷, 判为 IV 类桩。	-5.4 m ~ -7.0 m 桩芯局部有骨料脱落, 胶结松散, 且进尺较快。
右 10-1	-0.6 m ~ -4.9 m 为圆砾层, -4.9 m ~ -8.6 m 为淤泥质粘土, -8.6 m ~ -11.4 m 为卵漂石, -11.4 m ~ -25.0 m 为粘性碎石土。	-3.5 m ~ -4.8 m 波形异常, -9.0 m ~ -10.1 m 波形异常, 判为 IV 类桩。	-3.7 m ~ -5.0 m 混凝土芯样少砂浆松散, -9.2 m ~ -10 m 进尺较快, 胶结松散。

表 2 钻孔泥浆性能指标

相对密度	粘度 (Pa·S)	含砂率 (%)	胶体率 (%)	失水率 (ml/30min)	泥皮厚 (mm/30min)	静切力 (Pa)	酸碱度 (PH)
1.30 ~ 1.50	25 ~ 35	≤4	≥95	≤17	≤3	4 ~ 5	8 ~ 11

当钻头进入砂卵石、圆砾层时(潜水层),应增加粘土的投入量,泥浆比重可增大到 $1.5 \sim 1.6 \text{ kg/cm}^3$ 。冲击锤冲程可放大到 $2.0 \sim 2.5 \text{ m}$,冲锤采用 6.5 t ,并在泥浆中适当加入一些锯木屑,约占泥浆重量的 1% ,同时保证泥浆中水泥掺量,以保证造壁厚度与强度。

当钻头进入淤泥层,钻进速度加快,成孔质量不佳,易造成坍孔与缩孔,处理措施是加入 40% (成孔体积计)左右的小块片石,并加入 1% 泥浆重量的锯木屑,钻锤冲程控制 $1.0 \sim 1.2 \text{ m}$,并观察钻进速度,若钻进速度超过 0.5 m/h ,则继续向钻孔中投入小片石、粘土,并将钻锤冲程调低,以便形成一定厚度、强度的粘土碎石且致密的孔壁。

冲锤进入漂石层(有承压水),向孔中回填小片石,再用 8 t 与 6 t 重的冲锤交替冲击,冲程可放大到 2 m ,以将漂石、片石冲碎成钻渣,挤进孔壁,在此

过程中要注意斜孔。同时观察孔内泥浆水位变化,遇有孔内喷泉涌出,可在孔位上游进行钻孔喷出承压水,减小承压水对孔壁的冲击作用。

另外,钻孔要连续进行,钻孔记录要真实、及时,特别是泥浆的粘度、比重每隔 4 h (最少)检测 1 次,同时要注意渣样变化,以便确认进入不同的岩层而采取不同的冲击成孔方案。

2.2 清孔对策

主要对策是既要保证一定的泥浆比重,一般取规范标准的上限,并适当超标,可取 $1.1 \sim 1.2 \text{ kg/cm}^3$,同时必须将含砂率降到 2% 以下,粘度尽量控制在 $20 \text{ Pa} \cdot \text{S}$ 以上,可达 $20 \sim 22 \text{ Pa} \cdot \text{S}$ 。在清孔过程中要把含砂率作为一个重要指标进行控制,具体操作可采用换浆,达 1.2 kg/cm^3 左右时,再采用清砂机(泥浆旋流器,青岛产 NL315 型)。高速旋流清砂,效果颇佳,且清砂速度很快,到砂率基本控制在 2%

以内时,进行钢筋笼下放,并紧随进行调浆,并用真空抽提,降低孔底沉渣厚度至规范允许范围,目的是将成孔——灌前混凝土时间间隙控制在最小时间,以防坍孔、穿孔。

在清孔时,由于孔内泥浆比重、粘度等发生变化,以及孔外潜水水位随潮汐涨落变化较大,造成内外压力差比较大,要密切注意观察孔内泥浆水位的变化,以防正、反压穿孔,具体在操作中为平衡孔内外的压力差,可采用人工调整孔内泥浆水位,一旦发生深层承压水层漏浆,就必须使用片石、粘土填孔重新冲击成孔,在潜水层漏浆,可采用下压钢护筒并穿过潜水层办法进行封堵孔壁穿孔。

2.3 混凝土灌注对策

灌注桩使用设计标号 C25 混凝土,灌注采用泵送。主要对策是尽快完成灌注桩的浇筑,此标段设计桩长在 30~35 m,所需混凝土方量在 95~110 m³,

~~~~~

(上接第 53 页)

对于中低强度混凝土,使用再生骨料配制的可靠性已得到证实,但对于高性能混凝土还需进行进一步研究。作者对此进行了一些探索。

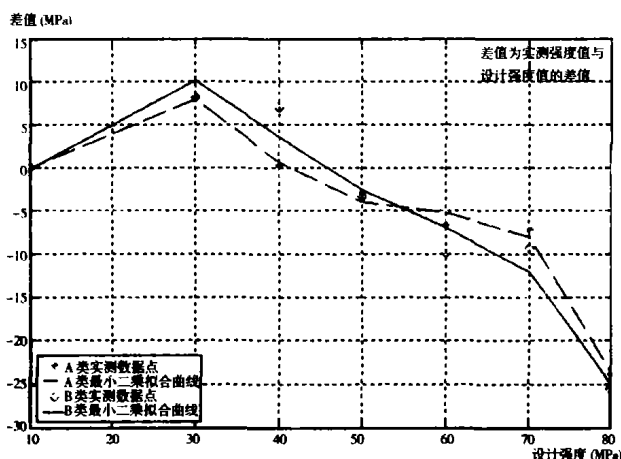


图2 粗骨料 60% 取代率再生混凝土  
实际强度与设计强度差值

试验采用 2 种类型粗骨料, A 类由某建筑物爆破后的混凝土块加工而成, B 类为废弃混凝土路面加工物, 细骨料为河砂, 掺入了电厂生产的 II 级粉煤灰和 NF-2-6 缓凝高效减水剂。用再生骨料取代率为 60% 的粗骨料配制成各种设计强度的混凝土, 其与设计强度的差值见图 2 所示。

从图 2 可见, 在 60% 取代率下, 当混凝土设计强度小于 40 MPa 时, 再生混凝土的实际强度大于其设计强度, 且其差值有逐渐增大的趋势。但即使是在设计强度达到 70 MPa 的情况下, 其偏差仍不是很

采用 2 台 1 000 混凝土拌合楼, 大约需要 4~4.5 h 可灌注结束, 不使用缓凝剂, 以便处在潜流层和承压水层混凝土尽快凝固而不致于被压力水冲破孔壁, 水流冲刷未初凝的混凝土, 造成桩体水泥浆流失, 桩体外侧松散断桩。

### 3 结束语

在有潜水层和承压水层地基中进行混凝土灌注桩施工, 难度较大, 主要是在成孔、成桩过程中要克服压力水对孔壁的破坏, 成孔质量是关键。实践证明, 采用一些措施加固孔壁效果很有限, 在较大流水压力差下, 很难保证其施工质量, 在这种情况下就不宜采用桩基础设计方案, 可采用沉井薄壁墩台设计方案。

本文所述处理方案, 对于该标段桩基础施工效果很好, 后续施工的桩基础经超声波检测均为 I 类桩。

大。假如调整粗骨料的取代率, 并且对配合比进行进一步优化, 实际强度应该可以达到甚至超过其设计强度, 但这还需要大量的试验证实。

### 4 结论

将大量混凝土废弃物进行批量化处理, 然后作为建筑材料重新使用, 所需技术设备比较简单, 处理费用低, 扣除现阶段的垃圾处理费、运输费和购买建筑材料费, 甚至有很大的赢利空间, 从经济技术上讲是切实可行的。更重要的是, 它可以保护环境, 节约资源, 可以真正的实现建筑废弃混凝土的资源化、无害化。

我国目前的混凝土废弃物还没有得到有效利用, 其关键原因是主观意识问题, 建设者甚至全社会都还没有意识到混凝土废弃物及其所衍生的对环境的危害。政府相关部门以及环保、建材科技工作者应该对此进行积极引导, 并在政策、舆论、技术等方面给予大力支持, 争取尽快使这一技术得到大范围的推广应用。

### 参考文献

- [1] 冯乃谦. 高性能混凝土[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1996, (8).
- [2] 杨 静, 冯乃谦. 21 世纪的混凝土材料——环保型混凝土[J]. 混凝土与水泥制品, 1999, 106(2): 3-5.
- [3] 符 芳. 建筑材料[M]. 南京: 东南大学出版社, 1995.
- [4] 日本环境会议亚洲环境白皮书编辑委员会. 亚洲环境白皮书[M]. 1997-1998.