

文章编号: 1005-0523(2004)02-0017-03

# 湖口大桥岩溶地层大口径桩基施工技术

李慧英<sup>1</sup>, 陈进<sup>2</sup>, 熊文亮<sup>2</sup>

(1. 江西交通职业技术学院, 江西 南昌 330013; 2. 华东交通大学 土木学院, 江西 南昌 330013)

**摘要:**结合湖口大桥副孔桩基施工实际, 分析岩溶地区成桩常见施工事故, 介绍了岩溶地区大口径桩基施工的技术措施。

**关键词:**钻孔; 岩溶; 裂隙; 地质; 技术措施

**中图分类号:** TU753

**文献标识码:** A

## 1 工程概况

鄱阳湖口大桥是江西省交通厅亚行贷款项目九江至景德镇一级汽车专用公路上的一座特大型桥梁, 也是江西省跨越鄱阳湖的第一座桥梁。大桥全长 3 793 m, 分为引桥、主桥副孔和主桥主孔三大部分。主桥副孔(自 55 号墩~85 号墩)为 30 孔 50 m 跨度简支 T 形梁, 下部基础采用单排独立的 2 根  $\varnothing 2.2$  m 钢筋混凝土钻孔灌注桩。桩长 30~70 m。桥址位于鄱阳湖出长江 2.5~3 km 处。其桥位处地层主要由第四系松散冲积层(厚 15~70 m)、二迭系下统栖霞组和石炭系中统黄龙组组成, 再加赣江大断裂大角度通过桥位, 其地质主要特点是: 覆盖层厚度大, 种类多, 松散软弱; 岩性状态不均, 岩面起伏大, 断裂构造展布多条, 裂隙、岩溶异常发育。据钻孔揭露, 桥址水域发现大小溶洞 89 个, 其中高度大于 2 米的 34 个, 占总洞的 38%, 高度 1~2 米的 15 个, 占总洞的 17%, 高度小于 1 米的 40 个, 占 45%。揭露灰岩累计厚度 1418 m, 累计溶洞高度 97 m, 平均线岩溶率为 6.9%。(大桥工程地质断面及结构示意图见图 1)

本文着重介绍湖口大桥岩溶地层大口径桩基施工的技术措施。

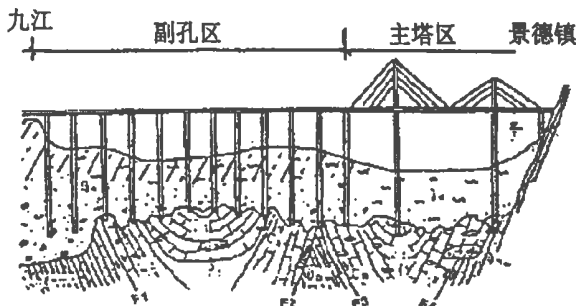


图 1 工程地质断面及大桥结构示意图

## 2 溶洞的处理

### 2.1 桥区岩溶特征

桥区岩溶总的特点是以中小型溶洞为主, 大型溶洞较多, 平面成群或成带分布。垂向上高程 40 m 以上为岩溶强发育部位, 而高度小于 10 cm 的溶孔、溶隙等几乎孔孔有揭露。桥区溶洞充填类型有全充填、半充填和无充填, 充填物有软塑粘性土、松散砂类土、碎石土。

### 2.2 桥区桩工程常见的施工事故及其原因

结合湖口大桥副孔桩基施工分析可知, 岩溶地区桥桩工程常见的施工事故及其原因主要有下述几个方面:

1) 坍孔、斜孔、弯孔。钻(冲)孔穿越岩溶地区覆盖层、或穿越溶洞有充填物时易产生坍孔; 岩溶地

收稿日期: 2003-09-20

作者简介: 李慧英(1972-), 女, 江西东乡人, 在读硕士。

区存在很多溶洞和溶槽,且岩面陡斜.当钻(冲)孔至陡斜面时,钻孔向岩层面下斜的一侧倾斜,使钻孔不能满足斜率小于1.0%的要求,从而产生斜孔;在某些岩溶地区,由于溶洞成多层串珠状,溶洞内多数充填,部分也有空穴或互相连通,钻(冲)孔穿越多个岩层面,结果由于各岩层面倾向不同而形成弯孔.

2) 漏浆.在桥桩施工时,若钻(冲)孔遇到空洞,会产生大量漏浆而无法补充,甚至可能引起坍孔埋钻.

3) 卡钻、埋钻、吸钻、掉钻.在桥桩施工过程中,当钻(冲)孔深度至钻穿溶洞顶板时,由于溶洞顶板岩层厚薄不均匀,在钻孔的面积上,一侧先贯穿,并且先贯穿侧面又是溶洞,则钻头就可能随斜向掉下,沉入溶洞内.随着将钻头提起,未穿部分的溶洞顶板将钻头卡住,无法提起;桥桩钻(冲)孔时,由于桩孔上部坍孔,坍塌物将下部作业的钻头埋住,产生埋钻事故;在桩基钻(冲)孔过程中,由于钻头斜向进入横洞,导致钻头无法提起,产生吸钻;在桥桩施工产生卡钻和埋钻后,钻头和提升器件分离,掉落在钻孔中,产生掉钻.

4) 混凝土流失.桥桩施工成孔后灌注水泥混凝土时,混凝土从桩孔外流走,难以灌满桩孔.

### 2.3 湖口大桥岩溶地层大口径桩基施工的技术措施

1) 技术人员及钻机机组人员充分掌握地质资料情况.每个孔位的地质柱状图都单独列出,发给有关人员,让他们知道溶洞的位置、大小、充填情况.

#### 2) 穿越溶洞顶板岩层的冲孔方法

在桩基冲孔过程中,当钻头要穿越溶洞顶板岩层时,容易造成冲孔钻头突然在一侧或固定方位穿洞产生卡钻事故.其处理方法是:当钻至离溶洞顶部1米左右前,准备足够的小片石或狗头石( $\varnothing 15 \sim 20$  cm)和粘土,粘土要做成泥球( $\varnothing 15 \sim 20$  cm),对于半充填和无充填物的溶洞要组织足够的水源;钻至离溶洞顶部1 m左右时,在1~1.5 m范围内变换冲程,采用“重锤轻打”法逐渐将洞顶击穿,防止卡钻.

#### 3) 在倾斜岩面上开孔的方法

在倾斜的岩面上实施冲孔,容易产生斜孔,相应的处理措施是:在倾斜的岩面上抛填片石,使之能准确定位开孔;如岩面陡坡落差过大,则可采取爆破法,将斜面高的一端炸去,使原倾斜面形成水平面.

#### 4) 穿越溶洞填充物的处理方法

湖口大桥桥区溶洞填充物主要有软塑粘性土、松散砂类土、碎石土,在桩基冲孔过程中,容易造成漏浆、坍孔和埋钻,因此,在钻孔穿越溶洞填充物时,必须采取下述措施:进入溶洞后向孔内投入粘土、片石混合物(比例1:1),冲砸固壁;必要时往孔内灌注水泥混凝土,造成人工填充物护壁,如图2.上述措施是采用冲孔一回填一冲孔重复作业成孔,即将回填料均匀灌注到一定高度用冲锤适当夯紧,使回填料压入溶洞顶部内,并且增大孔周填充物的密度,待泥浆回升到护筒口形成循环流动以及待填料凝固到一定强度之后继续冲孔.

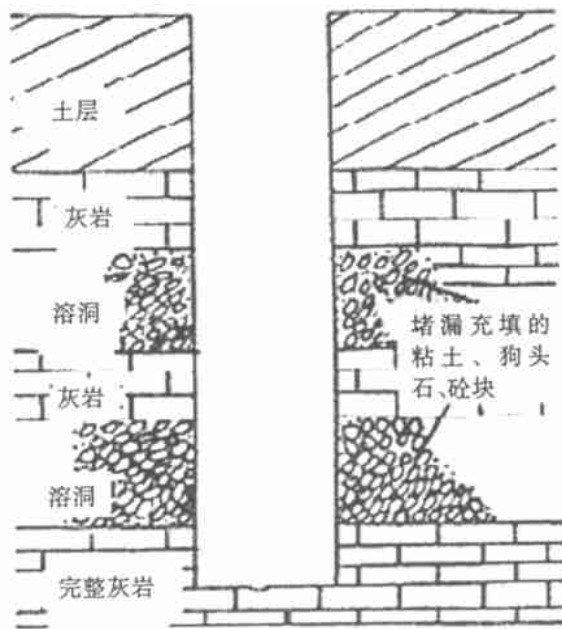


图2 堵漏示意图

#### 5) 穿越溶洞空穴的处理方法

对于空溶洞或半充填的溶洞,在击穿洞顶之前,要有专人密切注意护筒内泥浆面的变化,一旦泥浆面下降,应迅速补给泥浆,然后根据溶洞的大小按1:1的比例回填粘土和片石,进行冲砸堵漏,只有当泥浆漏失现象全部消失后才转入正常钻进.如此反复使钻孔顺利穿越溶洞.

#### 6) 穿越特大型空溶洞或半充填的溶洞的处理方法

对于特大型空溶洞或半充填的溶洞,为了防止孔壁坍塌,采用套筒隔离上部松软地层的方法进行处理.例如,71号墩左孔溶洞高度达20.96 m,上部有5 m高的空洞.采取下列措施处理:首先将 $\varnothing 2.16$  m的钻头扩大至 $\varnothing 2.26$  m,冲砸至圆砾土层后,将钻头提起,下内径为 $\varnothing 2.26$  m(壁厚16 mm)的钢套筒至孔底,再将钻头直径改为 $\varnothing 2.16$  m继续冲砸,直至击穿溶洞顶板.然后回填粘土片石混合物(比例1:1),

采用 1~1.5 m 的冲程将洞内人工冲填物冲砸密实,再转入小冲程正常钻进(注意:如若每班进尺大于 1 米时,应再次回填粘土片石混合物)。

7) 钻头穿越溶洞时要密切注意大绳的情况,以便判断是否歪钻。若歪钻应按 1:1 的比例回填粘土和片石至弯孔处 0.5 m 以上,重砸。

3 裂隙漏浆的处理

湖口大桥除位于湖口复式向斜核部外,还飞跨著名的赣江大断裂北端。所以桥位基岩内断层、节理裂隙十分发育。裂隙贯通性好,延伸远,张开宽度达 1~5 cm,无填充。裂隙对钻孔桩施工造成的主要困难是漏浆。副孔 60 根桩中由裂隙引起的漏浆孔位达 32 个。由于护筒埋深浅(入土深度 3 m,处于淤泥层中),漏浆极易引起孔壁坍塌。但由于采用的施工方法得当,除少数孔外,坍孔事故基本上得到了抑制。特别是 83 号墩,其左桩漏浆达 6 次,右桩漏浆达 8 次,泥浆面下降速度最快的为 0.92 m/min,均未造成坍孔。对裂隙漏浆的主要处理措施为:

- 1) 入岩前,准备充足的水源和 1~2 台水泵。
- 2) 准备足够的粘土,并将粘土做成泥球(φ15~φ20 cm)。
- 3) 准备一定数量的小片石或狗头石,直径 10~

20 cm。

4) 密切注意护筒内泥浆面的变化情况。当泥浆面迅速下降时,证明正在漏浆。首先要赶快补水,然后将泥球往下投,即可将漏浆堵住。之后,将粘土和片石按大约 1:1 的比例往下投约 2 m,再重新开钻。这样砸碎的片石和大颗粒土可将裂隙填充一定的距离(随裂隙宽度变化),可钻进一定深度而不漏浆。当再次漏浆时,仍按上述方法处理,即可逐步钻至设计孔底标高。

4 结 语

湖口大桥副孔桩基在岩溶地区施工取得成功的最主要经验是:

- 1) 掌握详细的地勘资料,针对每桩孔制定周密的施工技术组织措施;
- 2) 冲孔至溶洞顶板岩层底部,且穿入溶洞之前,必须采用小冲程,使用“重锤轻打”的方法,必要时回填粘土片石混和物;
- 3) 密切注意大绳的情况,及早发现斜孔,采用回填粘土片石混和物;
- 4) 密切注意泥浆面的变化情况,及早发现漏浆,及时补浆并回填粘土片石混和物。

Technique in Construction of Large Diameter Pile Foundation  
of Hukou Bridge in Karst Stratum

LI Hui-ying<sup>1</sup>, CHEN Jin<sup>2</sup>, XIONG Wen-liang<sup>2</sup>

(1. Jiaotong college of Jiangxi Vocation and Technology, Nanchang 330013; 2. School of Civil Eng. and Arc., East China Jiaotong Uni., Nanchang 330013, China)

**Abstract:** Combined with construction of sub-span pile foundation of Hukou bridge, the construction accident encountered usually in pile foundation project in the karst area is analyzed and technique in construction of large diameter pile foundation is introduced.

**Key words:** boring; karst; fissure; geology; technique