

# 浅谈桩基础溶洞处理施工方法

曾祥茂

(广州市第一市政工程有限公司, 广东 广州 510060)

**摘 要:**结合广州市华南路三期 B3 标段工程的施工实践,论述了桩基础溶洞根据溶洞深度、层次和填充物的类型采取不同的溶洞处理施工方法,并提出了钻进方法的选择和防止漏浆、塌孔、卡钻、斜钻等技术措施,施工效果检验良好。

**关键词:**桩基础;溶洞处理;技术措施

**中图分类号:**TU473.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1004—5716(2007)05—0024—03

## 1 工程概况

广州市华南路三期 B3 标段工程施工场地位于同泰路和新广从路交叉位置,该段施工位于灰岩地带,岩溶极为发育。地质勘探资料表明,本工程岩溶极为发达,溶洞主要发育于石炭系中上统壶天勤灰岩中,发育深度为 14.5~47.20m 不等,溶洞大小不一,洞高 0.3~6.8m 不等,溶洞处于冲填、半冲填状态,部分为空溶洞,冲填物多为软塑状粘土,地下水活动较为强烈,溶洞顶板薄、规模大。对桩基础施工影响十分大,溶洞分布如表 1 所示。

表 1 溶洞分布一览表

序号	里程、位置	溶洞层数	溶洞高(m)
1	K9+066~K9+108	1~2	4~6
2	K9+148~K9+232	1~2	4~6
3	K9+252~K9+402	2~4	1~3
4	K9+496~K9+898	>3	0.5~2.5
5	K9+898~K10+196	2~4	0.3~4.5

填充物情况:处于冲填、半冲填状态,部分为空溶洞,冲填物多为软塑状粘土,地下水活动较为强烈,溶洞顶板薄,规模大。

岩溶处理是本工程施工的重点和难点之一,也是影响本工程施工工期的关键。施工过程中,将根据溶洞深度、层次和填充物的类型采取不同的溶洞处理方法。结合具体情况,对溶洞地区桩基础施工容易出现的问题(塌孔、卡钻、斜钻)进行针对性处理,保证桩基础施工的质量及桩基础施工的安全。

## 2 溶洞处理原则

(1) 每根桩必须用地质钻机钻探,详细记录地质状况、溶洞深度、高度、填充物类型,画图列表,为制定相应施工方案提供详实依据。

(2) 对填充物进行土工试验,分析其物理力学特性,检测容重、含水量、孔隙率等,为注浆参数计算提供依据。

(3) 根据地质钻探资料和填充物情况,对每根桩设计出相应的溶洞处理方案、成孔方法及施工措施。

(4) 对每种处理方案,都要进行仔细的计算,施工前在桥位外进行溶洞注浆及钻孔试桩试验,取得经验数据,完善施工方案,指导施工。

(5) 遇到大溶洞时,必须请监理工程师和设计单位核查,明确处理方案,并报监理批准后实施。

## 3 溶洞处理方法

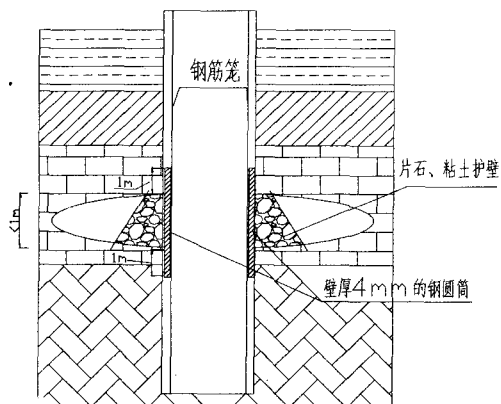
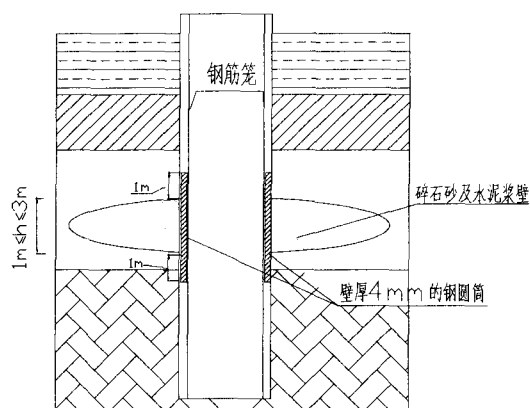
根据溶洞的高度、洞内冲填物情况,对溶洞采用不同的处理方法,主要的处理方法有:抛填、注浆固结、灌注砼填筑、套放大小钢护筒等。

(1) 溶洞范围小,溶洞高度小于 1m,没有冲填物或洞内注满水的,采用抛填片石、粘土等,使溶洞范围形成护壁后,再继续施工。在溶洞范围桩的钢筋笼在溶洞上下各 1m 的范围内的定位钢筋上焊接厚 4mm 的钢板圆筒,保证成桩砼的质量,如图 1 所示。

(2) 对于溶洞的高度在 1~3m,且洞内为填充或半填充状态的溶洞,则采取先填充碎石、砂混合物和注水泥浆,然后用小冲程冲击片石挤压到溶洞边形成水泥浆碎石外护壁,水泥浆将片石空隙初步堵塞后,停止冲击,24h 后,待水泥的强度达到 2.5MPa 后再继续冲击,穿过溶洞,如图 2 所示。

(3) 对于溶洞的高度在 1~3m,且洞内无填充物或填充物较少,则需向洞内填充砼干料填满溶洞,待固结体达到 2.5MPa 后即可进行冲孔施工。砼干料采用 425# 普通硅酸盐水泥拌制,如溶洞空间容积大,导水性强,即可在砼干料中添加一定量的水玻璃。

(4) 溶洞高在 3~5m 的多层溶洞,而多层溶洞间

图1  $h < 1\text{m}$  溶洞处理图2  $1\text{m} \leq h \leq 3\text{m}$  溶洞处理

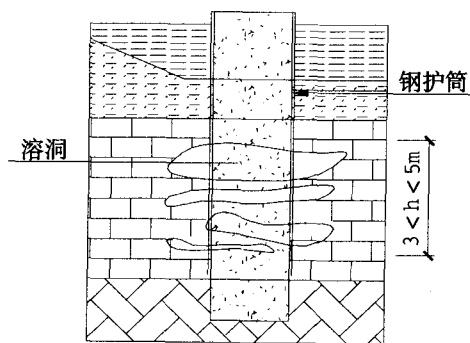
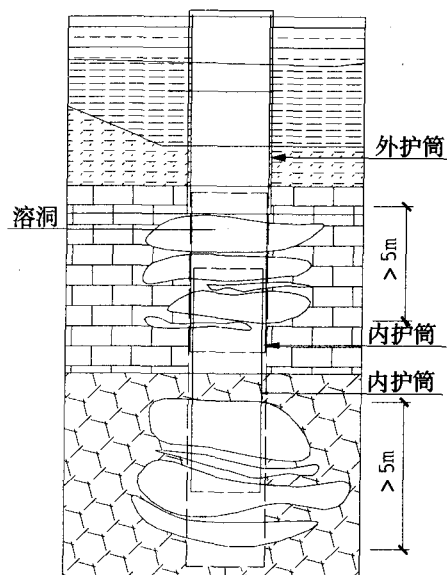
的间距较小的,可采用钢护筒穿越处理。先用冲击锤进行冲孔、扩孔,然后采用振锤把钢护筒振沉至溶洞底部,如图3所示。

(5) 溶洞高度大于5m的多层溶洞,且溶洞间距较大时,采用套内护筒法施工,即用内护筒穿过溶洞的方法进行施工,互通长度为 $L=h+2\text{m}$ ( $h$ 为多层溶洞高)。内护筒内径比设计桩径大20cm,外径小于外护筒内径5cm,如遇第二层溶洞,第二层溶洞的内护筒外径比上层内护筒内径小3~5cm,如图4所示。

(6) 对于一些溶槽、溶沟、小裂隙等,冲孔时可采取投放片石、碎石夹粘土,甚至投入整袋水泥堵塞起到护壁作用,保证泥浆不流失,使钻孔顺利通过岩溶区。

#### 4 钻进方法的选择

溶洞顶部的冲孔施工:在溶洞发育的桩孔施工过程中,应严格控制冲进进度,一般进度控制在80cm/h,冲程控制在50cm左右,当接近溶洞顶部时,提起钻头、钻杆,移开回转钻机,采用冲击钻机冲孔,用冲击钻机冲孔

图3  $3 < h < 5\text{m}$  溶洞处理图4  $h > 5.0\text{m}$  溶洞处理

时,要求轻锤慢打,使孔壁圆滑坚固,钻头提升高度一般不超过50cm。所有卡扣及钢丝绳必须经检测,确保安全。

根据岩层的软、硬和岩溶的发育程度,采取相应的施钻方法:

(1) 对于软硬塑状粘土和软硬相间的石灰岩地段,为防止成孔过快,采用慢速钻进或低冲程( $h=1\sim 2\text{m}$ )、轻锤(2.5~2.7t)、慢击(3~4次/min)的冲击钻进方法。

(2) 对于完整而坚硬的石灰岩,为达到有效破碎岩石,加快成孔速度,主要采用高冲程( $h=3\text{m}$ )、重锤(3.5~3.7t)、慢击(6~7次/min)的冲击钻进方法。

(3) 对于岩溶发达地段,为有效破碎岩石,又要防止成孔过快和斜孔,并且要防止塌孔、卡钻等事故发生,故采用中低冲程( $h=1\sim 2\text{m}$ )、重锤(3.5~3.7t)、慢击(3~4次/min)的冲击钻进方法。

# 两种指数曲线法在公路地基沉降计算中的对比

张丽萍

(陕西交通职业技术学院公路工程系, 陕西 西安 710016)

**摘要:**公路地基沉降计算是公路建设中的一个重要环节。通过合理假设提出了一种新的地基沉降计算方法——指数曲线配合法;同时给出了固结度对数配合法简单的推导过程,指出其在地基沉降计算中忽略次固结沉降存在的缺陷。工程实例分析表明,指数曲线配合法比固结度对数配合法在地基沉降预测方面具有更高的精度。

**关键词:**指数曲线配合法;固结度对数配合法;地基沉降

**中图分类号:**TU433 **文献标识码:**B **文章编号:**1004—5716(2007)05—0026—03

在公路建设中,如何利用前期沉降观测资料推算后期沉降值,从而对地基处理效果作出准确的评价,已成为地基处理的重要环节。软土地基的固结沉降是随着时间的推移逐渐完成的,不同的固结时间所发生的沉降量是不同的。公路地基沉降计算通常采用以固结度为基础的方法来计算,如固结度对数配合法、太沙基的一维固结理论、高木俊介法、星野法等及其它们的改进法。我们采用工程实例将指数曲线配合法与固结度对数配合法的计算结果进行对比,发现在现有的条件下,指数曲线配合法的地基沉降计算结果更接近工程的实际沉降。

## 1 固结度对数配合法和指数曲线配合法地基沉降计

## 算比较

### 1.1 指数曲线配合法

自然界很多事物的变化都呈现指数形式增长或衰减趋势。如:生物种群数量的波动;河流洪水的涨落;物理学中磁场的变化、放射性原子的衰变;化学中化学反应速度的变化、生成物浓度与时间的关系,土力学中超孔隙水压力的消散与时间的关系, Terzaghi. K(1925)一维固结理论中固结沉降率与时间的关系,根据蠕变模型推出的土体次固结沉降率与时间的关系,根据粘性土的粘—弹性固结模型推出的土体沉降率与时间的关系等等。

基于以上事实和实测资料,假定地基在上部荷载作用下非初始沉降量以负指数形式变化:

## 5 防止漏浆、塌孔、卡钻、斜钻等技术措施

(1) 对于岩面高差较大的地段,为防止斜钻,采取每孔钻进 0.2~0.3m 后,抛填片石的方法,填平孔底,再用小冲程重锤慢击的钻进方法。

(2) 对于接近岩溶顶板和穿过漏浆裂隙、溶洞地段,采取按 4:1 的比例投入块石和硬粘土,再用小冲程重锤慢击的钻进方法,且每钻进 1m 左右,测量复核孔位一次,严重漏浆地段,要加大块石和粘土的投入。

(3) 对于孔位有高于 3m 或有多层溶洞的地段,在钻进过程中漏浆严重,不能成孔的,采用边钻进边用振锤振入护筒的办法。直至护筒穿过溶洞,达到岩层内,再重新用慢速钻进成孔。

(4) 对于孔位有高于 3m 的溶洞,但在抛填石块粘土后能成孔的,但不能灌注水下砼的,可采用在溶洞位置的钢筋笼上焊接护筒,然后随钢筋笼一起放入,再浇

筑水下砼。

(5) 钻进过程出现卡钻时可采用如下方法处理:一是水下割护筒底口挡住钻头部分,二是将钢护筒上拔或顶起一定高度,腾出空间,将钻头拉起。

(6) 纠正斜孔、弯孔的方法:一是回填片石、粘土重钻,反复数次;二是浇筑水下素混凝土至弯曲部分以上的一定高度,待强度合格后重新施钻。

## 6 施工效果

广州市华南路三期 B3 标段工程桩基础施工累计有 93 根桩基处于岩溶地质,采取溶洞处理方案后,经桩基检测全部合格,均达到Ⅱ类桩标准,受到业主的一致好评。

## 7 结束语

根据工程施工经验,简单地阐述了桩基础溶洞处理的施工方法,解决岩溶不良地基的桩基础施工难题,保证桩基础的施工质量,为今后类似工程的施工提供借鉴。