

# 帷幕灌浆技术在桥墩施工中的应用

麦荣强, 曾宪斌

(广西基础勘察工程有限责任公司, 广西 桂林 541001)

**摘要:**对于在砂卵石含量高、粒径较大的地层进行桥墩施工,多利用围堰法,围堰能否正常施工,则其外围的截防渗措施及施工工艺对防渗效果至关重要。桂林漓江南洲大桥通过设计方案比选,采用双液注浆帷幕灌浆技术进行截防水施工,取得了良好的效果,可为同类工程施工提供借鉴依据。

**关键词:**桥墩施工;围堰防渗;帷幕灌浆

**中图分类号:**U445.55 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)08-0066-03

**Application of Curtain Grouting in Bridge Pier Construction/MAI Rong-qiang, ZENG Xian-bin**(Guangxi Foundation Investigation Engineering Co., Ltd., Guilin Guangxi 541001, China)

**Abstract:** Cofferdam method is often applied for bridge pier construction in the formations with big sand-pebble particles, peripheral anti-seepage method and the construction technology are very important for anti-seepage effect. Bi-slurry curtain grouting technology was selected for Nanzhou bridge of Guilin, the ideal application could be reference to similar projects.

**Key words:** bridge pier construction; anti-seepage by cofferdam; curtain grouting

## 1 工程概况

桂林漓江南洲大桥全桥共6个墩台,其中P3墩为主墩,位于距东岸50m的河道内。主墩基础采用钻孔灌注桩,上下游各26根,主墩承台亦为上下游2个,每个承台直径24m,厚6m。承台底标高为+140m,承台顶标高为+147m,位于最低水位以下0.6m。墩位处的河床面标高为+142~+144m。主墩基础钻孔桩施工时采用筑岛法施工,施工水位为+148m。岛面标高为+149m。

经过综合比选,该大桥主墩承台施工采用围堰法,为保障围堰的正常施工,须在围堰外围采用帷幕灌浆施工防水工程。

## 2 工程地质条件

墩位处地质情况上下游不同。上游的地质分层由上至下为:填土层,层底标高+145.3~+148.0m;松散卵石层,层底标高+139.7~+143.7m;淤泥质粘土层,层底标高+120.85~+137.0m;再下为粘土层、粉细砂卵石、含卵石粉质粘土层和灰岩。上游的地质分层由上至为:填土层,标高+144.1~+148.0m;松散卵石层,层底标高+134.5~+141.8m;粉质粘土层,层底标高+134.8~136.1m;再下为稍密卵石层、粉细砂卵石和灰岩。

## 3 灌浆设计方案

在进行帷幕灌浆试验取得相应参数基础上,结合我院类似工程的经验,优化编制本工程围堰灌浆截水帷幕设计方案。

由于砂卵石层结构松散、孔隙率大、透水性强等特点,单液灌浆由于受速凝剂掺入量的限制,胶凝时间过长,易造成浆液流失,致使水泥材料用量过大,所以本工程帷幕灌浆不宜采用单液灌浆,宜采用双液灌浆法。

本工程双液灌浆帷幕试验采用孔距、排距均为0.8m,理论扩散半径为0.9m,进入弱透水层3.5m;经估算其灌浆孔数为436个(单墩为218个),总灌浆水泥量为1853.0t,由于其灌浆帷幕搭接过大及进入弱透水层深度过大,造成浆液浪费和造孔数过多,致使工程造价过高和工期过长。故施工设计方案在试验参数基础上进行优化设计。设计确定采用落底式竖向双排双液灌浆截水帷幕,根据主墩承台场地水文工程地质及施工条件,经分析计算,在距承台中心13.5、14.36m,按孔距1.0m、排距0.86m布设灌浆孔2排,每个主墩承台布孔170个,两主墩共布置340个(详见图1、图2)。

灌浆截水帷幕顶面标高146.00m,底面标高134.00~138.00m,按进入弱透水层0.5~1.0m,且单孔灌注厚度 $\leq$ 8.0m控制,平均灌注厚度10.0

收稿日期:2009-03-20

作者简介:麦荣强(1957-),男(汉族),广东人,广西基础勘察工程有限责任公司副总经理、工程师,水文地质工程地质专业,从事岩土工程勘察、设计、施工、治理的现场及管理工作,广西桂林市新建路3号,limairongqiang@163.com。

m,单灌浆孔扩散半径0.55 m。为保障内外排灌浆帷幕均能搭接0.1 m,要求浆液扩散半径达到0.55 m,灌注量 $Q$ 按下式计算:

$$Q = 1.2nv$$

式中: $n$ ——孔隙率、 $v$ ——灌注土体体积。

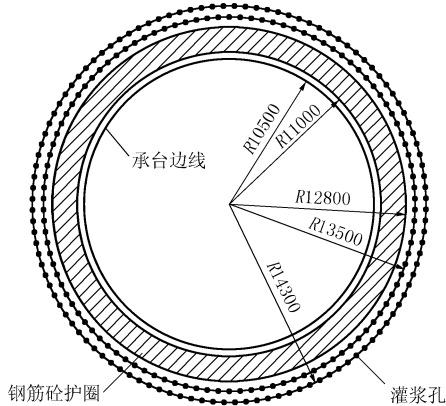


图1 帷幕灌浆孔平面布置图

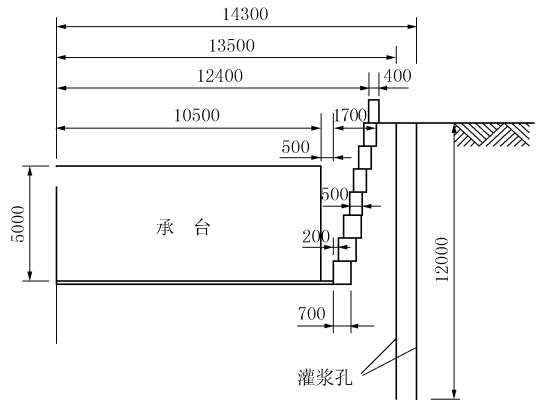


图2 帷幕灌浆剖面示意图

经计算平均每米灌浆量 $0.55 \text{ m}^3$ ,水泥用量 $470 \text{ kg/m}$ ,设计工程量详见表1。

#### 4 施工工艺及技术要求

施工工艺流程见图3。

表1 优化后设计工程量与灌浆试验估算工程量对比表

| 方案       | 灌浆孔布置                   | 灌浆孔/个 | 平均单孔深度/m | 总延米数/m | 平均单孔灌注厚度/m | 总灌注厚度/m | 平均单孔灌注量/ $\text{m}^3$ | 总灌注量/ $\text{m}^3$ | 水泥总用量/t | 化学剂总用量/t | 平均每米水泥用量/t |
|----------|-------------------------|-------|----------|--------|------------|---------|-----------------------|--------------------|---------|----------|------------|
| 优化后的灌浆方案 | 内外孔距1.0 m, 排距0.86 m(双液) | 340   | 12.0     | 4080.0 | 10.0       | 3400.0  | 5.50                  | 1870.0             | 1598.0  | 523.6    | 0.470      |
| 试验方案     | 孔距、排距0.8 m(双液)          | 436   | 12.0     | 5232.0 | 10.0       | 4360.0  | 5.61                  | 2446.0             | 1853.0  | 588.6    | 0.425      |

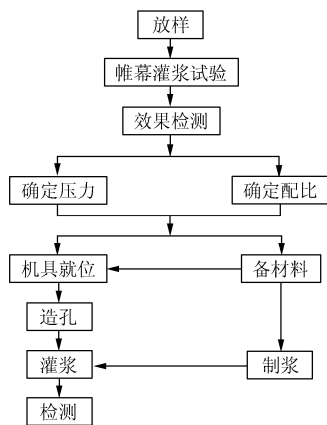


图3 施工工艺流程图

施工方法及技术要求:

(1)施工顺序按先下游后上游,先外排后内排;采用三序孔二次加密施工。

(2)钻孔采用潜孔锤跟管钻进工艺,钻孔孔位偏差控制在 $\pm 20 \text{ mm}$ 。

(3)灌浆工艺采用单管双液灌注,浆液配比:水灰比为0.8,水泥与化学剂配比为3:1,浆液扩散半径0.55 m;水泥采用P. O 32.5;压力0.5~2.0 MPa。采用自下而上分段灌注,每段灌注长度为1.0

m,每段灌注水泥浆量 $0.45 \text{ m}^3$ ,分段搭接长度0.2 m。

(4)帷幕防渗应达到透水率 $\leq 10 \text{ Lu}$ 。

(5)采用信息法施工,应根据钻孔揭露的地质和施工情况,适当调整灌注量、浆液配比,以达到最佳效果。

(6)正式施工前应先进行帷幕灌浆试验,同时进行检测以确定灌注效果,同时确定灌浆压力与配比,为施工提供参数和指导。

#### 5 灌浆效果检查

灌浆法作为地基加固和地基防渗处理,灌浆效果的检查还没有比较合适的标准,但一般常用下列几个方法判断。

(1)浆液的灌入量同一地段的差异不是很大,可以根据各孔段的单位灌入量来衡量。

(2)设检查孔做压水试验,以单位吸水量值表示帷幕体的渗透性。

#### 6 应注意的问题

在施工过程中由于某个环节控制不到位或地质

因素,在基坑开挖时可能会发现局部有渗水较大现象,则应在附近位置采用双液注浆实施封堵,如果为水平渗漏水,采用将水引到围堰内,通过内部埋设水管,待砼达到强度后最后注浆将水管封堵。

在砂砾石层灌浆中,对灌浆压力的确定,目前还缺乏统一的、比较准确的计算灌浆压力的公式。灌浆初期,也可先凭经验预估的压力灌浆,然后根据吸浆情况以及对地表的观察,视有无冒浆或抬动变形情况,再做压力调整。

灌浆孔距主要决定于地层的渗透性、灌浆压力、灌浆材料等有关因素,一般要通过试验确定,通常孔距为2~4 m。如果在灌浆施工过程中,发现浆液扩散范围不足,则可采用缩小孔距,加密钻孔的办法来补救。一般情况下,帷幕深度宜穿过砂砾石层达到基岩,这样可以起到全部封闭渗流通道的作用。帷幕的厚度( $T$ )主要是根据幕体内的允许坡降值来确定的。但可按下式作初步估算:

$$T = H/J$$

式中: $H$ ——最大作用水头, m;  $J$ ——帷幕的容许比降,对一般粘土浆可采用3~4。

对于砂砾石厚度较浅的地层,一般设置1~2排灌浆孔即可,对基础承受的水头超过25~30 m时,帷幕的组成才设置2~3排。

灌浆的施工机具比较简单,可采用专用灌浆泵,

也可以自行用普通的泥浆泵加设一个简单的搅拌器组成。对进浆量较小的粉砂层灌浆,也可以采用简单的手压注浆泵或隔膜泵来代替。

## 7 施工效果

从施工的情况看,先施工的孔透水率高,灌注量大,后施工的孔透水率低,灌注量小,说明土体透水性随灌浆次数的增加而逐渐减少,表明效果是显著的。灌后压水试验几段次,透水性均小于10 Lu,基坑开挖时仅有局部出现水平渗漏现象,透水后期封堵,完全达到设计要求。

实践证明,采用双液灌浆法进行帷幕灌浆对桥墩围堰防水是成功的、有效的,说明了施工与设计、地质情况密切配合的重要性。同时为桂林的桥墩施工积累了一定的施工经验,近两年桂林漓江多座桥梁的施工或扩建的桥墩施工也借鉴了这一施工技术进行帷幕灌浆。

## 参考文献:

- [1] 梁炯均. 锚固与注浆技术手册[M]. 北京:中国电力出版社, 1999.
- [2] 黄辉. 锦屏一级电站厂房防渗帷幕灌浆施工工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(5).

(上接第65页)

表3 坝基扬压力观测情况表

| 库水位<br>运行情况 | 实测扬压力最大值/MPa |       |       | 库水位<br>高程/m | 排水孔<br>阀情况 |
|-------------|--------------|-------|-------|-------------|------------|
|             | 3坝段          | 7坝段   | 8坝段   |             |            |
| 蓄水前         | 0.065        |       |       |             | 全部打开       |
| 高水位         | 0.060        | 0.023 | 0.016 | 441.25      | 全部打开       |
| 低水位         |              | 0.110 | 0.084 | 434.92      | 全部关闭       |

### 5.2.2 运行效果评价

桃园水利枢纽工程于2006年7月11日开始截流蓄水,2008年8月7日库水位达到441.25 m(正常高水位440.80 m),观测扬压力最大值为0.06 MPa,低于设计指标,经过1年多的运行和观测,大坝基础通过灌浆以及排水孔形成后,增强岩体整体性,减压效果非常显著,延长了渗径,降低了承压水头,经稳定分析坝体稳定,满足设计和规范要求。

## 6 结论与建议

(1)在硬脆碎地层灌浆,依据实际情况可以适当缩短灌浆段段长,增大灌浆压力,延长屏浆时间,并结合纯压封孔、待凝、复灌等技术手段,进行有效

地施工。

(2)涌水地段宜采用2排或3排灌浆孔,形成完整的、连续的防渗帷幕。宜采用孔口封闭灌浆法,结合纯压灌浆来延长屏浆时间,使水泥尽快达到初凝,以起到良好的封堵效果。

(3)涌水量大且承压水头高坝段预先钻进2~3个排水孔,用以降低扬压力,利于保证灌浆效果。

(4)建议在这一地区灌浆考虑采用稳定浆液,其水灰比为0.7~0.8可达到最优的效果。

(5)设计和采用底喷式全断面钻进钻头或三牙轮钻头,可以不提钻灌浆,效果相当于导管灌浆又省去导管法施工的时间以及由此带来的一系列问题,效果不错;但钻头平均寿命为5~7 m,还是稍短,尚需进一步研制更适用的钻头。

## 参考文献:

- [1] 彭振斌. 注浆工程设计计算与施工[M], 武汉:中国地质大学出版社, 1997.
- [2] 张景秀. 坝基防渗与灌浆技术[M], 北京:水利水电出版社, 1992.