

高寒地区混凝土防渗渠道伸缩缝填料选择

毛国新,程地琴

(新疆兵团农十师勘测设计院,新疆 北屯 836000)

摘要:高寒地区伸缩缝是混凝土防渗渠道的薄弱环节,漏水很容易形成集中渗流通道危及渠道安全。结合当地常用的沥青砂浆、焦油塑料胶泥、塑料油膏、聚氨酯、聚氨酯砂浆伸缩缝填料,通过对材料性能、加工方法、施工工艺、防渗效果优缺点及经济分析,总结出适宜高寒地区不同型式不同规模防渗渠道伸缩缝填料选择,提出聚氨酯砂浆嵌缝+苯板填充料型式,在高寒地区防渗渠道中是值得推广的填缝材料。

关键词:高寒地区;伸缩缝;填缝材料

中图分类号:TV441 **文献标识码:**B

1 问题提出

在北方寒冷地区伸缩缝是混凝土防渗渠道的薄弱环节,伸缩缝渗水不仅造成水量损失,还容易形成集中渗流通道引起渠堤塌陷破坏,特别是冬季渗漏水造成渠道基土冻胀引起衬砌结构破坏危及渠道安全。阿勒泰地区位于新疆最北部的阿尔泰山南麓,年平均气温 $3\sim 4.5$,7月份平均气温 20 ,极端最高气温 40 ;一月份平均气温:山区丘陵 $-12\sim -16$,平原河谷 $-16\sim -21$,极端最低气温 -51.5 ,属典型的大陆性寒冷气候,冬季时间长达6个月,是我国高寒地区之一。选择施工技术简便,费用低性能好,运行效果好,适应气候变化的理想的伸缩缝止水填料,对于渠道防渗技术在高寒地区的使用和推广尤为重要。

根据规范^[1]刚性材料渠道防渗结构设置伸缩缝,应根据气温变幅、填料性能、施工要求等因素确定,宜采用黏结力强、变形性能大、耐老化、最高气温下不流淌、最低气温下仍具柔性的弹塑性止水材料。填缝材料多采用沥青砂浆、焦油塑料胶泥,近年来随着渠道防渗工程技术的迅速发展和高分子材料的广泛应用,水利工程开始应用塑料油膏、聚氨酯等新型止水填料,其使用性能各不相同。结合近几年阿勒泰地区防渗渠道伸缩缝材料选用,对几种填缝材料的基本性能、施工工艺、造价费用等进行比较,选择适应高寒地区气候变化的填缝材料。

2 填料选择

2.1 填料选型原则

(1)黏结力强,防渗效果好。

(2)适应变形,防冻胀,经久耐用,使用寿命长。

(3)炎热夏季不流淌,热稳定性好,寒冷冬季柔软,弹塑性能好。

(4)无毒无害,常温冷施工,可灌性好,质量容易控制。

(5)施工简单,造价较低,便于推广应用。

2.2 伸缩缝填料比较

(1)沥青砂浆。沥青砂浆由沥青、矿物填充料和沙子按一定比例组成的混合物。沥青砂浆配合比(重量比)为沥青:水泥:砂 $=1:1:4$ 。按配比将沥青在锅内加热至 180 ,另一锅将水泥与砂搅拌加热至 160 ,然后将沥青徐徐加入水泥砂浆锅内,边倒边搅拌直至均匀即可使用;施工时将温度在 $120\sim 130$ 的沥青砂浆注入缝隙内,填满压实,然后用热烙铁沿缝口烙压,使表面光滑平整并与缝壁粘牢。

优点是施工简单,造价低廉,便于维修;缺点是粘接性能差、弹性小、施工复杂,热塑性差,热熔性施工烫坏下部防渗膜,灌制时不能整齐划一,影响分缝外观。烈日暴晒下,易老化砂浆脱落与混凝土拉开,伸缩缝内形成小洞穴,失去防渗效果,不适应高寒地区防水填缝。

(2)焦油塑料胶泥。主要原料为煤焦油、废聚氯乙烯塑料、癸癸二酸二辛酯、粉煤灰。按配合比将脱水煤焦油加热至 $100\sim 120$,加入废聚氯乙烯塑料、癸癸二酸二辛酯边加边搅拌约 30 min ,待材料全部溶化后,加粉煤灰继续加温搅拌,温度达到 110 即成焦油塑料胶泥。施工工艺为清除缝中杂物,在缝壁刷冷底子油,将熔化好的塑料胶泥装入壶内往缝内灌注,填料与混凝土面齐平,用腻子刀抹压使胶泥与缝壁充分粘结,用刀将多余料清除,使混凝土表面清洁美观。

优点是施工简单,造价低廉,适用于 $-25\sim 60$ 条件下构筑物嵌缝止水;缺点是热熔性施工较复杂,采用高温热灌法施工烫坏下部防渗膜,对于弧形底、U形断面渠道防渗填充较为

收稿日期:2008-03-10

作者简介:毛国新(1968-),男,高级工程师。

困难。对于常用的 PVC 嵌缝胶泥耐老化及耐低温性能不佳,当混凝土表面温度达 60 以上,胶泥常壅起,冬季在 - 30 以下胶泥易脆裂,不适应高寒低温地区防水填缝,热灌法施工与大面积推广渠道防渗不相适应。

(3) 塑料油膏。塑料油膏由煤焦油、聚氯乙烯塑料、二辛酯糖醛、二甲苯与填料配成的弹性塑性膏状物质。施工工艺为清除缝中杂物,在缝壁刷冷底子油,以保证油膏与缝壁牢固粘结;用腻子刀切取油膏用手搓成缝口宽度稍大的长条,将条状塑料油膏嵌入缝内,用腻子刀抹压使胶泥与缝壁充分粘结,并注意油膏顶面大体平整;在油膏面上抹 20 mm 厚的低标号水泥砂浆,并使其顶面与板表面齐平。覆盖砂浆层主要从限制油膏受热后变形和防止塑料油膏老化考虑的。

优点是采用冷嵌法施工,热稳定性好,低温柔软弹性好,黏着力强,老化缓慢,技术简单便于掌握,造价较低;缺点是有一定毒性,因采用冷施工法与缝壁两侧接触不紧密,需刷粘剂,适用于 - 30 ~ 70 条件下构筑物嵌缝止水。用塑料油膏全缝嵌满,夏季高温时油膏发软下垂,继而壅起突出渠板表面,因而需在油膏顶面勾抹砂浆,限制油膏受热后的变形,增加施工工序。

(4) 聚氨酯。聚氨酯为双组反应型止水材料,甲组为含有一定量活性异氰酸酯基的预聚物,乙组分为含有一定量活性羟基的固化剂,施工时在常温下将一定比例的两组充分混合即可成为填缝止水材料。水利工程应用中常采用聚氨酯做嵌缝,苯板或高压闭孔板做填充材料。施工工艺为将填充材料按填缝尺寸裁剪好,浇筑时贴在模板内与混凝土同时浇筑,混凝土板达到初凝后清理板缝,在缝口两侧混凝土表面粘贴不粘纸条,以防嵌填的密封胶涂在两侧混凝土面上影响外观;将两组预聚物按一定比例搅拌均匀,用灌缝壶灌入缝内,嵌入后及时用腻子刀压实刮平,使嵌入缝内的密封胶密实,不得有断头或空洞,表面修饰完成定型后揭去缝口两侧不粘纸即成。

优点是常温冷嵌法施工,具有优良的耐磨性和低温柔软性,应用范围广,适应不同的防水工程,施工技术简便,质量容易保证,无毒、无污染、有利于环保,与混凝土粘结性好,弹性高、延伸率大,高温不流淌低温不脆裂,气密性高,防水性能佳,适用于 - 40 ~ 80 条件下构筑物嵌缝填充,耐老化性好使用寿命可达 15 ~ 20 年,接近混凝土本色外形平滑美观,适宜于大中型防渗渠道;缺点是造价较高,聚氨酯嵌缝与填充料苯板起反应,高温下聚氨酯塌陷脱落。

(5) 聚氨酯砂浆。聚氨酯砂浆是聚氨酯防水涂料与砂浆按一定比例配制而成的一种防水材料。施工工艺为将聚氨酯甲乙两组按 1 : 2 调配好后,再按设计配比加入一定量的水洗砂,搅拌均匀即成聚氨酯砂浆。将填充材料按填缝尺寸裁剪好,浇筑时贴在模板内与混凝土同时浇筑,混凝土板达到强度后,用腻子刀切取聚氨酯砂浆嵌入缝内,用腻子刀抹压使嵌缝料与缝壁充分粘结,刮平表面修饰定型。

优点是聚氨酯砂浆具有聚氨酯防水涂料的一般物理力学性能,粘结强度较高,防渗效果良好,高温不流淌,低温不脆裂,耐老化,冻融后变形收缩小,常温作业可塑性好,施工工艺简单,造价较低。缺点是由于砂子粗细不同,聚氨酯性能不一,在

施工前需进行必要的试验,确定合理的配合比。表 1 为各种填缝材料技术性能表。

表 1 填缝材料技术性能表

| 项 目 | 沥青砂浆 | 焦油塑料胶泥 | 塑料油膏 | 聚氨酯 |
|----------------------------|------|--------|-------|--------|
| 密度/(g · cm ⁻³) | 1.87 | 1.30 | 1.35 | 1.30 |
| 耐热度/ | 90 | 80 | 70 | 80 |
| 耐热下垂度/mm | 4.0 | 2.5 | 3.0 | 1 |
| 低温柔性 | - 20 | - 20 | - 30 | - 40 对 |
| | 无裂纹 | 无裂纹 | 无裂纹 | 折无裂纹 |
| 拉伸粘结强度/MPa | 0.10 | 0.22 | 0.266 | 0.60 |
| 断裂延伸率/% | 20 | 386 | 400 | 300 |
| 弹性恢复率/% | | 88.3 | 82 | 96 |

3 伸缩缝结构设计

混凝土渠道防渗结构衬砌厚度一般 60 ~ 120 mm,伸缩缝间距现浇混凝土板纵横缝为 3 ~ 5 m,预制混凝土板纵缝间距 4 ~ 8 m,横缝间距 6 ~ 8 m,高寒地区取小值。设计缝宽一般 20 ~ 30 mm,缝断面形式主要有梯形、梯形半缝、矩形、矩形半缝,现浇混凝土板因分仓和支模因素多采用矩形缝。不同材料伸缩缝结构设计如图 1。

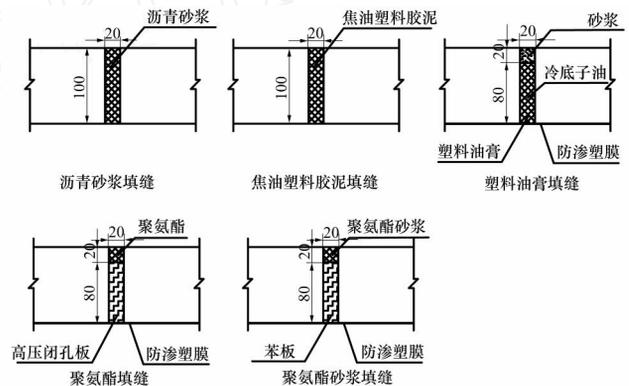


图 1 伸缩结构设计图

4 经济比较

寒冷地区常用伸缩缝填缝材料有沥青砂浆、焦油塑料胶泥、塑料油膏、聚氨酯、聚氨酯砂浆等,对这几种填缝材料进行造价分析比较。采用统一缝宽 20 mm,防渗混凝土板厚度采用 100 mm,对每米长伸缩缝填缝材料造价分析结果见表 2。

表 2 填缝材料单价比较表元/m

| 填缝材料 | 材料成本 | | 人机费用 | 其他费用 | 合计 |
|-------------|------|------|------|------|------|
| | 嵌缝料 | 填充料 | | | |
| 沥青砂浆 | 0.90 | | 1.15 | 0.54 | 2.60 |
| 焦油塑料胶泥 | 2.38 | | 1.28 | 0.96 | 4.62 |
| 砂浆 + 塑料油膏 | 0.07 | 5.01 | 0.98 | 1.60 | 7.66 |
| 聚氨酯 + 高压闭孔板 | 1.32 | 4.00 | 1.15 | 1.71 | 8.18 |
| 聚氨酯砂浆 + 苯板 | 1.25 | 0.36 | 1.15 | 0.72 | 3.48 |
| 聚氨酯 | 6.60 | | 1.15 | 2.05 | 9.80 |
| 聚氨酯砂浆 | 6.27 | | 1.15 | 1.96 | 9.38 |

(下转第 121 页)

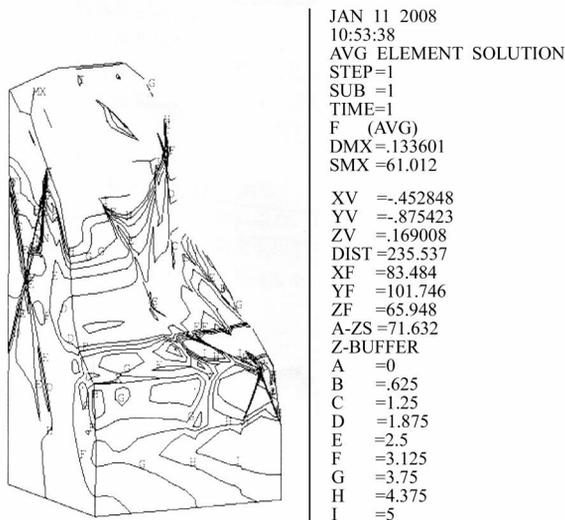


图4 边坡三维整体点安全系数等值线图

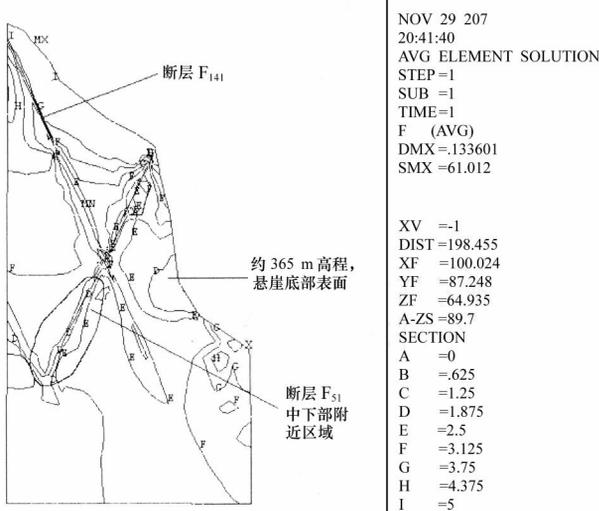


图5 I-I剖面点安全系数等值线图

(上接第 118 页)

由表 2 可知,从每米缝长造价来看,聚氨酯+高压闭孔板>砂浆+塑料油膏>焦油塑料胶泥>聚氨酯砂浆+苯板>沥青砂浆。沥青砂浆、焦油塑料胶泥热熔性材料虽然价格低,但其热施工工艺复杂,并且耐老化及耐低温性能不佳,一般在经历一二个冬夏循环后就会产生渗漏情况,对于要求较高的工程不是很好的选择;如果单纯用聚氨酯或聚氨酯砂浆做为嵌缝材料,其每米造价都很高,从经济和实用的角度来看,这类高分子材料黏结力强,耐高温抗低温,在其下填充低密度可压缩材料是可行的,特别是聚氨酯砂浆+苯板形式造价较低容易推广。

5 结语

热熔性的沥青砂浆、焦油塑料胶泥适应变形能力较差,施工操作不便,熬制温度难以把握,易脆裂脱落,在高寒地区防渗渠道工程中不推荐采用。但由于其性能价格较为优越,在经济条件尚不允许的情况下,在小型预制板防渗渠道可选用。

近。因此可以认为该断面的边坡稳定性是良好的。因为它是 F_{51} 和 F_{141} 切割块体的代表性剖面,同时也是边坡代表性剖面,因此,它也反映了 F_{51} 和 F_{141} 切割块体及边坡整体的稳定性。

5 结语

综合分析,初始应力场的分布符合自重初始应力场的一般规律。由于断层切割和悬崖陡坡甚至有部分倒悬,第一主应力₁出现了部分拉应力区,主要分布在断层以及岩层表面;边坡整体点安全系数一般都大于 1.111,断层切割悬崖形成的块体和断层面的点安全系数一般都在 1.0 以上,因此边坡整体、切割块体的稳定性都是良好的。

由于天然岩体一般都存在大量的节理、裂隙,而计算不可能全面模拟。这些节理裂隙的抗拉强度是很小的,甚至是不能抗拉的,断层一般也是无抗拉强度的。虽然模型计算结果表明边坡的稳定性是有保证的,但考虑到模拟计算的局限性及安全性,对该高边坡的处理提出以下几点建议:清除边坡表面不稳定的和易散落的岩块;对不稳定但又不宜清除或清除后可能进一步导致邻域岩体不稳定的小岩块,采用随机锚杆加固;对于倒悬的岩体,若不能清除,宜采用长锚杆随机支护;鉴于有的断层计算中没有模拟,而且实际上存在大量的节理,甚至有顺坡节理。因此,应根据现场进一步的勘查和开挖情况,进行块体分析,对可能存在的不稳定块体采用随机锚索加固。

参考文献:

- [1] 陈祖煜. 岩质边坡稳定分析[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2005.
- [2] 郑颖人,龚晓南. 岩土塑性力学基础[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1989.
- [3] 朱伯芳. 有限单元法原理及应用[M]. 第 2 版. 北京:中国水利水电出版社,1998.
- [4] 郝方,李维维,郭柏威. 用 ANSYS 做边坡稳定分析[J]. 贵州水力发电,2005.

冷法施工的塑料油膏、聚氨酯、聚氨酯砂浆,从填缝材料力学性能来看在寒冷地区适应变形能力强,从经济角度分析,下部设填充料较省。塑料油膏耐热性好,黏结力较强,技术简单,低温柔软性一般,砂浆+塑料油膏型式,高寒地区小型防渗渠道适宜选择;聚氨酯防水材料施工简便、黏结强防渗性好、抗变形能力强,尤其低温柔软等优良性能,但造价较高,因而聚氨酯嵌缝+高压闭孔塑料板填充料型式,在北方高寒地区大型防渗渠道伸缩缝填料是较理想的选择;聚氨酯砂浆除具有聚氨酯防水涂料一般的物理力学性能外,造价较低是其最大的优点,因此综合分析比较造价、施工和材料的耐久性,聚氨酯砂浆嵌缝+苯板填充料型式,在寒冷地区防渗渠道中值得推广的填缝材料。

参考文献:

- [1] SL18-2004, 渠道防渗工程技术规范[S].
- [2] 李敬玮,郝巨涛,韩本正. 弹性聚氨酯填缝止水密封材料的研究[J]. 水利水电技术, 2005, 36(11): 93-95.
- [3] 姚治邦. 建筑材料实用配方手册[M]. 南京:河海大学出版社, 1991.