



高渗透改性环氧树脂及 OPU 类聚氨酯 在隧洞衬砌裂缝修补中的应用

孙志明

(辽宁省水利水电勘测设计研究院, 辽宁 沈阳 110006)

【摘要】 隧洞裂缝的修补材料有多种, 针对干裂缝、渗水裂缝及衬砌表面缺陷分别采用 EZ-01 高渗透改性环氧树脂、OPU 类聚氨酯、环氧树脂等材料进行修补。本文详细介绍了三种材料的选定及其优点、配合比和施工工艺, 通过压水试验及抽查钻芯取样进行质量检验, 证明 EZ-01 高渗透改性环氧树脂、OPU 类聚氨酯在不同类型裂缝处理中均能取得较好的效果, 降低了造价, 节约了工期, 对同类工程有借鉴意义。

【关键词】 隧洞; 裂缝修补; 高渗透改性环氧树脂; OPU 类聚氨酯

中图分类号: TV554

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2017)06-0056-04

Application of high permeability modified epoxy resin and OPU polyurethane in tunnel lining crack repair

SUN Zhiming

(Liaoning Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute, Shenyang 110006, China)

Abstract: There are many repair materials for tunnel cracks, EZ-01 high permeability modified epoxy resin, OPU polyurethane, epoxy resin and other materials are respectively adopted aiming at surface defects such as dry cracks, water penetration cracks and lining surface defects. In the paper, the selection, advantages, mixing ratio and construction technology of three materials are introduced in detail. The quality is tested through water pressure test and sampling core boring sampling. It is proved that EZ-01 high permeability modified epoxy resin and OPU polyurethane can achieve better effects in the treatment of different cracks, thereby lowering construction cost and saving construction duration. It has reference significance for similar projects.

Keywords: tunnel; crack repair; high permeability modified epoxy resin; OPU polyurethane

1 工程概况

为满足水利水电工程各项任务的需要,在地面以下开凿的各种隧洞称之为水工隧洞,水工隧洞可分为泄洪隧洞、引水发电和尾水隧洞、灌溉和供水隧洞、放空和排沙隧洞等。为了保证水工隧洞安全有效的运行通常需要对隧洞进行衬砌,由于温控措施不严、混凝土

养护不善、混凝土部分仓位存在脱模时间早、局部振捣不到位、洞段局部渗水等影响,隧洞衬砌会产生裂缝^[1]。裂缝的存在会造成洞内高速水流对混凝土衬砌结构产生强烈的冲磨、空蚀作用,给隧洞的整体结构安全、耐久性等带来较大的危害。因此对衬砌裂缝部位做灌浆及修补处理,以确保隧洞的使用寿命和安全稳定运行。

2 隧洞衬砌裂缝修补方案

2.1 裂缝处理原则

规范中混凝土裂缝修补原则主要有以下两条: ①应按成因与性状选择适当的修补方法; ②应根据裂缝的性质选择合适的修补材料和修补时机。水利规范中常用 4 种方法处理。

2.1.1 涂刷法

利用混凝土表层网状裂纹的毛细作用或微细独立裂缝(裂缝宽度 $\leq 0.2\text{mm}$)吸收低黏度且具有良好渗透性的修补胶液, 封闭裂缝通道。适用于浆材难以灌入细而浅的裂缝, 以及深度未到达钢筋表面的裂缝。

2.1.2 粘贴法

采用土工膜或者其他柔性贴片等结合相配套的界面剂, 密实、牢固、平整地粘贴在基层混凝土表面。适用于大面积漏水(蜂窝麻面等不易确定具体渗水位置、变形缝, 裂缝宽度 $\leq 0.2\text{mm}$ 等)的防渗堵漏。

2.1.3 凿槽嵌填法

在构件表面沿裂缝走向骑缝凿出深度、宽度为 5~6cm, 并延缝的两端延长 5~20cm, 在槽面晾干或烘干后涂刷界面剂, 然后填充刚性或柔性材料。适用于修补较宽的裂缝(裂缝宽度 $\geq 0.5\text{mm}$)、深度较浅的裂缝或者裂缝中有填充物, 用灌浆法很难达到效果的裂缝, 该处理方法简单, 费用低。

2.1.4 灌浆法

利用灌浆设备(压力 0.2~0.5MPa)将补缝材料注入混凝土裂缝($0.2\text{mm} < \text{裂缝宽度} < 0.5\text{mm}$), 达到闭塞的目的。灌浆法适用范围较广, 从小裂缝到大裂缝均可适用, 处理效果明显。

裂缝处理应依据规范裂缝处理原则并结合现场实际情况, 考虑总工期及造价问题, 可将裂缝分三类: ①缝宽大于 0.3mm 的干裂缝; ②小于 0.6mm 的漏、渗水裂缝; ③小于 0.3mm 的细微裂缝。对三种性质的裂缝采用三种不同性质的修补材料进行修补, 对于细微裂缝③采用涂刷法处理, 干裂缝①用(不带压力)灌浆处理, 漏、渗水裂缝②采用(带压力)灌浆处理方法。漏、

渗水裂缝处理, 可在固结灌浆后进行。裂缝处理原则上在低温季节进行。

2.2 裂缝修补材料选择

裂缝修补材料有多种, 针对隧洞衬砌裂缝的实际情况分析^[2], 表面浅裂缝主要采用环氧树脂浆液处理, 该浆液由环氧树脂、固化剂、稀释剂等组成, 材料强度高、抗冲腐蚀性好、耐磨性强, 性能优良且施工方便、快捷, 不需要加热, 无毒无污染。缝宽大于 0.3mm 的干裂缝比较多, 采用 EZ-01 高渗透改性环氧树脂处理, 该材料具有较高的渗透性, 能沿混凝土的毛细管道自外向内渗入 3~10mm, 固化后形成一个固结增强膜, 抗渗压力高, 渗入混凝土内部起到修复补强的作用, 以提高抗裂能力, 耐腐蚀性良好, 施工中可不用带压力施工, 裂缝表面封闭后直接灌浆处理, 不受灌浆设备影响, 极大提高施工效率。对于漏、渗水裂缝处理选用 OPU 类聚氨酯进行处理, 该种材料抗渗压强能达到 0.68MPa 以上, 比一般防水材料高很多, 抗压强度 4.9~19.6MPa, 能较好起到补强加固作用。在灌浆机的压力下挤入裂缝中, 遇水反应产生硬质泡沫, 慢慢把水挤出来, 膨胀率大, 不收缩, 对基层有很强的黏着力、韧性好、化学性能极佳。

2.3 修补材料配合比

2.3.1 缝宽大于 0.3mm 的干裂缝修补配比

选用 EZ-01 高渗透改性环氧树脂, 分 A、B 组分, 其中 A 组分: 环氧树脂 100, 二丁脂 20, 稀释剂 20~30; B 组分: 乙二胺 15, 改性剂 8。

注浆配比(质量比): A 组分 5~6, B 组分 1~1.5。

2.3.2 漏、渗水注浆修补配比

选用 OPU 类聚氨酯。

注浆配比(质量比): 聚氨酯 100, 稀释剂 10~20。

2.3.3 细微裂缝修饰配比

a. 环氧树脂。A 组分: 环氧树脂 100, 二丁脂 20, 稀释剂 20~30; B 组分: 乙二胺 15, 改性剂 8。

b. 表面修饰材料配比。配比(质量比): A 组分 5~6, B 组分 1~1.5, 填料配合比: 白水泥 3, 施工水泥 1, 修补胶 1~2。



3 隧洞衬砌裂缝修补施工工艺

3.1 缝宽大于 0.3mm 的干裂缝注浆修补

工艺流程见图 1。

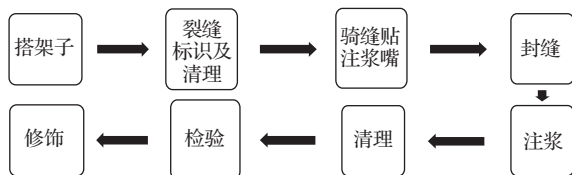


图1 干裂缝注浆修补工艺流程

3.1.1 搭架子

用轻便脚手架搭建修补工作平台,以求稳固、安全,且有安全防护措施,便于修补操作。

3.1.2 裂缝标识及清理

裂缝修补前要对裂缝的分布、长度和宽度进行测量,并做记录。沿裂缝宽约 10cm 范围内的混凝土表面进行清理,不得存有松动浮渣。裂缝中不得进入水或被尘土堵塞,必要时可用吸尘器吸除裂缝中尘土。

3.1.3 骑缝贴注浆嘴

用环氧树脂胶泥,沿着裂缝骑缝把注浆嘴贴好,每隔 200~300mm 贴一个注浆嘴,也可根据裂缝的具体情况加密或减少。

3.1.4 封缝

用环氧树脂胶泥把注浆嘴之间的裂缝表面封死,不得漏浆。

3.1.5 注浆

竖向缝从下至上注浆,待上一个注浆嘴出浆时,在其注浆嘴上安装吸满浆液的注浆器饱压,再继续上一个注浆嘴的注浆,依次类推,直到注完为止^[3]。横缝可从左向右或从右向左注浆。注浆时若贴注浆嘴的胶泥或封缝胶泥漏浆,要迅速堵漏,待不漏浆时,再继续注浆。

3.1.6 清理

待浆液硬化后,清理掉注浆嘴及封缝胶泥,用角磨机打磨平整。

3.1.7 检验

采取取芯及压水试验两种质量检查方法进行检查。

3.1.8 修饰

使用机械或手工的方法,把已调好颜色和混凝土本色基本一致的高分子水泥浆液,涂刷或喷涂已完浆并打磨平整的混凝土表面即可。

3.2 漏、渗水裂缝注浆修补

工艺流程见图 2。

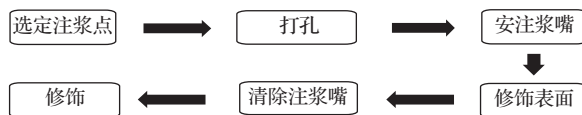


图2 漏、渗水裂缝注浆修补工艺流程

3.2.1 选定注浆点

如表面混凝土有漏、渗水,要根据漏、渗水裂缝的走向和部位,确定打孔点,每隔 200~500mm 打一个注浆孔。

3.2.2 打孔

对准选定的注浆点,用直径 14cm 钻头打孔,孔深根据混凝土衬砌厚度确定。

3.2.3 安放注浆嘴

用电钻打孔且置入注浆嘴,注浆嘴需露出混凝土表面不少于 20mm,便于操作,拧紧,以封闭浆液,减少外溢。

3.2.4 注浆

用高压注浆管连接注浆机与注浆嘴,用注浆机注浆,设计注浆压力 0.5MPa^[4]。

3.2.5 清除注浆嘴

待注浆材料充分凝固后,拆除注浆嘴,用环氧树脂封闭,待凝固后用细磨片磨平。

3.2.6 表面修饰

在已打磨平整的混凝土表面,用手刷或喷涂已调好颜色和混凝土本色基本一致的高分子水泥浆液。

3.3 细微裂缝及局部缺陷修补

3.3.1 清理缺陷表面或细微裂缝

清理缺陷表面用角磨机打磨缺陷表面或细微裂缝,把松动的地方清理掉^[5],若有油渍,用稀释剂清理干净。

3.3.2 缺陷表面找平

找平缺陷表面用抹子将环氧树脂胶泥仔细均匀抹平缺陷部位。

3.3.3 喷涂混凝土表面

喷涂混凝土表面,待环氧树脂硬化后,用角磨机打磨,然后喷涂一边和混凝土颜色基本一致的高分子水泥浆液。

4 裂缝质量检查

对于化学灌浆处理的裂缝,参照衬砌混凝土设计强度值龄期,待灌浆结束 28d 后对裂缝处理质量进行检测,主要采用压水试验的检测方法。为了对裂缝灌浆质量进一步检查,采取抽查取芯的方式对裂缝处理质量进行检查,主要检查灌浆饱满度和密实度。

4.1 压水试验检查

贯穿性裂缝、深层裂缝和对结构整体性影响较大的裂缝,每条缝至少布置一个检查孔。其他裂缝每 100m 布置不少于 3 个检查孔;当处理总长度小于 100m 时,需布置 3 个检查孔。布孔位置现场选定,并进行压水试验。现场 7 个检查孔压水试验压力试验值为 0.3MPa,均能稳压 10min 以上,由此判定灌浆饱满密实。

4.2 取芯质量检查

可采用 $\phi 100$ 取芯钻机,对 EZ-01 高渗透改性环氧树脂及 OPU 类聚氨酯两种处理方法处理的裂缝进行取芯检查,共取芯两处。芯样长度分别为 30cm、27cm,芯样完整性良好,根据芯样外观质量,可以看出灌浆填充物饱满度密实。

5 结 语

输水隧洞衬砌混凝土质量要求较高,在施工中受各种因素影响,难免会产生各种裂缝。隧洞裂缝修补首先根据现场实际情况结合规范对裂缝进行标识分

类,然后对不同形式的裂缝采用具有针对性的处理材料进行处理,该种裂缝处理方案具有以下优点:

a. 针对隧洞衬砌不同性质的裂缝采用不同的处理方法,在质量检查中通过压水试验及随机钻芯取样,观察到灌浆材料能穿透结构裂缝内部进行固化、稳定,且效果明显,满足要求,保证了衬砌结构整体稳定性,灌浆材料的选定是合理的。

b. 采用环氧树脂处理隧洞衬砌浅表裂缝单价约为 260 元/m,采用高渗透改性环氧树脂处理大于 0.3mm 的干裂缝单价约为 780 元/m,采用 OPU 类聚氨酯处理漏、渗水裂缝单价约为 820 元/m,三种方案结合使用工程投资总造价比单一的处理方案节省许多,处理效果明显。

c. 隧洞裂缝处理过程中不同类别裂缝处理材料及工具不同,彼此作业面独立、互不干扰,除渗水裂缝依赖于灌浆设备外,其余性质裂缝可以同时处理,工人处理灵活性比较好,大大缩短了裂缝处理工期,降低了成本。

隧洞裂缝处理过程,应依据规范要求并结合现场实际情况,在较短的时间内对隧洞的裂缝进行针对性的处理,既能满足工程的结构安全及耐久性要求,又降低了成本,节约工期。◆

参考文献

- [1] 渠雪梅. 水工隧洞混凝土缺陷成因、预防措施及处理方案[J]. 山西水利科技, 2013; 44-45.
- [2] 陈晋阳, 李洪生. 中小型隧洞混凝土裂缝缺陷修补处理技术[J]. 小水电, 2013(3): 97-99.
- [3] 史忠义, 杨伟, 张海霞. 三里坪电站引水隧洞混凝土施工及缺陷处理[J]. 人民长江, 2012, 43(6): 74-78.
- [4] 张秀梅, 孙志恒, 夏世法, 等. 无损检测及混凝土裂缝处理[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2007, 5(2): 158-161.
- [5] 李维洲. 环氧砂浆在隧洞衬砌混凝土质量缺陷处理中的应用[J]. 甘肃水利水电技术, 2012, 48(10): 59-60.