

# 南水北调渠道工程混凝土质量缺陷的处理

马栋梁

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川 成都 610072)

**摘要:**结合南水北调中线南阳二标渠道工程混凝土缺陷处理施工实例,重点阐述了渠道面板混凝土缺陷产生的原因并对其进行了分析,对气泡、蜂窝、麻面、错台、表面平整度、裂缝等质量缺陷制定了相应的处理措施并予以实施,使渠道衬砌混凝土达到了规范及外观美观的要求。

**关键词:**南水北调渠道;混凝土;缺陷;处理

**中图分类号:**[TV91];TV544;TV523;TV52

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2016)06-0095-04

## 1 工程概况

南水北调中线一期工程南阳段第二施工标段总干渠桩号 TS94 + 365 ~ TS100 + 500 全长 6.135 km,其中十二里河渡槽长 275 m,明渠长 5 860 m,渠道过水断面为梯形,全渠段采用混凝土衬砌,渠坡厚度为 10 cm,渠底厚度为 8 cm。混凝土衬砌强度等级为 C20,二级配,抗冻标号为 F150,抗渗标号为 W6;高填方渠段一侧内坡、渠底及填筑缺口采取加强措施范围的衬砌面板,采用 C20ECC 纤维混凝土。

2013 年渠道混凝土衬砌完工后,经专项质量检查发现混凝土面板受施工温度、气候、浇筑工艺

及养护等因素影响,局部渠道衬砌混凝土面板出现了外观质量缺陷;主要缺陷类型有表面不平整、麻面、裂缝、表面蜂窝、气泡等。为使渠道衬砌混凝土达到规范及外观美观的要求,项目部采取了专项处理措施,对外观质量缺陷进行了处理。

## 2 质量缺陷种类、判别标准及产生原因分析

### 2.1 质量缺陷种类和判别标准

该工程渠道衬砌混凝土结构质量缺陷根据《南水北调中线干线工程混凝土结构质量缺陷及裂缝处理技术规定》分为以下几种,具体缺陷分类及标准见表 1。

### 2.2 缺陷产生的原因分析

表 1 混凝土结构外观质量缺陷判别、分类标准表

| 项目   | 区域     | 质量标准               | 内容                            | I 类                            | II 类                               |
|------|--------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 外部尺寸 | 渠道衬砌工程 | 宽度允许偏差 $\pm 30$ mm | 检测合格率                         | $\geq 60\%$                    | $< 60\%$                           |
| 不平整度 | 渠道衬砌工程 | 不大于 10 mm/2 m      | 检测合格率                         | $\geq 60\%$                    | $< 60\%$                           |
|      | 蜂窝空洞   |                    | 累计面积 $< 5\%$                  | 累计面积/%<br>单个面积/m <sup>2</sup>  | $\leq 10\%$<br>$\leq 0.02$         |
| 表面缺陷 | 气泡     | 累计面积 $< 5\%$       | 累计面积/%<br>单个直径/mm             | $\leq 10\%$<br>$\leq 10$ mm    | $> 10\%$<br>$> 10$ mm              |
|      | 缺损掉角   | 累计面积 $< 5\%$       | 累计面积/%<br>单个面积/m <sup>2</sup> | $\leq 10\%$<br>$\leq 0.15$     | $> 10\%$<br>$> 0.15$               |
|      | 裂缝     | 不得出现               | 缝宽/mm<br>缝长/cm<br>缝深          | $< 0.2$ mm<br>$< 200$ cm<br>较浅 | $> 0.2$ mm<br>$> 200$ cm<br>穿透结构厚度 |

注:表面缺陷面积主要包括麻面、蜂窝、空洞、气泡、缺损掉角、挂帘、高度小于 1 cm 错台。

#### 2.2.1 混凝土表面产生蜂窝、麻面、气泡的原因

(1)混凝土配合比不准确或材料、用水等计量不准确,造成砂浆少而石子多。

(2)混凝土搅拌时间短,没有拌和均匀,混凝

土和易性差,振捣不密实。

(3)混凝土下料不当,如混凝土依次下料过多,没有分段分层浇筑,因而振捣不实或下料与振捣配合不好,尚未振捣又下料而造成漏振等均会造成混凝土离析产生蜂窝。

收稿日期:2016-06-06

(4)模板孔隙未堵好或模板支设不牢固,振捣混凝土时模板移位,造成严重漏浆、“烂根”,形成蜂窝。

(5)模板表面粗糙或清理不干净,钢模板隔离剂涂刷不均匀或局部漏刷,致使拆模时混凝土表面粘损。

(6)木模板浇筑混凝土前没有湿润或湿润不够,浇筑时与模板接触的混凝土水分被模板吸去,致使其表面失水过多而出现麻面。

(7)板接缝拼装不严密,浇筑时形成漏浆,沿板缝位置混凝土面出现麻面;混凝土振捣不密实,其气泡未排除,一部分气泡停留在模板表面而形成麻面。

### 2.2.2 混凝土外部尺寸变形及表面不平整的原因

(1)模板安装不稳固、不牢靠,致使在混凝土浇筑过程中局部涨模。

(2)振捣离模板太近且功率大、时间长,致使模板变形跑模。

(3)模板使用时间长或存放不规范等造成模板本身变形。

### 2.2.3 混凝土表面产生裂缝的原因

(1)使用收缩率较大的水泥、水泥用量过多

或使用过量的粉砂。

(2)混凝土水灰比过大,模板、垫层过于干燥,导致在混凝土浇筑过程中模板和垫层吸水大。

(3)混凝土浇筑完成后,对其表面没有及时进行覆盖,受风吹日晒,表面游离水分蒸发过快而产生急剧的体积收缩,此时混凝土早期强度低、不能抵抗这种变形应力而产生裂缝。

(4)在混凝土硬化时,由于其内部温度与外界的温差过大而产生温度裂缝。

(5)浇筑在渠道斜坡上的混凝土由于重力作用有向下流动的倾向,也是导致裂缝出现的原因。

## 3 针对混凝土表面缺陷采取的处理措施

### 3.1 缺陷修补材料

#### 3.1.1 预缩砂浆

水泥:中联 P. 042.5 水泥;砂子:竹园寺沙场中砂;水:生活用水。

根据《混凝土常见质量缺陷处理作业指导》(中线局工[2007]19号)文件中的相关要求,砂浆强度等级应高于同部位混凝土一个等级。施工时,施工人员要根据使用量控制拌和量(控制3h内用完),按照配比称量后人工干拌3遍,加水翻拌均匀,加盖塑料布堆放6~10min后使用。该标段修补用M40砂浆配合比见表2。

表2 M40预缩砂浆配合比表

| 修补选用的砂浆强度等级 | 水泥 | 砂  | 水 | 高性能减水剂 |
|-------------|----|----|---|--------|
| M40         | 10 | 13 | 3 | 0.04   |

#### 3.1.2 丙乳砂浆

M40丙乳水泥砂浆配合比亦选用《混凝土常

见质量缺陷处理作业指导》(中线局工[2007]19号)文件中的砂浆配合比(表3)。

表3 M40丙乳水泥砂浆配合比表

| 丙乳水泥砂浆强度 | 水泥(P·042.5) | 砂   | 水   | 丙乳  |
|----------|-------------|-----|-----|-----|
| M40      | 1           | 2.3 | 0.2 | 0.3 |

#### 3.1.3 修补用混凝土

水泥:中联 P. 042.5 水泥;粉煤灰:南阳鸭河口F类I级粉煤灰;减水剂、引气剂:河北省外加剂厂;砂子:竹园寺沙场;碎石:牡丹堽石料厂;水:生活用水。

根据中线局《混凝土结构质量缺陷及裂缝处理技术规定》第7.2.2条的规定,“对于孔径≥20mm,深度≥50mm的空洞,应浇筑高于母体一级标号的混凝土”。因此,该标段修补用混凝土配合比为经监理审批的备用配合比中选用(表4)。

表4 修补混凝土配合比表

| 序号 | 衬砌混凝土强度等级 |     | 修补混凝土强度等级 |     | 修补用混凝土配合比 /m <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup> |     |     |       |       |       |     |
|----|-----------|-----|-----------|-----|---|-----|-----|-------|-------|-------|-----|
|    |           |     |           |     | 水泥  | 粉煤灰 | 砂   | 骨料    | 减水剂   | 引气剂   | 水   |
| 1  | C20W6F150 | 二级配 | C30W6F150 | 一级配 | 293   | 92  | 690 | 1 094 | 2.695 | 0.027 | 154 |

#### 3.1.4 水泥浆

水泥:P. 042.5 水泥;水:饮用水;浓水泥浆:

水灰比为0.4~0.45。

### 3.1.5 聚硫密封胶

采用与衬砌板分缝填充相同的密封胶,合理调整双组份胶,凝固后产生灰白色的颜色,与混凝土颜色相近。

## 3.2 缺陷修补措施

### 3.2.1 气泡修补

对于直径小于5 mm的气孔,先采用毛刷沾水清除孔内杂物后,再用毛刷沾水泥浆填充、铁抹子在有气泡的混凝土表面反复挤压,直到混凝土表面见不到气孔的痕迹。修补完成后用胶带粘贴、养护膜覆盖养护。当混凝土表面水泥浆出现风干现象后,及时采用干抹布将混凝土表面的水泥浆擦除,达到水泥浆充填密实、混凝土表面清洁的目的。

对于直径大于5 mm的气孔,先扩孔清洗,再采取填补的方式,用预缩砂浆将气孔填充密实,然后用干抹布将混凝土表面砂浆擦除。

### 3.2.2 蜂窝、麻面的修补

#### (1) 凿除。

将缺陷部位松散混凝土凿除至密实面。采用墨斗将缺陷范围弹出,凿成规则形状,避免出现锐角部位。凿除蜂窝时,应垂直混凝土表面施工,避免修补砂浆与保留混凝土成尖角搭接,并控制周边修补厚度不小于1 cm。

#### (2) 修补。

混凝土表面蜂窝采用水泥预缩砂浆修补。修补前,先将混凝土修补基面用水枪浇水湿润(基面混凝土处于饱和状态),用抹布沾干内部积水,再用毛刷刷浓水泥浆,最后分层填塞预缩砂浆、橡皮锤夯实,然后采用铁抹子反复抹压收面,表面采用养护膜与棉被进行保湿、保温养护。

#### (3) 检查验收。

养护7 d后,用锤敲击修补材料表面,声音清脆者为合格,声音发哑者应凿除后重新修补。为辨别敲击声音,可采取敲击未修补混凝土面的方式与修补部位作对比,声音保持一致者为合格,验收合格后认真填写验收记录并签名。

### 3.2.3 错台、表面平整度超标的缺陷处理

#### (1) 凿除。

采用砂轮机清除衬砌板表面的混凝土,直至露出密实的混凝土面。对局部混凝土高出设计表

面引起的错台和突出先进行测量放样,确定需要凿除的深度,错台表面用砂轮机打磨光滑、平顺。

#### (2) 修补。

为确保衬板厚度,对于局部凹陷部位的处理,采取补坡的方式形成与周边混凝土表面的顺接。其衔接坡应尽量平顺,但要求控制凿毛区外缘与周边混凝土表面形成高度不小于10 mm的台阶,防止衔接处填补厚度过小而容易造成脱落。修补前,先将混凝土修补基面用水湿润(基面混凝土处于饱和状态),用抹布沾干内部积水,再用毛刷刷浓水泥浆,最后分层填塞预缩砂浆、木棒捣实,直至表面泛浆,铁抹子收面,表面采用养护膜进行保湿养护。

### 3.2.4 裂缝缺陷的处理

#### (1) 非贯穿性裂缝的处理。

对普通混凝土面板非贯穿性裂缝不作处理;对于非贯穿性裂缝数量较多、外观质量较差的,可采取丙乳水泥浆将整块衬砌板涂刷,且颜色尽量与相邻衬砌面板一致,然后用湿毛巾将多余的浆体擦干净,用小块养护膜小心地将缝覆盖保湿。

#### (2) 贯穿性裂缝的处理。

① 凿槽:先用墨斗沿裂缝两侧弹线,两线间距离控制在1~1.5 cm,然后由工人用手砂轮机沿线切割,切割时砂轮机与衬砌面板成30°夹角,最终形成的槽为梯形,最后采用人工凿除缝内混凝土的方法,槽深不小于2 cm且凿痕尽量相对平顺(图1)。

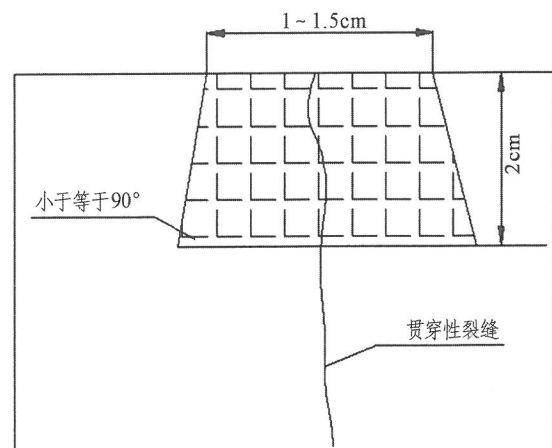


图1 混凝土贯穿性裂缝凿槽图

② 填充材料:填充材料选择与渠道嵌缝材料一致的双组份聚硫密封胶。施工时,要求厂家将

双组份聚硫密封胶颜色尽量调成与渠道衬砌面板颜色一致的灰色。

### ③密封胶填充工艺。

清缝:检查缝的深度和宽度,看其底部平坦、宽度是否均匀,对于不符合要求的做补切缝处理;采用风机和水枪等清除缝内的浮浆、混凝土细渣、浮尘等杂质;缝壁应干净、干燥。

填充:为保证线条均一美观,注胶前先用纸质胶带在缝两侧贴出两条线以防污染基面。注胶完成后,再将胶带去除;注胶饱满,用刮刀压紧刮平;压力注胶后及时检查,如有凹凸不平、气泡、粗糙外溢、表面脱胶、下垂等现象时应及时修补整齐;密封胶表面干燥及固化期间应注意保护,避免雨水等侵入缝内。

### 3.3 缺陷修补质量的控制

在每项缺陷修补施工前,作业队施工技术人员应配合质检人员对缺陷进行详细检查,认真做好缺陷记录。严格按“三检”制度对缺陷修补的每道工序进行检查,修补处理的每道工序应有相应的质量检查记录。只有当上一道工序验收合

(上接第70页)

对于掺加剂的掺和要适量,按规范要求进行添加。

### 4.2 控制好混凝土的拌和质量

将时间控制在2 min,不能忽长忽短,同时控制好水量、混凝土拌和均匀,随时检测拌好混凝土的塌落度,使混凝土具有良好的和易性。

### 4.3 控制好混凝土的浇筑

浇筑混凝土时要选择合适的温度;混凝土的振捣要有次序的分层振捣,严格控制好振捣时间,确保预埋件和预应力筋底部混凝土的密实度。对于外露的面层,要保证其平整。

### 4.4 精心安排施工,避免炎热天气施工

浇筑后的混凝土应养护合理,防止因温度变化产生裂缝,确保充足的养护时间,确保混凝土表面处于湿润状态,施工工艺要严格按技术标准进行。

在混凝土梁体间和基座的顶面涂一层塑料膜或滑石粉,用以解除对梁体的约束,保证梁体的自由伸缩。

格后方可进行下一道工序施工。若发现有一道工序未按工艺要求实施的,其缺陷修补视为不合格,必须返工,不留质量隐患。对重要部位的缺陷修补,应有质检员进行全过程跟踪检查以确保工程质量。对用于缺陷修补的材料必须进行严格控制,分批购进的材料应按要求进行质量检验,并将检验结果报送监理机构确认,只有经检验合格的材料才能用于缺陷修补。

## 4 结语

南水北调渠道工程过水断面混凝土外观质量要求相对较高,混凝土面板受施工温度、气候、浇筑工艺以及养护等因素影响而产生表面不平整、麻面、裂缝、错台、表面蜂窝、气泡等质量缺陷。通过实施缺陷处理措施,修复后不影响其使用功能、混凝土外观验收均达到质量标准的要求,取得了良好的效果。

作者简介:

马栋梁(1983-),男,甘肃兰州人,工程师,学士,一级建造师,监理工程师,从事建设工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 5 结语

通过分析总结T梁混凝土裂缝产生的原因并有针对性地采取有效措施予以治理,说明T梁混凝土裂缝是能够预防和控制的。导致T梁混凝土产生裂缝的原因主要包括施工、选材、配比、养护、设计等各个环节。现场施工技术人员应多比较、多察看,对发生的问题要认真进行分析、总结,结合采用各种相关预防T梁混凝土裂缝的处理措施来减少混凝土表面裂缝的产生,以提高混凝土的施工技术水平。

参考文献:

- [1] 张俊平. 桥梁检测[M]. 北京:人民交通出版社,2013.
- [2] 赵国藩,李树瑶,廖婉卿,等. 钢筋混凝土结构的裂缝控制[M]. 北京:海洋出版社,2013.

作者简介:

张立梅(1980-),女,吉林德惠人,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)