

南水北调渠道混凝土裂缝的预防与处理试验

张国平

(中国水利水电第七工程局有限公司,四川 成都 610213)

摘要:南水北调中线工程的输水渠道以薄壁混凝土为主,其受地形、地质条件、气候及施工工艺等因素影响极易出现裂缝。混凝土浇筑前,参建单位进行了多次工艺试验,总结出一系列有效的防范与治理措施并广泛应用于渠道混凝土工程,成功保证了工程实体和外观质量,为类似工程的施工积累了宝贵的经验,具有一定的借鉴意义。

关键词:南水北调;渠道;混凝土裂缝;预防与处理

中图分类号:TV7;TV52;TV523

文献标志码: B

文章编号:1001-2184(2024)06-0051-04

Concrete Crack Prevention and Treatment Test in South-to-North Water Diversion Project

ZHANG Guoping

(Sinohydro Bureau 7 Co., LTD., Chengdu Sichuan 610213)

Abstract: The water transmission channel of the South-to-North Water Diversion Project is mainly thin-wall concrete, which is affected by terrain, geology, climate and construction technology, and is prone to cracks. Before the concrete pouring, the participating units took several process tests, summed up a series of prevention and treatment measures and were widely applied, which successfully ensured the quality of the project entity and appearance, accumulated valuable experience for similar projects, and had certain reference significance.

Key words: South-to-North Water Diversion Project; Channel; Concrete cracks; Prevention and treatment measures

1 概述

南水北调中线工程全长 1 432 km,工程设计输水流量为 350 m³/s,加大输水流量为 420 m³/s。该输水渠道以薄壁混凝土为主,其中膨胀土及地质缺陷段采用单层钢筋网片,混凝土的衬砌厚度均为 15 cm;弱膨胀土段采用素混凝土,衬砌厚度为 8~10 cm^[1]。鉴于所建渠道混凝土受地形、地质条件、气候及施工工艺影响较多,极易出现裂缝。对此,在混凝土浇筑前,参建单位进行了多次工艺试验,总结出一系列有效的防范与治理措施并在混凝土施工中广泛应用,成功保证了工程实体和外观质量,为类似工程积累了宝贵的经验,具有一定的借鉴意义。

2 裂缝成因分析

通过两次试验过程分析得知:渠道混凝土裂缝产生的原因主要与气候环境、基础面稳定性、浇筑与养护工艺、切缝时间等密切相关^[3]。

2.1 第一次试验

项目部工程技术人员选择有代表性的渠段进行了第一次浇筑试验,所采用的试验工艺为:

(1)基础面条件:该渠道底板为弱膨胀土开挖基础,局部轻微渗水;渠道边坡为填筑段,大面采用碾压机碾压密实,削坡后局部松散。

(2)施工环境:随机选取,混凝土浇筑当日天气晴朗,气温为 27℃,微风。

(3)技术参数:结合设计与传统工艺模拟试验,将混凝土的浇筑厚度定为 10 cm,塌落度定为 8 cm,对于其底板和边坡采取溜槽送料入仓的方式,人工振捣密实。

(4)切缝:7 d 后切缝。

(5)养护:混凝土终凝后采取人工洒水养护的方式,养护期为 28 d。

第一次试验过程的记录与结果分析:

(1)溜槽送料入仓其塌落度损失约为 2 cm,需要采用人工配合处理。

收稿日期:2024-01-10

(2)存在渗水点、松散点的部位其混凝土稳定性差。

(3)存在渗水点、松散点的部位在混凝土初凝后首先出现龟裂,其他部位随后出现龟裂。

(4)混凝土随着初凝后出现的细小龟裂逐步扩散、扩大,至 15 d 后出现了不同程度的裂缝,且其具有不规则性,最大开度为 25 μm ,最大长度为 2 506 mm。

(5)混凝土养护不连续。

试验段渠道底板混凝土裂缝见图 1,试验段渠道边坡混凝土裂缝见图 2。



图 1 试验段渠道底板混凝土裂缝示意图



图 2 试验段渠道边坡混凝土裂缝示意图

2.2 第二次试验

项目部工程技术人员在第一次混凝土浇筑试验的基础上进行了第二次试验,以改进第一次试验时存在的不足。第二次试验采用的改进措施为:

(1)完善基础面质量:妥善引排或封堵渠道渗水(含泉眼),浇筑基础面清洁、无积水;填方压实度满足设计要求并保留一定的沉降期;对不良地质体和松散体进行剔除清理至密实处,基础及填筑体稳定^[2]。

(2)改进混凝土施工工艺:底板采用天泵送料入仓,人工振捣;边坡采用衬砌机自动送料、振捣,局部由人工辅助振捣。

(3)改变切缝工艺:单项工艺试验结果证明:混凝土浇筑完成后一般在 2 d 内其抗压强度能够达到 2~3 MPa,且施工人员及切割机在切缝作业时不会造成混凝土表面损坏,由此而决定在 2 d 内进行切缝。

(4)改变混凝土养护工艺:浇筑收面后及时采用浸湿的草苫、草帘、毡布等覆盖养护,终凝后安排专人连续养护,养护时间不少于 28 d。

第二次试验过程的记录与结果分析:

(1)基础处理合格后在混凝土浇筑过程中无滑脱等不良情况出现,稳定性好。

(2)底板采用天泵、边坡采用衬砌机自动送料入仓后,混凝土的塌落度损失在 1 cm 以内,其流动性、黏聚性与保水性良好,无需进行人工处理。

(3)混凝土浇筑一边收面、一边跟进采用毡布保湿覆盖养护,终凝后由专人连续洒水养护 28 d,过程受控。

(4)混凝土浇筑后 2 d 内的抗压强度为 2~3 MPa,及时安排专人切缝。

(5)混凝土浇筑至养护期完成,未发现龟裂、裂缝。

第二次试验待混凝土浇筑 28 d 后的试验段渠道底板及边坡混凝土情况见图 3。



图 3 试验段渠道底板及边坡混凝土示意图

3 防范措施

根据裂缝成因试验,项目部技术人员制定了

以下渠道混凝土裂缝防范措施^[4]。

(1)充分保证建基面质量:建基面无积水、无外来水、无松散体和薄弱带,无不均匀沉降,整体应清洁、稳定。

(2)充分保证混凝土的浇筑质量:混凝土材料应质量合格、配合比选取正确,并应避免塌落度损失偏大;浇筑温度、湿度应适宜,对不良环境应采取棚盖浇筑;混凝土的浇筑应保持连续性,振捣应密实^[5]。

(3)充分保证混凝土的养护质量:衬砌混凝土抹面完成后应及时将草苫、草帘、毡布等浸湿后进行覆盖养护,或采取贴膜养护;干热风天气施工时,宜采用喷雾器不间断喷雾以改善混凝土施工部位的环境湿度;当出现低温或负温天气时,应采取有效的保温措施;混凝土终凝后,应安排专人按养护期要求连续养护^[6]。

(4)及时跟进切缝:切缝施工宜在衬砌混凝土抗压强度为 1~5 MPa,且施工人员及切割机在切缝作业时不造成混凝土表面损坏时进行,具体的切缝时间应通过同条件养护的试块抗压强度确定。

4 裂缝处理试验

4.1 试验工艺

项目部技术人员利用第一块“试验田”按照南水北调工程有关裂缝处理的技术文件要求,对裂缝进行了处理试验,其工艺措施为:

(1)贯穿性裂缝的处理

第一步凿槽:先采用手提式切割机沿裂缝两侧切缝,然后由人工采用铁锤及铁钎进行缝内混凝土的凿除。凿槽成矩形或燕尾形,槽深不小于 2 cm,槽宽为 1~1.5 cm,凿槽应尽量相对平顺。



图 4 试验段渠道混凝土贯穿性裂缝处理过程照片

5 渠道混凝土浇筑实施效果评价

渠道混凝土施工期间,对其基础面采取了四方联合验收机制并验收合格,填方基础压实质量

第二步清理基面:使用钢丝刷将混凝土待涂刷部位打磨干净并除去浮尘,外露密实面并保持基面干燥。

第三步粘贴胶带:在槽边 2 cm 两侧沿凿槽粘贴胶带,其走向与刻槽走向相同,应尽量做到规则、美观。

第四步涂刷界面剂:密封胶填塞前再次将凿槽清理干净,随即涂刷界面剂,待槽内混凝土表面稍干、不粘手后开始涂刷密封胶。

第五步随界面剂涂刷跟进填充密封胶:按照说明书上的比例进行调配,机械拌合均匀;将拌和好的涂料用刮刀分两次刮涂填槽,涂料面应低于混凝土面 1 cm 并与混凝土充分结合;涂抹完成后使用透明胶带进行表面封堵处理;待其表面不沾手时,撕扯掉透明胶带,使用与混凝土颜色相近的双组份聚硫密封胶进行表面处理,其表面与混凝土面不形成错台。

第六步后续处理:涂料基本凝固后及时拆除防护面并清洗干净。

(2)表面裂缝的处理

对于缝宽小于 0.2 mm 且缝深较浅的表面裂缝采用表面涂刷水泥结晶材料封闭的方法进行处理。

4.2 处理效果

裂缝处理过程中,对于凿槽、清理基面、粘贴胶带、涂刷界面剂、填充密封胶、结晶材料封闭、灌浆等工序均采取验收和旁站的监控措施,其过程受控。经试验显示:无渗透、变形和抬动情况出现,外观质量合格。

试验段渠道混凝土贯穿性裂缝的处理过程照片见图 4。

和沉降期均满足相关规范要求,整体稳定。混凝土浇筑过程中,底板采用天泵入仓,人工振捣,边坡采用衬砌机自动送料和振捣。混凝土浇筑收面

后跟进用毡布浸湿覆盖养护,2 d 后切缝,终凝后由专人负责连续养护 28 d。

自渠道混凝土施工结束以来未发现明显的龟裂、裂缝。对于个别龟裂、裂缝均已按照南水北调工程技术文件进行了有效处理并验收合格。

基于南水北调工程渠道薄壁混凝土裂缝的预

防与处理,参建单位积极开展了试验、评估、总结,形成了一系列工艺标准并在混凝土浇筑期间广泛应用,效果良好,有效地保证了工程实体和外观质量,为工程的阶段验收和成功通水创造了良好的条件。南水北调渠道混凝土衬砌成型后的质量情况见图 5。



图 5 南水北调渠道混凝土衬砌成型质量效果图

6 结 语

鉴于南水北调工程建设期间的质量管控严格,“比”“学”“赶”“超”气氛浓厚,且其输水渠道以薄壁混凝土为主,受地形、地质条件、气候及施工工艺等因素影响易出现裂缝。参建单位在混凝土施工前通过多次试验深入分析了裂缝产生的原因,摸索出裂缝的防范与处理措施,科学编制了渠道混凝土裂缝的防范与治理工艺标准,并广泛应用于实际工程,效果良好,有效地保证了工程实体和外观质量,为类似工程的施工积累了宝贵的经验,具有一定的借鉴意义。

参考文献:

[1] 张振虎,叶芳,刘桂霞.渠道混凝土衬砌裂缝产生原因及防

治措施[J].科技信息,2010,28(3):249,304.
[2] 张国平,范金东,万国卿.鲁山南 1 段输水渠道混凝土衬砌的质量管控[J].四川水力发电,2014, 33 (5): 18-20.
[3] 杨振坤,富景财.混凝土裂缝的预防与处理措施[J].黑龙江大学工程学报,2015,32(1):129-130.
[4] 张瑾.混凝土裂缝的产生原因及其防控措施探讨[J].建材发展导向,2019,17(10):134-135.
[5] 潘锐.现浇混凝土裂缝成因分析及防治技术研究[J].建筑实践,2021,12(6):53-55.
[6] 唐吉福.论混凝土结构裂缝产生的原因及预防处理措施[J].企业科技与发展,2017,26(9):93-96.

作者简介:

张国平(1976-),男,四川乐山人,项目副经理,副高级工程师,一级建造师,注册安全工程师,从事水电工程项目管理工作。

(编辑:李燕辉)