

文章编号:1672-3031(2017)05-0365-06

无伸缩缝混凝土防渗衬砌渠道跳仓浇筑施工技术

陆文红¹, 张彩钊², 陈华堂¹, 蒋红艳²

(1. 中国灌溉排水发展中心, 北京 100054; 2. 湖南省双牌水库管理局, 湖南 永州 425100)

摘要: 现浇混凝土防渗渠道普遍采用设置伸缩缝的方法防止混凝土产生裂缝, 而伸缩缝的止水易因老化和长草等遭受破坏, 导致渠道渗漏。针对上述弊端提出了无伸缩缝混凝土防渗衬砌渠道的隔板跳仓浇筑施工技术。经过在多个大中型灌区节水项目中推广应用, 总结出该施工技术的操作步骤和技术要点, 包括基面处理措施, 浇筑方法, 操作要点, 浇筑, 振捣、抹面等的质量要求及适用范围。多年的运行实践表明, 该技术可明显节约投资、缩短工期、延长使用寿命、有效改善防渗效果, 且施工简便、工程质量易于保证等。

关键词: 渠道混凝土防渗; 隔板跳仓浇筑; 伸缩缝

中图分类号: TV52

文献标识码: A

doi: 10.13244/j.cnki.jiwhr.2017.05.006

1 研究背景

渠道防渗衬砌是节水灌溉最重要的工程措施, 不仅可以减少渠道输水过程中的渗漏损失, 提高输水能力, 减少渠道占地面积, 还可以有效防止渠道冲刷、淤积、坍塌, 保证渠道运行安全, 降低渠道运行维护管理费用。

渠道防渗效果的显著与否在很大程度上取决于渠道的衬砌结构形式。渠道防渗衬砌的结构形式多种多样, 常用的有混凝土防渗、沥青混凝土防渗、砌石防渗、膜料防渗、水泥土防渗、土料防渗等, 其中以现浇混凝土防渗使用得最为广泛。现浇混凝土防渗的主要优点是防渗效果好; 经久耐用; 糙率小, 输水流量大; 强度高, 渠床稳定; 混凝土可塑性好, 可制成不同的结构形式; 表面坚硬, 易于维护。主要缺点是在浇筑凝固过程中总会受到某些方面的限制性收缩而使混凝土受拉, 当混凝土的收缩值达到混凝土的极限拉伸值时, 混凝土结构便会产生收缩裂缝, 这不仅降低建筑物的抗渗能力, 而且影响挡水结构的使用功能、损害混凝土的耐久性^[1-2]。根据我国和国际上一些著名工程的统计, 处理裂缝所花费用约为造价的5%~10%, 相反, 如果混凝土不产生裂缝, 则将节省投入5%~10%。因而控制收缩裂缝成为控制混凝土质量的一项重要内容^[3]。

为防止或减少混凝土收缩裂缝的产生, 对于渠道内坡现浇混凝土衬砌这种超长、超薄型素混凝土结构, 目前采取的解决办法就是普遍采用横向伸缩缝, 将超长混凝土结构每间隔一定距离进行分段, 以缩短单次浇筑混凝土结构的长度, 起到缓冲混凝土板块硬化伸缩、防止产生裂缝的作用, 以及防止因渠基底不均匀沉降或温度变化引起渠道防渗体破坏; 并用柔性材料填充预留伸缩缝, 起到止水的作

但是, 在工程实践中发现, 设置预留伸缩缝仍然存在着一些问题: ①设计的分缝长度很难达到预期的目的, 工程完工后仍会出现裂缝, 甚至有的裂缝就在分缝的附近。②预留伸缩缝不仅施工工艺复杂, 填充处理比较麻烦, 费工费料、造价高, 而且施工中难以直观监督混凝土的厚度和密实度, 施工质量难以保证。③伸缩缝处理不好, 或渠道运行年久后, 在伸缩缝材料老化损坏而没有及时修补的情况下, 易沿伸缩缝产生渗漏、形成渗漏通道, 不仅浪费水资源、增加维修费用, 还会给

收稿日期: 2017-03-02

基金项目: 水利部科技推广计划项目(灌区渠道混凝土防渗无缝施工技术推广项目, 编号TG1515)

作者简介: 陆文红(1966-), 男, 江苏武进人, 教授级高级工程师, 主要从事农田水利建设管理技术工作。

E-mail: luwh@sina.com

渠道运行带来安全隐患。④存在沿伸缩缝生长杂草、甚至灌木，并易损坏伸缩缝等的弊端(特别是南方灌区)，阻碍渠道行水，对渠道用水管理不便，增加清除杂草的运行管理费用。⑤伸缩缝填料损坏，需要及时修补，费时费钱。

虽然伸缩缝在渠道中所占的位置很小，但如忽视了其位置与作用，则将造成很大的危害，由于伸缩缝漏水，造成缝周围局部土体近乎呈饱和状态，土壤变得十分稀软，使渠道又添新的漏水通道，造成大面积漏水，并导致渠体沉陷、破坏^[4]。

针对现浇混凝土防渗衬砌渠道因设置预留伸缩缝而存在的弊端，根据南方灌区的气候条件和渠道运行所处环境的温度变化对混凝土的收缩影响，结合湖南省双牌灌区续建配套与节水改造的实际需要，经多次试验研究，探索出一种无伸缩缝混凝土防渗衬砌渠道隔板跳仓浇筑施工技术，并于2003—2008年在双牌灌区的续建配套与节水改造项目中全面应用，共衬砌了40多km渠道，迄今已成功应用了10多年，取得了明显的渠道防渗衬砌效果和巨大的经济效益。

2 混凝土防渗衬砌渠道不设伸缩缝的施工技术研究

渠道混凝土衬砌裂缝的产生有很多原因，主要有温度裂缝、干缩裂缝、施工裂缝、地基不均匀沉降产生裂缝等^[5-6]。对地基不均匀沉降产生的裂缝以及混凝土浇筑过程及雨季过后发生在基础薄弱环节的基础变形裂缝、浇筑时振捣不足以及施工过程中原材料的配备、混凝土入仓时间的控制和保温切缝过程中产生的施工裂缝，可采取适当的地基处理及施工管理措施加以解决。

渠道衬砌混凝土面积较大，厚度相对较薄，为8~12cm，容易产生温度裂缝和干缩裂缝。工程实践证明，适当选择混凝土浇筑厚度，减小混凝土中的水化热温升，且适当地分缝，减小浇筑块体长度以减小约束应力是减小减少裂缝的一个有效措施^[7-8]。大量现场试验研究表明：通过对渠道坡面合理划分混凝土浇筑施工块，采用分块隔板跳仓浇筑混凝土，对相邻分块分两期浇筑，并控制相邻两个施工块的浇筑时间间隔在48h以上，即在第一期浇筑分块混凝土完成初凝、强度达到设计强度的70%以上，然后再填仓浇筑相邻的第二期施工分块，前后二期浇筑的施工分块间接缝处不设置预留伸缩缝而达到与设置预留伸缩缝同样的效果。

通过这种先进的施工工艺，在第一期浇筑的施工分块混凝土在没有约束应力的条件下初凝，其收缩已基本完成，因此，填仓浇筑相邻的第二期混凝土时，其混凝土收缩已不再受到先浇邻块的影响，而且有利于混凝土内部水化热的散发，从而使相邻分块间先后分二期浇筑形成的施工工作缝完全可以代替常规连续浇筑方法需要专门设置的伸缩缝，并因缝隙很小或在基面预铺土工膜而能有效止水，因而取消了常规的预留伸缩缝，无需对施工工作缝进行填充处理。

3 无伸缩缝混凝土防渗衬砌渠道施工方法

3.1 基面处理 对于土基渠道，需清除渠道表面杂草、树根、原边坡老旧混凝土等杂物，按渠道设计断面清基整坡，保持渠道浇筑基面平整。对于岩基渠道，需将浇筑基底松软风化的岩石表层撬除并清理干净。为加固边坡面板与渠底面板在坡脚处良好连接，可在渠道坡脚开挖成齿槽形(如图1、图2所示)。

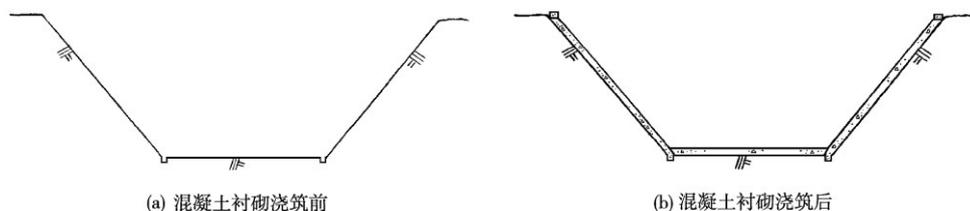


图1 渠道横断面形状示意图



图2 渠坡及基础清理整形后

3.2 隔板间距 隔板跳仓间距是指渠道边坡混凝土浇筑的施工缝之间的长度，即分缝长度或间距，可根据渠道衬砌高度、浇筑厚度、高低温度变化引起的混凝土伸缩值等因素确定。根据渠道混凝土防渗衬砌无伸缩缝施工技术多次试验及施工应用实践，适宜的分缝间距为：渠道衬砌高度在5 m以内（或渠道边坡斜长在10 m以内）、混凝土衬砌厚度在0.2 m以内、温差在20℃以内，分缝间距以2.5 m较为适宜。

3.3 浇筑工序 首先，对渠道两侧坡面在渠线方向上按隔板间距划分施工块（例如连续编号1、2、3、4……，如图3）、确定分缝线位置，且两侧渠坡的分缝线相对齐，弯道处以大弯边为准。其次，在分缝处架设立挡模板；对于有防渗要求的，可在分缝处基底表面铺设40 cm宽的土工膜，上下游两边各搭接20 cm（图4），或可全部铺设土工膜。第三，对渠坡面各分块依次进行第一期隔板跳仓浇筑（例如浇筑1、3、5……等块）。第四，待第一期各分块浇筑完成48 h后，拆除立挡模板，对未浇筑分块进行第二期隔板填仓浇筑（例如浇筑2、4、6……等块），且与上下游两侧已浇筑分块间不留伸缩缝，实现无伸缩缝施工；同时对渠道底板按2个分块长度为一个浇筑块进行连续浇筑。

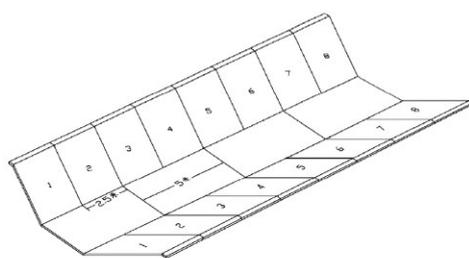


图3 隔板跳仓间距



图4 分缝处基底表面铺设土工膜

3.4 操作要点

3.4.1 跳仓浇筑 先跳仓浇筑渠道两侧边坡，分二期浇筑，待第二期填仓浇筑边坡时，同时连续浇筑渠道底板。第一期隔板跳仓浇筑渠道边坡时，按分缝间距在分缝处铺土工膜（如需要）、立挡板模板（一般使用槽钢、铝合金板等）。浇筑混凝土时，应自下而上、从坡脚按水平方向往渠顶方向逐段铺料浇筑，铺料厚度应比设计值大10%~20%，同一个浇筑分块应一次连续浇筑完成，不得间歇、断续浇筑（图5）。第一期混凝土分块浇筑48 h后，拆除挡板，直接填仓浇筑第二期渠道边坡待浇分块，无需留伸缩缝、无需填充其它止水材料（图6）。

在第二期填仓浇筑边坡时，可同时浇筑渠道底板混凝土，按2个边坡分块隔板间距长度为一个浇筑块，可按常规的预留伸缩缝方法进行连续浇筑（图7）。

3.4.2 振捣 浇筑时堆叠的骨料应均匀分散于有浆处，先用刮板初步整平，再用小型平板振捣器自下而上纵向振捣，并在水平方向上横移振捣，横向搭接宽度不小于5 cm，纵、横向振捣至少一遍，严



图5 第1期隔板跳仓浇筑渠坡混凝土



图6 第2期隔板跳仓浇筑渠坡混凝土

禁过度振捣(图6)。

3.4.3 抹面 渠坡混凝土振捣完成后,可先用长木泥抹对混凝土表面初抹,再用铁泥抹细抹,直至表面平整。抹面采用原浆抹面,在振捣后表面泛出水泥浆时进行,并用铁泥抹对混凝土表面进行压光。在混凝土初凝前可再进行一次压光,以做到内实外平,表面无蜂窝、麻面、砂眼、爆皮、龟裂等现象(图8)。



图7 渠底浇筑



图8 抹面和压光

4 推广应用情况

4.1 技术要求 混凝土浇筑的材料质量是保障工程质量的关键因素之一,各种材料要符合规格、检验合格。水泥要求为硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,强度等级宜选用32.5及以上,最好为同一厂家;砂、碎(卵)石要求级配良好、质地坚硬、颗粒洁净、不含杂质;土工膜可使用二布一膜或三布二膜;立挡模板建议采用槽钢或铝合金板,便于安装、重复使用和减少损耗。

此外,在施工过程中要符合操作、工艺要求:①渠道基础处理完成后必须验收;②按分缝间距划分边坡浇筑分块,分2期隔板跳仓浇筑,时间间隔48 h以上,不设置预留伸缩缝;③混凝土采用机械拌和,要保证水泥用量,应根据施工现场情况严格控制混凝土配合比和坍落度,混凝土标号不低于C20;④采用原浆抹面,不得加浆;⑤根据渠坡的高度,可制作一活动操作架,便于施工人员上下操作混凝土入仓、振捣和抹面等。通过规范的施工操作,总体上达到:直如线、弯如月,平如镜、硬如铁。

无伸缩缝混凝土防渗衬砌渠道隔板跳仓浇筑施工技术适用于土质或石基梯形渠道;边坡采用无模混凝土衬砌,边坡系数(边坡水平距离与垂直距离之比)大于0.8;不预留伸缩缝,由施工工作缝代替伸缩缝。

该技术适用于南方灌区的渠道防渗衬砌工程。对于北方冻胀不太严重的灌区,常年运行的渠道也可应用。

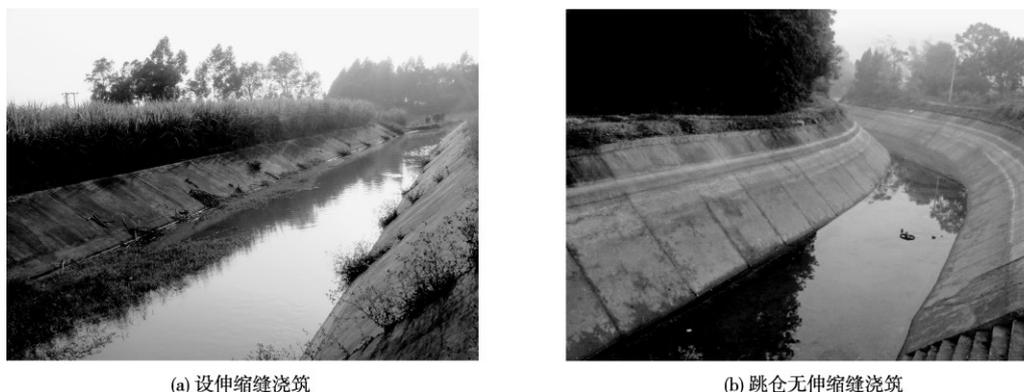


图9 运行10年的渠道状况对比

4.2 推广应用效果 无伸缩缝混凝土防渗衬砌渠道隔板跳仓浇筑施工技术是在渠道混凝土防渗衬砌施工实践过程中摸索出来的一种施工技术,符合《渠道防渗工程技术规范》^[9]的要求,已在湖南省双牌灌区续建配套与节水改造项目中应用共计铺设了干渠43 km,并已成功运行了10多年。通过实践应用表明,采用隔板跳仓浇筑,取消预留伸缩缝,避免了繁琐的预留伸缩缝处理,改善了施工工序,有利于施工的操作和管理;混凝土浇筑分块间距相对较小,能保证面板的平整度、浇筑厚度以及密实度和均匀度,质量监测方式简便、直观、有效,利于施工质量的控制;混凝土无伸缩缝浇筑节省了处理伸缩缝的材料和人工投入;基本杜绝杂草、灌木等沿工作缝的生长,减少因伸缩缝受损或老化造成的面板损坏,从而大幅减少渠道运行管护费用和维修费用等(图9);降低渠道运行中因沿伸缩缝渗漏带来的渠道安全隐患,提高渠道运行安全性,有效减少渗漏损失,节约水资源、提高渠道用水效率。

近些年,湖南省酒埠江灌区、欧阳海灌区、韶山灌区等多个大型灌区也开始应用该技术,取得了良好的渠道工程改造效果,并逐步在湖南全省大中型灌区中推广应用,具有很强的技术适用性和应用实用性。

5 结论

无伸缩缝混凝土防渗衬砌渠道隔板跳仓浇筑施工技术是在常规设置预留伸缩缝的渠道混凝土防渗衬砌施工方法基础上,通过长期摸索、试验、实践创新出来的一种新型施工技术,经多个灌区应用实践表明,与常规的设置预留伸缩缝的施工方法相比较,具有有利于施工管理,便于工程质量控制,节省伸缩缝工程造价,省工、省投资,节省渠道运行管护费用和维修费用,降低安全隐患,有效减少渗漏损失,节约水资源、提高渠道用水效率等优点,适于大面积推广应用。

参 考 文 献:

- [1] 何武全,刘群昌,邢义川,等.渠道衬砌与防渗工程技术手册[M].北京:中国水利水电出版社,2015.
- [2] 何武全,孔东.渠道衬砌与防渗工程技术[M].郑州:黄河水利出版社,2011.
- [3] 王国乘,丁宝瑛,王历,等.水工混凝土裂缝的防止[J].山西水利科技,2001(1):20-25.
- [4] 秦永果.衬砌渠道伸缩缝漏水原因分析及对策[J].山西水利科技,1997(3):29-32.
- [5] 吴元金.渠道混凝土裂缝成因及处理措施[J].广东水利水电,2009(8):28-30.
- [6] 马斌,姜仁贵,王春燕.南水北调中线渠道混凝土裂缝成因分析及处理[J].水利水电技术,2009(3):39-42.
- [7] 黄国兴,陈改新.水工混凝土建筑物修补技术及应用[M].北京:中国水利水电出版社,2002.
- [8] 王国乘,丁宝瑛,王历,等.防止水工混凝土裂缝的措施和修补方法[J].山西水利科技,2001(1):26-33.
- [9] 中华人民共和国水利部.渠道防渗工程技术规范(GB/T 50600-2010)[S].北京:中国计划出版社,2011.

An alternate concreting technology of lining canal without contraction joint

LU Wenhong¹, ZHANG Caishi², CHEN Huatang¹, JIANG Hongyan²

(1. China Irrigation and Drainage Development Center, Beijing 100054, China;

2. Shuangpai Reservoir Administration of Hunan, Yongzhou 425100, China)

Abstract: Traditional lining canals poured-in-place concreting normally set up expansion joints and water seal to prevent concrete crack, but the water seal is easily damaged due to structure aging and weeds growing. The failure of water seals causes great seepage loss of canals. In order to overcome these shortcomings, a new concreting technology of lining canal without contraction joint is proposed. Based on practices over the past twenty years, the main construction procedures, operating principles and technical requirement are summarized such as: foundation surface treatment, casting intervals, pouring, vibrating and plastering of concrete. The application scope of this technology is also introduced. The results of practical application indicate that this technology can provide convenient and fast construction, reduce the construction period and expenditure, effectively control project quality, increase service life and enhance the waterproof effect.

Keywords: concrete lining canal; alternate bay concreting; contraction joint

(责任编辑: 李福田)

(上接第 364 页)

Influence of gravel soil core wall's creep characteristics on the stress and deformation of dam

XU Han, CHENG Zhanlin, ZUO Yongzhen, PAN Jiajun

(Changjiang River Scientific Research Institute

Key Laboratory of Geotechnical Mechanics and Engineering of the Ministry of Water Resources, Wuhan 430010, China)

Abstract: At present, there are limited findings on creep characteristics of gravel soil. A major reason is that the gravel soil contains a large number of fine particles with low permeability. Correspondingly, the consolidation and drainage effect of large sample is weak, which indicates non-reliable creep test results. In this paper, the creep test of a gravel soil used for a high earth core wall rockfill dam is carried out by using the drilling hole and filling sand method in the large gravel soil triaxial specimen to accelerate its drainage and consolidation effect. A creep model and related parameters of the gravel soil are acquired. A three-dimensional finite element model of high earth core wall rockfill dam is established. The influence of the creep characteristics of gravel soil core wall on the stress and deformation of the dam is studied utilizing a nonlinear finite element method. The results show that the creep model with nine parameters and power series has a better performance on describing the creep behavior of the gravel soil. The creep of the upper and lower dam shells has little effect on the deformation of the core wall. The creep effect of the core wall needs to be calculated in the stress and deformation of the dam. When the creep rate of the core wall is faster than that of the surrounding rockfill, the creep effect will further increase the core wall's arching effect. On the contrary, the creep effect will reduce the core wall's arching effect.

Keywords: gravel soil core wall; the creep model with nine parameters and power series; drilling hole and filling sand method; the creep rate of the core wall

(责任编辑: 杨虹)