

浅谈混凝土管片施工质量控制

陈天武

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川成都 610072)

摘要:结合厄瓜多尔 CCS 水电站输水隧洞施工实例,详细介绍了对管片施工质量采取的控制措施。从混凝土管片的原材料取材方面阐述了实施质量控制的步骤和措施,然后介绍了管片混凝土配合比设计质量控制过程,最后从管片生产的工艺流程,包括钢筋笼加工制作、模具清理、钢筋笼入模、混凝土入仓浇筑、振捣、蒸养室蒸养、脱模标记到静养修补,分析了每一个流程质量控制的要点和措施。

关键词:TBM 施工;混凝土管片;生产工艺;质量控制;厄瓜多尔 CCS 水电站

中图分类号:TV554+.2;TV544;TV523

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)增1-0074-04

1 工程概述

厄瓜多尔科卡科多-辛克雷(简称 CCS)水电站位于厄瓜多尔东北部,主要由首部枢纽、输水隧洞、调节水库、压力管道和地下厂房5部分组成。其中输水隧洞总长为24.8 km,采用2台双护盾TBM施工,预制混凝土管片衬砌。管片衬砌段长约24 km,隧洞开挖直径为9.1 m,管片衬砌后内径为8.2 m,管片宽度为1.8 m,厚度为30 cm。管片混凝土强度等级根据围岩类别分为B、C、D三种类型,其中B型管片设计强度为C40,C型管片和D型管片设计强度为C50,每环管片由七块管片组成。

笔者通过 CCS 项目输水隧洞工程实例,从混凝土原材料选择、混凝土配合比设计及管片生产工艺流程各个环节,分析探讨了如何对混凝土管片进行有效的质量控制,可为生产优质混凝土管片提供依据和参考。

2 混凝土管片原材料质量控制

混凝土管片的原材料含水、水泥、骨料、掺合料、外加剂及钢筋。原材料的选择直接关系到管片的质量性能。做好原材料的质量控制是生产质量过关、性能优异管片的前提条件。

2.1 水的质量控制

几乎所有可以饮用的、没有明显味道和气味的天然水都可以用来搅拌混凝土。搅拌用水中的杂质不应过量,否则会影响混凝土的凝固时间、混凝土强度和体积稳定性,而且会引起混凝土风化

和钢筋锈蚀,只要可能,就应尽量避免使用含高浓度溶解固体的水。另外,选定混凝土配合比所用的水应与搅拌混凝土所用的水为同一水源。CCS项目管片混凝土拌和用水为附近山上的泉水,经现场混凝土拌制试验证实满足使用要求。

2.2 水泥的质量控制

管片混凝土宜采用强度等级不低于42.5级的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥,其性能应符合 ASTM C150 的规定。

水泥运到现场后,库房管理人员应查收每车水泥的厂家材质报告并通知实验室对每个批次水泥进行取样检测。水泥的取样方法、细度检验、安定性和凝结时间的测定、强度的测定及水化热的测定需按规范标准执行。

2.3 骨料的质量控制

管片混凝土骨料分为细骨料及粗骨料,细骨料宜采用中砂,细度模数为2.3~3,含泥量不应大于2%。粗骨料宜采用碎石或卵石,其最大粒径不应大于30 mm且不应大于钢筋骨架最小净间距的3/4,针片状含量不应大于15%,含泥量不应大于1%。

CCS项目所用骨料由现场砂石系统生产,就近采用老河床天然砂卵石料。在骨料生产过程中,砂石厂严格按照项目质量控制程序对整个生产环节包括料场开采、破碎、筛分、成品骨料转运及储存进行全面的生质量监督控制。要求质检人员每天进行一次取样试验检测,生产部门依据检测报告对骨料质量进行调整控制。质量控制包

收稿日期:2016-03-08

括对软弱颗粒含量、含泥量、超逊径、针片状含量、砂细度模数、骨料堆存和转运过程中防止被二次污染的控制等。

2.4 掺合料

火山灰属活性粉细掺合料,对提高管片的抗渗性将起到一定作用。掺入火山灰可以改善砂子级配,补充混凝土部分空隙,提高混凝土的密实性和抗渗性,还可以减少水泥用量,降低水化热,防止和减少混凝土裂隙的产生。根据试验及实际施工经验,火山灰等粉细料掺量不宜大于 20%。在配合比设计时应不断调整火山灰掺量使混凝土性能达到最佳。每批火山灰运到现场后,应先检查材质报告,再取样进行检验。火山灰质量应满足 ASTM C618 技术规范要求。

2.5 外加剂质量控制

外加剂是生产高强度混凝土不可缺少的原料,由于其可有效改善混凝土性能,CCS 项目通过试验分析和经济对比选用了 SIKA VISCOCRETE 2100 高效减水剂。

使用外加剂时应注意:

- (1) 严格限制混凝土的水灰比;
- (2) 外加剂必须与水混合配成一定浓度的溶液,各种用量应准确;
- (3) 外加剂溶液必须搅拌均匀并定期取样品进行鉴定;
- (4) 外加剂贮存时间不宜过长,否则须进行试验鉴定,严禁使用变质的外加剂。

2.6 钢筋质量控制

管片用钢筋直径大于 10 mm 时应采用热轧螺纹钢,直径小于或等于 10 mm 时应采用低碳钢热轧圆盘条,其性能应满足设计要求。

每车钢筋运到现场管片生产厂时应有材质报告。实验室应对每一个批次的钢筋进行取样检验并做好记录。实验室的检验应在钢筋使用前进行,防止出现检验不合格但是钢筋已经被使用的情况出现,以免造成不必要的损失。

3 配合比设计

混凝土管片的生产首先要考虑混凝土配合比的设计。配合比设计就是通过大量的试验,将原材料的性能进行综合分析,制定出满足设计技术指标和施工要求的混凝土施工配合比。配合比设计分为两个步骤:首先要选择合格的原材料(包

括水、砂石骨料、水泥及外加剂);然后根据管片设计对混凝土强度和抗渗性能、耐久性等要求以及生产工艺、成型方式对混凝土性能的要求确定组成混凝土原材料的相对比例数量。

在进行管片混凝土配合比设计时,应综合考虑以下各方面的因素:

- (1) 限制水灰比、水泥用量。采用高性能减水剂及掺合料,以保证混凝土强度、抗渗性、耐久性要求;
- (2) 提高混凝土早期强度,缩短凝结时间(目的是提高模具周转率);
- (3) 混凝土应易于浇筑、捣实。离析和泌水量小。

CCS 项目严格按照混凝土配合比设计控制流程,通过大量的试验,综合分析了混凝土原材料性能,不断积累满足管片用混凝土的基础数据和实践经验,设计了性能合格、经济合理的配合比,并对其不断进行优化调整。

4 混凝土管片生产工艺质量控制

管片生产工艺可以简单的分为钢筋笼加工和管片成品生产,笔者就这两个环节探讨了如何进行管片生产过程质量控制。

4.1 钢筋笼加工制作

钢筋笼是混凝土管片的骨架,其制作质量决定了管片的结构安全及使用寿命。钢筋笼按先下料制作成半成品后焊接绑扎成笼的生产顺序半机械化流水作业:钢筋应按直径大小分类分区堆放。钢筋下料时,应先量好尺寸后再开始下料。在下料过程中要随时抽检,确保下料钢筋尺寸误差符合要求。弧形钢筋加工时应防止平面曲翘,成型后表面不能有裂纹。箍筋除焊接封闭外,末端应作弯钩处理,弯钩构造应符合设计要求。钢筋骨架焊接应采用对称跳点焊接,焊接处不能有水锈和油污。各种纵向主筋、横向钢筋及箍筋下料加工完成后需转运至半成品钢筋堆放区并分别注明品种、规格等信息。每班组质检人员应逐一对半成品进行质量检查。

钢筋笼的绑扎需放在可移动的绑扎台车上完成,并在钢筋笼绑扎台车上设置定位销,使绑扎人员可以利用各种定位销、合理摆放不同种类的钢筋并绑扎。钢筋笼完成绑扎后,需挂上相应型号的标示标牌并转运至钢筋笼存放区。

钢筋笼除组合焊接质量外,还需注意钢筋笼的几何尺寸,以保证钢筋笼在模具中的保护层,若保护层过大,将会影响管片的承载能力;而保护层过小,则会影响管片的长期耐久性。

4.2 管片成品的生产

管片成品生产流程包括以下9道工序:

(1) 模具清理及脱模剂涂刷。

清理模具可采用专用铲刀、钢丝刷、磨光机等工具,先对模具内部残余的混凝土进行清理,然后用高压气枪清理整个模具内部,使残余的混凝土通过端模板的缝隙清理到模具外,使模具内表面保持光洁、不变形。

模具清理干净后,用高压喷枪均匀喷刷油质脱模剂。注意钢模与混凝土的所有接触面均喷涂到位,避免多刷、漏刷,对模具内部的各个突起位置可适量涂抹黄油。

(2) 钢筋笼入模安装。

钢筋笼在放入模具前,需要检查其垫块是否有松脱现象,是否在运送过程中已经丢失,在保证管片钢筋保护层厚度符合设计规范要求后再用电葫芦吊入模具。钢筋笼入模后,及时调整钢筋笼与钢模的间隙,确保有足够的混凝土保护层,预防管片露筋。同时,钢筋笼在模具内就位过程中,需要防止预留孔的钢制内模被钢筋笼碰撞,在钢筋笼安放并固定好后,再将橡胶的管片连接销插孔预埋件、PVC的灌浆插孔预埋件以及底管片特有的PVC轨道固定孔预埋件套上并固定在相应的钢制内模上。

(3) 检查合模。

上述步骤完成后,由专门的质检人员按图纸逐项对比进行最后的目视检查,检查钢筋笼位置是否准确,混凝土保护层是否符合设计图纸,钢筋笼有无变形,垫块是否安装牢固,预埋件是否全部安装。待检查合格后,合上模具盖板并检查各个预埋套管、预埋螺杆是否拧紧,同时检查模具盖板螺栓是否拧紧,防止预埋件在浇筑过程中因振捣脱落而出现漏浆。

(4) 混凝土的拌和、浇筑及振捣。

混凝土拌和时,严格按照试验室所签发的混凝土配料单进行配料生产,严禁擅自更改。在拌和过程中,定时对骨料的含水量进行测定,以便随时调整混凝土配合比的含水量(外加剂中的含水

量应包括在配合比的总水量中),混凝土拌和时间则根据试验确定,一般为2~3 min。

混凝土充分搅拌后,用飞行料斗到拌和站接取新鲜混凝土并运送到下料斗上方,将混凝土倒入下料斗中,然后通过按钮开关控制混凝土进入模具,完成浇筑。混凝土下料速度应稳定,以便于混凝土振捣充分并使气泡顺利逸出。

建议模具振捣器使用附着式风力振捣器,混凝土开始入模时,采用小风压送风,随后逐渐加大风量直到满风量振捣。振捣时间以3~5 min为宜,避免出现欠振和过振的情况。

(5) 混凝土抹面。

管片浇筑完毕,需要对混凝土表面进行收面。收面分三个步骤:

第一步:用刮板刮平进行粗抹面;

第二步:在混凝土析出水上升到表面之前用平镬刀进行中抹面;

第三步:精抹面(抹平)时混凝土硬化至所有的析出水已消失,用手按混凝土表面不留下大于2 mm深的印痕,抹平时将水泥和水带到表面,形成一层致密、坚实、光滑的水泥砂浆面层;抹面太早或涂抹过度会引起泌水量增加,产生塑性收缩,在管片外表面产生细而不规则的地图样开裂(龟裂)。在现场应根据所浇筑的混凝土性质和当时的天气情况调整三次收面的时机。管片的抹面收光不但关系到管片的外观质量,还关系到管片的耐久性等一系列问题。在完成上述收面步骤后,拧松各个预埋件螺栓,以利于将来蒸养后管片的拆模工作。

(6) 管片蒸养。

管片浇筑完成并抹面后,送入蒸养室养护。管片蒸养室分三个区域:升温区、恒温区及降温区。根据设计要求,CCS项目管片蒸养室布置了三条生产线,每条线上设置了11个模具,共有33个模具,每条蒸养线上按照4:4:3的模具比例划分,即4个升温区模具,4个恒温区模具,3个降温区模具。以每小时浇筑5个管片为例,管片在升温区蒸养144 min后传送至恒温区蒸养,蒸养时间同样为144 min,之后进入降温区108 min,管片便完成了整个蒸养过程。蒸养时,要保证恒温区温度在50℃~65℃范围内,同时湿度要大于或等于80%,控制升温速度和降温速度在每小时10

℃ ~15 ℃ 左右,防止管片不均衡进入和不均衡升降温对管片的质量造成不利影响。

(7) 拆模及标识管片。

对于随管片一起进入蒸养室蒸养的混凝土试块,在其蒸养完成后需进行抗压强度试验。

在达到一定要求的脱模强度后,按照海瑞克模具手册对同批蒸养后的管片进行拆模。先拆侧板,然后再拆端头板。管片脱模后,用翻转台翻转管片,使管片凹面朝上,然后粘上标记、注明生产日期、制造编号、管片分块号、管片类型等信息。最后用管片起吊架转运管片至室内静养区摆放洒水养护,室内静养时间为 48 h。

(8) 管片检查及室外养护。

管片运到室内静养区后,质检人员需对管片进行外观检验,其表面应光洁平整,无蜂窝、露筋、裂纹及缺角。贴止水带槽不允许有缺陷,灌浆孔完整,无水泥浆等杂物,然后用游标卡尺测量管片的宽度和厚度;用钢卷尺测量管片的弧长;用尼龙线检验管片的扭曲变形情况。待检查无误后且管片强度大于设计强度 60% 时,方可用大叉车转运至室外堆放场堆放。管片应按生产时间及类型整齐堆放,每环管片分为两摞,每摞管片要正中对照,管片之间的枕木也要从上到下互为一条直线,防止其受力不均而导致管片出现裂纹。

为加快施工进度,管片室外的养护时间一般为 7 d,需加遮盖物如土工布进行遮盖,避免太阳曝晒并定时洒水进行全保湿养护,直至养护到最终设计强度值后方可投入使用。

(9) 管片的修补。

在管片生产或使用过程中,若发现其有缺陷时需采取补救措施修复。若缺陷严重则按报废处理。管片的缺陷主要有蜂窝麻面、缺角掉边、漏浆、露筋及裂纹几种情况。

对于蜂窝麻面、缺角掉边、漏浆这些缺陷,在

对其进行修补前,用钢丝刷、电镐等工具清除缺陷部位的浮动混凝土块或外表面的薄弱混凝土,然后用清水清理干净,采用粘接剂涂刷缺陷处,最后用专用高强度修补砂浆进行修补抹平,

对于露筋的情况,要多一道钢筋防锈剂涂刷的步骤,其他的修补步骤同缺角的修补。

若出现不影响结构性能和使用的裂纹缺陷,且裂纹小于 0.2 mm 时,采用环氧树脂涂抹处理;对于缝宽大于 0.2 mm 的裂纹,需要凿一条宽度为 1 cm 的槽,其深度应大于裂纹深度,待用高压水冲洗干净后,采用强力胶水泥砂浆填补并研磨表面,使其达到光洁平整,最后洒水养护。

5 结 语

混凝土管片为高技术含量的钢筋混凝土预制件,其性能质量直接关系到隧道工程的成败及使用寿命。而管片混凝土性能质量可变性大,随原材料产地及性能的不同、生产工艺的选择不同以及施工地域的不同等因素变化而发生变化;且管片生产过程中的每一个步骤都可能影响到最终的管片质量,所以,对于管片的质量控制,必须全面考虑可能影响管片质量的每一个细小的因素及环节。严格按照规范与标准的规定和设计施工图纸的要求选择合格的原材料,认真做好混凝土配合比设计,不断调整优化,严格把关混凝土管片的生产工艺,对管片生产的每一个环节采用标准程序化作业,最后通过缺陷修补等手段,以保证高效生产出质量合格的管片。

参考文献:

- [1] 盾构法隧道施工与验收规范,GB 5046 - 2008[S]
- [2] 预制混凝土衬砌管片,GB/T 22082 - 2008[S]

作者简介:

陈天武(1979-),男,浙江玉环人,工程师,从事清关、设备物资供应和管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

成都院荣获成都市勘察设计企业和施工图 审查机构 AAA 级企业信用等级

日前,成都市城乡建设委员会颁布《关于公布 2016 年成都市勘察设计企业和施工图审查机构信用等级评价结果的通知》,成都院荣获 AAA 企业信用等级,信用得分为 100 分。根据《成都市城乡建设委员会关于开展 2016 年成都市勘察设计企业和施工图审查机构信用等级评价工作的通知》要求,2016 年 2 月,成都院市场经营部会同科技质量部开展了申报工作。此信用等级评价旨在通过对勘察设计企业和施工图审查机构的良好行为和不良行为进行量化打分,形成直观反映其信用情况的信息。此荣誉的取得,进一步推进了成都院诚信体系的建设,成都院更具备市场竞争力。