

防止水闸墩墙混凝土温度裂缝的施工方法

缪宏伟

徐州市水利工程建设有限公司，江苏徐州，221000；

摘要：一种防止水闸墩墙混凝土温度裂缝的施工方法，属于建筑施工技术领域，本施工方法将初凝时间为 48h~72h 延性超缓凝细石混凝土用于墩墙根部混凝土浇筑，本施工方法可改善底板与墩墙之间的约束条件，减轻底板对墩墙温度变形的约束，降低墩墙温度应力，可以减少墩墙裂缝产生风险，还能解决墩墙与底板结合面常规施工易产生烂根等施工缺陷通病。

关键词：水闸墩墙混凝土；温度裂缝；施工方法

DOI: 10.69979/3060-8767.24.2.038

1 背景技术

目前，建设工程、水利工程、交通工程、水运工程、铁路工程等领域的钢筋混凝土建筑物中墩墙开裂问题特别突出，带有普遍性，是一种常见施工质量缺陷和通病。

由于结构混凝土凝结硬化阶段因温度收缩、自收缩、塑性收缩、干缩收缩等引起的变形，受到下部底板等结构的强约束，产生温度应力。而普通混凝土抗压强度高，但抗拉强度较低，抗拉强度仅为抗压强度的 1/8~1/13，弹性模量较高，延性较低，是一种脆性材料；当混凝土温度应力超过抗拉强度时将会产生裂缝。

墩墙混凝土温度裂缝降低了结构整体性，有害介质可以通过裂缝向混凝土内部渗透扩散，造成混凝土腐蚀或钢筋锈蚀时间提前，降低了结构使用年限；还严重影响建筑物外观质量，给人心里不安全感。

为了解决混凝土温度裂缝问题，工程上一般采取的技术措施包括设置抗裂钢筋，设置加强带、后浇带，减少一次浇筑的结构尺寸，降低水泥用量，使用矿物掺合料、抗裂纤维、膨胀剂，降低混凝土入仓温度，通水冷却，保温保湿养护等。但因裂缝产生机理复杂、原材料质量变化大、施工环境复杂、施工养护不到位，上述技术措施并不一定能有效地控制墩墙裂缝，大量的墩墙结构仍然出现温度裂缝，有的结构裂缝还比较严重。如果在墩墙根部浇筑一层延性缓凝混凝土，其凝结时间迟于墩墙上部的普通混凝土 36 小时~60 小时，待上部混凝土已经凝结硬化、完成大部分收缩变形后，墩墙根部的延性混凝土才开始凝结硬化，这就减轻了底板对墩墙温度变形的约束，降低墩墙温度应力，从而减少墩墙裂缝产生风险。

2 技术方案

针对混凝土防止温度裂缝现有技术措施的缺陷和需求，提出一种防止墩墙混凝土温度裂缝的施工方法。

先进行墩墙模板安装，然后在墩墙根部浇筑初凝时间为 48h~72h 延性超缓凝细石混凝土形成过渡层，再在过渡层上继续浇筑普通混凝土；

初凝时间为 48h~72h 延性超缓凝细石混凝土的制备方法是：先将细骨料、橡胶细颗粒、粗骨料和纤维拌和 10~30 秒，然后再加入水泥、粉煤灰、矿渣粉、增强密实剂、氧化镁膨胀剂和第一份拌和用水，再拌和 10~30 秒后，投入第二份拌和用水、减水剂、引气剂和缓凝剂，再拌和均匀，即得；

水泥、粉煤灰、矿渣粉和增强密实剂的合计量占混凝土总质量的 400~480kg/m³；

粉煤灰、矿渣粉、增强密实剂的合计量占水泥、粉煤灰、矿渣粉和增强密实剂的合计质量的 30%~50%；

粉煤灰占水泥、粉煤灰、矿渣粉和增强密实剂的合计质量的 10%~20%；

矿渣粉占水泥、粉煤灰、矿渣粉和增强密实剂的合计质量的 15%~20%；

增强密实剂占水泥、粉煤灰、矿渣粉和增强密实剂的合计质量的 5%~10%；

氧化镁膨胀剂占水泥、粉煤灰、矿渣粉和增强密实剂的合计质量的 3%~6%；

水占水泥、粉煤灰、矿渣粉、增强密实剂和氧化镁膨胀剂合计质量的 40%~48%；

减水剂占水泥、粉煤灰、矿渣粉、增强密实剂合计质量的 0.8%~1.6%；减水剂为聚羧酸高性能减水剂，减水率为 25%~30%；

引气剂占水泥、粉煤灰、矿渣粉和增强密实剂合计质量的 0.03%~0.06%；

缓凝剂占水泥、粉煤灰、矿渣粉、增强密实剂合计质量的 0.8%~1.8%;

橡胶细颗粒占细骨料和橡胶细颗粒合计质量的 3%~6%;

细骨料和橡胶细颗粒质量之和占细骨料、橡胶细颗粒和粗骨料合计质量的 36%~45%; 纤维占混凝土总量的 $2.0 \text{ kg/m}^3 \sim 4.0 \text{ kg/m}^3$;

3 具体实施方式

3.1 工程目标

某水闸工程为内河一般环境水工建筑物, 9 孔, 单孔净宽 10m, 分 3 块底板, 每块底板上 4 只闸墩。闸墩长度为 25m, 高度为 12m, 中墩厚度为 1.8m, 边墩和缝墩厚度为 1.2m。底板混凝土设计强度等级为 C30、抗渗等级 W6, 闸墩混凝土设计强度等级为 C30, 抗冻等级 F50, 抗渗等级 W6。

为防止闸墩施工过程中产生温度裂缝, 在浇筑闸墩时, 先在闸墩根部浇筑一层厚度为 20cm 的延性超缓凝细石混凝土过渡层, 混凝土强度等级为 C30, 初凝时间为 70h, 抗冻性能达到 F50 要求, 抗渗等级达到 W6 的要求; 同时还根据设计要求采取通水冷却等技术措施。

3.2 混凝土的制备

3.2.1 原料配备

(1) 水泥: 强度等级为《通用硅酸盐水泥》(GB175—2007) 标准中 42.5 普通硅酸盐水泥。水泥的比表面积 $330 \text{ m}^2/\text{kg}$, 标准稠度用水量 27.2%。

(2) 粗骨料: 粗骨料 1 为公称粒径 5~16mm、级配连续、洁净的碎石, 泥含量 0.36 wt %, 无泥块含量, 针片状颗粒含量 5.5 wt %, 压碎值为 7.2%, 吸水率 0.8%。

粗骨料 2 为公称粒径 16~31.5mm、洁净的碎石, 泥含量 0.40 wt %, 无泥块含量, 针片状颗粒含量 6.5 wt %, 压碎值为 7.8%, 吸水率 0.6%。

(3) 细骨料: 采用细度模数为 2.56 的长江中砂, 泥含量 0.72 wt %, 无泥块含量, 云母含量 0.45wt %。

(4) 粉煤灰: 符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596—2017) 规定的 F 类 II 级粉煤灰, 烧失量 1.6%。

(5) 矿渣粉: 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18046—2017) 标准中 S95 粒化高炉矿渣粉, 比表面积 $395 \text{ m}^2/\text{kg}$ 。

(6) 增强密实剂: 采用超细矿渣粉, 比表面积为 $960 \text{ m}^2/\text{kg}$ 。

(7) 减水剂: 为聚羧酸高性能减水剂, 掺量为混凝土

中胶凝材料总量的 1.5%时减水率为 30%。

(8) 缓凝剂: 掺量为混凝土中胶凝材料总量的 0.8%~1.6%。

(9) 引气剂: 掺量为混凝土中胶凝材料总量的 0.3%~0.6%。

(10) 橡胶细颗粒: 细度为 50 目。

(11) 抗裂纤维: 人工合成的聚丙烯纤维, 符合《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》(GB/T 21120—2018) 标准中聚丙烯纤维要求, 断裂强度 $\geq 500 \text{ MPa}$, 初始模量 $\geq 5 \times 10^3 \text{ MPa}$, 断面伸长率 $\geq 30\%$ 。

(12) 氧化镁膨胀剂: 《混凝土用氧化镁膨胀剂》(CBMF 19—2017) 标准中中速型混凝土用氧化镁膨胀剂。

(13) 拌和用水: 自来水。

3.2.2 原材料称量:

(1) 配合比 1: 分别称取 280kg 水泥、70kg 粉煤灰、70kg 矿渣粉、30kg 超细矿渣粉、688kg 细骨料、30kg 橡胶细颗粒、1002kg 粗骨料 1、5.4kg 聚羧酸高性能减水剂、2.25kg 引气剂、5.4kg 缓凝剂、190kg 自来水、22kg 氧化镁膨胀剂、2.0kg 聚丙烯纤维, 作为闸墩根部延性超缓凝细石混凝土。

(2) 配合比 2: 分别称取 210kg 水泥、75kg 粉煤灰、75kg 矿渣粉、793kg 细骨料、329kg 粗骨料 1、767kg 粗骨料 2、3.8kg 聚羧酸高性能减水剂、1.08kg 引气剂、145kg 自来水、1.0kg 聚丙烯纤维, 作为根部以上普通混凝土。

3.2.3 拌和: 采用双卧轴强制式拌和机拌和。

(1) 拌和闸墩根部延性超缓凝细石混凝土:

采用以上配合比 1 料, 先在拌合机中投入细骨料、橡胶细颗粒、粗骨料 1、纤维, 拌和 30 秒; 再向拌合机中投入水泥、粉煤灰、矿渣粉、超细矿渣粉、氧化镁膨胀剂和拌合用水的 40%, 拌和 30 秒; 最后投入拌合用水的 60%、减水剂、引气剂和缓凝剂, 拌和 90 秒, 形成闸墩根部延性超缓凝细石混凝土。

经检测, 形成的混凝土的坍落度为 160mm, 含气量为 3.3%。

可将其用于本工程中。

(2) 拌和闸墩根部以上的普通混凝土: 采用以上配合比 2, 在拌合机中投入水泥、粉煤灰、矿渣粉、细骨料、粗骨料 1、粗骨料 2、水、减水剂、引气剂和纤维, 拌和 60 秒, 形成普通混凝土。经检测, 形成的混凝土的坍落度为 170mm, 含气量为 3.1%。

3.3 施工

钢筋安装、模板安装、与底板结合面处理、混凝土浇筑养护除应符合《水工混凝土施工规范 (SL 677—2014)》以及设计文件的规定以外,还必须注意以下操作要点。

3.1.1 立模

墩墙根部模板的立向面板与墩墙根部以上模板的立向面板采用胶合板,模板对拉螺杆采用可拆卸组合式(带止水)对销螺栓,直径为 16mm,垂直方向间距为 0.6m,水平方向间距为 0.6m。模板与混凝土接触面使用水性脱模剂,胶合板之间的缝隙采用厚度为 2.5mm 的双面胶带堵塞。

闸墩浇筑期间日平均气温均在 5℃ 以上,因此,考虑到根部以上浇筑的普通混凝土提前拆模、加快模板周转的要求,闸墩模板采用根部模板和根部以上模板分开制作的方法,模板面板在距底板顶面向上高度为 1.2m 处将根部模板和根部以上模板分开。

模板安装时,设置从闸室底板顶面向上至闸墩顶部的模板支架垂直方向围圈和水平方向围圈,垂直方向围圈和水平方向围圈的间距均为 0.6m;模板支架每组垂直方向围圈和水平方向围圈分别采用两根壁厚 3.5mm、外径 48mm 的钢管平行排列,模板胶合板面板与围圈之间通过对拉螺杆和“3”字形卡连接、固定;并在闸墩根部模板增加设置根部垂直方向围圈,间隔布置在模板支架相邻的两组垂直方向围圈的中间,间距为 0.6m,高度为 1.8m;闸墩根部模板的面板水平方向设置两排对拉螺杆,第一排水平对拉螺杆距离闸室底板顶面 0.2m,第二排水平对拉螺杆距离闸室底板顶面 0.8m。

3.3.2 浇筑

闸墩钢筋和模板安装完成,闸室底板顶面与闸墩结合面凿毛、清理干净,浇筑前在结合面洒水湿润,并清除表面积水,进入浇筑阶段。

浇筑前在闸墩模板内腔中设置导管,导管的出料口至闸室底板顶面间的距离控制在 0.8~1.0m。采用混凝土泵车将混凝土输送入仓,根部延性超缓凝细石混凝土形成的过渡层厚度控制在 20cm 左右,人工摊平混凝土,采用振频为 5000~6000 次/min 的振实。

闸墩根部延性超缓凝细石混凝土浇筑完成后,继续在形成的过渡层上浇筑普通混凝土,采用混凝土泵车将普通混凝土输送入仓,每层浇筑厚度为 50~60cm,普通混凝土浇筑速度控制在 0.5~0.7m/h。

3.3.3 养护、模板拆除

根据设计要求,闸墩采用冷却水管通水冷却 10 天。

(1) 闸墩混凝土浇筑后日平均气温在 10℃ 以上时,自混凝土浇筑完成后第 5 天开始松开自底板向上第三排及以上的模板对拉螺杆,每天 11:00 时从闸墩顶部补充养护水 1 次。第 8 天开始拆除底板到闸墩顶部的垂直方向围圈和根部以上模板,同时设置喷雾装置,朝结构混凝土表面方向进行喷雾,喷雾养护时间 21 天;第 12 天拆除闸墩根部模板。

(2) 混凝土浇筑后日平均气温在 5~10℃ 时,第 10 天开始拆除底板到闸墩顶部的垂直方向围圈和根部以上模板,第 15 天测试延性超缓凝细石混凝土同条件养护试件的抗压强度为 24.2MPa,第 16 天开始拆除根部模板面板和单独设置的垂直方向围圈。

拆模后在闸墩根部延性超缓凝细石混凝土表面覆盖塑料薄膜,再在其外侧堆叠编织袋袋装土;袋装土的高度 0.6m,宽度不少于 0.7m,根部延性超缓凝细石混凝土过渡层连续湿养护时间不少于 30 天。

4 施工质量验收效果

4.1 闸墩根部延性超缓凝细石混凝土

初凝时间为 65.4 小时;28 天混凝土标准养护试件强度为 34.8MPa,在等效养护时间达到 600℃·d 时结构混凝土回弹强度推定值为 33.6MPa;抗冻性能达到 F50 要求;抗渗等级达到 W6 的要求。

4.2 闸墩根部以上的普通混凝土

初凝时间为 13.2 小时;28 天混凝土标准养护试件共检验 24 组,抗压强度平均值为 36.3MPa,均方差 2.41MPa,在等效养护时间达到 600℃·d 时结构混凝土回弹强度推定值为 36.8MPa;抗冻性能达到 F50 要求;抗渗等级达到 W6 的要求,闸墩混凝土未产生温度裂缝。

参考文献

- [1] 陈美,杨玉霞.浅析水闸墩墙混凝土裂缝与控制措施[J].警戒线,2020(29):103-104.
- [2] 孙德水.水闸混凝土裂缝控制措施探讨[J].百科论坛电子杂志,2019(9):284.
- [3] 徐凯光.大型水闸改造决策与闸室混凝土温度仿真研究[D].河南:郑州大学,2019.
- [4] 魏林坚,刘启波,聂耳清.超长底板水闸混凝土结构温控监测成果分析[J].广东水利水电,2017(4):17-20.