

污水处理厂工程池体构筑物大体积混凝土施工及裂缝控制

沈志成

安徽建工三建集团有限公司, 安徽 合肥 235300

[摘要] 大体积混凝土施工是污水处理厂工程池体构筑物建设的核心, 其施工质量和效果直接影响着工程池体构筑物的性能、稳定性。在大体积混凝土施工的过程中, 如何控制混凝土裂缝, 保证池体结构的稳定、耐用最为关键。本篇文章简要分析污水处理厂工程池体构筑物大体积混凝土施工的技术要点, 针对裂缝控制问题提出相应的预防措施、补救方案, 以期提高大体积混凝土施工的质量、效果, 减少裂缝的发生, 为污水处理厂工程的顺利建设奠定坚实的基础。

[关键词] 污水处理厂; 大体积混凝土; 施工裂缝

DOI: 10.33142/ect.v3i4.16126

中图分类号: TU9

文献标识码: A

Construction and Crack Control of Large Volume Concrete for the Pool Structure of Sewage Treatment Plant Engineering

SHEN Zhicheng

Anhui Construction Engineering Sanjian Group Co., Ltd., Hefei, Anhui, 235300, China

Abstract: The construction of large volume concrete is the core of the construction of sewage treatment plant engineering pool structures, and its construction quality and effect directly affect the performance and stability of the engineering pool structures. In the process of constructing large volume concrete, how to control concrete cracks and ensure the stability and durability of the pool structure is the most critical. This article briefly analyzes the technical points of large volume concrete construction for sewage treatment plant engineering pool structures, and proposes corresponding preventive measures and remedial plans for crack control issues, in order to improve the quality and effectiveness of large volume concrete construction, reduce the occurrence of cracks, and lay a solid foundation for the smooth construction of sewage treatment plant projects.

Keywords: sewage treatment plant; large volume concrete; construction cracks

引言

污水处理厂是我国城市基础设施建设的一环, 其池体构筑物的质量、性能直接关系到污水处理的质量、效果, 也影响着污水处理厂的运营效率。在大体积混凝土施工中, 为保证池体结构的稳定、安全, 应严格控制施工裂缝, 但因混凝土材料相对特殊, 易受施工环境及工艺等因素的影响而出现裂缝问题, 污水处理厂还应严格管控大体积混凝土的施工质量, 深入研究裂缝控制技术, 以提高工程质量。

1 工程概况

某城市污水处理厂扩建项目包含粗格栅及提升泵房、生物池、二沉池等混凝土池体构筑物。其中, 生物池呈矩形, 平面尺寸 100m*50m, 池深接近 10m, 设计壁厚与底板厚度分别 0.7m、1.0m, 混凝土强度等级 C30。粗格栅及提升泵房结构呈矩形, 平面尺寸 34m*16.5m, 池深比生物池大, 接近 18m, 池壁与底板厚度分别 1.0m、1.2m, 混凝土强度等级 C30。基于项目工程情况与施工需要, 污水处理厂决定采用大体积混凝土施工方法, 单次最大浇筑量(连续) 1200m³。而因项目所处的地质环境相对复杂, 地下水位高, 对混凝土的抗渗性能、耐久性能等均提出严格的要求。考虑到池体结构复杂、体积较大, 对于尺寸把控极为严格, 施工过程中需要解决水化热温升、内外温差控制等

问题。加之, 池体长时间接触污水、腐蚀性介质等, 在裂缝控制上也有极高的要求, 其裂缝宽度应不超过 0.2mm。

2 大体积混凝土施工技术要点

2.1 施工准备

为规避施工过程中出现裂缝问题, 在项目施工前污水处理厂严格选定水泥材料。如, 检验海螺牌、铁鹏牌等 4 种 425R 普通硅酸盐水泥, 结果如图 1 所示。图中 3、4 分别是海螺牌、铁鹏牌的 425R 水泥, 与其他水泥相比, 这两种水泥的水化热升温最低, 是 62℃, 其出现热高峰的时间段较晚。为避免大体积混凝土施工中出现裂缝, 污水处理厂决定选用铁鹏牌水泥。选完水泥材料后, 需要确定混凝土配合比, 其需满足混凝土等级 C30 要求, 抗渗等级应达到 P8, 水灰比控制在 0.55, 坍落度 110~140mm 以外。在不影响混凝土质量的基础上, 需要尽可能降低每立方米混凝土拌合物的水泥用量。该项目利用双掺技术, 在掺加粉煤灰时同步掺入减水剂, 利用粉煤灰代替部分水泥, 能够降低混凝土拌合物的温升, 还能延迟热高峰时间。

除了上述准备工作外, 该项目配置 4 台 52m 臂架泵车, 19 台 ZN-70 型高频振捣棒, 并备用 1 台 500kW 的柴油发电机, 以保证混凝土浇筑的连续性。在施工前的 48 小时

内做好设备联调,确保施工不会受设备影响而中断。同时,污水处理厂使用精度为±2s 的全站仪复测池体轴线、标高,其允许偏差范围如下:池体轴线±5mm;标高±3mm,并设置 11 处沉降观测点,在混凝土浇筑前后实时监测基础的稳定性。

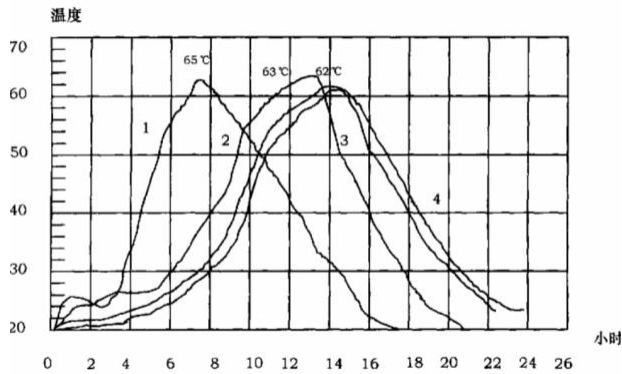


图 1 相同条件下的水化热对比化验

2.2 后浇带与施工缝处理

为管控施工中的收缩裂缝,保证整体结构的稳定、可靠,该项目还开展后浇带与施工缝处理工作。由于污水处理厂的池体体积较大、结构相对复杂,需要合理设置后浇带并处理好施工缝来释放温度应力,消除薄弱界面。在后浇带设置环节,该项目避开池体应力相对集中的区域,如进出水管预埋部位、池壁转角处等,并顺沿结构的纵向、横向布置后浇带。后浇带的布置间距保持 35m,宽度最小是 800mm,最大不超过 1000mm。其中,温度后浇带可以释放混凝土 28 天内的温度收缩应力,封闭时间超过 60 天;沉降后浇带主要协调各区块的沉降差异,封闭时间一般是 90 天^[1]。该项目还进行界面处理、微膨胀混凝土等操作,即对两侧混凝土进行凿毛处理,深度控制在 5mm 以上,全面清除浮浆后为其涂刷界面剂。施工过程中,还使用 C45 补偿收缩混凝土,限制膨胀率在 0.025%以上,以抵消收缩变形。

施工缝处理中,该项目将施工缝设置在结构受力相对较小的区域,如远离池体转角、预埋管件的部位,能够防止应力过于集中而出现/扩展裂缝。在混凝土初凝之后,需要对施工缝表面进行凿毛处理,将其浮浆全部清除,裸露粗骨料,能够增强新混凝土、旧混凝土之间的黏结力。完成凿毛操作后,施工人员还要使用高压水枪进行冲洗,保证界面无油污或颗粒存在。为有效止水,施工人员在施工缝部位还预埋橡胶止水带,选用连续、紧密的止水材料,确保止水系统完整、可靠。浇筑施工前,在凿毛表面涂抹环氧树脂界面剂,保证涂抹均匀、有序,可以填补微观孔隙,形成一层黏结层。

2.3 分层分段浇筑工艺

该项目采用分层分段浇筑施工工艺,其参数情况见表 1。

表 1 浇筑参数

结构部位	分块尺寸(长*宽)/米	间隔时间	单块浇筑量/立方米	分块数量
生物池底板	45*42	1~3 天	200	4~10
粗格栅池壁	5*4	1.5~3h	20	2~4

分层浇筑过程中,该项目采用跳仓法来划分浇筑单元。针对生物池的底板,依照其长度方向划分为多个单独的区块,严格把控各区块的尺寸,以免一次性浇筑体积过大致使混凝土水化热积聚。对于相邻两个区块,浇筑的时间间隔需要满足收缩应力释放需求,在硬化初期实现混凝土的部分变形,能够规避后期开裂。至于各区块的接缝部位,其应避开结构应力集中区域,合理预埋止水带能够保证接缝处的密封性^[2]。同时,对于不同的结构部位该项目采用差异化分层浇筑方法,在底板施工过程中以斜面分层、循序推进为主,推进速度不超过 2m/h,严格把控每层混凝土浇筑的厚度,再基于斜面坡度管控其流动速度,能够保证各层结合紧密,以免出现冷缝。在池壁浇筑环节,该项目采用垂直分层工艺,每层高度不超过 300mm,相邻两层的浇筑时间间隔 1.5h,初凝时间在 6h 以上。由于该项目施工处于多雨、炎热的季节,在遇到降雨天气时施工人员分段搭设雨篷进行浇筑工作;在遇到炎热气候时,为减少混凝土后续冷缩发生开裂,施工人员严格管控混凝土的入模温度。施工过程中主要使用较低温度的水,为混凝土输送管覆盖草袋,每隔一定时间进行洒水,保持其湿润,以减缓管道混凝土的升温,避免混凝土吸入过多热量而失水并堵塞管道。

2.4 混凝土振捣

浇筑完成后,施工人员需要开展振捣作业,以保证混凝土的密实性、抗渗性等。该项目选用 ZN-70 型振捣棒,功率 1.5kW,振动频率不低于 12000 次/分钟,振幅保持 1.4mm,并搭配使用附着式振捣器、平板振捣器等,有机形成了“插入+附着+平板”的三位一体振捣系统^[3]。振捣作业中,振捣棒插入下层混凝土的厚度不小于 50mm,以便消除层间的冷缝,主要按照“行列式”布点,其间距不超过 390mm,单点振捣的时间保持在 20~30s,如果混凝土表面泛浆且无气泡逸出,表明达到时间,可停止振捣。具体施工中,底板采用斜面分层浇筑方法,施工人员将振捣棒由坡脚斜向插入,这一过程需要保证上下层混凝土结构紧密、稳定。在完成一层混凝土浇筑作业后,需要及时振捣,以免时间间隔过久而出现冷缝问题。在池壁垂直分层浇筑的过程中,需要保证振捣棒与模板保持一定的距离,以免振捣棒触及模板而出现移位、漏浆等情况。针对钢筋相对密集的部位,施工人员使用小型振捣棒进行作业,同时配合人工插钎,以全面、高效地填充骨料。完成振捣作业后,施工人员通过敲击的方式检查模板外侧,以免出现空洞问题。由于管底和侧壁部位容易积聚气泡,施工人员还将振捣棒倾斜插入管底的空隙部位,适当延长振捣时间,由施工人员手动补料。对于

新、旧混凝土的交接位置,施工人员着重进行振捣处理,振捣棒需要插入旧混凝土的一定深度,以保证界面的黏结力。首次振捣完成后,施工人员在混凝土初凝前二次振捣,以免形成毛细孔道,减少混凝土的塑性收缩裂缝。二次振捣过程中,其深度即表层混凝土,时间管控在初凝阶段的临界点,能够避免影响已凝结部位^[4]。在振捣结束后,施工人员利用刮杠找平,在混凝土终凝前二次抹压并封闭表面的毛细孔,为其覆盖土工布这类保水材料,做好后续的洒水养护,有效防止混凝土的水分快速蒸发而出现龟裂问题。

2.5 温度控制及监测

大体积混凝土硬化过程中会出现水泥水化反应,从而产生大量的热量,这使混凝土内部温度不断升高,而混凝土的外部因散热速度较快,表面温度不断降低,致使混凝土的内外形成明显的温差。受此影响,混凝土会产生一定的拉应力,一旦拉应力超过混凝土的抗拉强度,会出现裂缝问题。考虑到这点,该项目针对温度控制进行了一系列工作。如,上文提及的使用水化热相对较低的水泥材料,加入粉煤灰减少水泥用量,延缓混凝土的升温速度。在内部降温过程中,施工人员预埋循环冷却水管,借助水流带走混凝土内部的热量,减小内部与外部的温差。同时,施工人员还进行了外部保温,在混凝土浇筑结束后为其覆盖保温材料,如塑料薄膜,减缓混凝土表面的散热速度,以免温度快速降低而出现收缩裂缝。

温度监测过程中,施工人员在混凝土内部的不同深度、位置安装温度传感器,实时采集混凝土温度数据,构建三维温度场模型。同时,基于无线传输技术将温度数据传输到监测系统,通过设定温差阈值,在其数据达到阈值时可以触发预警,并第一时间调整冷却水流量,规避温差问题。

2.6 养护

该项目混凝土终凝后,即浇筑后的6~12小时,施工人员为其覆盖土工布、麻袋等保水材料,利用自动喷淋系统保持混凝土表面湿润,确保覆盖的保水材料与混凝土紧密贴合,以免出现脱水情况。养护过程中,施工人员结合环境温度、湿度等条件灵活调整洒水的频率,特别是高温、大风天气下适当增加洒水次数,能够保证混凝土表面始终湿润^[5]。该项目混凝土的养护时间共14天,前7天主要控制温度、保持混凝土湿润,以免过早流失水分或温度降低而出现裂缝问题。在7~14天内,依据情况适当减少洒水频率,但保证混凝土的整体湿润,注重对后浇带、施工缝等部位的养护。14天后,池体拆模,在其暴露部位喷涂养护剂,形成保水屏障,进一步保证混凝土结构的抗渗性、抗冻性等。

3 污水处理厂工程池体构筑物大体积混凝土的裂缝控制措施

3.1 严格管控施工工艺

除采用分层浇筑、施工缝处理等方法外,合理设置模板与支撑系统也能避免混凝土裂缝。通常情况下,保证模

板的平整性、严密性,构建稳定、安全的支撑系统,能够防止浇筑环节模板变形或移位而导致混凝土裂缝。拆模过程中,严格管控操作时间,具体需由混凝土强度、气温条件等决定^[6]。在混凝土终凝前,施工人员应二次收浆,做好抹平处理,减少混凝土的塑性收缩裂缝。整个施工过程中,施工人员还要实时监测混凝土的温度、湿度、坍落度等参数,依据现场情况灵活调整施工参数,能够保证混凝土性能达到设计要求。

3.2 做好人员培训

施工人员是大体积混凝土施工的主体,施工人员的能力、素质直接影响着施工质量、效果。为有效控制混凝土裂缝,确保混凝土施工的质量,污水处理厂还应做好人员的培训工作。即组织施工人员系统学习大体积混凝土的施工理论,掌握裂缝产生的机理、预防措施,如温度控制、养护要求等。还要组织人员进行振捣、模板安装等实操培训,保证每位施工人员都能熟练掌握正确的操作方法,以免操作失误而出现裂缝。另外,污水处理厂还应定期考核施工人员,检验培训效果,考核不通过的人员不可上岗工作。

4 结束语

总而言之,大体积混凝土施工易受多方因素的影响而出现裂缝问题,严重影响着施工质量。在污水处理厂工程池体构筑物施工中,科学应用大体积混凝土施工技术,严格管控施工流程,做好各环节的质量与细节控制,能够提高大体积混凝土施工的质量、效率。尤其是混凝土浇筑、振捣与养护环节,严格按照工程标准、要求进行作业,能够有效控制混凝土裂缝,确保污水处理厂工程建设的质量与综合效益。未来,伴随科技水平的不断提升,还可以借助物联网、大数据等先进技术来智能化监控并管理施工过程,如利用智能传感器实时监测混凝土的内部应力、温度变化等,更能有效降低混凝土裂缝发生的风险,为施工决策提供有力的依据。

【参考文献】

- [1]杨勤.城市污水处理厂工程池体构筑物大体积混凝土施工及裂缝控制研究[J].建筑工程技术与设计,2021(17):795.
 - [2]黄贤斌.水工构筑物大体积混凝土施工温控措施[J].中国水运,2023(4):140-142.
 - [3]刘松.大体积混凝土水工工程施工中的温控措施探讨[J].水上安全,2023(13):194-196.
 - [4]王善义.关于建/构筑物基础工程大体积混凝土施工要点的探讨[J].门窗,2023(23):208-210.
 - [5]李杰.建筑工程大体积混凝土无缝施工技术分析[J].居业,2020(6):53-54.
 - [6]黎昌尧.建筑工程中大体积混凝土结构施工技术研究[J].中国房地产业,2020(4):212.
- 作者简介:沈志成(1990.11—),男,南京工程学院,工程管理,安徽建工三建集团有限公司,技术负责人,工程师。