

水工混凝土结构设计存在的问题与对策分析

林嘉浩

中国市政工程西北设计研究院有限公司深圳分公司

DOI:10.12238/hwr.v7i6.4865

[摘要] 近年来,我国水利工程建设得到了快速的发展,在数量方面也不断地增加,同时,也较大地促进了水利事业的发展。做好水工混凝土结构设计对于确保水利工程质量、推动水利工程发展具有积极作用。但水工混凝土结构建设涉及的内容较多,且设计方面存在许多问题,导致工程建设质量下滑。因此为提高水工混凝土结构质量,本文将结构设计作为切入点,深入分析水工混凝土结构设计中存在的问题,并对解决对策进行研究,旨在为水工混凝土结构设计提供一定参考。

[关键词] 水工建筑; 混凝土结构; 问题; 对策

中图分类号: TV223.4 **文献标识码:** A

Analysis of Problems and Countermeasures in the Design of Hydraulic Concrete Structures

Jiahao Lin

Shenzhen Branch of CSCEC AECOM Consultants Co., Ltd

[Abstract] In recent years, China's water conservancy engineering construction has achieved rapid development, with a continuous increase in quantity. At the same time, it has greatly promoted the development of water conservancy industry. Good design of hydraulic concrete structures plays a positive role in ensuring the quality of water conservancy projects and promoting their development. However, the construction of hydraulic concrete structures involves a lot of content, and there are many design issues, leading to a decline in the quality of engineering construction. Therefore, in order to improve the quality of hydraulic concrete structures, this article takes structural design as the starting point, deeply analyzes the problems in hydraulic concrete structure design, and studies the solutions, aiming to provide some reference for hydraulic concrete structure design.

[Key words] hydraulic construction; concrete structure; problems; countermeasures

水利工程是我国一项重要的民生工程。随着社会经济的不断增长,社会各界对水利工程建筑质量提出了更高的要求。混凝土由于其适应性好、易于浇注成型、原材料简单、能耗低等优点,在水利工程领域得到了广泛的应用。已逐渐成为应用最广泛的建筑材料之一,具有巨大的经济效益和社会效益。水工构筑物要想取得比较良好满意的应用效果,就要首先进行比较科学而合理严谨的结构设计,有效科学地保障水工混凝土结构建筑的质量要求以及符合国家相关建设规划的目标。

1 水工混凝土结构概念

混凝土材料主要就是水泥、砂、外加剂、矿物质等各类材料依照固定比例搅拌,生成特有施工材料,在我国建设行业中得到了广泛应用。水利工程内,水工建筑也多以混凝土材料为主。

混凝土结构原材料成分组成复杂,需要在实际应用前对各类材料展开性能测试。要求混凝土材料各项参数在满足设计要求的情况下才可被正式应用到实际施工环节,切实保障水工混凝土

结构施工质量和施工效率,混凝土材料中的水泥水化热反应主要是水泥中的碎石含量较高导致。如水灰比控制力度没有控制好,混凝土结构质量会不同程度下降,不同程度影响到骨料、水泥胶体的黏合度。为切实保障混凝土结构稳定性,可以在混凝土配置过程中掺入适量粉煤灰,保障混凝土结构流动性能,有效控制水化热现象出现。混凝土搅拌环节,原材料配比工作应得到高度重视。要求质量管理人员在实际检验工作开展期间需要根据现场实际要求进行检验测试,确保混凝土材料符合配比要求。同时需要控制砂石中的含水量,使混凝土含水量符合实际应用要求。

2 水工混凝土结构施工特点

2.1 温度要求严格

水工混凝土结构施工对现场的温度要求很高,如果室温太低,缺少对应温度控制措施,易成型混凝土的性能和质量将受温度的影响,导致一系列的施工问题,如不符合标准的混凝土强度和混凝土开裂。用现场举例,当室温低于5°C,如低温影响到混

凝土的水化反应, 延缓提高混凝土的强度, 在严重的情况下, 停止水化反应并影响混凝土强度使其无法继续增加。此外, 水工混凝土结构对自身温度很敏感, 对保温温度、内表面温差等有严格的要求。例如, 使用混凝土表面温度, 重点是水化热的缺陷、内部温度明显大于混凝土表面温度, 水工混凝土没有经过养护, 其表面温度可能超过规定标准允许的 25°C 内, 这样就会影响到混凝土的抗拉强度。

2. 2 骨料颗粒粒径较大

水工混凝土结构因受力条件的严苛要求, 普遍存在结构尺寸大、混凝土用量多、施工难度大等情况。水工混凝土结构产品不仅最大骨料颗粒粒径较大, 而且其所占重量比例也还高, 以达到提高材料强度, 减少材料用量的目的。一般使用情况条件下, 大体积水工混凝土的骨料颗粒粒径控制在 $20\sim 80\text{mm}$ 左右。

2. 3 胶凝材料用量较少

水工混凝土一般采用的是水泥或胶凝材料, 其混凝土用量一般比普通工程要求少, 特殊情况条件下使用量一般会小于或等于 $200\text{kg}/\text{m}^3$, 同时, 应再酌情适量掺入少量相应比例浓度的水泥掺合料、减水剂等外加剂, 以达到提高或改善水工混凝土材料的耐久性、均易性能, 降低混凝土水灰比, 逐步地达到减少水泥用量, 降低混凝土内部水泥水化热的目的, 避免产生温度裂缝, 给水工混凝土结构施工带来不利影响。

3 水工混凝土结构设计问题

3. 1 水工混凝土结构最大承载力设计问题

在水工混凝土结构中, 最大承载力问题主要就是在破坏压力达到一定程度的情况下, 混凝土结构所使用的材料刚度、强度难以承受荷载, 混凝土构件出现变形情况, 结构整体承载力下降。水工建筑物需要具备良好的防水、蓄水作用, 如果混凝土结构最大承载力没有得到严格把控, 巨大的水量会产生一定的冲击力以及压迫力, 导致水工混凝土结构全寿命运营周期被缩短。因此为有效解决最大承载力不足现象出现, 设计人员需要严格考量承载力问题, 分析存在于混凝土结构中的不稳定因素, 科学设立水工混凝土结构的应力约束极限状态, 确保混凝土结构能够充分发挥出应有作用。

3. 2 应用大直径钢筋的问题

一些结构形式限制的部位必须应用大直径钢筋, 不同于普通的材料, 仅仅应用大直径钢筋不能够有效发挥其效应, 需要采取一定的方法让使其相互连接。由于混凝土保护层具有相对较薄的连接处, 对结构安全极其不利。另外, 大直径钢筋的应用会出现以下问题, 一是相邻钢筋的间距变小, 二是导致混凝土振捣不密实, 三是在搭接处容易出现裂缝的情况, 从而还会导致钢筋锈蚀加速和混凝土脱离开裂等问题。综上分析, 大直径钢筋的应用的具体要求相对不低, 通过在连接的时候应用对焊接的方式, 在连接过程中不进行绑扎, 如果搭接方式应用的不恰当将会增加施工的难度, 建成之后再对搭接问题进行处理会浪费较大的人工, 财力物力, 甚至还有可能出现更多的安全问题。

3. 3 配筋率设计问题

水工混凝土结构设计环节对保障工程建设质量与效率具有重要作用, 在开展设计工作期间, 设计人员需要着重关注混凝土结构的配筋率设计。从混凝土结构发展角度分析, 现有混凝土结构的最小配筋率设计准则尚未明确规定, 由于缺乏判断标准, 导致最小配筋率与实际结构数据无法得到根本上保障。在实际施工期间, 混凝土结构尺寸、配筋率存在密切关联。为有效解决水工混凝土配筋率问题, 还需要结合工程实际建设要求, 对配筋率设计方案进行不断优化与完善, 通过改变截面极限内力变化参数, 合理调节配筋率比值。

3. 4 裂缝处理问题

一般对于已经开裂的水工混凝土结构, 如果仅仅增加钢筋数量并不能解决完全开裂的问题, 就必须对结构内部情况进行处理。结合相关规定, 可采用直径较小的钢筋来减小其间距, 从而解决裂缝问题, 提高结构的致密性和整体承载能力。其中, 以承载力计算所需的纵向钢筋面积的30%作为钢筋截面增加的限度。如果按上述要求加工后裂缝宽度不能得到有效控制, 可灵活采用其他措施加以弥补。采用多种手段处理裂缝, 提高结构的整体稳定性。

4 水工混凝土结构设计存在问题的解决对策分析

4. 1 钢筋用量设计

钢筋用量对水工混凝土结构的质量与性能产生直接影响, 如部分设计人员开展设计工作时, 发现混凝土结构裂缝宽度, 无法满足设计规范要求, 则盲目地增加钢筋用量, 并没有找到问题出现的真实诱因, 进而导致设计方案存在不足, 间接影响到后续水工混凝土的整体建设有效性。基于相关行业施工技术规范可知, 在水工混凝土验算裂缝宽度控制数据, 无法满足具体工程建设的技术要求时, 设计人员则可以采用较小直径的带肋钢筋, 进而有效控制钢筋之间的距离, 并适当增加受拉区纵向的钢筋截面面积。在钢筋截面面积适当增加时, 不可超过计算承载力的百分之三十, 避免影响到水工混凝土的整体施工质量与安全。若设计方案进行合理完善优化后, 仍旧无法解决出现的问题, 设计人员可基于技术规范, 采取其他措施, 对其问题进行处理。除此之外, 为有效控制钢筋用量, 在实际设计工作开展阶段, 设计人员不可单一采取增加钢筋用量的弥补措施。为保证水利工程整体建设的可行性与有效性, 在处理该问题时, 应当合理采用较小直径的带肋钢筋, 并契合结构外形的具体特点, 合理调整钢筋间距, 保证钢筋用量设计的合理性与有效性。

4. 2 严格按照设计规范执行

在水工混凝土设计过程中不但要对结构的强度设计进行考虑, 还要综合分析长期应用中水下环境对水工结构造成材料腐蚀等问题, 通过采取科学合理的设计方法尽可能地将结构的应用时间延长。水工混凝土结构设计需要按照现行地方标准、行业规范以及国家有关法律法规严格执行, 对正常应用中水工结构的维护管理等进行综合分析, 在结构设计中要将足够的工作面预留出来, 以便为后续的检测和维护提供便利。但是, 在应用中水工混凝土受到各种病害的影响是避免不了的, 需要尽可能

地考虑到各种不利因素,因此,在设计水工混凝土结构中还要将材料老化和环境侵蚀等不利影响因素考虑在内,即使存在着病害影响也不会影响到水工构件或结构安全稳定。

4.3 温湿度计算

在水工混凝土结构设计过程中,相关设计人员也需要对环境温湿度进行严格关注,着重关注施工现场的温湿度、应力值、混凝土抗裂性能等。如混凝土抗裂性能与施工实际要求不符,则需要严格控制混凝土结构的配筋率以及混凝土表面裂缝宽度。要求温度场与应力场的计算工作需要使用有限元、差分设计方式。在实际计算过程中,需要对混凝土徐变引起的应力松弛情况进行着重分析。当前混凝土弹性的温度应力计算时应当折减35%,实际折减比例还需要通过对比分析计算值与实验值,合理设计出混凝土配比,将计算值与实验值误差控制在10%以内。

4.4 制定适宜配比方案

在混凝土内部适当掺入能够控制水化热现象的矿物掺合料。在切实保障混凝土结构施工质量水平的基础上,控制混凝土结构凝胶材料用量值,着重计算出混凝土材料中的水胶比,确保混凝土中的塑性收缩、长期干缩问题能够得到有效解决。要求在混凝土材料内部加入对材料性能影响较小的纤维物质,从根本上提升混凝土材料极限抗拉强度。要求在混凝土结构设计工作实施过程中,应当控制混凝土结构现有约束力。混凝土结构保护层厚度进一步增大,裂缝问题更加明显,还需要在设计规范内对混凝土钢筋保护层厚度进行合理设置。

4.5 对裂缝进行有效的控制

由于水工混凝土结构存在自身特性的许多局限性,因此,在现代水工混凝土结构抗震设计工程中非常的容易出现结构裂缝,控制好裂缝问题也是当前水工混凝土结构抗震设计研究人员肩负的最重要研究任务。水工混凝土结构勘察设计机构的技术工作管理人员必须要在科学的理论思想指导作用下杜绝结构裂缝灾害地再产生。这就要求结构设计的人员应结合勘察当地区域的具体实际以及地理环境,包括地质、土壤、水文变化等相关内容,因地制宜,整合并分析混凝土结构中的各种荷载变动参数、水压荷载的动态变化的参数并进行设计。

4.6 科学合理地进行抗磨蚀方案设计

水工建筑物运行方式的不同需要选择不同的抗冲磨设计方案和标准。通常情况下,可以将间歇性运行结构的壁面抗磨蚀材料厚度减少,足够的厚度及适宜的运行环境方式能够适当地将设计标准降低,这样能够有效地降低投资成本。部分水工建筑物具有较大的流速、相对较高的费用且具有重要的机构,这样需要应用水弹性模型试验对水流脉动壁压作用进行研究,科学合理的对结构形态进行设计,以便能够达到动态环境下有效控制水工结构的共振,这样能够在根本上将流激振动引起的破坏问题有效解决。另外,边界轮廓形态的改进能够有效地防治过流边壁出现冲磨。需要充分考虑水头的影响作用,在计算水力和建筑物形式选择的时候要将动水压强沿程分布情况考虑到,通过测压管水头绝对值和负压范围的限制间接控制水流空化数过小的情况。

5 结束语

综上所述,随着经济社会的快速发展,水利工程建设项目的数量呈现了明显增加的趋势,在工程建设中水工混凝土结构设计是较为重要的内容,在水利工程中具有重要的作用。如果水工混凝土结构设计存在许多问题,未进行有效处理,必将造成设计效果下降。因此应针对问题采取可靠的解决措施,贯彻设计原则,并在结构设计工作中落实可靠的质量管控措施,实现对结构设计效果产生积极影响,保证水工建筑物建设质量,确保水工项目能够充分展现自身价值,进而推动水利事业发展。

[参考文献]

- [1]代玉华.水工混凝土结构设计存在的问题与对策分析[J].地下水,2022,44(3):284-285.
- [2]付艳艳.水闸水工混凝土结构裂缝处理技术应用分析[J].水利技术监督,2022,(4):201-203.
- [3]高飞.水工混凝土结构腐蚀检测评价方法分析[J].黑龙江水利科技,2022,50(2):103-107.
- [4]李岩.水工混凝土结构耐久性研究[J].建筑工程技术与设计,2015,(7):1778.