

水工建筑结构混凝土抗冻性能测试方法研究

李家友

綦江区水利局 重庆 400803

摘要: 混凝土作为水工建筑工程建设施工的重要原材料, 需要体现较强的性能, 才能够确保水工建筑建设施工质量达到要求。混凝土在实际应用于水工建筑当中时, 需要以抗冻性能的体现作为核心, 充分提高水工建筑结构的稳定性。基于此, 可以在实验室中建立液压寒冷环境, 对水工建筑结构中的混凝土抗冻性能进行测试, 从而加强工程项目综合建设施工质量。

关键词: 水工建筑; 混凝土; 抗冻性能; 测试方法

水闸、泄水隧洞、码头等都属于水工建筑物, 其相对于房屋建筑来说会受到更多的自然条件约束, 施工人员面临的工作条件也比较复杂, 甚至很可能产生挡水建筑物失事等现象。在对这些水工建筑进行施工时, 施工人员就需要确保混凝土结构的安全性达到要求, 加强对水工建筑结构混凝土综合性能的有效控制。就混凝土各项性能的表现形式来说, 在将其应用于水工建筑施工中时, 要将重点放在结构抗冻性能方面, 要确保其达到相应的施工要求就需要做好事前测试, 在确保其性能达到要求之后再开展具体的施工作业, 促使水工建筑施工质量和安全性能可以达到预期目标。

一、冻融破坏机理

混凝土中的水都是以自由水的形式存在于材料当中, 因此在温度比较低时就会形成冰, 因此混凝土的多个毛细孔中的自由水就会打破正常的表现形式, 在一定程度上增大体积, 发生膨胀, 进而使得混凝土也以产生膨胀现象。在这种情况下, 混凝土的内部结构会形成拉应力, 在拉应力大雨混凝土本身的抗拉性能时, 混凝土的内部结构就会发生破坏, 这种现象就是冻融破坏, 会给混凝土材料的性能表现造成影响。自由水处于混凝土的毛细孔当中, 而混凝土材料本身还有很多非毛细孔, 其中主要以水泥水化产生的孔隙为主, 还会受到其他因素的影响产生非毛细孔。在周围的温度变化较大导致混凝土的温度非常低时, 材料中的自由水会受冷结冰因此体积变大, 其中的孔隙就能够给体积的膨胀提供拓展空间, 在较大程度上减小了混凝土内部结构的拉应力, 促使混凝土不必应对过大的拉力。有些时候, 混凝土材料自身体现出来的抗拉能力是可以应对这一部分拉力的, 这时就不会产生冻融破坏现象。

由于水工建筑与一般的混凝土建筑工程存在非常大的区别, 其中的构件大多时候需要处于液压环境下, 导

致混凝土长期处于饱水状态, 每一个孔隙中都会充斥水分子, 很容易使得混凝土受冷产生体积膨胀现象。当混凝土内部的孔隙不足时, 难以给体积的膨胀产生缓冲作用, 这时冻融破坏程度会有所增大。所以, 水工建筑混凝土产生冻融破坏问题与内部的孔隙有极大的关系, 总的来说, 还是与混凝土自身的抗拉强度、内部孔隙分布情况有关, 不能忽视的就是其主要在于周围环境温度的变化。在对混凝土的抗冻性能进行测试时, 就需要考虑其中的影响因素, 确保测试结果更加准确、可信。

二、水工混凝土冰冻害特征

1. 结构对水工混凝土的影响

混凝土的冻融过程和表现形式随着混凝土所处的环境存在一定的差异, 寒区的水工混凝土周边的温度非常低, 在材料冻融的过程中会导致混凝土的表皮酥松, 还会产生层状脱落问题。在温度不断下降到冻结温度以下之后, 大孔隙中的水也会产生冻结现象, 这时混凝土的体积会不断膨胀, 内部的压力也会有所增大, 其中的孔隙也会受到较大程度的压力, 从而超过混凝土自身能够承受的拉应力, 自然而然地会产生破坏现象。水工混凝土内部还会发生渗透力的改变, 主要在于毛细孔发生冻结导致混凝土内部的溶液浓度增大, 难以与凝胶孔保持相同的浓度, 因此凝胶孔隙中的溶液就会转移到毛细孔当中产生渗透压力, 在其超过混凝土的抗拉强度时, 就会破坏混凝土结构的性能。这时混凝土不仅会受到静水压力作用, 还会与渗透压力共同作用, 影响表面结构的紧密度, 进而形成脱落现象。

2. 施工条件对水工混凝土的影响

在开展水工建筑混凝土建设施工操作时, 施工单位要应对不同的条件, 一来各个区域的土质条件存在很大的差异, 而来在施工中还会产生不同程度的施工条件变化现象。就寒区来说, 昼夜的温差极大, 在实施水工建

筑混凝土建设施工时很容易产生热胀冷缩现象导致表面开裂,这种现象难以通过人为的方式予以控制。在这种区域浇筑混凝土时还会产生水化热现象导致混凝土产生内外温度差,开裂现象更加显著。施工人员在实施工作任务时,就需要采取相关的方法应对这些问题,确保水工混凝土结构的强度可以满足基础的施工要求。在浇筑施工的过程中需要对混凝土进行保温,以火炉加热及铺设保温层为主。需要注意的是,在利用火炉加热方式时,会产生 CO_2 从而与混凝土内部硬化之后的水化产物产生反应形成碳化收缩,也会引发混凝土开裂问题。在寒区的温度不断降低的情况下,混凝土还会受到冻胀应力的作用,同时自身表面需要应对冰压力,使得表面产生剪力,影响水工混凝土的性能。

3. 外部环境对水工混凝土的影响

外部环境的变化与施工条件的差异对于水工混凝土来说产生的影响类似,有些施工单位在开展相关的操作时,会将两者的变化混为一谈。在寒区对水工混凝土进行施工,很可能会受到外部环境变化的影响导致混凝土发生松动或者错位,这也是常见的混凝土冻害现象。在气候环境达不到水工混凝土建设施工的基础要求时,混凝土会在冬季环境下发生冻胀变形问题,产生由内向外的冻胀应力进而发生松动、错位等,有时还会以表面隆起的方式影响混凝土的结构。在温度回暖时,混凝土的冻结现象可以得到改善,但是上部的混凝土会随着地基土中水分的融化而下沉,因此也会产生移动现象引发错位。

三、混凝土性能增强技术研究

1. 纤维增强

当混凝土抗冻性能较弱时,难以充分体现其在水工建筑工程项目建设施工中的作用,还会引发其他的问题,导致水工建筑结构的性能减弱,不利于工程项目综合建设施工质量的体现。纤维增强在现阶段的水工建筑混凝土性能增强中的应用比较广泛,主要有钢纤维、聚丙烯纤维及玄武岩纤维等,其中,钢纤维增强技术不仅在水工建筑施工中得到了一定程度的应用,还可以应用于其他的混凝土建设施工中。纤维增强技术在水工建筑混凝土施工中的应用可以在内部形成网状结构以提升内部微孔结构的性能,防止产生裂纹,并且可以对已经产生裂纹的混凝土起到抑制延伸的作用,进而加强混凝土的抗冻性能。在冻融状态下,不同的纤维会对混凝土结构的强度、质量、弹性模量等产生差异性印象,就钢纤维来说,其能够在很大程度上提高混凝土冻融之后的力学强度。在冻融循环作用下,混凝土会不断增大质量损失,

并且内部结构的抗压强度也不断减小,因此形成了非常显著的质量损失。混凝土结构中分布的聚丙烯纤维可以从根本上提高混凝土的力学性能,降低其产生损伤的程度。不过,在聚丙烯纤维作用于混凝土结构中时,还是会在混凝土冻融的过程中产生膨胀损伤。玄武岩纤维在冻融混凝土中的应用可以降低其产生的质量和抗压强度损失,并且能够减小弹性模量的降低速度,对于加强混凝土的抗冻性能有很好的作用。

2. 纳米材料增强

纳米材料在我国现代化社会发展的过程中得到了广泛的应用,其颗粒粒径较小,在水工建筑混凝土中加入纳米材料可以对混凝土内部的微观孔隙进行填充,还能够与氢氧化钙发生反应得到凝胶材料,加大混凝土结构的强度。在利用纳米材料增强技术方法时,能够通过胶物质的利用填充孔隙,促使结构的密实度得到增强。在实际研究的过程中有学者发现石灰粉和硅粉能够提高混凝土结构的抗冻性能,因此将纳米 SiO_2 和粉煤灰、矿粉的协同填充大孔,减少混凝土结构中的有害孔,增强了混凝土的抗冻性能。在利用纳米材料增强技术的过程中,如果发生冻融循环,混凝土内部的损伤会不断加重,导致其中的粗骨料与水泥浆之间发生剥离,甚至还会产生裂缝膨胀现象。所以,在采取纳米材料增强技术时,需要结合混凝土自身的性能确定技术是否可行。

3. 引气混凝土

引气剂在混凝土中的应用不会影响结构的力学性能,反而还可以在较大程度上提高混凝土结构的抗冻性能,达到较高的工程项目建设施工质量控制目标。施工人员在实施水工建筑混凝土建设施工作业时,可以在混凝土中添加引气剂生成均匀分布的微细密闭气泡,促使毛细气孔的通路能够被阻断,缓解混凝土冻结过程中产生的膨胀压力和渗透压力。引气剂的添加要求技术人员对添加量进行合理控制,如果引气剂的含量过大会增大气泡之间的间距系数,不利于混凝土抗冻性能的体现。有学者研究了气泡的平均直径是否会影响到混凝土气泡结构的优劣性,实践证明在以引气剂的量作为影响混凝土抗冻性能的单一指标时,确实会产生偏差。引气剂的应用还要求技术人员在开展相关操作之前确定引气方式,主要是其会给混凝土的含气量和气泡间距系数造成影响,如果用“先消后引”的方式则含气量的损失会减小,体现出来的气泡结构最好,从而提高含气量的稳定性。水工建筑工程建设施工的温度通常比较低,测试混凝土的抗冻性能主要目的是加强混凝土应对低温的能力。所以,还需要探讨引气混凝土在低温下是否会受到影响。在不

同的超低温下,引气剂对于混凝土抗冻性能的优化效果存在差异。主要表现在温度降低时,引气剂的应用可以更加显著地改善混凝土的抗冻性能,从而加强水工混凝土建设施工质量。

四、水工建筑结构混凝土抗冻性能测试方法

1. 选择试验材料

在组织开展相关的试验操作时,最重要的就是需要合理选择试验材料,以其作为核心,防止试验操作当中产生不必要的问题。技术人员在测试水工建筑结构混凝土的抗冻性能时,可以制备不同的混凝土材料,对其在不同条件下产生的抗冻性能进行测试。基于目前的水工建筑混凝土施工,可以将混凝土材料水灰比为0.65和0.45的两种材料作为试验材料,得到相应的数据资料。水灰比为0.65的混凝土材料在试验当中没有添加引气剂,而水灰比为0.45的混凝土材料中添加了一定量的引气剂。这两种混凝土材料都能够用于水工建筑施工当中,在测试抗冻性能时,第一种材料可以不必考虑这个要求,第二种材料则需要在这个方面予以考虑。在测试的过程中,需要先做好水泥和骨料的混合作业,之后再对需要加入引气剂的混凝土进行处理,测定其中的空气含量和坍落度。

2. 试验过程

要对产生的测试结果进行对比分析,最重要的就是需要确定试验的方式,记录试验过程中产生的变化。在实践操作当中,技术人员需要在混凝土模块浇筑24h之后拆模,还需要利用塑料薄膜对表面进行覆盖。为了提高测试结果的准确性,技术人员将用于测定终凝混凝土28d强度的试块在湿度为50%、温度为20℃的环境下进行养护处理,从而得到抗压强度结果。在测试混凝土的抗冻性能时,要针对其是在水工建筑的条件下使用的,所以,可以将混凝土试块底部放在水中养护,控制时间和温度。除此之外,技术人员还可以将试块底部放入无氯自来水中,利用泡沫塑料将试块的顶部封闭处理,再在附近放置小风扇阻挡避免的热量流动,从而去除水层。

3. 对比分析试验结果

试验结果的分析对于具体的试验来说非常重要,技术人员要通过相关测试工作的过程表现进行对比分析,得到相应的试验结果。在试验过程中一旦产生条件和环境方面的变化,就需要对其中的数值进行准确记录,还要对试验中人为改变的条件进行分析。就上述试验过程来说,在混凝土试块循环冻融的过程中,与水面接触的部位产生了损伤,在其与水面之间的距离不断增大时,损伤的程度逐渐降低,并且在底部边缘部位并没有产生损伤问题。不同水灰比的混凝土试块在经过相同次数的冻融之后,并没有产生明显的表面损伤问题,在测定整体损伤情况时,没有在内部发现损坏。

五、结语

水工建筑工程建设施工对于混凝土结构的性能要求非常高,最主要的就是需要体现较强的抗冻性能,应对工程项目建设施工的寒冷环境。在实际测试水工建筑结构混凝土抗冻性能的过程中,技术人员要合理选择试验材料,观察试验过程,对试验过程中改变的条件进行记录、整理、分析。影响混凝土抗冻性能的主要原因在于冻融作用,在其循环冻融的过程中,混凝土结构很可能会发生损坏,所以,技术人员可以利用纤维增强、纳米材料增强及添加引气剂的方式增大混凝土结构的强度,从而优化混凝土的抗冻性能,满足水工建筑混凝土施工的要求。

参考文献:

- [1] 睦南, 郎进. 水工建筑结构混凝土抗冻性能测试方法[J]. 交通世界, 2016(33): 52-53
- [2] 刘骏霓, 路建国, 高佳佳, 晏忠瑞, 万旭升, 张嘉成. 水工混凝土冰冻害机理及抗冻性能研究进展[J/OL]. 长江科学院院报: 1-9
- [3] 张安生. 基于冻融温度的水工混凝土抗冻性研究[J]. 黑龙江水利科技, 2021, 49(02): 4-6+39
- [4] 李响. 不同岩性骨料水工混凝土的抗冻性能试验研究[J]. 东北水利水电, 2020, 38(09): 44-46
- [5] 杨冬鹏. 不同防护涂层对水工混凝土抗冻性能的影响研究[J]. 水利技术监督, 2020(04): 155-158