

水利工程混凝土抗冻性检测试验研究

胡文博

河南省水利基本建设工程质量检测中心站 河南 漯河 462000

摘要: 水利工程混凝土的抗冻性能是一项非常重要的指标,它关系到这些工程的安全稳定运行和使用寿命。因此,进行水利工程混凝土抗冻性检测试验研究是非常必要和重要的。本文就涉及到混凝土抗冻性的基本概念、检测方法、影响因素以及提高混凝土抗冻性的方式等方面进行探讨和分析。

关键词: 水利工程;混凝土;抗冻性;检测试验

引言

水利工程混凝土结构面对极端天气条件,如低温、冰雪、冰冻等环境因素时容易出现开裂、脱落等问题,严重影响结构的稳定性和安全性。为此,需要进行针对性的抗冻性测试研究,以评估混凝土在冬季环境下的性能和耐受能力。

1 混凝土抗冻性的基本概念

混凝土的抗冻性是指在冻融循环作用下,混凝土的物理、力学性能以及耐久性能等各方面指标的变化状态。混凝土的抗冻性不同,其表现在冻融循环导致的内部开裂、外表空鼓、宏观形态变化、强度降低等方面也不尽相同。冻融循环所产生的开裂是混凝土抗冻性的重要表现,常规混凝土的冻胀收缩值为0.055%而抗冻混凝土的冻胀收缩值应小于0.040%^[1]。

2 混凝土抗冻性的检测方法

2.1 CTM (Cylinder Testing Method, 圆柱体法)

CTM法是目前应用最广泛的混凝土抗冻性检测方法,其具体检测步骤为:按照工程需要,选取一定规格(如 $\phi 150\text{mm} \times 300\text{mm}$)的混凝土试件,在室内控制湿度下($23 \pm 2^\circ\text{C}$; 50% (NOVERB)相对湿度)养护28d;试件收到潮湿毛毡后,放入自然状态的蒸馏水中进行2h的饱和,接着在冻融循环的长周期中进行试件的测试。

2.2 圆锥筒法

圆锥筒法也是一种比较常用的混凝土抗冻性检测方法。它的原理主要是在不同的冻融环境中,观察混凝土表面的剥落情况,通过量化评估表面的剥落面积、深度、分布匀密等指标,来判断混凝土的抗冻性能。

2.3 梁法

梁法是一种直接考察混凝土在冻融循环情况下的一种抗冻性检测方法。其检测流程为:按照工程需要,制作相应规格的混凝土梁,在室内控制湿度下($23 \pm 2^\circ\text{C}$; 50%相对湿度)养护28d;试件收到潮湿毛毡后,放入自

然状态的蒸馏水中进行2h的饱和,接着放入长周期冻融循环设备中进行试验^[2]。

3 水利工程混凝土抗冻性检测试验的重要性

3.1 确定混凝土的材料和配合比

要保证水利工程混凝土的抗冻性,需要合理的材料和配合比。混凝土试块经过抗冻性测试后,可以获得其有效的配合比和材料搭配方案。

3.2 保证混凝土结构的耐久性

水利工程混凝土结构长期受到自然环境的影响,如果抗冻性能不达标,会加速结构的老化破坏。通过抗冻性测试可以检验混凝土结构的耐久性,以确保结构的持久性,保障工程安全^[3]。

3.3 辅助设计和求数学模型

通过抗冻性测试可以获取混凝土材料在不同温度条件下的物理力学性能,为混凝土结构的设计提供数据支持。而且,通过研究混凝土在不同冻融环境下的变化规律,可以建立数学模型,以便更好的预估混凝土结构在不同环境下的变化和寿命。

3.4 提高工程质量

混凝土结构的抗冻性能直接影响到水利工程的质量和寿命。如果混凝土结构抗冻能力差,会加速结构的老化和损坏,从而降低工程的使用寿命和稳定性。而通过抗冻性测试可以一定程度上保证工程质量,避免因混凝土抗冻性能不达标导致工程质量的下降。

3.5 控制工程成本

水利工程混凝土的抗冻性能需要在设计和施工中合理控制,以确保工程的使用寿命。混凝土结构由于抗冻性能而导致的龟裂和破坏,会增加工程维护和修复成本。通过抗冻性测试可以确保混凝土材料的质量和工艺的可控性,从而控制工程的成本^[4]。

4 水利工程混凝土抗冻性检测试验要点

为了确保水利工程建设的质量和安全,混凝土的质

量是至关重要的。其中,抗冻性是衡量混凝土耐久性的一个重要指标。下面介绍水利工程混凝土抗冻性检测试验的要点。

4.1 试样制备

试样制备应按照规定比例充分混合。为确保试块充实度,应采用振捣方式将混凝土填充到模具内。每个试验组的试块数量应不少于3个。

试块的尺寸应符合规定,通常为100mm×100mm×100mm的立方体或150mm×150mm×150mm的立方体。试样应在拆模后24小时内浸泡在20℃左右的水中,浸泡时间至少为3天。

4.2 预处理

试样制备完毕后,需要进行预处理。预处理是为了保证试块在测试中的水分和温度分布均匀,以消除混凝土试块最初的应力和应变,并提高试块的强度和稳定性。

常见的预处理方式有水浸法、潮湿法和干燥法^[5]。一般情况下,应采用水浸法。将试块浸入水中,灌注温度为20℃±2℃,浸泡时间不少于21天。

4.3 试验方法

混凝土的抗冻性通常是通过测定试块的抗压强度来进行评价的。抗冻性评价通常使用低温淬火和解冻周期法两种方法。

低温淬火方法:将预处理完成的试块放入深度为40mm的低温液体中,液体温度为零下40℃。温度下降速度应不大于1℃/min。并在试块表面形成一层冻膜(一般为30~50min)。然后将试块取出,放在常温下停靠以完全解冻,解冻时间为2~3小时。之后即可测定试块的抗压强度。

解冻周期法:将试块放在零下18℃的低温液体中,液体温度下降速度应不大于1℃/min,并在试块表面形成一层冻膜。之后将试块取出,放在20℃水中浸泡1~2小时。重复以上操作,解冻周期为2~7天,之后再测定抗压强度。

4.4 结果分析

通过试验获得的数据可以计算出冻融循环的抗压强度损失率^[1]。损失率越小,说明混凝土抗冻性能越好。

在检测结果不如预期时,需要进一步探究原因。通常,混凝土抗冻性能差可能由以下原因引起:材料的不合理选用、配合比不合理、不当施工等。因此,需要进一步分析原因并采取相应的措施进行改进。

总体而言,混凝土抗冻性试验是混凝土工程质量的重要指标之一,也是水利工程安全和稳定性的关键。通过严格按照试验方法进行测试,并及时分析、改进,可

以确保水利工程的良好建设和使用效果。

5 影响混凝土抗冻性的因素

混凝土的抗冻性受多种因素的影响,主要包括以下几个方面:

5.1 混凝土配合比

混凝土配合比中水灰比是影响抗冻性能的关键参数。当水灰比较高时,混凝土中的毛细孔和孔隙较大,水分容易在结冰时扩张,从而导致混凝土的冻胀收缩值增大,容易出现开裂和损伤。

5.2 混凝土强度等级

混凝土强度愈高,就代表它的内部微观结构比较致密,从而具有较好的抗冻性。下限中等抗压强度等级为C20的混凝土,明显比强度等级较低的混凝土有更好的抗冻性^[2]。

5.3 骨料类型和粒径

当混凝土中的骨料为脆性或膨胀性,特别是存在一定数量的薄片状或裂缝型骨料时,其抗冻性会大打折扣。而骨料的粒径大小也会影响其抗冻性。一般来说,较细的骨料可以填充混凝土孔隙,从而有助于提高其抗冻性。

5.4 养护方式和时间

混凝土养护过程中,养护方式和时间也会影响其抗冻性。湿度太低或养护时间太短,会导致混凝土的强度不足,降低其承受冻胀的能力,从而影响了其抗冻性。

5.5 冻融环境的特点

混凝土抗冻性的检测同时需要考虑冻融环境的特点。如冻融环境的温度变化幅度、温度变化速率、融化水与混凝土表面接触时间、融化水的pH值等,都会对混凝土的冻胀收缩值产生影响。

6 提高混凝土抗冻性的方式

为了提高混凝土的抗冻性能,可以从以下方面入手:

6.1 合理选用配合比

而对于提高混凝土的抗冻性能,选用合适的施工工艺和配合比是必不可少的步骤。在施工工艺方面,需要选择适当的浇筑施工工艺和设备,以保证混凝土在铺设过程中的流动性能良好、成型良好、孔隙减少、密实度高,从而确保混凝土结构的完整性和高耐久性^[3]。在配合比方面,需要注意水灰比和掺和料的适量加入,以提高混凝土的强度和导通性能,并降低水泥胶凝体的孔隙率,从而提高混凝土的抗冻性。

6.2 选择优质骨料

在混凝土配制中,骨料是混凝土的重要成分之一,其质量和性能直接影响着混凝土的力学性能和抗冻性能。所以,在骨料的选择上应该注意选择优质的骨料材

料,并且合理使用,以提高混凝土的抗冻性能。一般来说,选择骨料时除了考虑其力学性能外,还需要注意其抗冻性能。因为含薄片状或者裂缝型骨料太多会降低混凝土的抗冻性能,导致冬季使用时容易开裂。而且,在水浸环境下能够分解的薄片状粉状骨料,会影响混凝土的微观结构,增加混凝土开裂和变形的风险,因此应尽量避免使用或者减少使用。

6.3 确保充分养护

在混凝土调配后,需要根据具体情况,采取合适的养护措施。一般情况下,混凝土的养护时间不少于7天,最好达到21天以上。在这个时间内,需要严格控制混凝土表面的水分蒸发速度,同时保持混凝土温度稳定。如果混凝土内部不能得到充分发展,将会影响混凝土的性能和寿命^[4]。对于养护中的湿度和温度控制,可以采取保湿措施和覆盖措施。比如可以在混凝土表面加盖塑料膜,在需要保温的情况下进行保温措施。

6.4 加入抗冻剂

在冬季,气温低冰冻天气多,若混凝土的抗冻性能不好,容易发生开裂,甚至破坏结构的稳定性。加入抗冻剂可以有效地提高混凝土的抗冻性能,使其在低温环境下不易收缩、开裂,同时还能够增加混凝土的延性、抗压强度等性能。抗冻剂主要能够调整混凝土孔隙的结构,使其变得更加致密,减少孔隙中的水分从而减少冻胀的收缩度。因此,在混凝土配比中加入适量的抗冻剂,可以有效地提高混凝土抗冻性能,保证建筑工程在严冬季节中的正常使用和运营。

6.5 选用合适的施工工艺

选用合适的浇筑施工工艺和设备可以提高混凝土的品质和工程质量。首先需要根据具体的工程要求、建筑结构和混凝土配比选用适当的工艺,进行施工前的有序洒料、振捣和养护,以确保混凝土在浆体流动性能良好、成型良好、孔隙减少、密实度高的情况下铺设。同时,施工现场应有严格的管理和监督,及时发现和纠正施工过程中的问题,以保证混凝土结构的完整性和高耐久性^[5]。

7 水利工程混凝土抗冻性检测试验注意事项

7.1 试件制备

混凝土试件的制备应当按照规范的标准来进行,试件的尺寸、数量、强度等应当符合相关规定,并且需要注意制备试件的时间和环境温度。在制备过程中,应当严格控制水灰比、砂率和骨料的质量,避免因为混凝土的品质导致试验结果出现误差。

7.2 试验环境

混凝土试件的养护应该依据规范的要求进行,养护环境的选择应当具有代表性。养护试件的环境温度、湿度、透气度等因素应当严格控制,并且需要对试验间的各环境参数进行精准的记录和监测。

7.3 试验参数

水利工程混凝土抗冻性试验时,应当将试件放置在相应的环境中,并在规定的养护时间内进行试验。试验参数包括试验温度、试验时间、周期冻融循环次数、试验荷载等,应当依据相关规范进行选择。在试验过程中,需要对试验参数进行实时监控和记录^[1]。

7.4 试验过程

在试验过程中,需要对试件进行实时监控和观察,判断试件是否出现裂纹、碎裂等损伤,以及对试件的强度进行测定。需要注意的是,在试验过程中,应当避免对试件造成不必要的冲击或震动。

7.5 数据处理

试验结束后,需要进行对试验结果进行数据处理和分析,计算出试件的抗冻指数,并进一步评价混凝土的抗冻性。需要注意的是,在数据处理过程中,应当对结果进行统计分析和比较,得出准确的试验结果。

7.6 试验报告

完成试验后,需要书写试验报告,报告应当包括试验目的、试验密度、试件制备、试验过程、试验结果等方面,并对试验结果进行详尽的说明与分析。试验报告应当严格按照规范的格式进行撰写,以便于后续参考^[2]。

结语

综上所述,混凝土的抗冻性高低直接关系到水利工程的安全性、稳定性和使用寿命。通过科学的检测方法和措施,以及合理的配合比和施工工艺,可以有效提高混凝土的抗冻性能,以保证水利工程的可靠性和长久的使用效益。

参考文献

- [1]毛洁,张涛.几种混凝土抗冻性测试标准比较与应用[J].混凝土,2021,(04):107-112.
- [2]李春红,钱西安,马红军,等.混凝土抗冻性能测试中AAEM测量技术的应用[J].水利科技,2021,47(01):98-102.
- [3]黄飞,兰俊杰,杨珊.超高早强混凝土的抗冻性检测研究[J].混凝土,2020,(12):77-81+114.
- [4]汤绵虎,赵军,崔玉龙.真空波导法测试混凝土抗冻性试验研究[J].混凝土,2019,(03):107-111+115.
- [5]马啸,安泽文,李向阳.碎铝粉对混凝土抗冻性的影响研究[J].广西科技,2019,25(04):274-277.