

混凝土耐久性试验与性能分析

彭芳伟

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v8i6.5516

[摘要] 混凝土作为水利工程建设中广泛使用的材料,其耐久性对于有效抵抗各种环境因素的侵蚀和破坏,保证结构的安全和长期稳定性具有重要意义。本文综述了混凝土耐久性试验的多种方法,并对混凝土耐久性性能进行了深入分析。在此基础上,探讨了影响混凝土耐久性的主要因素,并提出了相应的改进措施,旨在为混凝土耐久性研究和工程应用提供参考。

[关键词] 混凝土; 耐久性; 水利工程

中图分类号: TV331 **文献标识码:** A

Concrete Durability Testing and Performance Analysis

Fangwei Peng

Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd

[Abstract] As a widely used material in water conservancy engineering construction, the durability of concrete is of great significance for effectively resisting the erosion and damage of various environmental factors and ensuring the safety and long-term stability of the structure. This article summarizes various methods of concrete durability testing and conducts an in-depth analysis of concrete durability performance. Based on this, the main factors affecting concrete durability are discussed, and corresponding improvement measures are proposed, aiming to provide a reference for concrete durability research and engineering applications.

[Key words] Concrete; Durability; Water Conservancy Engineering

引言

混凝土作为水利工程建设中最常用的建筑材料之一,其性能直接影响到整个工程的安全、稳定和使用寿命。混凝土耐久性指的是混凝土在外部环境的长期作用下,如化学侵蚀、物理磨损、冻融循环等,能够保持其结构完整性和使用功能的能力。混凝土耐久性试验与性能分析在确保工程质量、优化混凝土设计和施工、推动混凝土技术创新和发展以及环境保护和资源节约等方面都具有重要意义。

1 水利工程建设中混凝土耐久性的重要性

1.1 确保水利工程的安全和稳定运行

水利工程是用于控制和调配自然界的地表水和地下水,以达到除害兴利目的而修建的工程。这些工程往往需要承受复杂多变的环境条件,如水流冲刷、化学侵蚀、冻融循环等。混凝土作为水利工程的主要建筑材料,其耐久性直接关系到水利工程的安全和稳定运行。通过对混凝土进行耐久性试验与性能分析,可以全面评估其在不同环境条件下的性能表现,确保水利工程能够长期稳定运行,减少因混凝土耐久性不足而引发的安全事故。

1.2 优化水利工程设计和施工

在水利工程建设中,混凝土的使用量巨大,且对工程的整体质量和性能具有重要影响。通过对混凝土耐久性进行深入研究,可以了解不同材料组成、配合比和养护条件对混凝土耐久性的影响,从而优化水利工程设计和施工。例如,可以根据工程所在地的气候条件、水质条件等环境因素,选择适合的混凝土材料和配合比,提高混凝土的耐久性;同时,通过优化施工工艺和养护措施,也可以提高混凝土的密实性和强度,进一步增强其耐久性。

1.3 推动水利工程技术创新和发展的

随着科技的进步和工程需求的不断提高,对混凝土耐久性的要求也越来越高。通过对混凝土耐久性进行深入研究,可以发现新的提高耐久性的方法和途径,推动水利工程技术的创新和发展。例如,可以研发新型混凝土材料、添加剂和外加剂,提高混凝土的抗渗性、抗冻融性和耐磨性等;同时,也可以探索新的施工工艺和养护技术,进一步提高混凝土的耐久性和使用寿命。

2 混凝土耐久性试验

混凝土耐久性是指混凝土在特定环境下抵抗各种物理、化学和生物侵蚀作用,保持其结构完整性和功能性的能力。影响混

混凝土耐久性的因素众多,主要包括化学反应和物理反应两个方面。化学反应主要包括水泥水化反应、碳化反应、氯离子渗透反应等;物理反应主要包括温度变化、冻融循环、水分膨胀等。这些反应会导致混凝土内部产生裂缝、剥落等现象,从而影响混凝土的耐久性。混凝土耐久性试验是评估混凝土耐久性能的重要手段。通过试验,可以了解混凝土在不同环境条件下的性能变化规律,为混凝土的合理设计和使用提供依据。此外,混凝土耐久性试验还有助于发现混凝土存在的问题和隐患,及时采取措施进行改进和修复,避免安全事故的发生。

2.1 抗渗性试验

抗渗性试验是评估混凝土耐久性的关键指标之一,用于测量混凝土在液体压力作用下的渗透性能。通过抗渗性试验,可以了解混凝土在水分、地下水或其他液体渗透作用下的性能表现。常用的抗渗性试验方法包括恒定水压法和变水压法。

2.1.1 恒定水压法

恒定水压法通过在特定的、恒定的水压下观察混凝土试件在一段时间内的渗水情况,来评估混凝土的抗渗性能。通过测量渗水高度或渗透量,可以量化地评价混凝土的抗渗能力。

试验步骤如下:

(1) 制备试件。根据标准制备混凝土试件,通常选择标准的圆柱形或立方体试件。确保试件的尺寸、形状和养护条件(如温度、湿度、龄期)符合相关规范要求。将试件安装在抗渗性试验装置中,确保试件与装置之间的密封性良好,防止试验过程中水分外泄。检查所有连接处和密封件,确保无泄漏。

(2) 施加水压。向试验装置中施加恒定的水压,通常根据试验要求和标准规定选择适当的水压值。保持水压恒定一段时间,使水分能够充分渗透到试件内部。在试验过程中,定时观察并记录试件的渗水情况。主要记录渗水高度(即从试件顶部到渗水面的距离)和渗透速度(单位时间内渗水的体积或高度变化)。可以使用适当的测量工具(如量尺、计时器等)来准确记录数据。

(3) 数据分析。根据记录的数据,绘制渗水高度或渗透量随时间变化的曲线图。通过分析曲线图,可以了解混凝土试件在不同时间点的渗水情况。计算抗渗等级或渗透系数等参数,以量化评估混凝土的抗渗性能。渗水高度或渗透量越小,说明混凝土的抗渗性能越好。这是因为较小的渗水高度或渗透量意味着水分更难渗透到混凝土内部,从而提高了混凝土的耐久性。

2.1.2 变水压法

变水压法是通过在试验过程中逐渐增加水压,观察混凝土试件在不同水压下的渗水情况,从而绘制渗水高度或渗透量与水压的关系曲线。这一方法能够更全面地评估混凝土在不同压力下的抗渗性能,并为进一步分析其耐久性提供依据。试验步骤如下:

(1) 制备试件。按照标准制备混凝土试件,并确保试件尺寸、形状和养护条件符合规范要求。将试件安装在抗渗性试验装置中,确保试件与装置之间的密封性良好。

(2) 施加变水压。初始时施加一个较小的水压,然后逐渐增

加水压至设定的最大值。在每个水压等级下,保持一段时间,使水分能够充分渗透到试件内部。水压的增加可以是连续的,也可以是分阶段的,具体取决于试验要求和标准。在每个水压等级下,定时观察并记录试件的渗水情况。主要记录渗水高度(即从试件顶部到渗水面的距离)和渗透速度(单位时间内渗水的体积或高度变化)。使用适当的测量工具(如量尺、计时器等)来准确记录数据。根据记录的数据,绘制渗水高度或渗透量与水压的关系曲线图。曲线图可以清晰地展示混凝土试件在不同水压下的渗水情况。

(3) 结果分析。通过分析曲线图,可以了解混凝土在不同水压下的抗渗性能变化趋势。观察曲线的斜率,斜率越小说明混凝土在不同水压下的抗渗性能越稳定。变水压法抗渗性试验的结果对于评估混凝土在多变环境下的耐久性和长期稳定性具有重要意义。

2.2 抗冻融试验

抗冻融试验是评价混凝土在冻融循环作用下抵抗破坏能力的重要方法。常用的抗冻融试验方法包括慢冻法和快冻法。慢冻法通过模拟自然条件下的冻融循环过程,观察混凝土试件在多次冻融循环后的性能变化;快冻法则通过加速冻融循环过程,以较短时间内评估混凝土的抗冻融性能。

2.2.1 快冻法

(1) 原理。快冻法是一种用于测定混凝土试件在水冻水融条件下抗冻性能的试验方法。该方法通过模拟混凝土在极端寒冷气候下经历的快速冻融循环,以评估其抵抗冻融破坏的能力。在快冻法中,混凝土试件在控制的水温和时间条件下进行快速的冻结和融化,以此模拟实际环境中混凝土可能遭遇的冻融循环。

(2) 方法。按照标准要求制备不同尺寸的混凝土试件,通常为立方体或圆柱体。试件表面应平整整齐、无裂缝或缺陷;混凝土试件遵照标准养护到规定龄期(通常为28天),使其达到一定的强度;试件用夹具装置固定,使试件稳定不动。将装置好的混凝土试件放入低温环境下(如 -18°C),观察并记录试件的表面温度和时间。然后将试件从低温环境中取出,放置室温下自然融化,再次记录表面温度和时间。以上过程反复进行,直到试件发生破坏或破坏趋势明显。

(3) 特点。快冻法的优点在于其能够快速评估混凝土的抗冻性能,适用于需要大量试验数据的场合。此外,通过控制试验条件,快冻法还可以模拟不同环境条件下的冻融循环,以评估混凝土在不同环境中的耐久性能。然而,快冻法也存在一定的局限性,如无法完全模拟实际环境中混凝土所受的所有影响因素,因此其结果可能存在一定的偏差。因此,在应用快冻法评估混凝土抗冻性能时,需要综合考虑其优缺点和适用范围。

2.2.2 慢冻法

(1) 原理。慢冻法是一种评估混凝土试件在气冻水融条件下抗冻性能的试验方法。该方法通过模拟混凝土在实际环境中经历的气冻水融过程,来测定其能够经受的冻融循环次数,进而评估其抗冻性能。

(2)方法。试块标准养护到24天后取出, 再在20℃水中浸泡4天, 到28天龄期时开始冻融试验; 试块在空气中进行冷冻, 在水中融化, 如此反复进行冻融循环; 慢冻法抗冻融循环性能的评价指标是强度损失率。在进行慢冻法试验时, 需要确保试验环境的稳定性和试验设备的准确性, 以保证试验结果的可靠性。试验过程中需要严格控制冻融循环的温度和时间, 避免温度波动过大或时间控制不准确对试验结果产生影响

(3)特点。慢冻法更贴近自然环境中混凝土的冻融过程, 因此评估结果更具实际意义。通过多个冻融循环, 可以全面评估混凝土在不同程度冻融损伤下的性能变化。但是, 由于慢冻法需要较长的试验时间(通常为1-2个月), 因此对工期有较高的要求。

2.3 耐磨性试验

耐磨性试验是评价混凝土表面抵抗磨损能力的重要方法, 常用的耐磨性试验方法包括圆环法和风沙法。耐磨性试验是用于评价材料, 特别是混凝土表面抵抗磨损能力的重要方法。以下是关于圆环法和风沙法两种常用的耐磨性试验的详细阐述:

2.3.1 圆环法

(1)试验原理。圆环法通过模拟车轮在混凝土表面滚动的过程, 来测定混凝土表面的磨损量。这种方法能够较为准确地模拟实际使用环境中车轮对混凝土表面的磨损作用。

(2)试验步骤。制备标准尺寸的混凝土试样, 并确保其表面平整; 将特定重量的圆环(模拟车轮)安装在试验机上, 确保圆环与混凝土试样表面接触; 启动试验机, 使圆环在混凝土试样表面进行滚动, 模拟车轮的行驶过程; 经过一定次数的滚动后, 测量混凝土试样表面的磨损深度或磨损面积, 以此评价其耐磨性。

(3)注意事项。圆环的重量和尺寸应根据实际需要进行选择, 以模拟不同载重和车型对混凝土表面的磨损作用; 滚动次数和速度应根据实际情况进行设置, 以确保试验结果的准确性。

2.3.2 风沙法

(1)试验原理。风沙法通过模拟风沙对混凝土表面的冲刷作用, 观察混凝土表面的磨损情况。这种方法能够模拟自然环境中风沙对混凝土结构的侵蚀作用。

(2)试验步。将混凝土试样放置在试验室内, 并确保其表面暴露于风沙中; 通过试验设备产生一定风速和浓度的风沙流, 对混凝土试样进行冲刷; 经过一定时间的冲刷后, 观察混凝土试样表面的磨损情况, 如裂缝、剥落等。

(3)注意事项。风速和沙粒浓度应根据实际需要进行设置, 以模拟不同地区的风沙环境; 冲刷时间应根据实际情况进行设置, 以确保试验结果的准确性。

3 混凝土耐久性性能分析

(1)水灰比。低水灰比可以显著减少混凝土中的孔隙数量和大小, 从而提高其抗渗性能。试验数据显示, 当水灰比从0.6降低到0.5时, 混凝土的抗渗等级可以从P6提高到P8; 降低水灰比可以减少混凝土中的可冻水含量, 降低结冰速度, 从而提高其抗冻融性能。试验数据显示, 当水灰比从0.6降低到0.5时, 混凝土的抗冻融性能可以提高20%以上。

(2)骨料种类。优质骨料能够提供更坚实的骨架, 减少混凝土中的裂缝和孔隙, 从而提高其抗渗性能。例如, 使用石灰石骨料相比使用页岩骨料可以显著提高混凝土的抗渗性能; 选用耐磨性好的骨料如石英砂、玄武岩等可以提高混凝土的耐磨性能。试验数据显示, 使用石英砂骨料相比使用河砂骨料可以使混凝土的耐磨性能提高15%以上。

(3)掺合料。掺加适量的掺合料如粉煤灰、矿渣等可以改善混凝土的和易性和密实性, 减少孔隙和裂缝的形成, 从而提高其抗渗性能; 引气剂、硅灰等可以改善混凝土的孔结构和气泡分布, 提高其抗冻融性能; 硅灰、矿渣等可以改善混凝土的和易性和密实性, 提高其耐磨性能。试验数据显示掺加10%的粉煤灰可以使混凝土的抗渗等级提高一个等级, 掺加适量的引气剂可以使混凝土的抗冻融性能提高一个等级以上, 掺加适量的硅灰可以使混凝土的耐磨性能提高10%左右。

4 结束语

混凝土耐久性与其材料组成、配合比、环境条件等因素密切相关。为提高混凝土耐久性, 应优化材料组成和配合比, 加强混凝土表面的处理和养护, 采用耐久性好的混凝土添加剂, 并根据工程实际情况采取适当的防护措施。未来研究可进一步探讨新型掺合料和外加剂对混凝土耐久性的影响以及新型试验方法的开发和应用。

[参考文献]

[1]尉红星. 掺不同外加剂对水工混凝土性能的影响研究[J]. 黑龙江水利科技, 2022, 50(4): 87.

[2]陈帮春, 黄永华. 浅谈提高混凝土抗渗性能的措施[J]. 科技传播, 2009, (8): 2.

[3]王雪峰. 混凝土的发展历程和趋势[J]. 河南建材, 2009, (6): 48-49.

作者简介:

彭芳伟(1985--), 男, 汉族, 湖南邵东人, 本科, 工程师, 研究方向: 水利工程材料试验。