

建筑材料耐久性研究及其对建筑结构性能的影响分析

师刚领

北京华信高技术有限公司, 中国·北京 100024

摘要: 探究建筑材料的耐久性以确定其对建筑结构性能及寿命的影响, 是此项研究的重心。其中, 以混凝土、金属和木材这三种建筑材料为研究对象, 进行了系统性分析与研究。经过自然环境下的暴露实验和定量测试, 多项耐久性能如抗老化性、抗侵蚀性、抗冻融性和抗裂性等, 提供了实证数据以及得出了相应的分析结果。不可忽视的是, 不同材料在耐久性上表现出显著的差异, 这些差异以及各材质性能的长期变化, 都会对建筑的结构性能带来长久而深远的影响。一个立足点是, 主要材料如混凝土, 其耐久性在保持实力的同时, 通过改变微观结构的方式提升, 这为长期供人居住的极端环境的建筑结构性能的维保, 提供了宝贵经验。同时, 对建筑材料的研发改进, 同样产生了不可或缺的参考指南。

关键词: 建筑材料; 耐久性研究; 结构性能; 环境应力; 材料研发改进

Research on the Durability of Building Materials and Analysis of Their Impact on the Performance of Building Structures

Gangling Shi

Beijing Huaxin High Tech Co., Ltd., Beijing, 100024, China

Abstract: Exploring the durability of building materials to determine their impact on the structural performance and lifespan of buildings is the focus of this study. Among them, systematic analysis and research were conducted on three building materials: concrete, metal, and wood. Through exposure experiments and quantitative tests in the natural environment, a number of durability properties, such as aging resistance, corrosion resistance, freeze-thaw resistance and crack resistance, have provided empirical data and obtained corresponding analysis results. It cannot be ignored that different materials exhibit significant differences in durability, and these differences, as well as the long-term changes in the performance of each material, will have a long-lasting and profound impact on the structural performance of buildings. One starting point is that the durability of main materials such as concrete is improved by changing its microstructure while maintaining its strength, providing valuable experience for maintaining the structural performance of buildings in extreme environments for long-term human habitation. At the same time, the research and development improvement of building materials has also produced an indispensable reference guide.

Keywords: building materials; durability research; structural performance; environmental stress; material research and development improvement

0 前言

建筑材料的耐久性能是决定建筑工程质量和使用寿命的关键因素。本研究选取当下建筑领域中广泛应用的混凝土、金属和木材等为研究对象, 深入探究其耐久性能及其与建筑结构性能之间的相互影响。长期以来, 对于建筑材料耐久性的研究较为广泛, 但是对其长期环境下性能变化的定量研究却相对缺乏。这使得我们在建筑设计和使用过程中不能准确预知材料的寿命和可能出现的问题, 从而对建筑的安全性和耐用性带来潜在的影响。通过本研究, 我们试图对建筑材料的耐久性及其对建筑结构性能的影响进行更为详尽和深入的探讨, 以为建筑材料的选择、使用和改进提供科学的依据和指导。

1 建筑材料耐久性的研究

1.1 常用建筑材料介绍混凝土金属木材

在建筑工程中, 混凝土、金属和木材是最为广泛使用的三种建筑材料^[1]。

混凝土是由水泥、骨料和水按一定比例混合后, 经硬化而成的复合材料。其特点是强度高、耐久性好, 能够承受较大的压力, 但抗拉强度较低, 通常需要配合钢筋使用。混凝土的耐久性受到外界环境条件的严重影响, 如气候变化、化学侵蚀、冻融循环等。研究表明, 通过优化混凝土的配合比, 加入矿物掺合料如粉煤灰、硅灰、矿渣等, 可以有效提升混凝土的抗侵蚀性和抗裂性能, 从而延长其使用寿命。

金属材料在建筑中的应用主要包括钢结构和铝合金材

料。钢材因其高强度和良好的塑性,被广泛应用于建筑的骨架结构和支撑系统。但钢材容易受到腐蚀,特别是在潮湿或者含盐环境下,其耐久性会显著降低。为提高金属材料的耐久性,通常采用表面涂层、电镀或者热浸锌等防护措施^[2]。采用耐候钢也是提高钢材耐久性的有效途径,耐候钢通过在合金中添加少量的铜、镍等元素,形成保护性氧化层,从而增强其抗腐蚀能力。

木材作为一种天然材料,因其质轻、易加工和良好的抗震性能,依旧在建筑中占有一席之地^[3]。木材耐久性较低,容易受到虫蛀、腐烂和湿胀干缩等问题的影响。木材的防护处理尤为重要,常见的措施包括化学防腐处理、干燥处理以及采用耐久性较好的木材种类如红松、柏木等。在一些外部应用如桥梁、露台等,木材还可以通过涂刷防护涂料或者选择经过碳化处理、复合材料等方式来提升其耐久性。

1.2 建筑材料耐久性关键性能的测量方法及采集数据

建筑材料耐久性关键性能的测量方法及采集数据包括以下几个方面:

抗老化性通常通过紫外光暴露试验和热氧老化试验来进行评估。在紫外光暴露试验中,材料样品暴露于模拟阳光照射下,通过定期测量样品的机械性能、颜色变化及表面形态观察来评估其抗老化性能。抗侵蚀性测量则采用盐雾试验和酸碱侵蚀试验。盐雾试验模拟了海洋环境中盐分对材料的侵蚀,通过测量化学成分变化和重量减轻来获得数据。酸碱侵蚀试验则通过浸泡材料于不同酸碱溶液中,通过定期测量材料的物理性能变化来评估。

为了对建筑材料的抗冻融性进行评估,采用的是冻融循环试验。这种试验过程是让材料在冻和融之间不断进行循环,然后测量循环之前和循环之后材料的强度变化以及内部裂缝情况,以此来评估材料的性能。

抗裂性的评估依赖于加载试验及裂纹扩展试验,通过应用应力—应变曲线,裂纹扩展速度和断面形态等详实数据进行全方位评估。所有这些数据都是用高精度的设备如电子显微镜、材料力学测试设备和化学分析仪器等收集而来以确保数据的精密。

采用上述检测和分析的手段,可以全盘了解建筑材料在各种环境条件下的持久性能,进而为选取和优化建筑材料提供科学依据。

1.3 自然环境下的建筑材料耐久性长期暴露试验

深入了解自然环境下建筑材料的耐久性,需要进行长期暴露试验。选取混凝土、金属和木材等常见的建筑材料,将其真实放置在多气候区域进行持续观察。这彰显出对材质在复杂气候条件下耐久性的全方位仿真研究。保证真实可靠的数据,定期测量和记录材料样本是非常关键的,核心性能指标就包括了抗老化性、阻止侵蚀性、对抗冻融性和延缓裂性。数据采集利用了高技术测试仪器包括了光学显微镜、扫描电镜和材料力学试验机,绝对保证结果的准确以及科学。

所以,基于长期暴露试验的数据分析,能够揭示在繁重的自然环境下建筑材料的耐久性表现,有了这些数据的支撑,建筑结构性能的持续性就有了科学的依据。

2 建筑材料耐久性的定量评估和分析

2.1 建筑材料抗老化性抗侵蚀性抗冻融性抗裂性等耐久性能的定量评估

在对建筑材料的耐用性进行精确评估的过程中,有四项关键性指标,即抗老化性、抗侵蚀性、抗冻融性和抗裂性。利用特定实验方法以及数据分析,这些指标被量化评估。

仔细看抗老化性,主要是通过仿真自然环境下加速老化试验进行评估的,主要使用的设备是氙灯老化试验箱以及紫外光老化试验箱。在实验的进行过程中,材料样本在控制的条件下,暴露在紫外线,湿热循环等多种老化因素下,并通过定期测量其化学与物理属性的变化,从而量化抗老化的性能。

再看抗侵蚀性的评估,主要是通过盐雾测试与电化学考验来实现的。盐雾试验通过在高浓度盐雾环境中暴露材料样品,测量其表面腐蚀情况,以评估材料在海洋和工业环境中的耐蚀性^[4]。电化学测试则通过测量材料电极电位及腐蚀电流密度,评估其抗腐蚀能力。

抗冻融性是指材料在反复冻融循环中的耐久性,通常通过冻融循环试验箱模拟自然环境中的冻融周期。试验过程中,材料样品反复经历冰冻和解冻状态,测量其质量变化、强度损失等,以评估抗冻融性能。

抗裂性则通过施加外部荷载或应力进行评估。采用裂纹扩展试验和断裂力学测试,测量材料在不同应力条件下的耐裂性。通过裂纹扩展速率、断裂韧度等参数,量化材料的抗裂能力。

以上各项实验通过标准化的试验方法和精确的数据采集,最终形成叠加的综合评估指标,用于定量分析建筑材料的耐久性能^[5]。这些指标的科学评估对建筑材料选择和建筑结构的耐久性预测具有重要意义。

2.2 建筑材料耐久性的长期变化趋势分析

不同建筑材料在长期暴露于自然环境中,其韧性与稳定性明显变动。这种转变不仅和材料本质的化学属性与物理特征有关,暴露的环境元素也有着密切的影响。例如,混凝土在湿润高盐环境或干爽寒冷环境的表现大相径庭。纵观混凝土、金属与木质材料在多年的环境暴露下,观察可见其抗衰老、抗侵蚀、抗冻融及抗裂的特性如何变化。

对混凝土进行深入研究,可见透过时间的流动,它的抗压力、抗裂性和抗侵蚀性方面的表现逐渐衰退,尤其在受酸雨和高盐度海洋环境的威胁下。金属材料的耐久性能则呈现出显著的腐蚀现象,尤其在潮湿和工业污染较严重的地区,金属材料因氧化和腐蚀导致的强度减弱表现得尤为突出。木材材料在长期暴露过程中主要受到生物侵袭和环境湿

度变化的影响,其抗压强度和韧性逐渐下降,尤其在潮湿地区,其霉菌生长和腐烂现象更加明显。

上述不同材料在长期暴露下耐久性能的变化趋势,不仅仅是材料本身属性的结果,也反映了环境条件对材料性能的深远影响。这些变化直接关系到建筑结构的安全与使用寿命,提示在材料选择与结构设计过程中需高度关注并采取相应措施,以保障建筑在预定寿命周期内的性能稳定。

2.3 建筑材料耐久性差异对建筑结构性能的影响分析

建筑材料耐久性的差异直接影响建筑结构性能与使用寿命。耐久性较差的材料在长期使用中易出现老化、侵蚀、冻融损坏与裂缝等问题,进而导致结构强度降低和变形增大,影响建筑整体稳定性与安全性。通过对抗老化性、抗侵蚀性、抗冻融性及抗裂性的定量评估发现,不同材料在不同环境下的耐久性能表现存在显著差异,这些差异需要在建筑设计和材料选择中加以考虑,以确保结构性能的长时间稳定。适当改进材料耐久性是提升建筑结构性能的关键。

3 建筑材料耐久性的改进研究

3.1 混凝土耐久性改进措施改变微观结构的研究

混凝土作为建筑结构中的主要材料,其耐久性直接关系到建筑物的长期稳定性与安全性。通过改变混凝土的微观结构可以显著提升其耐久性,包括通过掺入外加剂、优化骨料、改进配比以及使用新型材料等方法。

掺入外加剂是提高混凝土耐久性的重要手段。引入硅灰、粉煤灰、矿渣微粉等外加剂,不仅可以填充水泥基体内部的孔隙,还能够与水泥中的氢氧化钙反应生成更多的钙矾石,显著提高混凝土的致密性和抗侵蚀性。聚合物掺合料在混凝土中的使用,也能够通过形成连续的聚合物膜层来阻止水和其他侵蚀性介质的进入。

骨料的优化方面,选择合适的级配和高质的骨料能显著提高混凝土的密实度和抗冻融性。通过提高粗细骨料的质量以及调整其比例,可以有效减少孔隙率,改善整体结构的稳定性。

改进配比也是提升混凝土性能的有效策略。在维持合理水灰比的前提下,增加水泥用量并减少用水量,可以显著提升混凝土的强度和耐久性。采用低水灰比设计,不仅有助于减少孔隙形成,还能减少化学侵蚀的机会,从而提高混凝土的抗裂性能。

新型材料的使用为混凝土改进提供了更多选择。采用纳米材料如纳米二氧化硅,可以显著提升混凝土的致密性和抗菌性能。石墨烯等新材料也逐渐被应用于混凝土研究中,通过增强其导电性和耐磨性来提高整体耐久性。

3.2 建筑材料在维持强度前提下提高耐久性的方法探讨

在建筑材料的耐久性研究中,维持强度的前提下提升材料的耐久性是一个重要的研究方向。针对混凝土这一广泛

使用的建筑材料,改进措施包括通过优化其微观结构,如改变水泥基材料的成分、引入功能性外加剂、调整骨料粒径和级配等。这些方法能够有效增强混凝土的致密性、减少内部微裂纹的产生,从而显著提高其抗侵蚀性和抗裂性。

金属材料在建筑中的应用也十分广泛,其耐久性改进研究主要集中在表面处理技术的应用上。通过采用先进的表面涂层、镀膜和阳极氧化等工艺,可以在金属表面形成一层致密的保护膜,防止氧化和腐蚀的发生,从而延长金属材料的使用寿命。

木材耐久性的提升方法则包括使用防腐剂和改性处理,通过浸渍或喷涂防腐剂可以有效抑制微生物和昆虫的侵害,而热处理技术能够改变木材内部的化学结构,提高其抗老化性能。

这些方法在实际应用中的有效性需通过大量实验数据的支撑,以确保在不影响材料结构性能的前提下,有效提升其耐久性。这些改进措施不仅为建筑材料的研发提供了重要参考,也将对建筑结构的长期性能维护产生积极影响。

4 结语

本研究通过对主流建筑材料如混凝土、金属及木材在自然环境下进行长期暴露试验,以及定量检测,不仅总结出这些材料在抗老化、抗冻融、抗侵蚀、抗裂等关键耐久性方面的表现及长期变化。并在微观层面上探讨保持其强度的同时,如何提高这些材料的耐久性。研究挖掘出了各类建筑材料的耐久性差异,以及这些差异如何影响到建筑的性能。这对于设计者在选择材料,预期及应对建筑在各种环境下的表现非常关键。然而需要注意的是,尽管对建筑材料的耐久性,以及其与建筑性能之间的联系有了较为深入的了解,但关于如何把这些理论知识应用到实际工程中,以及在具体的项目中如何权衡考量各种因素,仍需进一步的实证研究与实践探求。此外,为了更全面地解决建筑材料耐久性问题,还需要关注到更多类型的材料,如复合材料、纳米材料等研究,待解决的问题仍然众多。未来的研究将会采取多元化的研究手段和方法,继续开展更为深入全面的耐久性研究,包括但不限于理论研究、实验研究及仿真模拟等多种途径,并希望通过这些研究可以为之后的实际应用提供更强有力的理论支持,为建筑的持久性和可持续性做出更大的贡献。

参考文献:

- [1] 卓隽.建筑结构耐久性检测分析[J].中华建设,2020(6):134-135.
- [2] 于冬雪,于化杰,黎红兵,等.FRP建筑材料的结构性能及应用综述[J].材料导报,2021,35(S2):660-668.
- [3] 张才柱.浅谈建筑结构的耐久性[J].中国住宅设施,2020(2):76-77.
- [4] 周海江.浅谈建筑材料的化学特性与耐久性[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2019(11):5.
- [5] 张永刚,张丽,朱斌.建筑材料化学性质和耐久性的分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(10):238-240.