

建筑工程中混凝土结构耐久性提升技术研究

李梦娜

陕西建工第三建设集团有限公司 陕西 西安 710000

摘要：本文针对建筑工程中混凝土结构耐久性的重要性，分析了影响混凝土结构耐久性的因素，包括混凝土材料的质量、环境侵蚀、钢筋锈蚀等。通过对这些因素的研究，提出了一系列提升混凝土结构耐久性的技术措施，如合理选择混凝土材料、优化配合比设计、采用高性能混凝土、加强混凝土的施工质量控制、采取有效的防护措施等。同时，结合实际工程案例，对这些技术措施的应用效果进行了验证。研究表明，通过采取综合的耐久性提升技术措施，可以显著提高混凝土结构的耐久性，延长建筑物的使用寿命，降低维修成本，具有重要的经济和社会效益。

关键词：建筑工程；混凝土结构；耐久性；提升技术

1 引言

随着建筑工程的快速发展，混凝土结构的耐久性问题日益受到关注。在实际工程中，由于受到多种因素的影响，混凝土结构往往会出现耐久性不足的问题，如混凝土开裂、钢筋锈蚀、冻融破坏等，这些问题不仅会影响建筑物的外观和使用功能，还可能导致结构的安全性降低，甚至引发安全事故。因此，研究混凝土结构耐久性提升技术具有重要的现实意义。

2 影响混凝土结构耐久性的因素

2.1 混凝土材料的质量

在混凝土材料的构成中，倘若存在质量不达标的情况，例如水泥的强度未能达到标准要求、骨料的级配缺乏合理性、外加剂的性能欠佳等，那么势必会致使混凝土的强度以及耐久性出现下降的趋势^[1]。具体而言，水泥作为混凝土的重要胶凝材料，其强度不足会直接削弱混凝土的整体强度；骨料的级配若不合理，会影响混凝土的密实性和强度；而外加剂性能不佳，则可能无法有效改善混凝土的性能，如流动性、抗渗性等，进而对混凝土的耐久性产生不利影响。混凝土材料的质量乃是对混凝土结构耐久性产生影响的关键要素之一。

2.2 环境侵蚀

环境侵蚀属于影响混凝土结构耐久性的重要因素之一。在混凝土结构的实际使用过程中，常常会遭受到多种环境因素的侵蚀作用，像是酸雨的侵蚀、海水的浸泡、化学物质的腐蚀等。这些环境因素会引发混凝土的化学组成以及结构产生变化，进而使得混凝土的耐久性大打折扣。以酸雨为例，酸雨中的酸性物质会与混凝土中的氢氧化钙等成分发生化学反应，导致混凝土的pH值降低，破坏其内部结构；海水对混凝土的侵蚀则主要是由于海水中的氯离子等有害物质会渗透到混凝土内部，

引起钢筋锈蚀和混凝土的劣化；化学腐蚀则是指混凝土结构接触到某些化学物质后，发生化学反应，导致混凝土的性能下降。

2.3 钢筋锈蚀

当处于混凝土之中的钢筋出现锈蚀现象时，钢筋的体积会产生膨胀，由此引发混凝土出现开裂的情况。除此之外，钢筋锈蚀还会造成钢筋自身的强度以及延性下降，对结构的承载能力产生不良影响。钢筋锈蚀是一个逐渐发展的过程，在初期，钢筋表面的钝化膜会受到破坏，使得钢筋开始发生锈蚀。随着锈蚀的不断加剧，钢筋的体积膨胀会对周围的混凝土产生挤压作用，导致混凝土出现裂缝。这些裂缝不仅会进一步加速钢筋的锈蚀，还会降低混凝土对钢筋的保护作用，使得钢筋更容易受到外界环境的侵蚀^[2]。同时，钢筋锈蚀还会导致其强度和延性降低，使得钢筋在承受荷载时更容易发生断裂，从而严重影响混凝土结构的安全性和可靠性。

3 混凝土结构耐久性提升技术措施

3.1 合理选择混凝土材料

在选择水泥时，应优先考虑强度高的品种，以确保混凝土能够承受设计荷载。水化热低的水泥可以有效减少混凝土在硬化过程中因水化反应产生的热量，从而降低混凝土内部的温度应力，减少裂缝的产生。对于一些处于硫酸盐侵蚀环境中的混凝土结构，如海边的建筑物、地下工程等，应选择抗硫酸盐侵蚀性能好的水泥，以提高混凝土的耐久性，延长建筑物的使用寿命。良好的级配可以使骨料之间的空隙最小化，从而提高混凝土的密实度和强度。在选用骨料时，应根据混凝土的设计要求，选择合适的骨料级配。坚固性和耐磨性是骨料的重要性能指标。坚固性好的骨料可以保证混凝土在使用过程中不易发生破碎和磨损，从而提高混凝土的耐久

性。耐磨性好的骨料则可以使混凝土在受到摩擦和冲击时,表面不易受损。骨料中的含泥量和有害物质含量会对混凝土的性能产生不利影响。含泥量过高会降低混凝土的强度和耐久性,有害物质如有机物、硫化物等会影响水泥的水化反应,从而影响混凝土的质量。因此,在选用骨料时,应严格控制骨料中的含泥量和有害物质含量。使用高性能外加剂,外加剂是现代混凝土中不可或缺的组成部分,它可以显著改善混凝土的性能。例如,通过添加减水剂可以提高混凝土的流动性,使混凝土在施工过程中更容易浇筑和振捣,从而提高施工效率和混凝土的质量。抗渗性是混凝土的重要性能之一,对于一些有防水要求的建筑物,如地下室、水池等,应使用具有提高抗渗性的外加剂。这些外加剂可以通过填充混凝土中的孔隙和微裂缝,提高混凝土的密实度,从而有效阻止水分的渗透。在寒冷地区,混凝土的抗冻性是一个重要的考虑因素。使用具有提高抗冻性的外加剂可以降低混凝土的冰点,减少混凝土在冻融循环过程中的损伤,提高混凝土的耐久性。在选择外加剂时,应根据混凝土的性能要求和使用环境,选择合适的外加剂品种和掺量。同时,应注意外加剂与水泥、骨料等原材料的相容性,以确保混凝土的性能得到充分发挥。

3.2 优化配合比设计

3.2.1 控制水灰比

水灰比直接影响着水泥浆体的稠度和混凝土的密实度。在混凝土配合比设计中,必须根据混凝土的强度等级和耐久性要求,精确地控制水灰比。一般来说,水灰比不宜大于 0.45。当水灰比过大时,水泥浆体过于稀薄,混凝土的强度和耐久性会显著降低。相反,若水灰比过小,水泥浆体过于黏稠,会导致混凝土的施工和易性变差,难以振捣密实,同样会影响混凝土的质量。因此,通过合理控制水灰比,可以在保证混凝土施工性能的前提下,最大限度地提高混凝土的强度和耐久性。为了准确控制水灰比,需要在配合比设计过程中,根据所用水泥的品种、强度等级以及骨料的特性等因素,进行详细的计算和试验。同时,在施工过程中,应严格按照配合比的要求进行计量和搅拌,确保水灰比的准确性。此外,还可以通过使用减水剂等外加剂来调整水泥浆体的稠度,从而在一定程度上降低水灰比,提高混凝土的性能。

3.2.2 优化砂率

砂率关系到混凝土的和易性,还会影响混凝土的强度和耐久性。在确定砂率时,应综合考虑骨料的级配、颗粒形状以及混凝土的施工要求等因素。一般情况下,

砂率宜为 35% - 45%。当骨料的级配较好、颗粒形状较规则时,可以适当降低砂率,以减少水泥用量,提高混凝土的经济性。反之,当骨料的级配较差、颗粒形状不规则时,则需要适当提高砂率,以保证混凝土的和易性。优化砂率的过程中,可以通过进行多次试验,调整砂和骨料的比例,观察混凝土的坍落度、黏聚性和保水性等性能指标,从而确定最佳的砂率。此外,还可以考虑使用细度模数不同的砂进行搭配,以改善骨料的级配,提高混凝土的性能。

3.2.3 掺入适量的矿物掺合料

常用的矿物掺合料有粉煤灰、矿渣粉和硅灰等。这些矿物掺合料具有火山灰活性或微集料效应,能够与水泥水化产物发生反应,填充混凝土中的孔隙,提高混凝土的密实度,从而改善混凝土的抗渗性、抗冻性和耐久性。粉煤灰是一种常见的矿物掺合料,它具有降低混凝土水化热、提高混凝土抗渗性和耐久性的作用。矿渣粉则具有较高的活性,能够提高混凝土的早期强度和后期强度。硅灰是一种超细活性矿物掺合料,具有极高的火山灰活性,能够显著提高混凝土的强度和耐久性,但由于其价格较高,一般在对混凝土性能要求较高的工程中使用。在混凝土中掺入矿物掺合料时,应根据混凝土的性能要求和工程实际情况,合理确定矿物掺合料的种类和掺量。一般来说,矿物掺合料的掺量不宜超过水泥用量的 50%。同时,还应注意矿物掺合料与水泥、外加剂等其他原材料的相容性,以确保混凝土的性能满足设计要求。在施工过程中,应严格按照配合比的要求进行计量和搅拌,确保矿物掺合料的均匀分散,充分发挥其作用。

3.3 采用高性能混凝土

高性能混凝土的主要特性在于其采用了较低的水胶比,这有助于减少混凝土内部的孔隙率,提高混凝土的密实度,从而增强其抗渗性、抗冻性和抗化学侵蚀性。此外,适量掺入矿物掺合料,如粉煤灰、矿渣粉等,可以改善混凝土的微观结构,提高其耐久性和强度。同时,高性能外加剂的使用,能够进一步优化混凝土的工作性能,使其在搅拌、运输、浇筑和振捣过程中更加易于操作,确保混凝土的质量均匀稳定。具体来说,高性能混凝土中的矿物掺合料可以与水泥水化产物发生化学反应,生成更加稳定的胶凝物质,填充混凝土内部的孔隙,提高混凝土的强度和耐久性。高性能外加剂则可以调节混凝土的凝结时间、坍落度和流动性,使其满足不同工程部位和施工工艺的要求。例如,减水剂可以在不增加用水量的情况下,提高混凝土的流动性,从而减少

水泥用量,降低混凝土的成本和水化热;缓凝剂可以延长混凝土的凝结时间,便于施工操作;引气剂可以引入微小气泡,提高混凝土的抗冻性和抗渗性。

3.4 加强混凝土的施工质量控制

3.4.1 加强混凝土的搅拌和浇筑质量控制

在混凝土搅拌过程中,严格按照配合比进行配料,确保原材料的计量准确无误。采用先进的搅拌设备,保证混凝土搅拌均匀,使其达到规定的坍落度和和易性要求。同时,根据施工环境和混凝土性能要求,合理调整搅拌时间和搅拌速度,以提高混凝土的质量稳定性。在混凝土浇筑过程中,要注意浇筑的连续性和分层厚度的控制。浇筑前,应检查模板、钢筋等是否符合设计要求,清理模板内的杂物和积水。浇筑时,应采用分层浇筑的方法,每层浇筑厚度不宜超过 500mm,以避免混凝土出现离析和分层现象。同时,要注意控制浇筑速度,避免混凝土堆积过高,导致模板变形或坍塌。在浇筑过程中,还应加强对混凝土的振捣,使混凝土内部的空气和水分排出,提高混凝土的密实度和强度。

3.4.2 加强混凝土的振捣质量控制

振捣是混凝土施工中的关键环节,直接影响混凝土的密实度和强度。在振捣过程中,应根据混凝土的坍落度和浇筑厚度,选择合适的振捣器和振捣方法。对于坍落度较小、浇筑厚度较大的混凝土,应采用插入式振捣器进行振捣;对于坍落度较大、浇筑厚度较小的混凝土,可采用平板式振捣器进行振捣。振捣时,应按照一定的顺序进行,避免漏振和过振现象的发生。振捣棒应垂直插入混凝土中,快插慢拔,振捣时间以混凝土表面不再出现气泡、泛浆为准。在振捣过程中,要注意振捣棒与模板、钢筋等的距离,避免碰撞模板和钢筋,影响混凝土的外观质量和结构性能^[1]。

3.4.3 加强混凝土的养护质量控制

混凝土浇筑后,及时进行养护是保证混凝土强度和耐久性的重要措施。养护的目的是保持混凝土表面湿润,防止混凝土因失水而产生裂缝。养护时间不少于14天,在养护期间,应根据混凝土的类型和环境温度,选择合适的养护方法。对于普通混凝土,可采用覆盖浇水养护的方法。在混凝土表面覆盖一层塑料薄膜或草帘,然后定期浇水,保持混凝土表面湿润。对于高性能混凝土或有特殊要求的混凝土,可采用蒸汽养护、喷涂养护剂等养护方法。在养护过程中,要注意养护温度和湿度的控制,避免混凝土因温度过高或过低而产生裂缝。同

时,要加强对养护过程的监督和检查,确保养护措施的落实到位。

3.5 采取有效的防护措施

在混凝土表面涂覆一层防护涂层是一种常见且有效的防护措施。环氧树脂涂层具有良好的附着力、耐化学腐蚀性和耐磨性,能够形成一层坚固的保护膜,阻止水分、氧气、氯离子等侵蚀介质进入混凝土内部,从而减缓混凝土的劣化进程,提高其耐久性。聚氨酯涂层则具有优异的弹性和柔韧性,能够适应混凝土表面的微小变形,同时还具有良好的耐候性和耐化学腐蚀性,能够有效地保护混凝土表面免受外界环境的侵蚀。在选择表面涂层时,应根据混凝土结构的使用环境、要求的防护年限以及涂层的性能特点等因素进行综合考虑^[4]。此外,施工过程中的表面处理、涂层厚度和涂装质量等也会直接影响防护效果,因此需要严格按照相关标准和规范进行操作。在混凝土中掺入钢筋阻锈剂,可以在钢筋表面形成一层保护膜,阻止侵蚀介质与钢筋接触,从而有效地防止钢筋锈蚀。钢筋阻锈剂种类繁多,常见的有亚硝酸盐类、铬酸盐类、磷酸盐类等。不同类型的钢筋阻锈剂具有不同的性能特点和适用范围,应根据具体情况进行选择。在使用钢筋阻锈剂时,应严格按照产品说明书的要求进行掺量控制和施工操作。同时,还需要注意钢筋阻锈剂与混凝土原材料的相容性,以及对混凝土性能的影响。

结束语

综上所述,建筑工程中混凝土结构耐久性提升技术的研究是一个具有重要意义。通过对混凝土材料的优化、施工工艺的改进以及防护措施的应用等方面的研究,可以有效地提高混凝土结构的耐久性,延长建筑物的使用寿命,降低维修成本,为建筑行业的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]何贯贤.土木工程建筑中混凝土结构的施工技术研究[J].工程技术研究.2020,(23).
- [2]杨绿峰,陈旺,陈昌,等.考虑施工需求的混凝土结构耐久性定量设计参数协调取值方法[J].建筑结构学报.2020,(3).DOI:10.14006/j.jzjgxb.2018.0174.
- [3]刘波.建筑检测与加固修复分析[J].住宅与房地产.2020,(3).242.
- [4]樊小燕.建筑工程中混凝土结构耐久性的影响因素与控制要点分析[J].绿色环保建材.2017,(5).147,149.