

# 耐久性混凝土配合比设计与检测方法研究

张宇<sup>1</sup> 喻成豪<sup>2</sup>

1. 广东河海工程咨询有限公司 广东 广州 510000

2. 江苏省水利建设工程有限公司 江苏 扬州 225000

**摘要:** 混凝土是建筑施工中常见的材料之一,为确保建筑的完整性和安全性,混凝土应具备一定的耐久性。耐久性混凝土配合比设计与检测方法是确保混凝土耐久性的关键,因此在建筑工程中具有非常重要的意义。论文旨在对耐久性混凝土配合比设计与检测方法进行探讨,包括配合比设计原则、影响配合比设计的因素、配合比检测方法等内容,希望对建筑工程中的相关人员起到一定的指导作用。

**关键词:** 耐久性混凝土;配合比设计;检测方法

## 引言

耐久性混凝土是指具有较高耐久性能的混凝土,其主要特点是在长期使用过程中,其强度、刚度和耐久性不会明显降低。耐久性混凝土的配合比设计和检测方法是保证其耐久性能的关键。下面是一些耐久性混凝土配合比设计和检测方法的研究:

### 1 配合比设计原则

#### 1.1 混凝土强度设计原则

混凝土强度是衡量混凝土耐久性的重要指标之一,因此在配合比设计中应当综合考虑多种因素,力求使混凝土强度得到最大化提升。在配合比设计中,应先根据具体使用条件,在混凝土强度与其他性能之间进行综合考虑,确定适用的强度等级,然后再提出适当的配合比。

#### 1.2 混凝土耐久性设计原则

除了强度外,混凝土耐久性也是重要指标<sup>[1]</sup>。在配合比设计中应当考虑路况、气候条件、湿度、碳化等因素,尽可能提高混凝土的抗龟裂、抗开裂、抗冻融和抗渗水等耐久性。

#### 1.3 材料特性原则

在混凝土配合比设计中应当根据混凝土材料的特点,如硬度、波动度、密实度、弹性模量、柔韧性、抗压强度等因素,进行不同比例的混合,力求达到理想的材料特性。

#### 1.4 施工工艺方法原则

在配合比设计中应考虑具体施工条件,如施工方法、工具和材料的可用性、混合物均匀度、振捣方式等,以确保混凝土的最终性能符合设计要求。

### 2 耐久性混凝土检测意义

耐久性混凝土是指在使用过程中能够长期承受荷载和环境因素影响而不失效的混凝土。在建筑工程中,耐久性

混凝土的使用可以大大提高工程的使用寿命和安全性,减少维修和重建的成本,提高工程的可持续性和环保性。因此,对耐久性混凝土进行检测具有重要的意义。

#### 2.1 保证工程质量

耐久性混凝土的质量直接关系到工程的质量。进行耐久性混凝土检测可以对混凝土的强度、韧性、稳定性等性能进行全面的测试和评估,及时发现工程中存在的质量问题,及时采取有效的措施进行修补和加固,确保工程的质量和稳定性。

#### 2.2 延长工程寿命

耐久性混凝土的使用寿命取决于其本身的性能和使用环境<sup>[2]</sup>。进行耐久性混凝土检测可以对混凝土的使用寿命进行预测和评估,确定其服务年限,制定合理的维护和使用计划,减少工程的维修和重建成本,延长工程的使用寿命。

#### 2.3 保障人民生命财产安全

耐久性混凝土的使用可以提高建筑物的安全性和可靠性,保障人民生命财产安全。进行耐久性混凝土检测可以对混凝土的结构强度、密实度、抗渗性等性能进行全面的测试和评估,及时发现工程中存在的安全隐患和问题,及时采取有效的措施进行修补和加固,确保人民生命财产安全。

#### 2.4 提高工程可持续性

耐久性混凝土的使用可以提高工程的可持续性和环保性。进行耐久性混凝土检测可以对混凝土的碳化、硫酸盐侵蚀、碱骨料反应等损伤进行全面的测试和评估,及时发现工程中存在的环境污染问题,及时采取有效的措施进行治理和修复,减少环境污染,促进工程的可持续发展。

### 3 影响混凝土配合比设计的重要因素

### 3.1 混凝土强度等级

混凝土强度等级是混凝土配合比设计中至关重要的因素之一<sup>[3]</sup>。在配合比设计中,应该按照具体使用条件,选择合适的强度等级。通常情况下,混凝土强度等级应该是施工图中规定的。在确保强度等级的前提下,应尽可能提高混凝土耐久性。

### 3.2 混凝土初步材料性能

混凝土初步材料性能包括砂、石、水泥细度和含水量等因素。这些因素的变化都会对混凝土的性质产生影响。因此,在混凝土配合比设计时,必须根据具体情况选择适当的材料,以提高混凝土的性能。

### 3.3 配合比设计的比例

混凝土配合比设计要根据具体使用条件进行,考虑到混凝土的强度、耐久性、材料性质以及施工工艺方法和条件等因素。在设计比例时,应当调整混合材料的比例,选用适宜的细度和比表面积的水泥,适当调整砂石余量,以获得理想的混凝土强度和耐久性。

### 3.4 混凝土气候条件

混凝土气候条件包括温度、湿度、风力、太阳辐射和大气环境污染等因素。这些因素都会影响混凝土的性能,因此在混凝土设计中,应当考虑到这些变量,创造适宜的施工条件,提高混凝土的耐久性。

## 4 耐久性混凝土配合比设计

在建筑工程的建设材料中,使用量最大,使用最广泛的应就是混凝土了。现在,混凝土更加越来越多地应用于现代工程建设之中,同时面临着可持续发展的问題,如生态问题、环保问题、节能问题等等,而不断加快的施工进度和所处环境的不断恶化导致混凝土的耐久性大幅度下降,很多混凝土基础设施在二、三十年甚至更短时间内就出现了劣化,所以混凝土的耐久性则成为了我国混凝土工程建设领域所面临的比较严峻的问题。混凝土的耐久性直接影响到混凝土的性能、强度和寿命<sup>[4]</sup>。在进行配合比设计时,应根据工程实际情况选择合适的原材料,并确定合理的配合比例,以达到最佳的工作性能和耐久性能。以下是耐久性混凝土配合比设计的一些基本步骤和注意事项。

### 4.1 选择原材料

耐久性混凝土的配合比设计首先需要选择合适的原材料。常用的原材料包括水泥、砂子、石子、粉煤灰和外加剂等。首先需要确定混凝土的强度等级和耐久性指标,然后根据这些指标选择合适的原材料。水泥是混凝土的主要胶凝材料,应选择高强度、低水化热和抗冻性能好的水泥。砂子和石子是混凝土的主要组成部分,应

选择级配良好、质地坚硬、含泥量低的砂子和石子。粉煤灰是一种优质的胶凝材料替代品,可以减少水泥用量,提高混凝土的抗裂性和耐久性。外加剂可以改善混凝土的性能,提高其抗渗性、抗冻性、韧性和耐磨性等。

#### 4.1.1 水泥

水泥是耐久性混凝土中最主要的原材料,对混凝土的性能和寿命影响极大。在选择水泥时,应选择强度等级高、抗冻性能好、化学稳定性好的水泥。常用的水泥包括硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥等。

#### 4.1.2 砂子

砂子是耐久性混凝土中的细骨料,对混凝土的强度和耐久性有重要影响。在选择砂子时,应选择级配良好、细度模数高、含泥量低的砂子。常用的砂子包括粗砂、中砂和细砂,应根据工程要求选择合适的砂子。

#### 4.1.3 石子

石子是耐久性混凝土中的粗骨料,对混凝土的强度和耐久性有重要影响。在选择石子时,应选择坚固耐久、连续多级的碎石或卵石<sup>[5]</sup>。常用的石子包括碎石和卵石,应根据工程要求选择合适的石子。

#### 4.1.4 粉煤灰

粉煤灰是一种优质的胶凝材料替代品,可以减少水泥用量,提高混凝土的抗裂性和耐久性。在选择粉煤灰时,应选择级配良好、活性好、含碳量低的粉煤灰。常用的粉煤灰包括Ⅱ级粉煤灰和Ⅲ级粉煤灰,应根据工程要求选择合适的粉煤灰。

#### 4.1.5 外加剂

外加剂可以改善混凝土的性能,提高其抗渗性、抗冻性、韧性和耐磨性等。在选择外加剂时,应选择质量稳定、减水率高、增强效果好的外加剂。常用的外加剂包括膨胀剂、减水剂、引气剂和泵送剂等。

#### 4.1.6 矿物质超细粉掺合料

矿物质超细粉是提高混凝土性能,延长混凝土使用寿命的重要掺合料。超细粉是用硅粉、超细矿渣、Ⅰ级粉煤灰、超细磷渣及超细沸石粉等经先进工艺生产而成<sup>[1]</sup>。掺加超细粉等量代替水泥可提高混凝土的强度,等量代替20%水泥可提高强度约10%;提高浆体流动性,提高混凝土的施工和易性和致密性。同时掺加超细粉可提高混凝土的抗渗性和抗化学侵蚀能力,从而大大提高混凝土的耐久性。

## 4.2 确定配合比例

确定配合比例是耐久性混凝土配合比设计的关键步

骤。首先需要根据设计要求确定混凝土的强度等级和耐久性指标,然后根据这些指标计算出每种原材料的用量。通常采用试验室试验和现场试验相结合的方法来确定配合比例。试验室试验可以通过制作标准试件,测试不同原材料的性能指标,并根据测试结果计算出每种原材料的最优用量。现场试验可以在工程现场进行,通过制作实际工程量的试件,测试混凝土的性能指标,并根据测试结果计算出每种原材料的最优用量。在确定配合比例时,应注意保证混凝土的强度等级和耐久性指标满足设计要求,并保证原材料的配比满足设计要求。

#### 4.3 优化配合比设计

在确定了原材料的用量后,需要对配合比进行优化设计,以达到最佳的工作性能和耐久性能。优化设计包括调整原材料的用量和比例,调整混凝土的设计坍落度和水灰比等参数。在优化设计过程中,应注意进行多次试验,选择性能良好、经济合理的配合比例。

#### 4.4 验证配合比设计

在确定了配合比设计后,需要进行试验验证。验证包括制作试件并进行试验测试,测试混凝土的强度、弹性模量、压缩性、抗渗性、抗冻性和耐久性等性能指标。

### 5 耐久性混凝土配合比检测方法

#### 5.1 各种混凝土成分的性质检测

要检测混凝土的配合比,首先必须检测其组成部分。常见成分有水泥、砂、石子和水。

5.1.1 水泥:检测水泥的主要指标是球磨细度,该指标为决定水泥硬化时间、强度及耐久性的重要指标。

5.1.2 砂:检测砂的主要指标为细度和含泥量。

5.1.3 石子:检测石子的主要指标为石子的大小(粒径)和形状。

5.1.4 水:检测水的主要指标包括流动性、含氧量、硬度。

#### 5.2 动弹性试验(Dynamic Mechanism Test)

动弹性试验是一种在荷载作用下测试混凝土弹性性能的方法。试验过程中,将混凝土制成试件,在一定频率和振幅下施加振动,同时测量其变形量和残余强度<sup>[2]</sup>。这种方法可以模拟混凝土在实际使用过程中的弹性性能,为设计和优化耐久性混凝土提供重要参考。

#### 5.3 氯离子扩散试验(Chloride Diffusion Test)

氯离子扩散试验是一种测试混凝土中氯离子扩散性能的方法。试验过程中,将混凝土制成试件,在一定浓度的氯离子溶液中浸泡一定时间,测量其扩散系数和氯

离子含量。这种方法可以评估混凝土的抗氯离子侵蚀能力,为设计和优化耐久性混凝土提供重要参考。

#### 5.4 压水堆积试验(Water Stress Test)

压水堆积试验是一种测试混凝土在不同压力下的性能变化的方法。试验过程中,将混凝土制成试件,在不同压力下进行加压,测量其强度、弹性模量、徐变等性能指标。这种方法可以模拟混凝土在实际使用过程中所承受的荷载和环境因素影响,为设计和优化耐久性混凝土提供重要参考。

#### 5.5 剪切弹性模量试验(Shear弹性模量Test)

剪切弹性模量试验是一种测试混凝土的剪切性能的方法。试验过程中,将混凝土制成试件,在一定频率和振幅下施加剪切力,测量其剪切弹性模量和损伤值。这种方法可以评估混凝土的抗剪性能和抗震能力,为设计和优化耐久性混凝土提供重要参考。

#### 5.6 抗冻融试验(Freeze-thaw Test)

抗冻融试验是一种测试混凝土的抗冻融循环性能的方法。试验过程中,将混凝土制成试件,在不同温度下进行冻融循环,测量其强度、弹性模量、徐变等性能指标。这种方法可以评估混凝土在极端环境下的耐久性能和适应性,为设计和优化耐久性混凝土提供重要参考。

### 结语

建筑工程中混凝土的耐久性是建筑物安全和完整性的基础,而耐久性混凝土配合比设计与检测方法是确保混凝土耐用性的重要保障,其设计过程中应注意综合考虑强度、材料性质、气候条件和施工工艺等因素,同时在检测过程中要全面、科学、准确地检测材料、混合性能、强度以及氯离子渗透性等因素,以达到预期的设计目标与效果。

### 参考文献

- [1]杨绿峰,周明,陈正,等.基于强度和抗氯盐耐久性指标的混凝土配合比设计及试验研究[J].土木工程学报,2016(12):65-74.
- [2]张素香,郭培涛,喻凡.水泥路面混凝土配合比设计与耐久性研究[J].路工程,2017,42(4):180-184.
- [3]文涛.抗氯盐侵蚀高性能混凝土配合比设计与耐久性调控[D].广西大学,2014.
- [4]王林,王栋民.关于当代混凝土配合比设计方法的探讨[J].新型建筑材料,2012,39(5):73-76.
- [5]刘尚坤,杜应吉,安亚强.HF抗冲磨混凝土配合比设计试验研究[J].中国农村水利水电,2014(5):94-97.