

钢筋混凝土结构表面防腐蚀技术的应用

张 宇

贺州学院建筑与电气工程学院 内蒙古自治区包头市 542800

摘要: 钢筋混凝土广泛用于建筑和基础设施,但其使用寿命受到腐蚀的严重限制。因此,研究人员和工程师一直在努力寻找有效的钢筋混凝土防腐技术。本文通过综合研究文献和实际案例,总结了常用的钢筋混凝土防腐技术。

关键词: 钢筋混凝土; 材料腐蚀; 防腐蚀技术

Application of anti-corrosion technology on reinforced concrete structure surface

Yu Zhang

School of Architecture and Electrical Engineering, Hezhou University, Baotou 542800, Inner Mongolia, China

Abstract: Reinforced concrete is widely used in construction and infrastructure, but its service life is severely limited by corrosion. Therefore, researchers and engineers have been trying to find effective reinforced concrete anticorrosion technology. This paper summarizes the commonly used anti-corrosion techniques of reinforced concrete through the comprehensive research of literature and practical cases.

Key words: reinforced concrete; Material corrosion; Anti-corrosion technology

引言

工程材料的腐蚀给国民经济造成巨大的经济损失,甚至发生灾难性事故,浪费了宝贵的资源和能源,污染了环境。根据发达国家的调查,每年因腐蚀造成的损失约占国民经济总量的 2%-4%。在腐蚀的影响下,世界上每年生产的钢铁中有 10%被腐蚀消耗。

腐蚀不仅造成经济损失,而且往往是一种安全隐患。均匀腐蚀,如铁锈,往往进展缓慢,无害,但一些局部腐蚀,如点蚀或应力腐蚀开裂,往往是突然的,容易引起安全事故。例如,桥梁因钢筋裂缝而坍塌,导致工程事故和火灾。

本文采用文献研究法、案例分析法和归纳总结法对钢筋混凝土防腐问题、防腐技术、技术案例进行了探讨。

1 钢筋混凝土的防腐蚀问题

1.1 防腐的重要性

工程材料防腐的重要性是不可忽视的。腐蚀是指材料(通常是金属)由于和周围环境的作用而造成的破坏。

工程材料防腐重要性包括以下几个的主要方面:延长材料使用寿命、保护结构的安全性、提高设备和工作效率、节约资源和降低成本。

因此,工程材料防腐对于确保结构的安全性、延长材料的使用寿命、提高工作效率和降低成本都具有重要意义。在工程实践中,选择适当的防腐方法和材料,以及定期检查和维修,能够有效地减少腐蚀带来的风险和损失。

1.2 钢筋混凝土腐蚀机理综述

钢筋混凝土腐蚀是指钢筋与混凝土中的环境条件相互作用导致的钢筋失去其功能的过程。以下是钢筋混凝土腐蚀的主要机理:

1、钢筋表面的碳化:混凝土中的水和二氧化碳会渗透到钢筋表面,与钢筋中的铁形成氢氧化铁,进而与氯离子形成氯化铁。氯化铁可溶于水,导致钢筋表面脱碳,形成碳化层。碳化层导致钢筋表面腐蚀性能降低,使钢筋易受到其他腐蚀介质的侵蚀。

2、氧化:钢筋暴露在空气中时,与氧气反应产生氧化膜。氧化膜可以保护钢筋表面不被进一步腐蚀,但如果氧化层破裂或不均匀,会导致氧化层下的钢筋暴露在环境中,从而引发腐蚀。

3、氯离子侵入:氯离子是导致钢筋混凝土腐蚀的主要因素之一。氯离子一般来源于海水、含氯盐的水、含氯洗涤剂、工业废水

等。氯离子能促进钢筋表面氧化,形成氧化铁覆盖层,进而破坏混凝土保护层,导致钢筋暴露,加速钢筋腐蚀。

4、微生物腐蚀:在特定的环境条件下,微生物可以让钢筋混凝土产生微生物腐蚀。微生物代谢产生的酸性物质,以及微生物的吸附和代谢活动,会破坏混凝土结构中的碱度和致密性,加速钢筋的腐蚀。

5、碱性环境:混凝土中的水化反应会生成氢氧化钙,并使环境变得碱性。碱性环境对钢筋具有一定的保护作用,但当混凝土中的碱性物质与空气中的二氧化碳反应形成碳酸钠时,钢筋周围的环境变得酸性,从而加速钢筋腐蚀。

6、水分渗透:当混凝土中存在裂缝或微孔时,水分能够渗透进入,将溶解的氧气和其他腐蚀物质输送到钢筋表面。水分的存在会提供氧气和电解质,形成了导电介质,促进了钢筋的腐蚀反应。

7、空腔和缺陷:钢筋混凝土中的空腔和缺陷会造成水和氧气的积聚,从而加速钢筋腐蚀。这些空腔和缺陷可以是混凝土的裂缝、孔洞、松动的部分等。

8、电化学腐蚀:由 Cl^- 离子、 CO_3^{2-} 离子等引起。存在于混凝土中。当钢筋暴露在潮湿或潮湿的混凝土中时,水中的氯离子可以进入混凝土并与钢筋表面形成氯离子包裹,这可以改变钢筋表面的环境并加速钢筋的腐蚀过程。混凝土中的碳酸盐离子也在钢筋腐蚀中发挥作用。当二氧化碳存在于混凝土中时,它可以与水反应形成碳酸盐离子,从而降低混凝土中的 pH 值,导致钢筋表面腐蚀。钢筋腐蚀导致钢筋和混凝土之间形成腐蚀产物,增加和放大钢筋周围的压力,导致混凝土开裂、剥落和结构破坏。

9、其他因素:除上述因素外,钢筋混凝土腐蚀还与温度、电流、硫酸盐、盐类结晶膨胀、碱-骨料反应、离子交换反应(Mg^+ 的交换)以及钢筋诱蚀等因素有关。

1.2.3 已有的防腐技术的评估

表 1-1、1-2、1-3 分别是我国、美国、前苏联金属耐蚀性标准:

级别	腐蚀速率/(mm/a)	耐蚀性评定
1	<0.05	优良
2	0.05~0.5	良好
3	0.5~1.5	可用,腐蚀较重
4	>1.5	不适用,腐蚀严重

相对耐蚀性	腐蚀速度/(mm/a)
很好	<0.02
较好	0.0~20.1
好	0.1~0.5
中等	0.5~1.0
差	1.0~5.0
不适用	>5.0

耐蚀性分类	耐蚀性等级	腐蚀速度/(mm/a)
I 完全腐蚀	1	<0.001
	2	0.001~0.005
II 很耐蚀	3	0.005~0.01
	4	0.01~0.05
III 耐蚀	5	0.05~0.1
	6	0.1~0.5
IV 尚耐蚀	7	0.5~1.0
	8	1.0~5.0
V 欠耐蚀	9	5.0~10.0
	10	>10.0

2 钢筋混凝土防腐技术的分类

2.1 表面涂覆防腐技术

用于混凝土表面防腐涂料主要分为五类:

沥青、煤焦油类主要广泛应用于地下工程,其具有较好的防水性能;耐碱油漆类,由于混凝土具有强碱性,所以用于混凝土表面的耐蚀油漆必须是耐碱的;在中性环境下,主要选用防水涂料,其可以有效防止水、水气渗入混凝土内部,延缓混凝土的使用寿命;树脂类涂料,例如,环氧树脂、乙烯基树脂、丙烯酸树脂、聚氨酯等都被广泛应用于混凝土的面层涂料;渗透性涂层,是利用混凝土可渗透的特点,渗入混凝土的孔隙中,与混凝土的组分发生化学反应,并将混凝土的孔隙堵塞,起到隔绝外界环境中腐蚀介质的作用,进而提升混凝土的耐蚀性,广泛应用的材料,如烷基烷氧基硅烷。

常用的钢筋表面防腐技术大致可分为四个方面:1.冷浸式钢筋处理技术:通过将该元件放入特定的化学应力剂中工作,使表层产生皮膜,从而避免氧化情况发生;2.防水处理技术:与冷浸式共同应用,可将水性侵蚀效果减少到最低;3.悬浮共浸式处理技术:将该元件放在总重50%或以上的平衡固体物料金属材料相合成的流体中工作,使得金属表面能够得到快速、有效的安装;4.热浸式处理技术:高于200℃时,将该元件通过100V/AM或DCF的方法加热,使表明产生厚重的皮膜,有效地避免氧化情况发生。

2.2 其它防腐技术

1、正确选择钢筋、混凝土材料和配合比:选用优质水泥、控制水灰比及水泥用量、使用性能良好的外加剂和缓蚀剂、正确使用金属材料、优化钢筋加工程序。

2、合理设计钢结构,根据腐蚀速率和腐蚀条件,不断优化钢结构构件的尺寸、在构件设计中要避免构件因缝隙和局部应力集中发生的缝隙腐蚀和应力腐蚀。

3、钢筋混凝土构件进行维护进而提高构件使用寿命。

4、电化学保护,工程师利用外部电流使金属电位发生改变从而使腐蚀得到控制,分为阴极保护和阳极保护。

3、钢筋混凝土防腐技术的应用案例

3.1 涂料防腐技术在桥梁上的应用

京师高速公路保定互通立交桥于2012年9月开始初步施工,并开始进行整修和拓宽工程。新公路于2014年12月21日全面开通。本桥所处环境腐蚀性中等。该桥有一层25μm厚的环氧富锌底漆和一层25微米厚的聚氨酯面漆。桥梁钢结构的表面涂层具有厚度至少为150μm的防腐涂层,在中等腐蚀性环境中使用寿命为2-5

年。本设计钢结构的防腐涂层预计在中等腐蚀性环境中使用5-15年,厚度满足规定的250μm的要求。[1]。

3.2 电化学防腐技术在海洋结构中的应用

外加电流阴极保护(ICCP)系统是降低金属腐蚀速率的有效方法。ICCP系统非常适合用于沿海应用,如管道系统和海上结构。根据研究过这一问题的外国学者的说法,特定浓度的海水可以加速金属腐蚀,即使是不锈钢类型。作为研究的一部分,将不锈钢303浸入不同浓度NaCl(27ppt、31ppt和35ppt)的模拟海水中。通过将样品在NaCl溶液中浸泡504周或在38℃的恒定温度下浸泡约0小时来分析结构。每种NaCl浓度的平均重量损失和腐蚀速率差异没有显著差异。然而,SEM测试结果表明金属结构发生了变化。在进行EDS测试时,观察到金属的氧含量在35ppt的NaCl浓度下降。暴露在海水中会导致氧气水平降低,从而减缓金属的腐蚀速度。[2]。

3.3 无溶剂型环氧煤沥青防腐涂层在地下工程中的应用

保仓干渠工程是一项重要的供水任务,目标是沧州、保定和廊坊市12个县的28个供水需求。该项目在河北省南北分配工程中具有重要作用。本工程钢筋混凝土箱涵位于最前沿,压力管道布置在箱涵后。PCCP管道是压力管道的重要组成部分,防止其腐蚀至关重要。PCCP管道采用无溶剂环氧煤沥青防腐涂料,防止管道外部腐蚀。这种涂层的优点之一是具有良好的不透水性和耐化学介质腐蚀性。此外,该涂层表现出优异的物理和机械性能,如高耐磨性和硬度,以及耐水、耐高温、绝缘、耐微生物损伤以及耐海水和盐雾性。它不透水,也不通电流。环氧涂层的干膜厚度约为600±100μm[3]。

4、结论

1.使用防腐涂层:在钢筋表面涂覆抗腐蚀涂层,可以阻隔水分和氧气进入混凝土中,减缓钢筋腐蚀的速度。常用的涂层包括环氧涂层、聚氨酯涂层等。

2.密封混凝土表面:通过使用防水剂或表面密封剂,可以减少水分渗透混凝土,并且可以有效减缓钢筋腐蚀的速度。

3.电化学防护:电化学防护技术利用电流通过钢筋和混凝土之间的电化学反应,形成一层保护膜,阻止钢筋腐蚀。常用的方法包括阴极保护和阳极保护。

4.加强混凝土质量:通过控制混凝土的设计、配合比等参数,确保混凝土的密实性和抗渗性,减少水分进入混凝土内部,从而减缓钢筋腐蚀。

5.定期检查和维修:定期对钢筋混凝土结构进行检查,及时发现并修复可能存在的腐蚀问题,可以延长结构的使用寿命。

这些技术可以根据具体情况进行选择和应用,以提高钢筋混凝土结构的耐久性和防腐性能。

参考文献:

[1]GB/T 7714 赵治国.京石高速公路保定互通跨线桥梁防腐工程设计[J].交通世界,2021,(102):183-184,204.

[2]哈姆西尔,苏特雷斯曼,O.,阿尔西亚德,H.,赛希德,M.和维迪安托,A.(2022).在模拟海水中用自动外加电流阴极保护(a-ICCP)方法抑制不锈钢303的腐蚀.东欧企业技术杂志,6(12)(120),13-21.https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.267264

[3]GB/T 7714 于法鑫.PCCP无溶剂环氧煤沥青防腐在南水北调工程中的运用[J].建材发展导向,2020,第18卷(1):144.