

海水侵蚀环境下混凝土耐久性的研究

程 琤

徐州工业职业技术学院 江苏徐州 221000

摘 要: 海洋经济浪潮的兴起势不可挡, 在海洋贸易日益发达的今天, 有很多的基础工程结构已经建立在了海洋上面, 这就需要建筑物具备良好的耐海洋侵蚀性。在海洋上施工所用的混凝土将长期地遭受海洋的冲刷, 耐久性受到降低。本文从增强水泥的密实程度、改善混凝土的机械性能、提高水泥保护层厚度、使用更高强度等级的水泥等方面展开了研讨。

关键词: 海水侵蚀; 混凝土; 耐久性

Study on durability of concrete under seawater erosion

Cheng Cheng

Xuzhou Polytechnic of Industry, Xuzhou, Jiangsu 221000

Abstract: The rise of the wave of Marine economy is unstoppable, in the increasingly developed Marine trade today, there are a lot of basic engineering structures have been built on the ocean, which requires buildings to have good Marine erosion resistance. Concrete used in construction on the ocean will be subjected to long-term erosion of the ocean, and its durability will be reduced. This paper discusses how to enhance the cement density, improve the mechanical properties of concrete, increase the thickness of cement protective layer and use higher strength grade cement.

Keywords: Seawater erosion; Concrete; Durability

基金项目: 本论文得到江苏高校“青蓝工程”资助; 江苏省高等学校基础科学(自然科学)研究项目资助, 项目编号: 21KJB560003

沿海地区大量的水泥建筑在海洋腐蚀状态。海洋长期腐蚀将导致建筑材料发生慢性老化甚至局部破坏, 这些损害日积月累导致建筑材料构件早期发生损伤问题。所以, 探讨海洋腐蚀条件对混凝土建筑的耐久性有着重大价值。

1 混凝土结构在海洋中的应用现状

随着世界经济和科学技术的高速增长, 再加上陆地上的资源储量不足, 更多的国家开始了海洋经济计划。目前为止建立和实施了这些新的海洋开发策略的国家, 只有日本、中国、荷兰等几个国家。改革开放以来, 中国已经步入了国民经济井喷时期, 并且通过近些年的建设已经变成了世界上第一的出口强国, 并由此对海洋的需求程度也较高, 在海上取得很大的效益。与此同时在中国为“十三五”发展计划所提出的国家战略中, 涉及海洋的战略地位名列前茅, 也说明了中国对海洋问题的关注力度。对海洋的利用也离不开水泥这一基本物质, 目前为止水泥在岛礁、水

电工程、海岸工程、跨海大桥等多方面得以普遍应用, 未来水泥势必将应用于海洋资开发和深海钻井等方面, 使得水泥在海洋环境中的耐久性便极其重要^[1]。

2 海水侵蚀环境对混凝土的不良影响

海洋环境对混凝土的腐蚀, 是指在海洋中以直接和间接接触的方式腐蚀混凝土, 分为外部腐蚀和内侵蚀二类。比如: 浸泡在海洋中的混凝土构件, 因为其外表面的物质直接和海水互相接触, 所以在海水还没有浸泡混凝土之前, 都处于外侵蚀状态; 经过一段时间后, 海水会通过混凝土的气孔、裂缝等部位渗透到结构内, 就产生了内锈蚀。在长期的使用环境中, 不少房屋结构还没有超过一定的期限就发生了裂缝或者损坏的现象, 更有甚者, 还没有投入使用就被报废, 耗费了巨大的人力、财力、物力如图一。水泥构件在海洋自然环境下发生锈蚀、损坏的主要因素, 大致有两个: 一个是由于水泥在海洋自然环境中的腐蚀、劣

化；另一个则是，混凝土结构在海洋环境中的磨损、劣化如图二。目前，虽然我国科学家对前者的研究已掌握了相当丰富的科研成果，但对后者的研究却还非常少，而且中国科学技术发展还比较滞后。而对于延长建筑构件在海洋环境下的使用寿命，我国专家也已开展了较大规模的研究^[2]。



护坡混凝土构件发生明显腐蚀

图一



图二 某大桥桥墩海水侵蚀

3 混凝土结构防侵蚀地必要性

混凝土构件在施工结束后，随着时间的延长海水将使混凝土进行水化，这种时间混凝土构件的质量会受到很大的提高，这就是外部环境对混凝土构件产生的积极作用。随着海水长时间的浸泡，水质会慢慢腐蚀砼结构，使得砼结构的硬度降低，使用年限明显缩短，这是外部环境对混凝土结构产生的消极影响。据相关材料表明，海洋中可以对建筑物构件造成侵蚀的化学物质主要是硫酸钠和铝盐。具体的混凝土腐蚀过程中，因为硫酸钠和混凝土构件内的材料间产生化学反应而形成一种体积膨大的气体，在这里生成的化合物由于体积的增大就可以直接损害混凝土构件，这便是硫酸钠侵蚀事件。镁盐与混凝土结构内部的物质之间发生化学反应而形成了一种易溶于水的胶状物质，镁盐

经过侵蚀后会使得水泥构件的黏结功能降低，因此硬度减小。在水泥构件内的氢氧化钙和通过气孔流入水泥内的超临界二氧化碳空气进行化学反应的过程便是水泥的炭化，这种中和反应的过程会造成水泥结构纯碱率降低，从而造成混凝土构件中的保护层发生破坏，使混凝土被腐蚀。初始阶段的水泥构件，内部的最高pH酸碱度是阻止钢材发生腐蚀的良好环境，但当水汽携带的氯化物离子流入钢筋里面的时候，因为氯化物离子本身的特点，可以在短时间内对钢筋表层的保护层带来严重破坏，由于钢材产生腐蚀而力学性能下降，与此同时腐蚀物质的增加可以腐蚀在钢筋上的混凝土组织。海洋中细菌等微生物，还有藤壶等的污损生物附着在结构表面上就是海洋生物侵蚀现象，而这些海生生物的代谢分泌物又会进一步地对结构造成侵蚀。而混凝土结构在使用阶段受到了长时间的风动静荷载和海浪的冲刷磨蚀，导致结构表层受到破坏泄漏了进入结构内部的钢筋，导致钢筋混凝土构件的损伤，此外压力影响下钢筋产生裂纹等问题的可能性相当大，如果产生裂纹还可能进一步增加其他不利因素的化学腐蚀^[3]。

由这些腐蚀原因分析看出，建筑物的损坏很大原因是受到海洋的侵袭，而海洋中带入的大量氯化物离子、硫酸根盐等也是建筑物引起损伤的主要原因，因此，防水势在必行。另外，由于海洋生物侵蚀的问题引起更多学者的重视，实际工作条件中，建筑物的耐久性失效往往非单因素影响，通常伴有多因数耦合影响。因此增强了建筑物的耐久性，除避免了水汽的进入之外还必须避免细菌等大型海洋生物对混凝土的附着。

4 海水侵蚀环境影响混凝土耐久性的机理

通过混凝土房屋的受荷时间不同周期的变化，可以直观表现出混凝土房屋在受到海水冲刷的各个时期结构的不同变形与破坏特点。在海水侵蚀的早期，从海洋中所含有的各种离子就进入了水泥建筑构件里面，再经过各种离子间的共同反应，导致了在混凝土建筑体系里面出现很多新的不溶性的材料，对混凝土建筑里面的空间进行了填充，可以使水泥建筑的稳定性和结实程度进一步增强。随着时间的推移，海洋对混凝土建筑内部的侵蚀程度逐步增强，而这时候形成的海洋不溶物体积就会愈来愈大，给混凝土建筑内部带来了巨大的压强，由此使建筑物的构件遭受损伤，建筑物构件的刚度开始减弱。当破坏越来越强烈时，混凝土建筑表层就会产生裂痕，而裂痕的产生会使得海洋的冲刷变得快速和强烈，海水可以透过表层的裂隙越来越

多地进入混凝土建筑物的当中加以冲刷,使得水泥石的功能受到限制,使得混凝土建筑物的强度进一步的降低。

在混凝土试件的实验流程中,最常见的两个干扰因子有:首先,伴随着海洋对钢筋的腐蚀,海洋中的盐离子在和钢筋材料碰撞时形成的盐化合物,从而带来了产品质量的增加;第二,在海水长期的浸渍与冲刷下,混凝土结构上的材料剥落,导致质量在一定水平的下降。在上述的实验分析结果中可以明确发现,氯离子对钢筋建筑的锈蚀效果很大地受钢筋施工方法的限制。所以,在有关海域的重大工程上,就必须对混凝土房屋实施严密的保护,此外,还要建立严密的配套措施,包括对混凝土表面保护构造等防护构件的施工,如此才可以最大程度地保证混凝土房屋在海洋侵蚀下的使用年限。

5 海水侵蚀环境下提高混凝土耐久性的措施

在我国“一带一路”倡议下,大力发展海港建设已势在必行。海港的混凝土构件由于经常和海洋直接接触,也就无法避免海洋的侵蚀作用,导致其混凝土构件的耐久性大大小于设计期限。实验证明:构件的锈蚀严重与其密实程度有关,密实程度越小,锈蚀越重。要增加混凝土的密实性,可在搅拌混凝土时掺入粉煤灰活性物料,使其阻力系数提高,以增加混凝土对抗海水冲刷的能力和构件的耐久性。混凝土的性能在较大程度上决定着混凝土的稳定性,性质好坏也是抗海水腐蚀的关键所在。所以,采用先进的优质混凝土、特种水泥材料是增强在海洋腐蚀条件下水泥耐久性得最有效手段。而粉煤灰陶粒水泥较一般混凝土材料可更有效地对抗海洋侵蚀作用。

海水腐蚀条件下,为了防止混凝土构件过早锈蚀,其钢筋保护层必须更厚。如有研究者建议,将在海水环境中的混凝土保护层厚度提高至七点五厘米。建筑物的强度等级,是对建筑物综合性能的整体表征。通常情况下,假设混凝土特性越好、混凝土强度等级越高、混凝土拌和料的粒度层配越好、混凝土骨料质量也越高、混凝土结合度比设计好,那么混凝土的特性就越好、强度等级也越高,相对应的,该混凝土抗海水冲刷的能力也越强。

水泥建筑物所具备的综合性能是否优异主要由水泥建筑物的强度等级来决定,尽管影响水泥建筑物强度等级的影响因素相当多,但最关键的影响因素依然是混凝土品质的

优劣。采用优质材料生产出来的水泥,里面的聚合物颗粒十分牢固,对骨料有优异的强韧度,再加上相应的水灰比例,所生产出来的水泥其强度等级极高,而对海水的腐蚀所产生的抗性也越高^[4]。

混凝土建筑如何有效对抗海水腐蚀最主要的问题还是取决于混凝土在海水浸渍下的实际应用,想要有效地增加混凝土在大量海水的浸渍下的应用时间,就需要很多方面的提高与提升。目前,有关实验技术人员因为接受实验设施这些硬件条件的限制,对于这方面的研究往往止步在定性分析的研究探讨领域。但是,提高混凝土结构在海水腐蚀下的应用年限是目前不少国内外科研工作者的重视与困难。还有不少的研发队伍想要通过提高研发技能来实现创新。相信随着科学技术的发展提高,今后一定会通过研究海水中存在的各种因子对混凝土的作用进行更为广泛的探索。

6 结语

海水腐蚀条件下水泥耐久性分析的价值大。结果表明:改善混凝土抗海洋及环境腐蚀特性,应在水泥的密实程度、混凝土的热稳定性、水泥保护层强度、水泥的硬度性能等方面采取措施,以延缓海洋渗透能力、降低海洋对混凝土的腐蚀能力,从而确保混凝土构件满足环境耐久性的需要。

参考文献:

- [1] 陶叶平,谷坤鹏,钟赛.海水侵蚀环境下粉煤灰对清水混凝土耐久性的影响[J].新型建筑材料,2018,45(05):14-17+40.
- [2] 王倩.海水侵蚀下钢筋再生混凝土梁的耐久性与寿命预测[D].南京航空航天大学,2017.
- [3] 陈海燕,李明明,毛江鸿等.海水侵蚀环境对混凝土早期耐久性的影响及养护措施[J].混凝土,2016(04):43-45+49.
- [4] 江宏文,韩冰,隋鑫龙.海水侵蚀环境下混凝土耐久性试验研究[J].住宅产业,2012(01):56-58.

作者简介:

程琤(1986.01-)女,汉族,江苏徐州人,副教授,硕士研究生,研究方向:混凝土耐久性、工程管理。