

城市地下复杂化学环境混凝土结构耐久性研究现状

Research Status of Durability of Concrete Structures in Urban Underground Complex Chemical Environment

李双营 邵亚飞

Shuangying Li Yafei Shao

青海民族大学, 中国·青海 西宁 810007

Qinghai Nationalities University, Xining, Qinghai, 810007, China

【摘要】近几年, 中国社会经济不断发展, 城市建设速度不断加快, 许多地下工程纷纷建设起来。鉴于此, 本文对城市地下复杂化学环境中, 混凝土结构的耐久性方面展开了研究, 并提出了关于加强其结构耐久性的相关对策。希望通过本文的论述, 能够为有关人员提供有价值的参考。

【Abstract】In recent years, China's social economy has continued to develop, the pace of urban construction has continued to accelerate, and many underground projects have been built. In view of this, this paper studies the durability of concrete structures in the complex underground chemical environment of cities, and proposes relevant countermeasures to strengthen the structural durability. The author hopes that through the discussion in this article, we can provide valuable reference for relevant personnel.

【关键词】城市地下环境; 混凝土结构; 耐久性

【Keywords】urban underground environment; concrete structure; durability

【DOI】<https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v3i1.1402>

1 引言

随着科学技术的不断发展, 中国城市化建设进程逐渐加快, 为了满足城市建设及人们生活的需要, 城市地下工程的建设数量不断增多, 包括地铁工程、地下综合管廊等。但是, 由于城市长期建设中出现的化工厂、污水厂、制药厂等, 其基土都已经受到不同程度的污染。并且, 这些基土中, 一般都含有氯离子、硫酸盐离子及钙离子等有害离子, 对地下环境的混凝土结构都造成不同程度的破坏。下面, 笔者结合相关资料及实际工程建设情况, 对相关方面展开研究。

2 混凝土耐久性的意义

混凝土结构的耐久性, 主要是指在混凝土施工过程中, 不需要花费大量的资金及应用各种技术工艺, 混凝土结构本身具有的使用功能及相关要求。通过对混凝土结构耐久性进行研究, 能够分析出混凝土结构在各种环境中的性能, 对提高工程建设质量及施工要求有着非常重要的意义。与地上工程

相比, 地下工程的建设标准及要求更为严格, 由于城市地下结构所处的地理环境比较复杂, 大部分地区的地下环境都为比较复杂的化学环境, 这一环境中的腐蚀性离子会对混凝土结构造成不同程度的影响, 对材料性能及结构功能等方面带来负面的影响。

3 城市地下环境结构耐久性现状

在现代城市的建设过程中, 大部分城市地下结构的设计具有设计标准高、施工作业困难及投入成本高等方面的特点, 原本的城市地下环境结构一旦被破坏, 变不可能恢复城市建设前的环境结构, 这一建设过程是不可逆的^[1]。换言之, 城市地下环境中混凝土结构的耐久性, 对城市建设质量的影响是非常大的。因而, 在城市建设的过程中如何减小施工作业对地下混凝土结构造成的损坏、延长地下混凝土结构的使用时间、增强混凝土结构本身的特性等, 就成为城市建设者最为重要的研究工作之一。

近几年,随着社会经济的不断发展,地下工程的建设数量不断增多,许多地下工程在后期正式投入使用过程中出现了一些问题,特别是地铁、轻轨等地下工程部分,中国部分地区出近几年出现了一些地下工程问题。举例来说,2017年5月份,中国东北地区的某地铁工程由于受到阴雨天的影响,出现隧道内大面积渗水的现象,导致地铁线路长时间停运休整的情况^[1]。总之,地下城市结构的耐久性已经成为社会发展中的重要问题,并引起了人们的普遍关注与相关部门的高度重视。

4 城市地下复杂化学环境混凝土结构耐久性研究现状

4.1 单一离子腐蚀下的混凝土结构耐久性研究

4.1.1 硫酸盐腐蚀状况研究

在中国,大部分城市的地下环境都比较复杂,存在多种化学成分,土壤中含有不同程度的硫酸离子。国外一些学者针对硫酸盐腐蚀下的混凝土结构耐久性进行了多次的研究,其研究方向主要是针对混凝土结构本身的抗硫酸盐腐蚀方面,并针对其腐蚀的程度提出了相应的防腐蚀措施^[2]。同时,针对混凝土结构被硫酸盐腐蚀的破坏原理,分析出混凝土结构在各种因素耦合作用下对自身性能产生的影响。一些学者认为,混凝土结构被硫酸盐腐蚀的主要流程如下:硫酸根离子在土壤中扩散、土壤中的氢氧化钙被析出;土壤中形成钙矾石;土壤中生成石膏与氢氧化钙;碳、氢、硫离子发生脱钙现象;土壤中生成硅灰石膏。另一部分学者认为,除上述腐蚀现象外,混凝土结构的耐久性还会受到温度、湿度等方面的影响,潮湿的环境更容易使混凝土结构发生改变,混凝土结构的质量、强度、被腐蚀速度等方面,都会增加。

4.1.2 氯离子腐蚀状况研究

中国的盐湖等地,该区域内的土壤中含有较高浓度的氯离子、硫酸盐等具有一定腐蚀性的离子。因而,这些地区地下的钢筋混凝土结构经过一段时间后会发生不同程度的腐蚀现象。同时,对混凝土结构本身来说,氯离子在混凝土结构中的渗透速度,要比其他离子渗透的更快,且由于其具有的腐蚀性较强,已经引起了业界的广泛重视。具体来说,氯离子在进入混凝土结构内部后,会与混凝土中的氢氧化钙、氧化钙及氧化铝等发生反应,生成各种类型的固相化合物,包括氯化钙、结晶物等^[3]。换言之,混凝土结构在氯离子的影响下,会生成结晶固相化合物,且随着其体积的不断增大,混凝土结构本身也会开始出现膨胀情况,导致本身的结构被破坏。此外,这种结晶固相化合物也会破坏钢筋材料表现的防护膜,导致钢筋被逐渐锈蚀。总之,盐渍地区地下的混凝土结构,主要受到

氯离子、硫酸盐离子的影响,这也是造成钢筋被腐蚀的主要因素。而一旦钢筋混凝土结构被破坏,整个钢筋混凝土结构的抗压强度、抗拉伸强度等都会发生比较明显的变化。

4.1.3 二氧化碳腐蚀情况研究

实际上,当水中含有的二氧化碳过多时,也会对城市地下化学环境中混凝土结构的耐久性产生一定的影响,从而破坏原有的建筑工程结构,对其造成一定的腐蚀,这部分腐蚀也被称为二氧化碳腐蚀。由于二氧化碳腐蚀受气候影响比较大。因此,二氧化碳封存技术将在大范围地区内进行大规模地应用,防止二氧化碳对地下混凝土结构带来的不良影响^[4]。在城市地下复杂的化学环境中,具有一定腐蚀性的二氧化碳与混凝土结构表面的碳酸钙发生反应,生成能够溶解的碳酸氢钙,这会使混凝土结构中的氢氧化钙暴露出来,在通过碳酸与二氧化碳的反应,最终生成碳酸钙薄层,而这层薄层又会与二氧化碳结合,最终生成能够溶解的碳酸;再加之混凝土中水泥的作用,生成盐或无胶结能力的物质,造成了混凝土结构被破坏。实际上,在上述反应过程中,混凝土结构中的pH值也会发生一定的变化,对水泥基材料的质量造成不同程度的破坏,并增加了混凝土结构的孔隙率,改变了混凝土材料的物理性能与物理结构,影响了混凝土结构的耐久性。

4.2 多离子腐蚀下的混凝土结构耐久性研究

4.2.1 硫酸盐与氯离子双重腐蚀状况研究

在城市地下环境中,硫酸盐与氯离子是常见的两种污染物,其对地下混凝土结构耐久性产生的影响是非常明显的,国内外大量文献中都有记载,混凝土结构耐久性是受到多种因素影响的,特别是多腐蚀耦合性的现象,在地下环境混凝土结构中非常常见。中国部分学者对复杂环境下硫酸盐离子与氯离子的渗透能力进行了研究,并发现这一过程中的质量变化在硫酸盐离子与氯离子的两者之间^[5]。而随着试验次数的不断增多,硫酸盐离子会在混凝土结构中发生反应,并生成结晶类物质。这类物质对混凝土结构耐久性造成的破坏比较大。

4.2.2 硫酸盐与二氧化碳双重腐蚀状况研究

中国部分学者认为,水泥基胶凝材料在碳化作用下,会形成碳酸钙,并进一步反应成为碳酸硅钙石,从而对混凝土结构的耐久性产生一定的影响。实际上,在中国地下水中富含硫酸盐的地区,混凝土结构耐久性不仅会受到硫酸盐的腐蚀,也会由于干湿循环,受到硫酸盐与二氧化碳的双重腐蚀。通常情况下,研究硫酸盐与二氧化碳双重腐蚀状况的试验包括单独碳化腐蚀试验、干湿循环-硫酸盐腐蚀试验及干湿循环-硫酸盐、二氧化碳耦合试验这几种^[6]。而在复合作用下,混凝土结构受到硫酸钠腐蚀的结果表明,在混凝土结构受到二氧化

碳及硫酸盐的双重作用下,混凝土结构中碳化层的存在,在一定程度上减轻了硫酸根离子的扩散与传输。不过,由于受腐蚀的地方也会使混凝土结构的缝隙处于饱和状态,加强了对混凝土结构的腐蚀程度。

4.2.3 硫酸盐、氯离子及二氧化碳多重腐蚀状况研究

实际上,硫酸盐、氯离子及二氧化碳是影响地下环境混凝土结构耐久性的三大因素,且这三种因素的影响是具有一定的联系的,并不是独立的。可以说,城市地下复杂的化学环境,其对混凝土结构造成的影响是非常复杂的,当这三种腐蚀性离子同时对混凝土结构产生作用时,会大大降低混凝土结构的耐久性。也可以说,加强对硫酸盐、氯离子及二氧化碳的研究,能够更清晰地探究地下复杂化学环境对混凝土结构耐久性的影响。在中国内蒙古地区,有多处盐湖,盐湖中的矿化程度比较高,对当地地下的混凝土结构会产生比较严重的影响。在盐湖流经的区域内,混凝土结构耐久性受到影响的严重程度是普通地区的两到三倍。

5 城市地下混凝土结构耐久性研究的未来展望

对于城市发展来说,城市地下工程的建设将对其产生非常重要的影响,研究城市地下混凝土结构的耐久性已经成为保障城市地下工程建设质量的重要基础与前提。因此,国内外的城市建设者,近几年都纷纷加大了对地下混凝土结构耐久性的研究力度,并利用各种先进的技术手段,增强研究的有效性。笔者通过对相关文献及地下工程的实际案例进行分析,发现了地下混凝土结构耐久性方面能够改进的地方。总结如下:

(1)应重视多重因素耦合叠加可能产生的各种效应。实际上,在地下工程的建设过程中,混凝土结构的耐久性并非受到某一种因素的影响,而是同时受到各种因素的影响,由多种因素共同影响造成的。因此,在研究其耐久性的过程中,一定要结合实际情况,制定出更加有效的试验对地下的混凝土结构展开研究。

(2)在研究地下环境混凝土结构耐久性的过程中,应加强自然暴露与室内试验相结合的研究。现阶段,国内外有关地下混凝土结构耐久性展开的研究一般都是在室内展开的相关实验,这一实验环境与真实的地下环境混凝土结构所处的环境有很大的不同^[6]。因此,为了能够保证实验数据及研究结果的准确性,应在与真实环境相同的实验环境下展开研究,并将试验结果与自然环境下的试验结果相对比,发现二者之间的联系及数据变化规律,在此基础上建立二者的联系。

(3)建立宏观性能变化与微观结构二者之间的关系。事实上,对于混凝土结构来说,其在宏观性能的变化情况,主要

是其微观结构改变的主要表现。因此,在混凝土结构耐久性研究试验中,应多采用微观分析的方式,对混凝土结构的耐久性进行分析,并在此基础上建立宏观性能的指标参数,将其与微观技术指标的参数相互连接。

(4)统一试验方法。在研究城市地下复杂化学环境混凝土结构耐久性的过程中,采用不同的试验方法,其依据的理论体系与试验方式都是不同的。换言之,不同的试验环境,其得出的试验结果有很大的不同。因此,为了确保试验结果的准确性,应加强对试验方法的研究,确保试验原理的统一性,才能够使得出的试验结果更加真实有效。

(5)可加强修复技术方面的研究。不论多少次试验,其最终结果都是为实际工程建设服务的。实际上,理论研究的最终目的,也是为了能够将研究成果更有效地应用在实际工程建设中。换言之,本文所说的研究地下城市混凝土结构的耐久性,其主要目的是为了能够提高城市地下工程建设整体结构的耐久性。因而,在研究过程中,应加强地下结构耐久性技术提升与修复技术方面的研究,并确保修复技术能够有效应用到城市地下工程的实际建设中。

6 结语

通过本文的论述,分析了现阶段城市地下环境中混凝土结构的耐久性,分别论述了硫酸盐、氯离子及二氧化碳等对地下混凝土结构造成的腐蚀性情况;同时,也论述了多离子腐蚀下的混凝土结构耐久性情况。总之,随着城市地下工程的数量不断增加,由于地下结构的隐蔽性,混凝土结构的耐久性问题已经成为影响工程质量的关键问题。希望通过本文的论述,能够为中国地下工程的建设及发展奠定更好的基础。

参考文献

- [1]王志勇,韩建强,周运朱.某主题公园海水环境混凝土结构耐久性设计[J].广东土木与建筑,2018,23(05):43-45.
- [2]王一之,吴国财.高温高蚀海洋环境下提高混凝土结构耐久性措施[J].中国水运(下半月),2018,18(05):219-220.
- [3]刘芳,尤占平,刘状壮.基于环境与荷载因素的水泥混凝土硫酸盐侵蚀研究进展[J].硅酸盐通报,2018,37(04):1240-1248.
- [4]严雨浩,黄欣然.盐类侵蚀环境下混凝土耐久性研究综述[J].江西建材,2018,26(05):7-9.
- [5]高歌,肖旻.影响混凝土结构耐久性的相关因素和控制对策[J].当代化工,2018,47(03):539-543.
- [6]孙轲.浅谈铁路客运专线混凝土的耐久性指标及施工质量控制措施[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2018,17(03):151-152.
- [7]曲红波.土木工程中混凝土材料的耐久性探析[J].绿色环保建材,2018,38(06):24.
- [8]田丰,元成方,曾力,陈自豪.城市地下复杂化学环境混凝土结构耐久性研究现状[J].河南科学,2017,35(07):1101-1106.