水闸混凝土碳化研究及处理方法

任高珊¹ 范立群²

1 德州市水利勘察设计院 2 德州市水利局河道工程管理处

DOI:10.32629/hwr.v4i4.2919

[摘要] 目前在我国已经兴建完工并投入运行的水闸数量很多,其为当地工农业生产提供了可靠安全保障,发挥了巨大的社会效益和经济效益,但是随着这些水闸运行年限的增长,受自然环境(海风、潮水侵蚀等)与其它因素影响,部分水闸混凝土结构存在不同程度的老化破损问题,导致安全性与可靠度降低,对水闸正常运行带来隐患。混凝土的碳化是引起钢筋锈蚀、影响混凝土耐久性的重要原因之一。基于此,文章就水闸混凝土碳化进行了研究并提出了碳化处理方法。

[关键词] 碳化; 钢筋混凝土; 结构耐久性; 影响因素; 治理

1 水闸混凝土结构安全的主要问题

在我国现存的一些水闸,其混凝土结构都经过几十年的运行,在不同程度上都存在着安全问题,总结起来主要有以下几点:

1.1 混凝土中钢筋锈蚀。混凝土结构的钢筋锈蚀问题也是水闸混凝土结构存在的主要问题之一,是加速破坏水闸混凝土结构的重要因素。排架柱、轨道梁等梁柱混凝土中的主筋与箍筋锈蚀情况较为普遍,当混凝土碳化深度超过保护层厚度时,钢筋表面碱性钝化膜便被破坏,导致钢筋与外界酸性潮湿环境接触发生锈蚀。一旦钢筋发生锈蚀,锈蚀产生的体积膨胀导致混凝土胀裂,从而加速钢筋锈蚀,锈蚀过程无法控制。有的水闸结构部位甚至处于严重锈蚀甚至锈损状态,对钢筋混凝土结构的承载能力和耐久性将产生严重的影响。

1.2 钢筋保护层。混凝土结构的钢筋保护层厚度问题也是水闸混凝土结构存在的主要问题之一。闸墩、闸底板、翼墙等构件钢筋保护层厚度普遍满足设计与规范要求。闸门、排架柱、轨道梁、启闭机大梁等构件实测钢筋保护层厚度普遍偏小,不满足现行规范要求。

1.3 混凝土碳化。混凝土碳化问题是水闸混凝土结构存在的主要问题之一,也是水闸混凝土结构产生老化破损的重要诱因。闸墩、闸底板、闸门等构件混凝土碳化深度总体较小,结构较为完好。排架柱、轨道梁、启闭机大梁等梁柱构件混凝土碳化深度相对较大,部分超过钢筋保护层厚度,导致外部混凝土脱落,钢筋锈蚀外露,结构破损严重。

2 水闸混凝土的碳化机理

混凝土结构是常用的结构形式之一。早期混凝土呈碱性,其PH值一般大于12.5,在高碱性环境中的钢筋易发生钝化,钢筋表面产生钝化膜,阻止

量的污染地下水,选取相应的技术在地面展开处理,可以采用理化处理法,也可以应用微生物处理法。在反复抽取过程中,地下水中含有的有害物质将逐渐被吸出,有害元素含量逐渐降低。对于污染较为严重的工业场地,可添加表面活性剂加以稀释,再实施抽取净化处理。

4.3 监控自然衰减修复技术

监控自然衰减修复技术涵盖了物理学、化学、生物学等多专业学科,利用这些技术的融合,可将土壤及地下水中的污染物数量予以有效缩减,降低毒性,增强迁移效果,逐渐缩小污染物浓度和体积。监控自然衰减技术主要用于石油类污染场地的修复,早期发达国家对石油污染场地地下水的修复方面,主要关注点为污染羽的范围,后期将污染物迁移与降解速率也纳入研究。

监控自然衰减修复技术的优势为:成本费用较低、受外界干扰小、不会对周边生态环境造成严重影响、处理后产生的废物数量少,不存在二次

钢筋锈蚀。但是,当空气、土壤或地下水中的酸性物质 CO_2 、 HCl 、 SO_2 、 Cl_2 深入混凝土与其中的碱性物质产生化学反应,形成碳酸钙等碱性物质,就会导致混凝土PH值降低,钢筋发生锈蚀。钢筋锈蚀导致混凝土保护层开裂、钢筋与混凝土的粘结力破坏、钢筋受力截面减小、结构耐久性降低。

3 水闸混凝土碳化的主要影响因素

3.1 混凝土含水量及周围介质的相对湿度。混凝土碳化过程与混凝土含水量及周围介质的相对湿度有关。这是因为 CO_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应所释放的水必定要向外扩散,以保持混凝土内部大气之间的湿度平衡。如果外界湿度大或介质相对湿度接近100%时,混凝土中的水向外扩散的速度大幅度降低或停止,混凝土中的微孔隙被水充满,则 CO_2 向内部扩散的过程实际上终止,碳化也就很难进行。当空气湿度为50%~70%时,混凝土的孔隙尚未被水充满, CO_2 可以向混凝土内扩散,而混凝土孔隙的湿度不仅为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 向外扩散提供了必备条件,并且使化学反应进行较快。

3.2 环境温度。混凝土碳化速度与温度有关。当温度较低时,水变成冰,化学反应无法进行,碳化实际上停止,随温度的升高,碳酸的扩散易于进行, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 及 CO_2 的扩散速度和化学反应速度均加大,从而使混凝土的碳化过程加快。

3.3 混凝土抗压强度。研究显示,混凝土的强度也是反映混凝土质量的重要指标之一,同时也是衡量综合性能的重要参数。有关资料表明:混凝土强度高,抗碳化能力强。不过,混凝土的强度与水泥灰比也是密切相联系的。在一定程度上也是水灰比、用料、品种等等材料的整体体现。

3.4 集料的品种和级配。由于集料的品种和级配不同,那么拌合的混凝土的内部空隙也有一定的区别。而内部空隙的差别也直接决定了混凝土的

污染的情况。且该技术在使用中可与其他修复技术融合应用,改善地下水污染处理效率。但该技术局限性较大,对高浓度污染水体的处理效果不佳。

5 结束语

当前,工业场地地下水污染控制和修复仍面临着较多问题,需要对现有的技术措施予以研究和创新,以此提高地下水污染处理效率,加快处理速度,保证生态环境及现有资源的良好状态,促进我国水资源的循环利用。

[参考文献]

- [1]邱月峰.上海某工业场地地下水有机物复合污染修复技术应用[J].净水技术,2018,37(S1):235-238.
- [2]胡宏涛,龙明策.加油站场地调查及污染土壤和地下水修复方法研究[J].中国资源综合利用,2018,36(04):86-87+92.
- [3]范占煌.浅谈工业污染场地及地下水污染控制与修复[J].资源节约与环保,2015,(01):99+110.

密封性。据试验显示,一般普通混凝土的抗碳化能力较好一些,碳化速度一般为轻砂天然轻骨料混凝土的倍。

4 水闸混凝土碳化产生的危害

混凝土孔隙中充满了饱和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液,它使钢筋表层发生初始的电化学腐蚀,该腐蚀物在钢筋表面形成一层致密的覆盖物,即 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 ,这层覆盖物称为钝化膜,对于混凝土中的钢筋,存在两个临界PH值,其一是 $\text{PH}=9.88$,这时钢筋表面的钝化膜开始生成,或者说低于此临界值时钢筋表面不可能有钝化膜的存在,即完全处于活化状态;其二是 $\text{PH}=11.5$,这时钢筋表面才能形成完整的钝化膜,或者说低于此临界值时钢筋表面的钝化膜仍是不稳定的因此,要使混凝土中的钢筋不锈蚀,则混凝土的PH值必须大于11.5。当混凝土碳化深度超过保护层达到钢筋表面时,钢筋周围孔隙液的PH值降低到8.5~9.0,钝化膜被破坏,钢筋将完成电化学腐蚀,导致钢筋锈蚀。钢筋一生锈,体积增大,破坏了混凝土覆盖层,沿钢筋产生裂缝。水、空气进入裂缝,加速了钢筋的锈蚀。

5 预防水闸混凝土碳化的措施

5.1改善混凝土自身性能。混凝土材料应选用颗粒细、水化热低的水泥,水泥越细,凝结越快,泌水越少,抗渗性能越好。水灰比小的混凝土组织密实、透气性小,具有较好的抗渗性,因而碳化速度慢,拌制混凝土时,在满足设计要求和施工要求的情况下,尽量降低水灰比,减少用水量,增加密实度,提高混凝土的抗渗性。可掺入引气型的高效减水剂,一方面使混凝土内部产生均匀、稳定、互不连通的微小气泡,阻止了 CO_2 的渗透,另一方面也大大减少了混凝土的用水量,增加了混凝土的密实度,提高了抗渗性。

5.2加强养护。在混凝土早期的养护中,主要目的就是要保证混凝土一直在保持适宜的温湿条件下,使混凝土尽量不受到温度以及湿度的影响,因为多变的温度和湿度会造成有害的冷缩和干缩。其次,要保证另一方面使水泥水化作用顺利进行,以期达到设计指标。通常新浇筑的混凝土中所含水分是可以满足水泥水化反应的,但是由于在后期水分蒸发的原因,就会使得水分损失,尤其是混凝土表面最容易而且直接受到环境温、湿度、水分蒸发等因素的不利影响,从而推迟或妨碍水泥的水化。因此,在混凝土浇筑后的初期一定要做好养护工作。后期养护主要就是给其内部没有完全水化的水泥创造继续水化的条件。

5.3混凝土表面处理。首先是混凝土表面的清理:对混凝土表面进行清理的目的主要是为了清除混凝土表面的浮物以及杂物。具体的清除方法

可以用钢丝刷在混凝土上来回刷,也可以用纱布在混凝土表面打磨,直到混凝土表面的污物全部清除掉,最后用高压空气或清水洗净污物。如果当混凝土表面清理干净后,用腻子修补混凝土表面暴露出来的蜂窝、裂缝以及麻面,对混凝土浇筑时的残留物要铲平。当混凝土出现较大面积脱落时,应该用丙乳砂浆补齐脱落部位,确保修补后的混凝土表面平整、无污迹。最后混凝土露筋部位要除锈,然后用丙乳砂浆或高强度等级的混凝土进行修补。

5.4表面涂刷。表面涂刷一般可以选用机械表面涂刷和人工表面涂刷两种方式,第一是涂刷之前去报混凝土表面清洁无污迹;只有当混凝土表面修补平整并完全干燥后才能进行第一遍涂刷。同理,第二遍涂刷要等到第一遍刷膜完全干燥;其二混凝土表面至少涂刷三遍,并且每次涂刷的厚度控制在300微米左右;还可以在涂刷过程中,如果遇到小的麻面、蜂窝或裂缝,务必反复揉搓并将这些麻面、蜂窝、裂缝填平,千万不能一刷而过;环氧浆涂层表面不能出现皱折、流挂现象。

5.5选好合适的配合比,适量的外加剂,控制细骨料、粉料用量。分析骨料的性质,如抗酸性骨料与水,水泥的作用对混凝土的碳化有一定的延缓作用。对于使用江砂的地方,砂的级配不合理,粉料较多,更应选择合适的配合比,控制水灰比。科学地搅拌和运输,及时地养护,以减少渗流水量和其它有害物的侵蚀,确保混凝土的密实性。混凝土的密实度也是保证工程质量的关键因素。

6 结语

综上,水闸混凝土结构损坏如果得不到及时处理,损坏就会日益加剧,极易诱发各种危险事故。因此,应对碳化机理、碳化的影响因素、碳化对钢筋混凝土结构物的损坏原因进行分析,并针对碳化引起水工建筑物的缺陷采取治理措施。

[参考文献]

- [1]孟卫涛.基于数值模拟的混凝土碳化环境影响因素研究[J].河北水利,2016(05):47.
- [2]黄文涛.沿海水闸混凝土碳化寿命的可靠度分析[J].居业,2017(01):23.
- [3]张晓英,宋力,何岗忠.黄河中下游水闸混凝土碳化深度研究[J].人民黄河,2018(01):167.
- [4]丁浩.过水隧洞常见病害检测与分析[J].水利技术监督,2018(4):11-13.