

厦门同安湾大桥桩基防腐措施与施工

吴学良

(厦门市市政建设开发总公司,福建厦门 361004)

摘 要:桩基的腐蚀是桥梁工程建设中的一个重要问题。该文通过分析桩基工程中钢筋混凝土的腐蚀机理,介绍了厦门同安湾大桥桩基防腐措施及施工情况。

关键词:桩基;腐蚀;高性能混凝土;防腐施工

中图分类号:U445.7 文献标识码:A 文章编号:1009-7716(2006)06-0093-03

1 概述

同安湾大桥位于厦门市东部同安湾海域,为厦门外环快速路的一部分,其设计基准期为 100 a。桥梁全长 2 528.2 m,全宽 32 m,双向六车道,横向分为左右幅。主跨径组成为 60 m+3×100 m+60 m 的变截面预应力混凝土连续箱梁,引桥采用 30 m 和 40 m 跨径布置的等截面预应力连续箱梁,共 14 联。全桥桩基均采用混凝土标号为 C35 的钻孔灌注桩,桩径为 1.2~2.0 m,共 328 根。因桥址处于亚热带海洋环境区,并受半日型潮汐影响,区域内的海水对构件混凝土及混凝土内的钢筋具有强腐蚀性,若不对构件采取相应的防腐技术措施,将直接影响大桥的使用寿命。

在同安湾大桥所有构件中,桩基所处环境最为恶劣,其顶部 6 m 属水位变动区及浪溅区,其余均在水下区,属腐蚀破坏最严重区域,加之钻孔灌注桩的混凝土在水下靠自重密实,其密实性比经过振捣密实的混凝土差,因此作为大桥基础的桩基防腐显得尤为重要,除对桩基混凝土本身采取措施外,同时还需对桩基采取附加防腐措施以解决桩基防腐问题。本文主要介绍同安湾大桥桩基的防腐技术措施。

2 桩基腐蚀原因分析

桩基是混凝土与钢筋的复合体,它的腐蚀形态可分为两种:一是由于混凝土的耐久性不足,其

本身被破坏,同时也由于钢筋的裸露、腐蚀而导致整个结构的破坏;二是混凝土本身并未腐蚀,但表面有裂缝或由于外部介质的作用,导致混凝土本身化学性质的改变或引入了能激发钢筋腐蚀的离子,从而使钢筋表面的钝化作用丧失,引起钢筋的锈蚀,由于铁锈膨胀,使混凝土保护层沿着锈蚀的钢筋形成裂缝。这些裂缝进一步成为腐蚀性介质渗入钢筋的通道,加速了钢筋的腐蚀。等到混凝土表面的裂缝开展到一定程度,混凝土保护层则开始剥落,最终使桩基丧失原有承载能力。

在本工程中引起第一种腐蚀形态的主要原因有:混凝土碳化、钢筋保护层不够。混凝土的碳化是混凝土所受到的一种化学腐蚀,空气中二氧化碳渗透到混凝土内,与其碱性物质起化学反应后生成碳酸盐和水,使混凝土碱度降低,当碳化超过混凝土的保护层时,在水与空气存在的条件下,就会使混凝土失去对钢筋的保护作用,钢筋开始生锈。若保护层不足或钢筋裸露,钢筋立即开始锈蚀。

引起第二种腐蚀形态的主要原因有:施工产生的混凝土表面裂缝;桩基所处环境遭海水浸泡,海水中存在大量的卤离子(如 Cl⁻、I⁻、Br⁻),对钝化膜有特殊的破坏作用,它们在钢筋保护层不被碳化或中性化的情况下也可以破坏钢筋钝化膜,使腐蚀过程得以进行,特别是氯离子,其半径很小,穿透力强,很容易吸附在钢筋阳极区的钝化膜上,取代钝化膜中氧离子,使钢筋起保护作用的氢氧化铁变为无保护作用的氯化铁腐蚀钢筋,这种坑蚀或局部腐蚀对结构的危害较大。

3 桩基防腐措施选择

m 的桥梁,如果不打斜桩行不行,针对这样一个问题,作为施工方的确很难回答,因为施工的依据就是图纸,而图纸又取决于设计方案。如果仅以我个人的意见,认为不打斜桩完全可以。因为从斜塘河上、下游已建桥梁看,大部分都是直桩,况且经过

长期使用,这些桥梁状况都非常好。所以通过斜塘河大桥的施工,我认为,设计人员在确定设计方案时,一定要多做调查,既要考虑工程造价,又要考虑施工难度,只有既经济,又合理的方案,才是最佳方案。

收稿日期:2006-05-15

作者简介:吴学良(1972-),男,福建漳州人,工程师,现从事市政道桥工程项目管理工作。

3.1 桩基钢筋混凝土基本防腐措施

(1)采用高性能混凝土,提高混凝土的密实性、抗氯离子渗透性等耐久性能。高性能混凝土具有高耐久性、较高强度、良好工作性,高尺寸稳定性,高密实性,特别具有高抗氯离子渗透性,能大大延长侵蚀性介质渗入钢筋表面的时间,延长桩基耐久性。配制防腐高性能混凝土通常采用高标号优质水泥、高性能骨料、高活性掺和料和高效减水剂,同安湾大桥桩基混凝土的耐久性指标要求抗氯离子渗透性 $<1\ 100\ (C)$,氯离子扩散系数(RCM法) $<3.0E-12\ m^2/s$ 。

(2)增加桩基混凝土的保护层为100 mm。加大结构混凝土保护层厚度是提高钢筋混凝土使用寿命的最为直接、简单而且经济有效的方法,但保护层厚度并非可以不受限制地任意增加,当保护层厚度过厚时将由于混凝土本身的脆性和收缩导致混凝土保护层出现裂缝,反而削弱其对钢筋的保护作用。同安湾大桥桩基100 mm厚的保护层满足参考文献[2]关于钢筋混凝土最小保护层厚度要求。

3.2 附加防腐措施

同安湾大桥桩基考虑采用的附加防腐措施主要有:

(1)混凝土中掺加阻锈剂;(2)混凝土中钢筋使用外加电流阴极保护;(3)桩顶9 m范围内钢筋采用环氧涂层钢筋;(4)保留施工钢护筒。第(1)、(2)种附加防腐措施因成本大为增加,稳定性不高等原因不予采用。第(3)种附加防腐措施根据参考文献[3]中7.3.14条规定,在桩基部分部位采用涂层钢筋不满足规范要求,涂层钢筋和非涂层钢筋必然存在电的连续性,在这种情况下,钢筋锈蚀将会更为严重,反而会导致钢筋混凝土结构整体耐久性下降,因此不予采用。第(4)种附加防腐措施保留桩基施工钢护筒,能有效阻止和推迟海水和其它水溶性腐蚀介质进入混凝土。

桩基施工钢护筒按防腐要求进行设计,钢护筒底部应进入冲刷线以下1.5 m,顶部伸入承台混凝土5~10 cm,其壁厚为12 mm,以0.2 mm/a的锈蚀速率计,可推迟氯离子向混凝土中渗透60 a左右,加上桩基自身的耐久性,钻孔灌注桩的使用寿命大于100 a。

4 桩基防腐施工

4.1 混凝土原材料要求

(1)水泥

福建水泥股份有限公司生产的P.O 42.5普通

硅酸盐水泥,该水泥的主要技术性能指标均符合国家规定的标准,特别是氯离子含量低于0.03%,水泥中铝酸三钙含量在6%~12%之间,符合配制高性能混凝土的标准。

(2)粗骨料

粗骨料选用质地坚硬,碎石粒径为5~25 mm,级配良好;压碎指标为7.7%;含泥量为0.2%。

(3)细骨料

普通中砂,细度模数为2.6,级配良好,含泥量为1.2%,水溶性氯化物折合氯离子含量未超过集料中的0.02%。

(4)矿物掺和料

本工程采用的矿物掺和料为粉煤灰和磨细高炉矿渣,它们能提高混凝土的抗氯离子渗透性,粉煤灰的质量满足Ⅱ级以上粉煤灰的要求;磨细高炉矿渣粉的比表面积为440 m²/kg,其技术条件符合国家标准《高强度高性能混凝土用矿物外加剂》(GB/T18736-2002)的规定。

(5)外加剂

本工程采用福建科之杰生产的Point-400缓凝高效减水剂,它能改善混凝土工作性,提高混凝土耐久性,外加剂中氯离子含量小于0.3%。

(6)拌和用水采用自来水。

4.2 桩基混凝土配合比设计

(1)本工程桩基采用海工耐久混凝土,其配合比应满足设计的强度等级要求,同时还满足耐久性要求。因桩基处于水位变动区及水下区,混凝土的水胶比应不大于0.4。桩基混凝土的配制与普通混凝土相同,为满足耐久性要求,通过降低水胶比和调整掺合料的掺量使抗氯离子渗透性指标达到规定要求,成为本工程桩基配合比设计的关键所在。

(2)海工耐久性混凝土配制原则。

限制混凝土中胶凝材料的最低和最高用量,在满足单方混凝土中胶凝材料最低用量要求的前提下,尽可能降低胶凝材料中的硅酸盐水泥用量。

(3)桩基混凝土配合比设计的指标要求见表1。

表1 桩基混凝土配合比设计指标

水胶比	胶凝材料 总量(kg/m ³)	坍落度 (mm)	强度 等级	氯离子扩散 系数(m ² /s)	90 d 氯离子 渗透性(C)
≤0.4	≥400, ≤550	180~220	C35	≤3.0×10 ⁻¹²	≤1 100

(4)通过调整水胶比和掺合料的掺入量来进行配合比试验。本工程桩基混凝土的试配情况见表2。

根据上述试配比较分析,桩基混凝土采用1号配合比,即:水:水泥:砂:石:外加剂:粉煤灰:磨细

表 2 桩基混凝土试配表

序号	掺和料掺量		水胶比	28 d 强度 (MPa)	cl ⁻ 电通量 (C)		Cl ⁻ 扩散系数 (× 10 ⁻¹² m ² /s)
	矿粉	粉煤灰			28 d	90 d	
1	35%	14%	0.39	63.9	2 276.2	883.2	2.12
2	35%	17%	0.35	62.8	1 871.8	787.5	1.9
3	35%	17%	0.4	63.8	2 276.2	999.5	2.53
4	30%	10%	0.4	59.9	1 671.4	600	1.44 (专用提 高抗 Cl ⁻ 渗透 的外加剂)

高炉矿渣 = 0.76:1:3.25:4.26:0.043:0.28:0.69=175:229:745:983:9.88:63:157

4.3 混凝土施工控制

(1)在搅拌站设立同安湾大桥专用碎石、中砂料仓及粉煤灰、矿渣料筒,以防和其它工程混用,同时严格控制原材料质量,增加抽样频率。

(2)严格混凝土拌和料的投料顺序和搅拌时间,先以掺和料和细骨料干拌,再加水泥和部分拌和用水,最后加骨料,外加剂和余额拌和用水,增加拌和时间至140 s 以上。

(3)灌注水下混凝土所用导管宜采用比施工规程要求的直径增加 50 mm,提管时应反复抽插,最后控制混凝土的超灌量在设计桩顶标高 1 m 以上,确保桩芯及桩顶混凝土密实、护筒壁处混凝土不夹渣夹泥。浇注时做好各类试块,以便对混凝土的强度、CL⁻ 渗透性及扩散系数进行检测。

4.4 保护层施工

混凝土保护层垫块采用水灰比不大于 0.40 的砂浆或细石混凝土制作,其强度和密实度均高于桩基混凝土,为保证钢筋保护层最小厚度值,垫块

制作成圆形滚轮,采用钢筋为滚轴焊接在主筋上,每一横截面 4 个,横截面间距为 3 m。固定时确保保护层尺寸不出现负偏差。为保证保护层厚度,清孔时用不小于桩径的钢筋检测笼反复刮孔,确保孔径,以免护壁的泥皮过厚,影响保护层厚度。

4.5 防腐护筒施工

钢护筒所有焊缝必须进行外观检查,不得有裂纹、未熔合、夹渣,焊缝必须饱满。在施工平台上做好导向架,采用大功率振动锤将防腐钢护筒垂直振入冲刷线 1.5 m 以下,同时割除桩顶护筒时应预留 3 ~ 5 cm,待桩头凿除再修平,确保桩顶护筒伸入上部承台混凝土 5 ~ 10 cm,使护筒充分发挥其隔离作用。

5 结语

通过现场取样试验,混凝土的抗氯离子渗透性及扩散系数均满足设计要求,钢护筒及保护层施工均较理想,为确保桥梁的使用寿命打下坚实的基础。但在海洋这样严酷的腐蚀环境中,要切实解决混凝土结构的防腐蚀问题,应综合应用各种防护手段,并不断加强新材料和新技术的开发利用及对施工工地的监控,最大限度地确保或延长混凝土结构的耐久性。

参考文献

[1]JTJ 041-2000,公路桥涵施工技术规范[S].
[2]JTJ D62-2004,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
[3]JTJ 275-2000,海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范[S].

内蒙古巴林左旗清源污水处理厂完工

内蒙古巴林左旗清源污水处理厂工程最近完工。巴林左旗清源污水处理厂是申请国家立项的重点工程,是巴林左旗基础设施建设的重点项目。污水处理厂设计规模 2 万 m³/d,工程总投资为 5 204.02 万元,其中申请国债 2 100 万元,银行贷款 1 500 万元,自筹 1 600 万元,工程建设地点为林东镇八一村沙里河北岸。

济南市计划投资 7 亿元打通黄河隧道

作为济南“北跨”的重要交通支撑点,投资约 7 亿元的济泺路黄河隧道目前已经进入前期运作阶段,并拟在近期开工建设。

济泺路北穿黄河隧道工程总投资约 7 亿元,工程预计在两年内完工。届时,济泺路——纬二路——英雄山路——103 省道一线将成为连接黄河北部新城以及中心城区的主干道,也将成为黄河北部新城与中心城区协调发展的纽带。目前济南横跨黄河的道路主要有济南黄河大桥、济南黄河二桥和正在建设中的济南黄河三桥、济阳黄河公路大桥,以及 20 座黄河浮桥。