

无粘结预应力筋在消化池设计中的应用

赵远清 胡正修

摘要 成都污水处理厂二期工程中,污泥消化池内径 27 米,高 20 米,共四座,于 1999 年底建成并投入运行。在该构筑物的设计中,采用了环向无粘结预应力结构设计方案,以满足大直径、高水位消化池柱壳环向预应力值较高的要求,取得了较好的经济技术指标。本文简要介绍了该消化池预应力部分的设计和施工。

关键词 无粘结预应力 预应力损失

一、工程概况

成都污水处理厂二期工程日处理污水能力为 30 万立方米,其中有容积 1.10 万立方米的污泥消化池四座。消化池内径 27 米,净高 20 米,根据工艺设计要求,消化池顶盖为平顶。设计中污泥重度取 10.5 kN/m^3 ,污水温度取 35°C 。消化池顶部在使用中将存集沼气,池内正常工作气压为 4 kN/m^2 ,试验气压为 7 kN/m^2 。由于该池为平顶,内径大,为了达到经济合理的目的,在顶盖上设置了一道环梁,同时在池内设置了六根立柱。消化池底板厚 1.2 米,柱壳池壁厚 0.5 米,顶盖厚 0.25 米。消化池柱壳采用 C45 砼,底板、顶盖采用 C35 砼。其简图详见图 1。

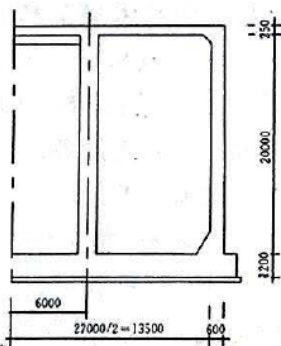


图 1 结构简图

二、预应力结构设计

1. 预应力计算

消化池的内力考虑使用、施工、试压及温差等因素,共分别计算了以下几种荷载作用下的内力

标准值:a. 自重;b. 池内水压力;c. 温差应力;d. 试验气压(事故气压);e. 工作气压;f. 保温层重量;h. 池外水土压力。

在上述七种荷载作用下共计算出八种荷载组合情况下的内力,八种组合分列如下:

- (1)a
- (2)a+f
- (3)a+f+b
- (4)a+f+d
- (5)a+f+b+d
- (6)a+f+b+e+c
- (7)a+f+h
- (8)a+f+h+c

根据《给水排水工程结构设计规范》(GBJ69-84)可知,构筑物的抗裂设计安全系数 K_f 为 1.25。由于消化池柱壳池壁的设计控制因素是抗裂设计满足规范要求,所以用于预应力筋设计的柱壳部分最大环拉力设计值取为上述八种组合的内力标准值乘以 K_f ,由此可得柱壳池壁的环拉力设计值分布图,详见图 2。

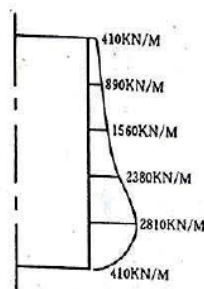


图 2 柱壳环拉力值

2. 预应力方案的选择

在以往的构筑物设计中多采用绕丝法施加环向预应力,成都污水处理厂一期工程中的沉淀池即属此类工程。随着工程技术的发展,无粘结预应力技术越来越多地应用于工程建设。绕丝法和无粘结预应力筋由于其施工方法和材料特性不同,分别具有自身的特点,现分述如下:

绕丝法的特点有:

(1)适用于需要施加较小预压应力的中小构筑物。采用定型绕丝机张拉 $\Phi 5$ 高强低碳钢丝,施加预压应力的大小由钢丝的间距来调节,当需要的预压应力约大于 1600kN/m 时,钢丝间距将小于 1cm ,这将导致施工困难,也无法保证喷浆保护层与池壁砼的粘结效果。

(2)绕丝喷浆后的保护层的施工质量不易保证,喷浆层常因多种因素产生裂缝甚至脱落,致使预应力筋锈蚀,危及构筑物安全。

(3)采用定型设备绕丝,对构筑物的土建施工误差要求较高。

(4)张拉过程中应力、应变的控制以经验为主,准确度较差。

无粘结预应力筋的特点有:

(1)适用于需要施加较大预压应力的大型构筑物。采用钢绞线($7\Phi 5$)可提高单根钢材的张拉力,也可根据环拉力的大小,采用几根钢绞线绑扎成束布置,从而建立较高的预应力值。

(2)无粘结筋是在预应力筋外表涂油后再用聚乙烯材料铸塑,施工时预埋在砼中,因此其张拉摩阻力很小,而且抗锈蚀能力大大增强。

(3)施工扎筋时预埋在砼中,待砼达到一定强度后采用轻型千斤顶张拉,施工方便。

(4)张拉过程中应力、应变可以准确控制。

由图 2 可知,本工程中消化池柱壳最大环拉力为 2810kN/m 。如果采用绕丝法,钢丝间距约为 6mm ,净距约 1mm ,施工操作无法实现。而无粘结预应力筋的特点,表明了其在本工程中的适用性,最后确定本工程采用无粘结预应力筋方案。

3. 预应力设计及构造措施

本设计主要按照《无粘结预应力砼结构技术规程》(JGJ/T92-93)执行。设计采用低松弛高强钢绞线,其 $f_{pk}=1860\text{N/mm}^2$ 。

根据工程的实际情况,在综合考虑预应力损

失和施工条件等因素后,决定沿消化池周边设置 6 个扶壁式锚固肋用以锚固预应力筋,每圈预应力筋分三段张拉,每段预应力筋包角 120° 。由于每段筋长度约 30 米,因此采用两端张拉。为了减小摩擦损失的不均匀性,上下相邻两圈预应力筋相互交错锚固于锚固肋上,使柱壳沿圆周获得较均匀的预压应力。根据柱壳环拉力分布图,对要求预压应力值较高的部位,采用数根预应力筋绑扎成束布置,每束使用一块锚板,每根筋用夹片锚具单锚,这样既可做到施工时张拉力较小,又能建立较高的预应力值。

设计考虑了以下几种预应力损失:

- (1)锚具变形及预应力筋内缩引起的损失。
- (2)摩擦损失。
- (3)应力松弛引起的损失。
- (4)砼局部压陷损失。
- (5)砼收缩、徐变引起的损失。
- (6)分批张拉产生的损失。

在确定了预应力筋的有效预应力后,再根据柱壳环拉力分布图,设计预应力筋沿柱壳的配置。本工程根据环拉力值,在柱壳上分五个区段设置预应力筋,详见图 3。

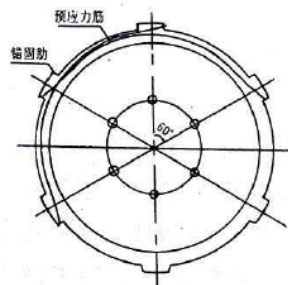


图 3 预应力筋锚固图

三、施工措施

为了使预应力设计与实际工程相符合,保证预应力的可靠建立和整个结构的安全,对预应力筋的施工特别采取了以下几项措施:

1. 每圈预应力筋分三段,每圈三段筋必须同时两端张拉。
2. 上下相邻圈的预应力筋应交错锚固于三个锚固肋上。
3. 预应力筋的张拉顺序严格按设计要求施工。
4. 采用超张拉力为 1.03 倍张拉控制应力。

5. 张拉过程中严格控制张拉应力,并以伸长值来校核,同时采取可靠的检测方法测定砼柱壳的预压应力。

6. 在预应力筋的施工中必须保护预应力筋外皮,如有损伤应及时修补。

7. 每束筋中的几根钢绞线的相对位置必须固定,不容许互相缠扭。

8. 张拉完后预应力筋外露部分立即进行防腐处理,并尽快以微膨胀细石砼浇筑保护。

四、预应力测试

由于无粘结预应力筋用于水处理构筑物结构设计经验较少,为保证工程质量和安全,特对消化池柱壳建立的预应力进行测试。施工前,会同甲方、监理和施工单研究确定了测试方案。采用内埋式应变计和外贴式应变片进行检测,应变计和应变片的布置与预应力筋配置所分的五个区相对应,环拉力最大的一个区设置两组,其余每一个区设置一组。预应力筋张拉过程中,按测试方案的要求同步监测,用以指导施工。预应力筋张拉完毕后,检测继续进行,直至柱壳池壁建立的预应力值基本稳定为止。

五、总结

《无粘结预应力砼结构技术规程》中规定,砼平板结构的平均预压应力不宜大于 3.5N/mm^2 ,当砼强度等级较高或采取专门措施时,此值可适当提高。本工程中最大平均预压应力约为 6N/mm^2 ,超出规程的要求较多,如果要满足规程的规定,柱壳的厚度将增大近一倍,单池将增加投资约60万元。根据资料分析,限制平均预压应力主要

是为了减小砼徐变和弹性变形,进而减小由此对结构产生的次应力。本工程中消化池结构型式单一,受力明确,次应力的影响较小。设计要求砼强度必须达到100%之后才能张拉预应力筋,并对柱壳的根部进行特殊处理。采取特殊结构措施,在突破规程的情况下是否能达到设计的意图和要求,已属一种技术探索。

本工程消化池的柱壳环拉力较大,在满足抗裂要求的条件下,采用非预应力结构方案时,柱壳厚度需1.5m左右,其底板厚度也要相应增大,同时带来了大体积砼施工的问题和难度。采用无粘结预应力筋结构方案,减少了工程量,施工操作也很方便,单池节约投资120万元左右,取得了较好的经济效益。

无粘结预应力技术应用于水厂构筑物结构的设计在国内为数寥寥,本工程设计的消化池的容积是国内较大的。消化池的施工质量控制较好,建成后进行了满水试验和气密试验,均满足规范要求。施工时进行的检测结构也表明,柱壳建立的预压应力值与设计较为吻合,达到设计预期的效果。工程建成投入运行至今正常。

总之,无粘结预应力筋应用于大直径消化池的设计是一次有益的实践,也为今后的工程设计积累了经验。

参考资料

- [1]《给水排水工程结构设计规范》GBJ69-84
- [2]《混凝土结构设计规范》GBJ10-89
- [3]《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ/T92-

93

HVM 信息

ENERPAC 客人访问柳州海威姆建筑机械有限公司

3月6日,春意盎然,美国实用动力(上海)有限公司(ENERPAC)总经理萧然先生等一行六人到柳州海威姆建筑机械有限公司进行参观访问。海威姆公司董事长程龙保、董事马荣兴、总经理丁永贵、副总经理唐小萍、邓小琼及有关人员在公司会议室热情接待了客人们,详细介绍了海威姆公

司的发展状况,并与客人们就预应力领域发展动态、预应力技术及产品研发、工程应用等信息进行了沟通与交流,气氛热烈、融洽。会谈结束后,客人们参观了公司的生产现场,了解公司的生产流程、运作等情况。

(黄璨)