

外面又套有塑料管。具有良好的防腐防锈性能,施工简便。后张时,不需预留孔洞、穿筋、灌浆等繁杂费力的工艺,而是把预先组装好的无粘结预应力筋在浇筑砼前同非预应力筋一起按设计要求铺放在模板内,待砼的强度达到设计要求后,进行张拉锚固,借助两端锚具达到对结构产生预应力的效果。

由于无粘结预应力筋的上述优点,我们采用了无粘结部分预应力的方案。其设计原则是,当池壁施加适当的预应力后,在正常使用荷载作用下,保证预应力钢筋处的砼的应力状态满足规范的规定,因为事故水位出现的机率很小,即使偶尔出现,作用的时间也非常短。且池外的回填土又能抵消一部分外荷载。

2. 池壁预应力的计算

前面已经计算出池壁在最不利工况荷载下的根部弯矩。根据上面的分析及确定的设计原则,单向池壁按“预应力度”的概念进行预应力计算。设计计算按如下步骤进行。

(1) 初选池壁断面,砼等级及预应力、非预应力筋种类。

本设计池壁采用变断面,根部厚度 400mm,地面以上 300mm。见图 2。砼采用 C28,抗渗标号 S_6 ,抗冻标号 D150。以无粘结预应力钢丝束为预应力筋。非预应力钢筋采用 II 级冷拉钢筋。

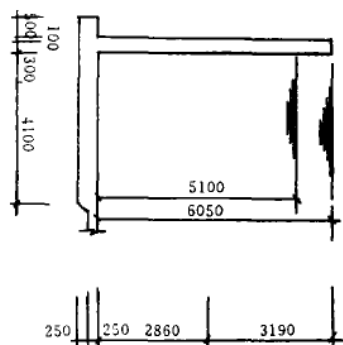


图 2

(2) 根据抗裂度的要求选择预应力度 $K_{t0} = K_t - rR_t/\sigma$

(3) 按(2)选择的预应力度计算出所需的预应力筋的有效预应力。

(4) 确定预应力钢筋的张拉控制应力,并根据经验估算预应力的总损失。

(5) 计算预应力钢筋的面积。

(6) 按强度要求计算该预应力钢筋的面积。

(7) 计算预应力钢筋的各项损失及总损失。

(8) 核算应力、预应力度、抗裂度及强度。

本设计预应力池壁最大平均预压应力 2.49N/mm^2 。在正常水位作用下,池壁根部预应力中心处的预应力度 $K_{t0} = 0.78$,抗裂度 $K_t = 1.43 > 1.25$,满足规范严格不出现裂缝的要求。在事故水位作用下,抗裂度 $0.9 > 0.7$ 。

3. 预应力钢筋的布置及其锚具

本设计采用的无粘结预应力钢丝束 $u7-\Phi 5$ 及其锚具由北京市建筑工程研究所加工制造。由于无粘结预应力钢丝束能够布置成任意形状,因此,按弯矩图合理布置预应力钢筋是必要的。

由于池壁是单向受力的悬壁结构,水荷载沿池壁高度三角形分布。由此产生的池壁根部弯矩最大,弯矩图形为二次曲线。为了使预应力钢筋产生的抵抗弯矩符合设计弯矩,同时减小池壁由于施加预应力产生的反拱,设计中也把预应力钢筋布置为二次曲线形状,见图 3。

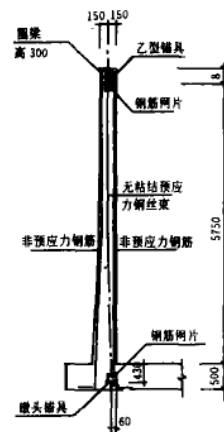


图 3

为了避免由于受拉区砼细微开裂使预应力筋可能受到的侵蚀,将预应力筋布置在非预应力筋的内侧,在池壁根部具有 60mm 的砼保护层,使其裂缝开展不致延伸到预应力钢筋处。

无粘结预应力钢筋的预应力是靠锚具来实现的。因此,要求锚具具有一定的可靠性。同时,为了减少应力损失,采用二次张拉的方案。第一次张拉 $100\% \sigma_{con}$,待锚具变形完成后进行第二次张拉,同时在锚具下垫 3mm 厚度的 (下转第 36 页)

内径 28m 消化池是国内现有池中直径最大者之一,首次采用无粘结预应力方案。在以往采用绕丝预应力方法时,由于担心绕丝在长期使用下可能出现锈蚀和断丝现象,因而在强度设计中不能充分利用绕丝预应力筋参加强度计算。这就造成非预应力筋用量较多。经初步比较,无粘结预应力方案的造价比绕丝方案略高一些,但如将使用期限及可靠度等因素全面考虑,则无粘结方案是合理的。

青岛海泊河污水厂的四座消化池于 1992 年建成。其满水试验和闭气试验及使用至今都比较成功,这也从侧面说明抗裂度的设计是合格的。整

个池体的施工质量也是较好的。本工程各池在今后长期使用状态下的性能,有待于时间的检验。但总的来看,无粘结预应力筋应用于大直径消化池的设计中是一次有益的尝试。

参考文献

- [1] 《无粘结预应力砼结构体系设计与施工规程》北京地区
- [2] 《无粘结预应力砼结构设计施工规程》中国建筑研究院编写送审稿
- [3] 《多层建筑高效预应力结构研究与实践》陈惠玲著
- [4] 《混凝土结构设计规范》GBJ10—89

(上接第 29 页)垫板。在张拉工作完成后二次浇筑 300mm 高的圈梁,对锚具予以保护。

4. 关于非预应力钢筋

在普通钢筋砼池壁设计中,一般地说,所配置的钢筋如果能够满对裂缝限制的要求,也就能够满足强度的要求。在全预应力砼池壁中,由于砼中不出现拉应力,强度是满足的。对于部分预应力砼池壁,配置的预应力钢筋数量相对较少,虽然预应力钢筋承担了大部分荷载,但是仍须配置一定数量的非预应力钢筋来满足强度的要求。另一方面,由于预应力钢筋未与砼结合,裂缝会集中开展。所以需要配置适量的非预应力钢筋来改善裂缝分布。美国 ACI 规范规定非预应力钢筋的最小配筋率为 4%。国内的一些试验结果也表明,当无粘结预应力受弯构件配置一定数量的非预应力钢筋(配筋率 4%)时,裂缝的开展情况与有粘结受弯物件无明显差异。由此看来,配置一定数量非预应力有粘结钢筋对改善无粘结预应力砼的性能是非常必要的。综上所述,非预应力钢筋受强度条件和构造配筋率控制,以满足强度要求为主,提高非预应力钢筋的强度,就能减少非预应力钢筋的用量,达到节省钢材的目的。在本设计中,预应力池壁的非预应力钢筋采用Ⅱ级冷拉钢筋,其强度比冷拉前提高 20%以上。按强度计算出的非预应力钢筋配筋率为 6.3%,也满足了构造要求。

考虑到预应力钢筋与砼无粘结,强度不能充

分发挥,所以在强度计算中,参照有关资料适当提高了结构的安全系数。

设计中将非预应力钢筋布置在预应力钢筋的外侧,砼保护层 25mm,也起到保护预应力钢筋的目的(图 3)。

三、技术经济效果

泰安污水处理厂的生物池,由于采用部分预应力技术设计,收到了比较好的技术经济效果。其一,采用部分预应力,砼受到的平均预压应力相对较小,设计中适当降低了砼标号,采用 C28 砼。其二,与全预应力结构相比,预应力钢筋和锚具用量都大为减少。其三,较传统钢筋砼结构,池壁的断面减小,砼和钢筋用量都有较大的节省。其四,有效地改善了结构的性能。这表明,无粘结部分预应力砼结构在给水处理工程中应用有着一定的前景。当然,一些具体问题,如预应力筋的选用,施加预应力的程度、设计构造等有待在今后的设计中进一步总结和探讨。

参考文献

- [1]《钢筋砼结构设计规范》(TJ10—74)
- [2]《给水排水工程结构设计规范》(GBJ69—84)
- [3]北京地区《无粘结预应力结构体系(BUPC)设计与施工规程》(试行 DBJ01—7—90)
- [4]陈惠玲编《现代预应力》
- [5]杜拱辰著《现代预应力砼结构》
- [6]林同炎著《预应力砼结构设计》