天津双口垃圾卫生填埋场工程关键技术问题的探讨

金　宏　张大群　谭震江

提要　结合天津双口垃圾卫生填埋场工程实际,介绍了垃圾卫生填埋场工程设计中的几个技术问题:基础承载力的分析和计算,基础防渗层的处理、垃圾渗滤液的收集和处理。

关键词　垃圾卫生填埋场　基础承载力　防渗层　渗滤液

1　工程简介

天津市双口垃圾卫生填埋场建于天津市北辰区双口镇境内,距市中心约 30 km。目前已建成一期工程,日处理垃圾2 700 t/d,工程占地 800 亩(填埋区占地 630 亩),设计服务年限 8～10 a,地面以下挖深平均 1.5 m,地面以上堆高 32～35 m,工程投资 1.2 亿元人民币。工程于 1999 年 10 月竣工投产,至今运行情况良好。该项目是目前我国建设规模最大、功能齐全、技术含量高的现代化垃圾卫生填埋场。该项设计成果获天津市工程设计优秀二等奖。该项目的建成,可接纳天津市市区近 50 %的城市生活垃圾,大大缓解了市区垃圾处置难的问题。

2　工程设计中的关键技术问题

2.1　卫生填埋场基础承载力的分析和计算

填埋场地基基础处理及基础受力变形分析计算的正确与否将直接影响填埋场的使用寿命和使用效果。垃圾在填埋过程中,基础受力变形与一般建筑工程不同,填埋场一般施载周期长达 10～20 a。基础承载是一个近于均匀缓慢的变化过程,载荷最终可达 30～40 kPa。在填埋过程中,通过采用专用机械对垃圾堆体进行充分的压实处理,其密度可达 90 %以上,使垃圾中的水分有效地排出,有机质可得到充分降解,逐渐趋于稳定。因此我们有理由认为:填埋场底层垃圾层经过长时间、反复压实处理将逐渐形成持力层,即可视为提高了基础的承载能力。

综合上述分析,并参阅国内外相关的技术资料,根据同性质直线变化理论,结合对地基的应力和变形进行非线性分析结果,我们建立了填埋场地基基础受力分析的数学模型,利用大型结构分析软件 ALGOR - FEAS(SUPER,SAP5)系统,对基础沉降量和变化规律进行了定量的分析计算。

根据工程设计要求,基础将要承受的最大应力达到 30～40 kPa 以上。而地质勘察报告测出的地基最大承载力仅为 12 kPa。而事实上垃圾填埋是一种日积月累的过程,在这个长期缓慢的过程中,土体的抗剪强度将随地基应力直线提高,土体的抗剪强度公式见式(1)。

$$\tau_f = C + \sigma \mathrm{tg}\phi \qquad (1)$$

式中 τ_f ——土体的抗剪强度;

σ ——滑动面上的法向总应力;

C ——凝聚力;

ϕ ——内摩擦角。

区,铁路沿线车站(段)及高速公路服务区等),可以考虑采用这种方法处理污水。

参考文献

1　Bern Zander. öklogische Abwasserreinigung Durch Pflanzen - Haranlagen Eggert. Braunchweig technische Universität,1997

2　陆时万,等. 植物学. 北京:高等教育出版社,2001

3　中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴. 北京:科学出版社,2001

4　何念祖,李春九. 肥料学. 杭州:浙江农业大学出版社,1985

5　浙江农业大学土壤教研室. 土壤学. 杭州:浙江农业大学出版社,1984

6　潘瑞炽. 植物生理学. 北京:高等教育出版社,2001

7　CJ18 - 86 污水排入城市下水道水质标准

8　沈耀良,王宝贞. 废水生物处理新技术. 北京:中国环境科学出版社,2000

9　朱莉 斯托费. 水危机. 北京:科学出版社,2000

⊙作者通讯处:310014 杭州市朝晖六区 18 幢 2 单元 303 室

电话:(0571)87924783(O)　85132193(H)

E-mail:caiminqi @yahoo.com.cn

收稿日期:2002-4-15

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

而土体的极限承载力与土体的抗剪强度密切相关,随着抗剪强度的提高,土基承载力也随之提高。可以认为地基承载力完全可以满足本工程的设计要求。同时我们利用基础沉降量计算公式计算出了中心点的最终沉降量为:$S = 2.454$ m。

采用的基础沉降量计算公式见式(2)。

$$S = \varphi_s \sum_{i=1}^{n} \frac{P_0}{E_{si}} (Z_i\alpha_i - Z_{i-1}\alpha_{i-1}) \qquad (2)$$

式中 S ——地基最终沉降量;

φ_s ——沉降计算经验系数;

P_0 ——对应荷载标准值时的基础底面处的附加压力;

E_{si} ——基础第 i 层土的压缩模量;

Z_i, Z_{i-1} ——基础底面至第 i 层土、第 $i-1$ 层土底面的距离;

α_i, α_{i-1} ——基础底面计算点至第 i 层土、第 $i-1$ 层土底面范围内平均附加应力系数。

这种分布规律与弹性理论计算出的结果基本一致。该理论与计算结果得到世界银行国际咨询专家的认可并同意按此理论进行工程的设计和实施。根据计算结果,填埋场服务年限将提高近一倍。该计算方法对卫生填埋场基础受力分析计算提供了参考依据。

2.2 基础防渗层的处理

基础防渗层的设计是现代化垃圾卫生填埋场设计和实施的关键,是区别于垃圾卫生填埋工艺与普通堆放场的重要标志。基础防渗层的设计可分为:防渗材料的选择和基础防渗层的施工组织实施。

目前常用的基础防渗材料大体可分为:天然防渗材料和人工防渗材料两大类。

天然防渗材料:

优质黄粘土(渗透系数 $K \leq 10^{-7}$ cm/s);

钠基膨润土(渗透系数 $K \leq 10^{-7}$ cm/s)。

人工防渗材料:

高密度聚乙烯(渗透系数 $K \leq 10^{-16}$ g·cm/(cm^2·s));

高密度聚氯乙烯(渗透系数 $K \leq 10^{-16}$ g·cm/(cm^2·s))。

几种防渗材料的技术指标见表1。

根据表1中的各项技术指标不难看出:高密度聚乙烯防渗膜是继软聚氯乙烯、氯磺聚化乙烯等高分子防渗材料之后的新型优质隔水材料。表中数据表明其抗渗效果明显优于其它防渗材料,并具有断裂伸长率大、抗老化性强、耐腐蚀性好、抗撕裂性及抗截穿性好、焊接性好、铺设施工简单可靠、不受地域限制等特点。综合上述分析结果,我们在设计中优先选择了高密度聚乙烯材料作为基础防渗材料(厚度1.5 mm)。为了保证防渗膜在使用过程中不被填埋物戳穿,设计中在防渗膜两侧分别铺设一层

表1 几种防渗材料各项技术指标

项目 \ 防渗材料	优质黄粘土	钠基膨润土	高密度聚乙烯	高密度聚氯乙烯
渗透系数	$K \leq 10^{-7}$ cm/s 垂直渗透系数	$K \leq 10^{-7}$ cm/s 垂直渗透系数	$K \leq 10^{-16}$ g·cm/(cm^2·s) 水蒸气渗透系数	$K \leq 10^{-16}$ g·cm/(cm^2·s) 水蒸气渗透系数
膨胀系数断裂伸长率/%		40.36	500～800	500～800
抗老化性能	天然矿物质无老化问题	天然矿物质无老化问题	30～50 a	30～50 a
适应温度/℃	<110	<110	-60～60	-60～60
抗拉强度/MPa			>20	>20
直角撕裂强度/N/mm			>110	>110
耐环境应力开裂能力(F120)/h			>1 500	>1 500
参考价格/元/m^2		25～28(厚度1.5 mm)	25～28(厚度1.5 mm)	26～30(厚度1.5 mm)
材料规格		1 m^2/块	70 m×100 m/卷	70×100 m/卷
材料搭接损失/%		6～8	1.5～2.3	1.5～2.3
施工难易程度及可靠性保证	施工难度较大 性能比较可靠	施工难度大 性能比较可靠	施工难度小 性能可靠	施工难度小 性能可靠
防渗效果	较好	良好	优良	优良

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

无纺布,并在无纺布上面铺设了一层优质黄粘土,一方面隔开防渗膜与垃圾中异形坚硬物直接接触,防止防渗膜被戳穿,同时可进一步提高防渗效果。本工程采用的基础防渗层设计方案如下:

黄粘土垫层(500 mm) →无纺布保护层(200目) →防渗膜(1.5 mm),无防布保护层(200目) →优质黄粘土层(300 mm) →碎石滤层(300 mm)。

近3年的运行实践证明效果良好。

基础防渗层的施工组织实施将直接影响到填埋场的防渗效果。我们在制定防渗膜铺设方案时,参照并执行了美国STM,ADTME,ASTMD,FTMS,ISO/TR10837等国际上先进的行业设计施工标准和规范,对基础垫层施工标准、保护层的设置标准、环境温度变化对防渗膜铺设效果的影响等项予以综合分析考虑。

在设计和实施过程中,对地基基础坡度(≥2%)及基础平整度均提出了明确规定,特别对防渗膜在铺设过程中由于日照使防渗膜变形而影响铺设质量,明确规定每日铺设过程中环境温度容许变化范围应≤±5 ℃,对已铺设的防渗膜应及时覆盖无纺布层,对不同部位铺设防渗膜的焊接方法及焊接顺序、焊接设备选择、焊接技术要求及检验方法和检验标准均作出了详细的规定。在防渗膜铺设焊接过程中,我们不定时地利用真空打压法对焊缝进行抽样检验,各项技术指标均达到设计标准要求,使防渗效果得到了有效保证。经运营过程中对地下水抽样检验,至今未发现渗漏现象。

2.3 垃圾渗滤液的收集与处理

垃圾在填埋及压实过程中,将产生一定量的垃圾渗滤液,特别是雨季,部分雨水与渗滤液混在一起,使渗滤液产量大量增加,这种渗滤液废水的BOD,COD,SS,NH_3-N含量均很高,据对已建成的垃圾填埋场调查表明:BOD,COD含量高达3 000～10 000 mg/L,此种高浓度的废水若直接排放,必将严重污染地下水源。

设计中对垃圾渗滤液的处理,关键要解决以下两方面问题:一是选择先进、性能可靠的处理工艺,二是要合理确定处理规模。

通过对垃圾渗滤液成分的分析,我们认为采取传统的普曝法很难使处理水质达标,设计中我们采用了UASB+SBR处理工艺。UASB工艺对高浓度有机污水的处理效果明显,具有对难降解有机物去降率高的特点;SBR工艺对污水处理效果稳定可靠,具有较强的抗水质负荷变化的能力。而且该工艺方案具有处理效果可靠、占地面积小、建设成本低等特点,检验数据表明出水水质达到国家城市污水二级排放标准要求。

针对处理厂建设规模,我们进行了综合分析论证,天津地区雨季较长、雨量较大,参照排水规范设计要求处理规模按雨季最大周平均量计算,处理厂规模将达1 100～1 500 m^3/d,与旱季垃圾渗滤液产量相比平均高达3～5倍,建场投资将增加3～4倍,雨季以外的3/4以上的时间将处于处理量不足,而且大量机械设备将由于长时间处于闲置而加速损坏,造成浪费。设计中我们结合不同季节垃圾渗滤液产量进行了系统的调查计算,并结合工程造价、运行成本等因素,进行了综合的对比计算。并请有关专家进行论证,确定建设一座日处理量为300 m^3的处理厂,同时建设两座规模为3 000 m^3污水调节池(按雨季最大周平均流量1周内的储量设计)。经过两年的运行实践证明此设计方案是合理可行的,既解决了雨季水量集中的问题,节省了建厂投资又降低了运行成本。

3 结语

通过对天津市双口垃圾卫生填埋场工程的设计和建设实践,特别是通过对国外先进技术和经验的学习,使我们对国际上先进的垃圾卫生填埋工艺技术和发展水平有了一个较为全面的了解。为垃圾卫生填埋工艺技术在我国的应用推广奠定了一个良好的基础。

⊙作者通讯处:300051 天津市和平区营口道239号天津市政工程设计院给排水1所
电话:(022)27836417 (0)13802177173
修回日期:2002-6-28

本期责任编辑:顾 芳

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net