

湿陷性黄土的地基处理

符 晖

(上海市政工程设计研究院, 上海 200092)

摘 要:结合具体工程,探讨了湿陷性黄土场地上建筑物按其结构类型、使用功能和荷载如何合理进行地基处理设计。

关键词:湿陷性黄土;剩余湿陷量;地基处理;换填法;挤密法

中图分类号:TU472 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2005)01-0097-03

1 引言

湿陷性黄土大多分布于黄河中游地区。黄土的孔隙比一般在 1.0 左右或更大,由于在颗粒间具有较大的结构强度,故在天然干燥的状况下可承受一定的荷重,承载力较高,变形量也较小。黄土受水浸湿后,在自重或一定荷载作用下,土的结构迅速破坏而产生显著的附加下沉,以致其上的建筑物受损,这即是湿陷性黄土的特殊工程特性。在土的自重压力下受水浸湿就产生附加下沉的称为自重湿陷性黄土;受水浸湿后在一定荷载作用下才产生附加下沉的称为非自重湿陷性黄土。为保证湿陷性黄土地区建筑物的安全和正常使用,在绝大多数情况下都必须采取地基处理。一般地基处理费用占工程总造价的 8%左右,甚至高达 20~30%,工期占总工期的 1/4 左右,因此,地基处理方案的选择包括具体方法、处理宽度、厚度等,必须高度谨慎,力求做到技术经济上的合理性。本文以西安某工程为例,介绍地基处理的设计,对地基处理方案的选择作了探讨。

2 工程概述

该工程为西安咸阳国际机场航站区扩建工程的附属工程,包括污水处理厂扩建工程及生活垃圾焚烧站(新建工程)。

2.1 地质概况

工程位于西安咸阳国际机场净化站内的预留发展地。场地土自上而下依次为素填土、黄土、古土壤等。其特性及分布规律如表 1。

2.2 黄土的湿陷性评价

湿陷性黄土的评定,可按室内压缩实验在一定

压力下测定的湿陷系数 δ_s 值判定, $\delta_s \geq 0.015$ 时,即定为湿陷性黄土;当场地自重湿陷量 $\Delta_{zs} > 7$ cm 时,则定为自重湿陷性黄土。

根据室内实验得知,场地中②黄土和④古土壤具湿陷性,综合判定为自重湿陷性黄土场地。当拟建建筑物埋深为 2.0 m 时,总湿陷量为 15.4~78.6 cm,为Ⅱ(中等)~Ⅲ(严重)级湿陷性黄土地基,应按Ⅲ(严重)级湿陷性黄土地基进行设计。②黄土压缩系数 a_{1-2} 为 $0.45 \sim 0.47 \text{ MPa}^{-1}$,属于中偏高压缩性土;④古土壤压缩系数 a_{1-2} 为 $0.22 \sim 0.32 \text{ MPa}^{-1}$,属于中压缩性土。

2.3 厂区内构、建筑物概况(表 2、表 3)

3 湿陷性黄土地基的处理原则

国家规范《湿陷性黄土地区建筑规范》(GBJ 25-90)对湿陷性黄土地区建筑物的设计和施工,按建筑物的类别及场地的湿陷类型、等级相应提出了不同的措施要求。其中,设计措施分为地基处理措施、防水措施和结构措施。规范规定:“各类建筑物的设计,应根据建筑物的分类和场地土湿陷类型、湿陷等级采取以地基处理为主的综合措施。防水措施和结构措施一般用于地基不处理或用于消除地基部分湿陷量的建筑,以弥补地基处理的不足。”

对地基受水浸湿可能性大或对不均匀沉降有一定限制的一般工业与民用建筑物,也即乙类建筑物,设计措施的原则是当地基发生湿陷时,能保证主体结构安全,次要部位易于修复。在Ⅱ、Ⅲ级自重湿陷性黄土地基上的乙类建筑物及丙类建筑物,若以地基处理为主时,其处理厚度应控制剩余湿陷量分别小于 20 cm 及 30 cm,并且应采取适当的防水措施和结构措施;如以防水措施为主时,仍不能忽视地基处理的重要性,尽量减少地基的剩余湿陷量,以保护防水措施免遭破坏。

收稿日期:2004-11-01

作者简介:符晖(1971-),女,上海人,工程师,从事工程结构设计工作。

表 1 工程地质特性

土层 序号	土层名称	层厚 (m)	含水量 w(%)	压缩模量 E _s (MPa)	孔隙比	土层描述	地基承载力 f _k (KPa)
①	素填土	0.25~2.60	13.1	9.28	0.868	土质不均,含白灰渣及少量小石块等,硬塑	
②	黄土	1.35~1.60	18.3	6.57	1.103	黄褐色,土质均匀,大孔隙发育,含蜗牛壳碎片,硬塑~可塑,中等~强压缩性	150
③	黄土	5.90~9.85	29.5	4.55	1.032	深黄褐色,土质均匀,小孔隙发育,含蜗牛壳碎片,硬塑~可塑,中偏高压缩性	110
④	古土壤	2.7~3.4	25.1	8.02	0.842	棕褐色,土质稍匀,具块状结构,含少量钙膜和钙质结构,可塑~软塑,高中压缩性	160
⑤	黄土	6.70~8.40	28.6	5.96	0.802	褐黄色,土质均匀,孔隙退化,可见蜗牛壳,软塑~流塑,中压缩性	160
⑥	古土壤	1.4	24.4	6.3	0.768	棕红~棕褐色,土质尚均,具块状结构,含少量小钙核,可塑,中压缩性	170
⑦	黄土	6.70~8.40 未穿	26.8	8.94	0.737	褐黄色,土质均匀,可见孔隙,软塑,软塑	170

表 2 污水厂内构建筑物概况

名称	平面尺寸(m ²)	基础埋深(m)	基底压力(kPa)
SBR 池	48.2×32.4	3.4	80
脱水机房	14.9×10.7	1.5	170
鼓风机房	19.1×9.7	1.5	160
储泥池	12.0×15.0	2.4	34

表 3 垃圾焚烧站内建筑物概况

名称	平面尺寸(m ²)	基础埋深(m)	基底压力(kPa)
分拣、打包车间	44.38×22	1.5	140
	16.8×11.7		
焚烧车间	30.0×12.0	1.5	120
管理楼	19.8×12.0	1.5	150

此外,规范(GBJ 25-90)附录八明确对水池类构筑物规定了设计措施,即对自重湿陷性黄土场地上的水池类构筑物,地基处理宜采取整片土或灰土垫层,垫层厚度为 1.0~2.5 m,压实系数不得小于 0.93,必要时应消除全部湿陷量。

4 地基处理方案

按规范(GBJ 25-90)3.1.1 中的规定,根据建筑物的重要性、地基受水浸湿可能性的大小和在使用上对不均匀沉降限制的严格程度,该工程中除 SBR 池外均为丙类建筑。厂区内除集水井深度较深,施工时已基本挖除②号土,可不再考虑湿陷性黄土影响外,其余构、建筑物均需考虑湿陷性黄土上的地基处理。鉴于场地为Ⅲ级(严重)自重湿陷性黄土,其厚度约为 10.50 m,故对 SBR 池采取全部清除湿陷量的地基处理措施;对其余建筑采取部分消除湿陷量的地基处理措施,要求地基经整片处理后,未处理土层的剩余湿陷量计算值小于 30 cm。

湿陷性黄土的地基处理方法的主要目的是消除黄土的湿陷性,常用的有:土或灰土垫层(即换填法)、土桩或灰土桩(即挤密法)、强夯法、重锤夯实

法、桩基础、预浸水法和振冲法等。针对西北地区常见的湿陷性黄土,陕西省有专门的地方标准《灰土桩和土桩挤密地基设计施工及验收规范》(DBJ 24-2-85)、《灰土井桩设计与施工规程》(DBJ 24-3-87)及《强夯法处理湿陷性黄土地基规程》(DBJ 24-9-90)对这几种当地较常用的地基处理方法有详细的规定。其中,换填法是消除地基土的部分湿陷性最常用的地基处理措施,一般适用于消除 1~3 m 厚土层的湿陷性;当处理厚度较大时,采用大开挖分层回填压实土方过大,工期过长,故也可采用土桩或灰土桩挤密法进行地基处理。挤密法适用于地下水位以上、土的含水量为 14%~22%左右,处理深度 5~15 m 的湿陷性黄土。由于土桩的施工质量较难控制,所以,西安地区普遍采用灰土桩。换填法与挤密法这二种地基处理方法技术可靠,施工简便,工期短,不用或少用机械设备及熟练工人,适应性强,且就地取材,费用较低,施工质量易于控制及检测。

从地质报告可知,当拟建构筑物基础埋深为 5.0 m 时,2.5 m 厚的垫层可以消除大部分湿陷量,湿陷性黄土将剩余不多,可以达到控制剩余湿陷量的目的。场地地下水位埋深 10.8~12.2 m,土的含水量为 13%~18%,经过技术及经济综合考虑研究后,结合现场调研当地的经验和习惯做法,换填法与挤密法是较合适的地基处理方法。厂区各建筑物的地基处理方案如下:

(1)SBR 池:埋深 3.4 m,作为大型盛水构筑物,为保证其使用功能,避免因沉降引起的裂缝,设计采用 3:7 灰土挤密桩,桩长 7.1 m,以全部清除基础底部黄土的湿陷量。

(2)储泥池:埋深 2.4 m,采用垫层法处理 3 m,下部尚余②号自重湿陷性黄土 5 m,因池底平均压

自行车交通的两种观念比较

郝学华, 邹南昌; 杨海英
(天津市市政工程局, 天津 300050)

摘 要:面对城市交通拥挤问题,如何对待自行车交通? 不同的观念产生不同的做法。该文就我们与发达国家对待自行车交通的不同观念进行比较。
关键词:城市; 城市交通; 自行车交通
中图分类号:U491.225 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2005)01-0099-03

1 前言

交通拥堵是世界各国大城市普遍面对的问题。优先发展公共交通已成为世界各国解决城市交通问题的共识。在解决交通拥挤问题、优先发展公共交通的进程中,如何对待自行车交通? 是历数其对交通的影响,并加以指责和限制,还是通过加快公交发展的步伐,提高公交服务质量,引导、吸引部分市民主动放弃自行车,从而改善城市交通出行结构? 本

文特从报刊的载文中引出两种不同观念予以比较,从中得到启迪。

2 自行车交通对城市交通造成了危害和影响

报刊登载内容具有新闻和舆论导向作用。天津某报在 2002 年中,刊载了多篇关于自行车交通的文章,指出自行车交通对城市交通造成了危害,对城市形象造成了影响,并提出了相应的对策建议。

《“自行车王国”的思考》一文对自行车交通的思考是:“天津被誉为‘自行车王国’,那曾是一种自豪和荣耀。潮水般的自行车是大都市产业工人上下班

收稿日期:2004-03-22
作者简介:郝学华(1965-),男,天津人,高级工程师,处长,从事城市道路管理和研究工作。

力小于土的自重应力,故剩余湿陷量仅为土的自重湿陷量。经计算, $\Delta_{zs}=12\text{ cm}$,满足要求。

(3)管理楼:二层砌体结构房屋,基础为墙下条基,埋深 1.5 m,采用灰土和素土垫层法处理 4 m,下部尚余②号自重湿陷性黄土 4.5 m, $\Delta_{zs}=29.6\sim 19.98\text{ cm}$,均满足要求。

(4)分拣车间及打包间厂房:钢结构厂房,柱下独立基础埋深 1.5 m;由于厂房地坪需考虑车辆行驶,且厂房平面体量较大,综合考虑费用和工期,决定采用 5.5 m 长灰土挤密桩,下部尚余②号自重湿陷性黄土 3.5~4 m, $\Delta_{zs}=20.2\sim 10.6\text{ cm}$,均满足要求。

(5)脱水机房及鼓风机房:钢筋混凝土框架单层厂房,柱下独立基础埋深 1.5 m,由于厂房内有较多设备基础,采用垫层法施工土方量偏大,故采用灰土挤密桩,桩长 5 m,下部尚余②号自重湿陷性黄土 4 m,经计算, $\Delta_{zs}=18.6\text{ cm}$,满足要求。

(6)焚烧车间:钢筋混凝土框架单层厂房,柱下独立基础埋深 1.5 m,采用垫层法处理 3 m。

(7)门卫:单层砌体结构房屋,基础为墙下条基,

埋深 1.5 m,采用垫层法处理 3 m,下部尚余②号自重湿陷性黄土 6 m,经计算, $\Delta_{zs}=30.4\text{ m}$,满足要求。

换填法采用素土与灰土垫层换填,先填素土 1.5 m,再填 3:7 灰土 1.5~2.5 m。地基处理范围为建筑物基础外沿以外 1.5~2 m。回填土料的要求及分层夯实要求、密实度要求严格按规范执行,压实系数不小于 0.93。

挤密法采用桩孔直径为 40 cm 的 2:8 灰土桩,整片采用三角形布桩,桩心间距为 90 cm。地基处理的宽度超出建筑物基础外沿 75 cm。成孔挤密后桩间土的压实系数不小于 0.93。

5 地基处理效果

该工程的地基处理原则是以控制基础底部湿陷性黄土的剩余湿陷量为主,根据建筑物的体量、结构形式及使用要求,同时结合当地习惯做法区别采用地基处理方案,取得了良好的技术经济效应,保证了工期。工程自完工投入使用至今已三年,经沉降观测及使用情况分析,地基处理效果较好。