

# 湿陷性土地地区工程建设质量问题综述

朱沈阳

(陕西省建设工程质量安全监督总站, 陕西西安 710014)

**【摘要】** 对湿陷性土地地区勘察、设计、施工问题进行了论述, 给出一些工程实例, 对以后湿陷性土地地区工程建设具有一定的指导意义。

**【关键词】** 湿陷性土; 勘察; 设计; 施工; 工程质量问题

**【中图分类号】** TU 475.3

## Summary on Quality Problems of Building Costruction in Collapsible Soil Area

Zhu Shenyang

(Chief department of Building Costurction Quality and Safety in Shanxiprovice, Shanxi Xian 710014 China)

**【Abstract】** Expounding the proplems of site investigation, design and donstruction in collapsible soilt area, and provding some engineering cases, It can be refered by the later engineering construction in callapsible soil area.

**【Key Words】** collapsible soi; site investigation; desigen; costruction; enginggeing quality problem

### 0 引言

湿陷性土地地区的工程建设质量涉及到湿陷性黄土、砂土、角砾土、碎石土的勘察, 设计、地基处理、检测、上部施工、使用与维护的各个环节, 再加上对湿陷性土性质的认识及应用还有许多不到位之处。哪一个环节的质量标准或控制措施不到位, 均可导致工程质量问题甚至事故发生, 影响工程进度和投资效益。本文从勘察、设计、施工、使用与维护等五个方面, 结合工程实例阐述该问题的重要性、严肃性, 希望大家从工程中吸取教训, 防止类似的问题发生。

### 1 勘察阶段

#### 1.1 常见问题

##### 1) 工作质量方面存在的缺陷

勘探手段选用不当, 勘探深度、间距考虑欠妥导致场地湿陷性类型、地基湿陷等级及湿陷层深度判定失实。特别是当黄土层中有呈透镜体或呈夹层分布的粗粒土如碎石层、砂层而漏探时, 地基一旦浸水将会加重地基湿陷的危害性; 取样、室内实验及原位测试标准执行不严格, 会导致湿陷性判定失误; 对地貌、地质环境了解不够、勘察测试数量不足、内容不全会导致湿陷类型、湿陷等级和湿陷起始压力等缺乏系统性和完整性。特别是一些县、市级勘察单位

的勘探手段过于简单粗糙, 勘察内容简单, 如对榆林周边地区特殊成因的风成砂以及碎石层混合土等的湿陷性, 因现场试验、荷载承载力试验的资料较少, 对岩土物理力学性质分析研究肤浅, 认识不全面, 以致评价结果有误, 甚至导致地基基础设计方案因此而脱离地基实际情况, 贻误工程建设。

##### 2) 勘察报告

土的分类、各种测试数据的真实性和可靠性差且不完整; 岩土参数的统计缺乏分析研究, 照搬规范公式, 以致强度和变形指标代表值不够准确, 缺乏合理性, 甚至各指标间相互矛盾、违反相关数据经验关系; 特别是饱和黄土有着不同于一般饱和和软土的某些性质, 从粒径成分及塑性指数应列为粉土, 其抗液化性能的判别未作研究判定, 对新近堆积黄土的判别及性质确定工作草率, 证据不充分。

同时, 由于建筑市场管理及价格等各方面原因, 近年来勘察场地按规范规定应进行载荷试验等有关测试的项目越来越少的现象日趋明显; 对涉及到场地稳定性的不良地质条件及地质灾害评价内容不全面, 缺乏充分根据, 经不起推敲, 甚至漏评; 勘察时的场地评价与实际建筑场地脱节, 忽视场地的平面移动及深挖与高回填会对场地的湿陷类型和湿陷等

级、砂土液化所产生的影响;没有深入到岩土工程的利用与改造实际,特别是缺乏对上部结构情况的了解,致使地基处理方案的证据不足,缺乏针对性和可行性,因此,建议存在着技术上和经济上的明显不合理。

### 1.2 预防措施

1)正确认识湿陷的机理及产生危害的本质,提高岩土工程理论水平。在严格按照规范、规程进行勘察、测试和试验工作的同时,还要充分认识岩土工程的多样性和多元化是必然的,不可呆板执行。正确选用勘探手段,保证勘探深度及间距满足评价要求,确保取土质量及室内试验的质量。

2)确定勘察方案时应充分明确勘察任务,了解设计意图,进行现场踏勘,进行微地貌研究,确保勘察方案正确反映场地情况。对地基验槽要引起足够的重视,对标高及平面变化、持力层情况等应核查是否与勘察报告一致。

3)要重视和应用地区建设经验,理解地基处理方法的原理,掌握其工艺,保证地基处理方案建议的合理性和可行性。

### 1.3 工程实例

#### 1)榆林某希望工程岩土工程勘察问题(2000)

原勘察场地中一部分为削坡及回填冲沟,地基土成因及粒径成分为典型的陕北黄土,现场勘察时由于填土太干而无法取样,加之人员野外勘察经验不足,取样测试数量不足,对湿陷土层厚度及湿陷类型判断失误。后来建设时又变更了平面布置,致使设计方案的处理深度及方式均不合理,尽管地基基础及上部结构施工质量尚可,但仍导致建成伊始便发生结构开裂,事故后处理补充勘察时查明该场地自重湿陷量为 60~70 cm。

#### 2)西安东郊某医药公司住宅楼

勘察时(1998)室内试验结果计算自重湿陷量为 6.97 cm,报告定为非自重湿陷性场地,未正确理解处理 6.97 cm 与 7.0 cm 之间的关系,完全套用数值的概念,不知规范规定这一标准之依据及精神。按非自重场地处理地基,灰土垫层地基及上部结构施工质量均符合标准,被核定省级优良的工程,却发生整体倾斜。

#### 3)榆林市某火车站候车大楼

该建筑物地上 3 层,框架结构,造价 1 516 万元,2002 年交工使用,地基处理方案为 2 m 厚的碎石垫层。垫层下面的持力层由粉细砂组成,稍密,饱和。勘察报告根据标贯击数提供的承载力特征值分

别为 110 kPa 及 148 kPa。岂不知,该风成地貌的地基砂土,在该地区颗粒较粗,在同一实际承载力(荷载试验承载力结果)的情况下,标贯试验击数比西南方向高,所以,按原《地基基础设计规范》(GBJ7-89)附表经验值查表得到的承载力值比承载力实际值(荷载试验结果)高;其实际承载力值  $f_{ak}$ ,按当地现有资料应为 80 kPa 左右,比报告提供的  $f_{ak}$  低了 30 kPa (以 110 kPa 为例)。 $f_{ak}$  相差如此之大的原因,主要是对标准贯入试验机理的概念理解不到位,缺乏对规范附表经验值统计来源及条文的深入理解;同时对风成砂的特性没有作地质成因的分析研究,混同于冲积砂所致;同时,这也是各新版规范相继取消采用相关物理力学参数确定承载力经验值表的原因之一。

## 2 设计阶段

### 2.1 常见问题

1)地基处理方法选用不当;在湿陷性场地上采用增加渗水通道或挤密效果较差的地基处理方式,如采用碎石桩及渣土桩时,施工成孔采用掏土法工艺,使挤密效果较差;有的甚至采用水泥土搅拌桩、振冲碎石桩工程,这几种地基处理方案,或者没有消除桩间土的湿陷性,或者用透水性大碎石桩,会增加地基渗水的机率。

2)对黄土湿陷性认识肤浅,对规范规定理解不够。认为只要按均匀下沉理论,结构整体下沉便不会开裂的思想至今仍然存在,岂不知上部结构的荷载、高度、刚度和应力状态并非是均匀的;内纵墙及外纵墙端部位、有相邻建筑物的部位及伸缩缝的双墙部位会产生应力叠加。所以,其基底压力及附加应力确有差别,这种错误在 20 世纪 60 年代兴庆湖蓄水后使其周围的单位吃了不少苦头,导致周边上百栋多层砌体结构的楼房开裂。西安一靖边某长输管线管沟垫层的处理方法不当导致的维修费用增加。

3)对地基处理外放尺寸及厚度规定理解不够,对外放尺寸规定本身的防水作用及深厚垫层稳定要求,理解不到位,导致建筑物建成后不久便开裂,如西安市某区公安局住宅楼等六栋楼是典型的代表。

对非自重湿陷性土湿陷性起始压力的意义认识不到位或不能够正确使用,如基底附加压力与饱和自重压力之和小于湿陷起始压力时无需再进行地基处理。在地下水位有可能上升的场地、如调节基底压力,直接采用湿陷起始压力作为地基压力可确保建筑安全无虞。但要注意利用湿陷起始压力时还存

在着是否进行深度修正及下卧层验算的问题。

4)多层结构房屋设计的长宽比、长高比或地基基础中的结构缝布设不合理都会导致地基中应力分布的不均匀、结构开裂或不满足抗震设防要求;蓄水池及化粪池与建筑物三者之间的距离过近,一旦发生构筑物裂缝都会导致地基浸水,或蓄水池与化粪池之间相互渗漏、导致生活用水发生污染。

## 2.2 预防措施

1)地基处理的目的多数情况下是为了消除湿陷性,少数才是为了提高承载力和改善地基的不均匀性。

2)消除认识上的误区:湿陷性的均匀性不等于地基中附加应力是均匀的,因为结构本身的刚度及质量是不均匀的,例如多层砌体结构纵横墙承载力就不相等等。

3)厚度及外放尺寸的规定一方面是为了保证应力扩散,同时也是为了消除部分持力层的湿陷性,该层还有防止上部水的浸入和阻止地基侧向浸水的作用。

4)结构设计、给排水设计一定要满足《黄土规范》之基本规定,并积极吸取当地及同类工程的经验教训。

## 2.3 工程实例

1)西安微波设备厂(1997年)六层砌体结构住宅楼,场地为Ⅲ级自重湿陷场地,地基处理采用挤密作用较差砂石桩工法、施工完毕后仅进行承载力荷载试验,却又未进行湿陷性试验,该桩本身就是一个透水通道,使用不久建筑物受水而发生开裂下沉;西安北郊某工程(2000年)场地为二级自重湿陷性场地,地基处理采用毫无挤密作用的水泥搅拌桩、并且整个桩身位于自重湿陷性土层中,如地基发生浸水,其建筑物的安全性可想而知;更有甚者,近两年来发生了多起在自重湿陷性土中采用复合载体桩,其扩大头部分就位于自重湿陷性土中,这种现象除了存在对规范基本规定不甚了解、综合技术业务水平不高之外,恐怕就是职业道德范畴的问题了。此种不顾地基条件,以商业利益为准则选用桩型的现象在陕西省近两年的设计中时有发生。

2)西安到靖边某长输管道(1997)的部分地段(耀县),管沟地基土为自重湿陷性场地,但在施工阶段临时取消了管沟的灰土垫层,农民浇地时,水渗入管道下部引起土层湿陷,水直接从地头管沟下边流到了地头那边,使管道悬空;在陕北某沿河流走向地

段未考虑河流对湿陷性黄土的侧向侵蚀作用危害程度,管沟离河道距离过近,洪水来时,管沟地基土被洪水冲蚀,管道架空,其加固费用可想而知。

3)灰土垫层或挤密桩地基在湿陷性场地上多数的处理目的是为了消除地基湿陷性,但如果处理厚度、处放尺寸不够,水会从侧向流入地基下部,导致结构和处理后的地基一起下沉,这种情况在我省近年来发生的工程事故为数不少;垫层处理地基,多是按黄土规范中的最小处理厚度设计的,其作用是部分消除地基土的湿陷量,垫层以下仍存在一定的剩余湿陷量。因此,必要的防水及结构措施也应到位,对此有的设计、施工及使用单位尚未完全理解,忽视必要的防水措施。

4)新版规范引入了根据湿陷起始压力确定处理厚度的规定,无疑是很有道理的。西安市唐坊街某搬迁安置楼因为蓄水池与化粪池距离过近,加之施工质量差,致使粪水窜入生活用水池。在前述勘察事例二中也同时存在着蓄水池离建筑地基基础过近的问题,在室外地面屡次发生塌陷时未引起重视,最后导致问题进一步恶化。

## 3 施工方面

### 3.1 常见问题

灰、土本身质量及灰土的拌和质量,含水量偏低,碾压质量差;对灰土工作原理认识不到位,选用灰土不仅是为了提高强度,更是为了利用灰、土、水三者发生化学反应后产生新的胶凝的具有水稳性化合物;桩体密实度不够或违背设计意图,贪图施工方便,选用无挤密作用的成孔工艺,虽然桩体密实度达到了要求,但对桩间土的挤密作用就比较差;还有随意更改管沟敷设,管道的设计变为直埋式的现象等。

### 3.2 预防措施

严格按规范规程及图纸进行施工,贯彻地基处理消除湿陷性的意图,取消侥幸心理。在湿陷性场地采用灰土处理地基是一种历史悠久、简便、实用、可靠而又廉价的方法,为什么近年来却事故屡屡发生,就是灰土施工时违反操作规程的原因。

为说明上述道理,笔者将收集到部分工程的实际检测部分资料汇总(见表1)。从表1中可看出不同的施工质量形成的灰土遇水后强度降低的程度、灰土抵抗水浸泡的能力,说明不同情况下(龄期、灰比)灰土施工质量对安全的重要性。

表1 天然状态与饱水状态灰土无侧限抗压强度比较

资料来源	灰土质量比	龄期/d	天然状态 $q_u$ /MPa			饱水状态 $q_u'$ /MPa			遇水后强度的降低 [( $q_u - q_u'$ )/ $q_u'$ ]/%
			试样数量	范围值	平均值	试样数量	范围值	平均值	
枫叶某工程	3:7	20	6	0.603~1.333	0.84	6	0.222~0.761	0.527	37.2
枫叶某工程	3:7	20	6	0.356~0.802	0.561	6	0.183~0.510	0.354	36.9
某会展中心	3:7		2	0.29~1.00	0.65	2	0.12~0.16	0.14	78.5
某会展中心	2:8		2	0.90~1.30	1.10	2	0.14~0.75	0.58	47.2
西安某工程	3:7	14	12	0.37~0.60	0.53	12	0.19~0.38	0.27	49
西安某工程住宅楼	3:7	14	12	0.40~0.85	0.53	12	0.20~0.38	0.285	46.2
渭南某艺术中心		14	27	0.23~1.18	0.47	27	0.17~0.43	0.27	42.5
西安某工程	2:8	7	4	0.203~0.469	0.315	4	0.139~0.219	0.183	42

### 3.3 工程实例

1) 笔者近年来处理的工程事故中,凡涉及到灰土地基的,灰土的抗水稳定性的主要性能基本上都未发挥其应有的作用,如韩城桑树坪矿务局某农贸市场为多栋二层砌体建筑,地基处理采用灰土垫层,使用不到两年,因为渗水便发生了建筑裂缝,裂缝最大宽度达4 cm。事故鉴定时发现多数灰土都变为稀泥,其灰土性能发挥的作用可想而知。结合上表可以看出,灰土质量、抗水性能及其加强体的密实度对湿陷性场地上建筑的质量安全及使用寿命的意义了。

2) 随意更改给排水结构的设计,变更施工工艺,施工工程质量不满足要求,如兴平某银行工程因为排水管沟不畅,导致结构开裂;前述的西安市唐坊街某工程实例除构筑物距离过近外,还存在着施工质量的问题,造成生活用水发生污染。目前,各种施工质量导致前述的地基浸水及生活用水发生污染等现象在湿陷性土地地区较为普遍。

### 3.4 使用与维护期间

除按规范要求经常检漏外,要特别注意各分部

分项工程验收时对下道工序的要求及使用阶段的建议;尤其是当建筑场地水文地质条件发生变化时,要注意建筑物及室外地面的变化,如有异常,应将情况反馈给有关方面进行研究处理。陕西某高校多栋多层砌体住宅楼建成不久(2003年)、便发生结构裂缝,查阅勘察、设计、施工资料均无大的问题,基本上满足当时相关《规范》要求。后经查明,系室外草坪长期浇水,室外地沟积水、室外散水质量不高等原因。

## 4 结论

根据以上工程事故原因分析,湿陷性土地地区进行工程建设应当注意以下问题:

- 1) 在勘察阶段考虑建筑物以后浸水时产生湿陷性问题,对建筑场地进行正确评价;
- 2) 地基处理方案应选用消除湿陷性的处理方法,不能给工程留下隐患;
- 3) 设计单位应按规范的要求做好建筑物的防水设计,施工单位应按设计要求做好灰土垫层,确保灰土的施工质量。

收稿日期 2004-04-21