

山东菏泽冲积平原地区粉土湿陷成因探讨

冯超臣¹, 黄文峰², 刘贤德³

(1. 山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100; 2. 菏泽市矿产资源勘探开发中心, 山东 菏泽 274000;

3. 山东省煤田地质局第四勘探队, 山东 潍坊 261200)

摘要:影响黄河下游冲积平原地面塌陷的原因很多,属于次生黄土的粉土、砂土等在菏泽地区地表广泛分布,次生黄土湿陷作用是诱发地面塌陷主要原因。造成粉土湿陷的原因可以归纳为内因和外因两种原因。内因与本身的物质成分有关,如:颗粒组成、矿物成分、化学成分等;外因主要是水分和压力作用。黄河冲击平原各种微地貌的存在增加了发生湿陷的可能性。

关键词:冲积平原;粉土;微地貌;湿陷;防治

文章编号:1003-8035(2012)04-0109-03

中图分类号:P642.26

文献标识码:A

1 地质地貌概况

1.1 地形地貌

菏泽平原为黄河下游冲积平原,面积12228km²,南界为黄河古道,北界为现代黄河,其地势比较平坦,西部高,东部低,自西向东缓慢降低,西部东明县海拔最高为67m,中部为55m,东部巨野为36m,东西高差31m,南部曹县高程最高62m,北部鄄城县高程为47.5m,南部高差14.5m。总的地势为西南略高东北略低,坡降1/5000。该区具有复杂的地形地貌和微地貌,主要地貌单元有古河道、决口扇、扇尖扇沿洼地、高漫滩、低漫滩、沙丘、砂垄、背河和临河洼地等^[1]。

1.2 第四纪地层

菏泽地区除巨野县核桃园地区有约6km²的寒武系和奥陶系出露外,菏泽99.4%的地区为第四系覆盖。地表有黄河组、寒亭组 and 山前组,地下为黑土湖组和平原组。平原组为冲积相浅黄、灰黄色粉砂质粘土、粘土质粉砂及粉细砂,含较少钙质结核。厚度150m左右,埋深20~70m。时代为更新世。黑土湖组主要分布于牡丹区、成武、定陶、曹县和单县一带。主要为黑色淤泥、淤泥质粉砂、及灰绿色粉砂质粘土,含有机质,产腹足类化石。埋深一般在4~20m。与其上下层为整合接触。黄河组遍布菏泽地区,为近现代黄河冲击形成的灰黄色粉砂质粘土、浅黄色粉砂、细砂、粘土质粉砂及棕色粘土的韵律堆积体。其上部为耕作层。其时代为全新世晚期。寒亭组主要分布于东明、曹县和单县的决口扇上。多为波浪状沙堆砂陇和沙丘主要成分为细砂和粉砂,可见厚度大于2m,时代为全新世晚期。山前组主要分布于巨野县核桃

园一带寒武和奥陶系灰岩风化壳中,为棕红色粘土,其时代为更新世至全新世。

1.3 水文地质

该区浅层地下水为第四系孔隙潜水,以受大气降水入渗和地下水侧向径流为主要补给来源,以人工开采、地面蒸发、侧向径流为主要排泄途径。各县区浅水水位埋深在0~15m。地下水水位随季节及气象周期呈周期性变化,水位年变化幅度1.0~5.0m。

2 次生黄土湿陷性

2.1 次生黄土分布

次生黄土是指原生黄土被流水冲刷、搬运再堆积而成的黄土^[2]。它与原生黄土的主要区别是具有层理,并含有较多的砂以及细砾。黄土状岩石和黄土状土即次生黄土。菏泽地区以黄河为界,有东明、牡丹区、鄄城、郓城四县区与河南接壤。位于黄土高原地区的原生黄土经黄河搬运后在黄河中下游地区广泛沉积,形成面积广泛的次生黄土地层,根据水流速度含沙量等不同,其沉积层一般形成含粘土颗粒不同的粉土(粘质粉土、砂质粉土)、粘土、细砂层等,并根据河道冲积的韵律和沉积规律形成层序状的韵律沉积。菏泽地区大部分地表为这种层序状粉土沉积,属于次生黄土。表层为粘土含量较高的耕作层,耕作层一般为粘土颗粒较少的粉土层,与粘土层形成互

收稿日期:2012-04-12; **修订日期:**2012-06-06

作者简介:冯超臣(1982—),男,山东省曹县人,水文地质工程师,主要从事水文地质工作。

E-mail:hezedi huan@163.com

层,粘土层一般较薄。

2.2 粉土层物理性质分析

菏泽某开发区工勘项目 2012 年初施工一批钻孔,该场地钻孔揭露 11 层地层,主要由粉土及粘性土组成,其中①、②层简述如下:

①耕作层(Q_4^{al}):褐黄色,主要由粘性土组成,见植物根系。场区普遍分布,厚度:0.60 ~ 2.6m;层底标高:47.42 ~ 49.30m;

②层粉土(Q_4^a):褐黄色、浅灰色,稍密,稍湿~湿,韧性低,干强度低,摇振反应中等迅速;局部夹粉砂及粉质粘土薄层。场区普遍分布,厚度:2.10 ~ 6.00m,平均 5.36m;层底标高:43.68 ~ 45.64m,平均 44.71m;层底埋深:4.50 ~ 6.50m,平均 5.36m。该层粉土部分勘探点的物理性质指标见表 1。

表 1 ②层粉土物理性质指标表^[3]

Table 1 The second layers of silty soil physical properties

编号	取样深度 m	颗粒大小			含水率 (%)	干重度 γ	孔隙比 e_0	压缩系数 a_{1-2}	压缩模量 E_s
		砂粒 0.25 ~ 0.075	粉粒 0.075 ~ 0.005	粘粒 < 0.005					
36 - 1	1.7 ~ 1.9	0.4	94.1	5.5	12.4	15.8	0.885	0.29	6.50
76 - 1	1.7 ~ 1.9	0.3	89.2	10.5	17.6	14.5	0.825	0.28	6.52
84 - 1	1.7 ~ 1.9	0.4	87.4	12.2	16.2	15.3	0.724	0.31	5.56
67 - 1	2.2 ~ 2.4	1.0	91.2	7.8	27.6	14.9	0.776	0.21	8.46

2.3 粉土湿陷成因

影响粉土湿陷机理可归纳为 3 种:①粉土在浸水及外部荷载因素下,必须要有一定的湿陷空间,支架空隙是关键因素^[4],越疏松多孔越易塌陷。②粉土有一定量遇水强度降低或崩解的联结,并非主要是水和胶体联结,可在试验中通过粘聚力 e 和直剪反映,粉土内部结构发生崩解后,黄土颗粒间胶结强度弱化,颗粒间相对迁移,并伴随小颗粒进入大间隙。同时由于颗粒间胶结被水溶解,在外部扰动作用下强度已不堪平衡,造成土质结构损坏。③粉土必须处于不饱和状态,长期处于液面下的粉土不会塌陷。

3 地面塌陷成因浅析

3.1 湿陷条件

根据黄土湿陷性性质,含粘土颗粒和植物根系较多的地表耕作层一般不具备湿陷性或较次。而地表下承载较小压力的粉土层常常处于不饱和状态和欠压密状态。干旱气候条件下,无论是风积或是坡积和洪积的土层,其蒸发影响深度大于大气降水的影响深度,在其形成过程中,充分的压力和适宜的湿度往往不能同

时具备,导致土层的压密欠佳。接近地表 2 ~ 3m 的土层,受大气降水的影响,一般具有适宜压密的湿度,但此时上覆土重很小,土层得不到充分的压密,便形成了低湿度、高孔隙率的湿陷性次生黄土。菏泽地区具有复杂的地形地貌和微地貌,包括近、现代黄河冲积形成的古河道、决口扇、扇尖扇沿洼地、高漫滩、低漫滩、沙丘、砂垄等,因此不饱和粉土或干燥粉土层都有分布,地势相对较高的微地貌带更易发生湿陷。

时具备,导致土层的压密欠佳。接近地表 2 ~ 3m 的土层,受大气降水的影响,一般具有适宜压密的湿度,但此时上覆土重很小,土层得不到充分的压密,便形成了低湿度、高孔隙率的湿陷性次生黄土。菏泽地区具有复杂的地形地貌和微地貌,包括近、现代黄河冲积形成的古河道、决口扇、扇尖扇沿洼地、高漫滩、低漫滩、沙丘、砂垄等,因此不饱和粉土或干燥粉土层都有分布,地势相对较高的微地貌带更易发生湿陷。

3.2 实例

鄄城县丁里长镇史垓村曾发生地面塌陷,该区地面平坦,高程 44m,地势高于周边 1 ~ 2m。但坡降很小,不会形成大的水力联系。该区地表耕作层仅为 50cm 左右,其下为非饱和粉土。周边井位统测显示,塌陷时地下水位为 2.7m。该区枯水期水位一般为 6 ~ 8m,说明 9 月份地下水大幅上升。2011 年初,华北地区出现 10 年不遇的持续近 4 个月干旱天气,导致地下水位大幅下降,村民抽水抗旱保苗,使局部地下水大幅下降。强降雨期,地表沉积土层和扰乱土层的不均匀性,可能部分地点有微裂缝和生物孔洞存在,地下水入渗速度加剧,下伏不饱和粉土层不断产生湿

陷,致使地表下局部出现空洞,上覆粘土盖层在空洞不断增大后,地裂缝加大,地表雨水直接泄入,加剧湿陷性粉土层的湿陷程度,并出现土壤液化。由于塌陷地区地势较高,塌陷点地下径流速度急剧出现变化,携带液化泥沙产生运动,水流侵蚀导致粉土层空洞继续扩大,直至顶部耕作层塌陷(图1)。其倒坛子状塌陷内壁符合黄土湿陷的塌陷方式,坑壁有垂向节理,陷坑一侧沿泥水流失方向上壁呈椭圆状,与漏斗状塌陷方式截然不同,因此不是简单的雨水冲刷作用。

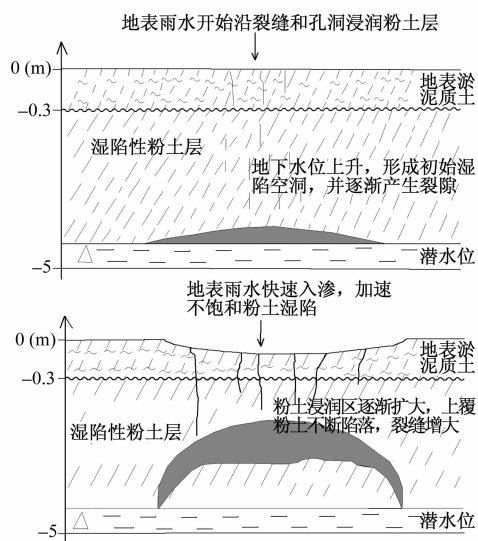


图1 史垓村地面塌陷过程示意图

Fig.1 The progression of surface collapse in Shigai village

4 结语

菏泽地区黄河冲击平原一般粉土层沉积较厚,且

普遍具有湿陷性,在地下水大幅升降的枯水期或汛期,必须做好防范地面塌陷和地裂缝准备。黄河古河道带和沿黄地区的地势较高地区是地面塌陷及地裂缝的高易发区,地面塌陷可破坏道路、耕地、民房等,因此,必须注重地质灾害的预防。引起地面塌陷的动力因素主要有地震、降雨以及大量抽取地下水等。因此,在易发区内要防止过量抽取地下水,避免耕地漫灌,建筑物加固地基等。

参考文献:

- [1] 侯怀仁. 黄河下游土壤盐碱化评价及变化特征研究[J]. 人民黄河, 2008(6): 3-4.
HOU huaren. The Lower reaches of the Yellow River soil salinization evaluation and study on the variation characteristics [J]. Yellow River, 2008(6): 3-4.
- [2] 孙海枫. 郑西线黄土区桩基础侧摩阻力与沉降分析[D]. 成都: 西南交通大学, 2009-4.
SUN haifeng. Zheng West Side Friction Resistance of Pile Foundation in Loess Area and Settlement Analysis [D], Chengdu: Southwest JiaoTong University, 2009-4.
- [3] 李书海. 菏泽市金桂园岩土工程勘察报告[D]. 兖州: 山东省鲁南地质工程勘察院, 2012-4.
LI shuhai. Heze City Jingui Garden of Geotechnical Engineering Investigation Report of Shandong Province [D]. Yanzhou: Shandong Provincial Lunan Geo-Engineering Exploration Institute, 2012-4.
- [4] 高国瑞. 黄土显微结构分类与湿陷性[J]. 中国科学, 1980(12): 1023-1208.
GAO Guorui. Loess microstructure classification and collapsibility [J]. Science China, 1980(12): 1023-1208.

Cause of ground subsidence in Heze plain areas

FENG Chao-chen¹, HUANG Wen-feng², LIU Xian-de³

(1. Shandong Provincial Lunan Geo-Engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China;

2. Heze Mineral Resources Exploration and Development Center, Shandong Heze 274000, China;

3. Shandong Provincial Coal Geological Exploration Bureau fourth teams, Weifang 261200, China)

Abstract: Yellow River flood plain of lower reachers ground subsidence affecting many reasons, are secondary loess silt, sand and other surface areas are widely distributed in Heze, secondary loess collapsibility main role is to induce ground collapse. Causing silt collapsible reasons can be summarized as internal and external causes two reasons. Internal and their material composition, such as: particle composition, mineral composition, chemical composition, etc.; external factors are mainly water and pressure. The Yellow River alluvial plain of various micro landform in the presence of increased the likelihood of occurrence of collapsibility.

Key words: alluvial plains; silt; micro topography; collapsibility; prevention and cure