

# Causes and Prevention of Quaternary Ground Fissures in Liangxi Village, Liangditou Town, Cao County

Fuheng Cao

Lunan Geo-engineering Investigation Institute of Shandong Province, Jining, Shandong, 272100, China

## Abstract

Liangxi Village, Liangditou Town, Cao County is located in the Yellow River old road of Cao County at the junction of Shandong Province and Henan Province, China. The high-lying natural dike edge area is a high-risk area for geological disasters such as ground fissures. The clay has a water shrinkage contraction and forms a shrinkage crack when it contracts. The water swells and becomes plastic, and the ground crack is mainly produced by the dry and swell of the surface clay layer. Due to the expansion and contraction of surface clay, clay is used as the foundation of the building. Due to the difference in structure and load of the upper building structure, uneven settlement of the foundation is often caused, resulting in dislocation cracking of the building. It can be controlled by methods such as reinforcing foundation and relocation and avoidance.

## Keywords

quaternary; clay; ground fissure; Cao County

## 曹县梁堤头镇梁西村第四系地裂缝成因及防治

曹付恒

山东省鲁南地质工程勘察院, 中国·山东 济宁 272100

## 摘要

曹县梁堤头镇梁西村坐落于中国鲁豫交界的曹县黄河故道, 地势较高的自然堤堤缘区是地裂缝等地质灾害的高发区。粘土具有失水收缩, 收缩时形成收缩裂隙。吸水膨胀, 变得可塑, 地裂缝主要由地表粘土层干湿胀缩产生。因受地表粘土胀缩影响, 以粘土作为建筑物基础, 由于上部建筑物结构的特点与荷载差异, 常常引起地基不均匀沉降, 造成建筑物的错位开裂。可以采取加固地基和搬迁避让等方法进行防治。

## 关键词

第四系; 粘土; 地裂缝; 曹县

## 1 引言

曹县梁堤头镇梁西村, 位于中国鲁豫交界的黄河故道(曹县段)北侧, 长期以来, 该处堤缘区地裂缝(图1)地质灾害不断发生。地裂缝造成建筑物墙体开裂严重, 并出现不均匀沉降、倾斜(图2)。据统计, 该区域受破坏房屋超过百套。地裂缝易发区主要位于梁西村北部, 旱季该区地表粘土层龟裂明显, 部分地裂缝宽度达到15cm, 长度一般在20~30m不等, 深度达2~4m。该区地裂缝一般为第四系表层地裂缝, 地裂缝规模较小, 但对建筑物破坏较为严重。



图1 曹县梁堤头镇梁西村地裂缝

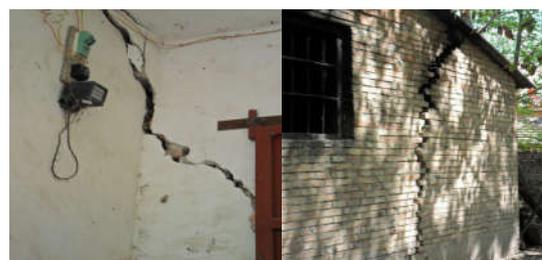


图2 曹县梁堤头镇梁西村因地裂缝诱发的房屋开裂

## 2 地形地貌

曹县梁堤头镇梁西村，位于中国鲁豫交界黄河故道（曹县段）北侧，地处为三角形突出状的自然堤，地面标高平均大于 63m，其东、西、北部为自然堤坡，地面高程降至 52 ~ 54m，坡降达到 1/5 ~ 1/3，该村地表沉积有巨厚的粘土层，槽探剖面揭露表层黄褐色粘土层，厚度达 3 ~ 8m。堤缘处粉土层逐渐抬升，粘土层逐渐变薄（图 3）。

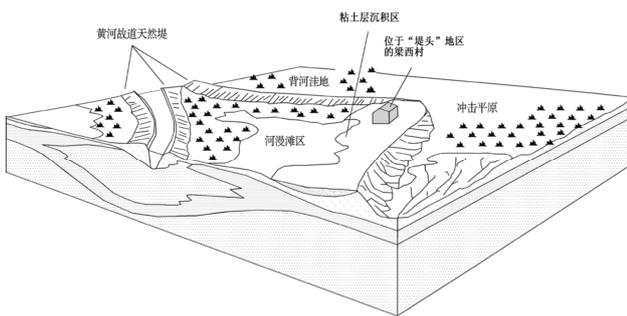


图 3 梁堤头村地形示意图

黄河属于季节性多沙性河流，下游由于河床淤积加高，洪水经常漫溢河床，因此河漫滩前缘天然堤十分发育，使滩地前缘高仰、后缘低洼，形成较大的横比降，其高仰的前缘习惯上称为“滩唇”。在形态，表现为河床两侧断续形成与河床平行的高地，又称天然堤。根据地形和地貌判断，该村为黄河故道自然堤北向突出形成的“堤头”。自然堤内侧为黄河故道，地势普遍相对较高，平均地面标高大于 61m。东部石香炉村以东为黄河决口扇地区，决口点在黄河河道北岸，高程在决口处突然降低为 50 ~ 51m，决口扇沿宽度达 10 ~ 15km，标高在 48 ~ 52m 之间，后期应为黄河改道断流，因此扇状平原地势不再升高。<sup>[1]</sup>

## 3 土层结构和物理特征

### 3.1 土层结构

据梁西村工程钻探资料：0 ~ 20m 深度范围内揭露地层主要为第四系冲洪积层。地层岩性自上而下可分为：①层粘土；②层粉土、粘土、粉细砂互层；③层细砂。①层粘土区内分布不均，主要分布于梁堤头镇以北、梁东和梁西村以南、拾家庄村以西的区域。土体呈棕褐色，局部棕灰色，可塑—硬塑，干强度中等，韧性中等，无摇晃反应，稍有光泽，含少许铁锰质氧化物及其结核，局部夹薄层粉土和粉质粘土。厚度 1.70 ~ 9.10m，平均厚度 6.89m；层底标高 49.31 ~ 56.03m，

平均 52.10m；层底埋深 2.30 ~ 9.10m，平均 7.23m。②层粉土、粘土、粉细砂互层厚度 0.50 ~ 16.20m，平均 8.13m；层底标高 36.21 ~ 59.02m。③层细砂区普遍分布，该层未穿透，范围内最大揭露厚度 20m。

### 3.2 主要物理性质

该区①层粘土为黄河冲击形成的次生粘土，主要成分为石英和高岭石，大部分原矿在酸性环境中形成，含硅、铁、锰、铝等氧化物并起到集聚胶结作用。粘土有高液限、高含水量、高空隙比、高塑性等特性。依据现场实地踏勘，并向当地村民调查访问，了解到粘土分布区地面随气候变化开裂现象明显。依据钻探揭露、野外鉴别，①层、②-1层、②-2粘土，切面均较光滑，土体结构致密。依据室内试验资料，该 3 层粘土自由膨胀率均大于 40%，综合判定 3 层粘土均为膨胀土，其中①层粘土胀缩指标和胀缩变形量如表 1 所示。

表 1 第①层粘土膨胀指标统计

胀缩性指标	最小值 Xmin	最大值 Xmax	平均值 Xm	数据个数 n	变异系数 $\delta$
自由膨胀率 $\delta_{ef}$ (%)	40.0	80.0	52.8	123	0.16
膨胀率 $\delta_{e50}$ (%)	0.8	1.5	1.1	123	0.15
收缩系数 $\lambda$	0.33	0.47	0.40	123	0.07
膨胀力 $P_e$ (kpa)	16.0	24.0	18.7	123	0.10

### 3.3 粘土层形成

黄河故道在曹县梁堤头梁西村呈明显的蛇曲状，形成不规则的天然堤和河漫滩。在黄河下游进入低流量并发生间歇性断流的运行状态后，河床发生强烈淤积。梁堤头村作为滩唇地区，汛期河水漫过河滩或近堤，河水变浅、流速骤减或停滞，越接近堤缘，沉积颗粒越细，因此在堤缘内侧垂向接受最稳定的悬浮物颗粒沉积，逐渐形成类似湖泊相沉积较厚的黄褐色粘土层，其物源主要为黄土高原流失的黄土。<sup>[2]</sup>

## 4 地裂缝成因

### 4.1 地裂机理分析

粘土在干旱季节受失水影响，体积收缩，土体结构易遭到破坏以至崩解，产生裂缝；粘土层厚度越大、失水越多，其裂缝幅度也就越大。汛期，地表粘土受大气降水作用，体积膨胀，膨胀时产生膨胀压力，并软化可塑。

本区属暖温带半湿润季风气候区，气候变化显著，四季分明，具有春季干燥多风、蒸发量大，夏季炎热多雨、降水集中，秋季气候温和、晚秋干旱，冬季寒冷、降水稀少的气候特点，

年内和年际降水量变化大,降水主要集中在每年的6-9月份,约占全年降水的60%~70%,春、夏两季蒸发强烈,本区固有的气象条件为本区第四系的粘土膨胀创造了有利条件。

在大气影响深度范围内的粘土,在雨季和旱季交替的气候条件下,年复一年的进行着干湿交替、胀缩交替、蠕变不断,产生了大量的裂隙,加剧了膨胀土结构的破坏。在大气营力(主要是降水、蒸发和温度)作用下,膨胀土反复胀缩,产生的内应力导致新裂隙产生和原生裂隙扩展,最终形成错综复杂的裂隙网络。当遇特干旱年份,裂隙明显扩展贯通,便形成了规模较大的地裂缝。

## 4.2 房屋开裂机理分析灾害

粘土具有较明显的胀缩性,失水收缩,收缩时形成收缩裂隙。吸水膨胀,膨胀时产生膨胀压力,变得可塑;长期反复胀缩使土体强度产生衰减。粘土作为建筑物基础,由于上部建筑物结构的特点与荷载差异,常常引起地基不均匀沉降,造成建筑物的错位开裂。

## 5 地质灾害防治方法

### 5.1 地基加固处理

对已出现地裂缝的房屋,根据该村实际情况,该区地质灾害工程防治宜采用操作简便且成本相对较低的地基处理工艺。主要有以下3种:

(1) 粘土层石灰粉搅拌法。通过深层搅拌机在地基范围内对粘土层进行搅拌,同时加入生石灰和粉煤灰进行稳定处理,生石灰和粉煤灰通过水化放热和吸水作用降低地基含水量,并通过离子交换形成抗压强度高、稳定性强的地基基础。生石灰和粉煤灰比例为1:4~1:5混合,可提高早期强度和地基最终强度。

(2) 土木加固法。在地基中分层铺设土工格栅,利用格栅和粘土的相互作用力增加地基强度。格栅可以以10~20cm厚度的石英砂作为铺垫,填土压实厚度20~30cm。一般有2~3层格栅即可。

(3) 强夯加固法。将破碎水泥桩体或石料等强行夯入地基,形成复合桩体,使加密的地基土层和桩体形成强度较高的硬壳层,降低其压缩性和膨胀性。

### 5.2 搬迁避让

对粘土层厚度很大、地裂缝反复出现的梁堤头村北区,房屋如继续开裂,建议进行搬迁,避开裂缝带严重地区,不宜在原址重建。新址选择应考虑地基条件,进行必要的工程勘察,在粘土层、粉土层均匀分层且厚度不大的地区应适宜建房。经充分论证后集中进行搬迁避让。在新建建筑物时,建议将地基下膨胀土全部清除,然后用非膨胀土回填,彻底清除安全隐患。

## 6 结语

通过调查发现,在曹县梁堤头镇梁西村的黄河故道地区,地势较高的自然堤地区是地裂缝等地质灾害的高发区,第四系地表厚层粘土的存在则是地裂缝发生的主要成因。建议对该区地层进行详细的调查勘测,重点调查各类“堤头村”及附近区域,形成大比例尺的地裂缝地质灾害易发区分布图。建议地方地环监测部门加强对地下水水位、大气降水、地裂缝和房屋开裂现象继续进行长期监测,发现问题及时处理。

### 参考文献

- [1] 曹付恒. 山东省菏泽市地下水动态监测与研究报告 [J].
- [2] 曹付恒. 山东省菏泽市地下水及地质环境监测报告 [J].