

# 蒙自地区膨胀土路基特征与处理

黄星,丁国洪

(上海市市政工程勘察设计院有限公司,上海市 200092)

**摘要:**随着西部地区公路建设的快速发展,膨胀土问题成为迫切需要解决的问题之一。该文分析了蒙自地区膨胀土的路基工程特性及其病害,探讨了多种路基处理方法及处理深度,以期能给今后当地的公路建设提供借鉴。

**关键词:**膨胀土;路基;处理措施

**中图分类号:**U416.167 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)05-0161-03

## 1 概述

蒙自地区是我国膨胀土危害最为严重的地区之一,膨胀土遇水膨胀、失水收缩的变形特性及其浸水强度衰减特性,对当地公路建设和安全运营造成极大的破坏作用。近年来,随着当地城乡道路建设的迅速发展,膨胀土问题即成为迫切需要解决的工程问题之一。根据“少占农田、经济合理”的建路原则,路基填料不得利用中等膨胀土或弱膨胀土,因此,公路建设中的膨胀土问题主要可归为两个方面:一是采用膨胀土作为路基填料,需要解决的主要问题是防止其反复胀缩及遇水强度衰减对路基工程造成危害;二是对于路基下的膨胀土地基处理方法及处理深度的确定。

## 2 膨胀土路基病害分析

膨胀土是在地质作用下形成的一种主要由亲水性强的粘土矿物组成的多裂隙并具有显著吸水膨胀软化、失水收缩开裂的特殊土。蒙自地区膨胀土的粘土矿物成分以强亲水性矿物蒙脱石为主,其次为伊利石和高岭石<sup>[1]</sup>,膨胀土的膨胀潜势依赖于土中的粘土矿物成分及其含量。正是由于膨胀土的湿胀干缩的特性,许多道路路基病害由此而生,主要表现在:

(1)由浸水膨胀引起的病害<sup>[2]</sup>。由于路幅内土基含水量的不均匀变化,引起土体的不均匀胀缩,易产生幅度很大的横向波浪形变形,且随季节变化;作为路基填土材料在路堤填筑后,随含水量不断增大,膨胀土层形成相对软弱层,可能在其表面产生浅层溜坍。

(2)地基浸水软化引起的病害。地表水下渗,在上部路面、路基自重与汽车荷载的作用下,路堤易产生不均匀下沉,形成泥浆挤入粒料基层,并沿

路面裂隙、伸缩缝挤出,出现唧泥、冒浆现象,致使道路破坏;地表水渗入土体,导致土的抗剪强度下降,随着含水量的不断增大,膨胀土浸水软化,强度衰减幅度相当大,从而导致地基承载力不足。

(3)由失水干缩引起的病害。填筑含水量稍大的膨胀土路堤膨胀量较小,但在收缩与压密作用下沉降却较大,尤其在旱季,由于路堤坡面水分蒸发,坡面开裂现象较显著;在干旱季节,临空的路肩部位失水收缩大于堤身,故在路肩顺线路方向可形成长长的纵向裂缝;路堤坡面土体收缩开裂,增大了土体的表面蒸发面积,加速水分流失而导致表土松散剥落,遇降雨时吸水膨胀,易形成坡面冲沟。

## 3 膨胀土路基的工程特征

蒙自位属亚热带半干旱气候区,膨胀土主要分布于蒙自-大屯断陷盆地内长垣状低丘及湖盆边缘,属第四系更新统湖相沉积层,下伏基岩为新第三系泥灰岩,对道路工程有直接影响的膨胀土可划分为三层<sup>[1]</sup>:①褐红色亚粘土:坚硬状态,网状裂隙发育,具垂直节理,土的胀缩性较弱,层厚一般在1.0~3.0 m。②褐黄色粘土:硬塑状态,颗粒细腻,土中裂隙多为闭合状,土的胀缩性较强,层厚一般为0~2.0 m。③灰白色粘土:硬塑状态,土颗粒极细腻,胀缩裂隙极发育,土的胀缩性很强,层厚一般为3.0~7.0 m。

蒙自膨胀土的矿物成分中蒙脱石含量较高,此外含有伊利石、高岭石等,由于土层长期处于氧化环境,加上地表水的垂直渗透、淋溶、脱硅作用使上部土层的蒙脱石逐渐蚀变为高岭石,而下部土层中蒙脱石含量却相应较高,其各层主要物理力学性质详见表1所示,因此,膨胀土的工程性质均有自上而下逐渐变化的特点。

(1)比表面积大。该地区主要膨胀土的粒径成分中,小于2 μm的粘粒含量占41~65%,小于5 μm的粘粒含量占52~85%,说明土的比表面积

收稿日期:2006-07-03

作者简介:黄星(1968-),男,上海人,工程师,从事岩土工程勘察、治理工作。

表1 蒙自地区膨胀土物理力学性参数<sup>[1]</sup>

土层编号	天然密度(g/cm <sup>3</sup> )	天然含水量(%)	孔隙比	液限(%)	塑限(%)	塑性指数	液性指数	粒径 < 0.002mm	自由膨胀率 δ <sub>ef</sub>	线缩率
①	1.64	32.0	1.38	59	35	23	< 0	20.0 ~ 31.0	20 ~ 60	0.8
②	1.86	30.6	1.05	64	35	29	< 0	29.0 ~ 45.5	35 ~ 90	8.1
③	1.73	39.3	1.15	73	39	34	0.03	41.6 ~ 65.6	54 ~ 135	15.8

大,易受外界条件影响。

(2)塑性高。按我国塑性图分类,塑性指标大多位于图中“B”线与“A”线交叉的右上方,属高塑性粘土。

(3)高孔隙比。蒙自膨胀土的孔隙比一般大于1.0,最大可达1.38,是国内较为罕见的高孔隙比膨胀土。

(4)强度衰减性。膨胀土的抗剪强度具有典型的变动强度特性,在天然状态下土体保持高孔隙的结构形式,又具有低压缩性和强度偏高的力学特性,当土体浸水膨胀后,强度可随含水量的增加而急剧衰减,土体浸水后的强度衰减值与土的亲水性能、颗粒胶结物的水稳性和土体结构、构造等因素有关,衰减幅度最高可达83%。

(5)胀缩特性。土中亲水性矿物是构成土体产生胀缩变化的内在因素,而土体结构、外界温度、湿度变化、附加应力等是控制土体胀缩势能的外在条件,在不同气候区相同类型的膨胀土其胀缩变化量相差很大。蒙自膨胀土的矿物成分以蒙脱石为主,土的亲水性较强,该区的亚热带半干旱气候条件更加剧了地基土的湿度变化和胀缩变形,自由膨胀率最大可达130%,据实测资料<sup>[1]</sup>,地基湿度年变化幅度可达8~15%,胀缩年变化幅度超过180mm,因此工程危害极其严重。

(6)崩解性。蒙自地区膨胀土中蒙脱石含量较高,一般在22~48%之间,由蒙脱石组成的强膨胀土水稳性较差,且几分钟内即可完全崩解;若由伊利石和高岭石组成的弱膨胀土,浸入水中后则需经过较长时间才逐步崩解,且有的崩解不完全<sup>[3]</sup>。

## 4 膨胀土处理方法

### 4.1 路基填料改性措施

大多数情况下膨胀土不宜直接用于填筑路基,考虑到当地土源紧张,必须将膨胀土作为路基填料,故需采取处理措施。目前,通常采取的措施主要是改性处理,其目的是降低膨胀土的膨胀潜势,提高水稳性和强度,改性处理从原理上分为物理法、化学法、综合法3种,化学改性法应用较广,用于改性的材料主要有石灰、水泥、粉煤灰及NCS固化剂,其中采用石灰改性应用较成熟。其改良机理和作用包括:阳离子交换作用,凝聚作用,吸水、

胶结作用及碳化作用等。膨胀土粘土颗粒表面吸附有大量的金属阳离子,石灰中的Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>离子与膨胀土的Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>离子发生阳离子交换,减小了粘粒外围双电层的厚度,使粒间结合力增强,呈现团粒状现象;生石灰熟化过程的放热、吸水作用,使得土体含水量减少,促使土体强度提高;石灰与膨胀土中的SiO<sub>2</sub>及Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>作用生成水化物,并形成网状结构,从而提高土体强度<sup>[4]</sup>。

根据蒙自地区的同类工程经验,一般掺入6~8%的生石灰即能满足公路工程要求。

### 4.2 地基处理方法

目前主要采用的处理技术有:(1)夯实法;(2)换填法,换填深度根据膨胀势的强弱和当地的气候特点确定;(3)湿度控制法:即控制由于膨胀土含水量变化而引起的胀缩变形;(4)土质改良法,采用化学添加剂诸如石灰等材料对膨胀土进行改性处理,以达到降低膨胀土膨胀潜势、增加强度和um提高水稳定性的目的;(5)土工合成材料加固法,即为了避免膨胀土与水接触,从而达到消除地基病害的目的。

### 4.3 地基处理深度的确定

#### (1)原位膨胀力平衡法<sup>[5]</sup>

所谓膨胀力平衡法是在膨胀土原位施加一定的上覆荷载,用以平衡膨胀力的地基处理方法,一般采取在膨胀土上层换填工程特性较好的土层或在原膨胀土层上直接堆载。原位膨胀力平衡法的原则是上覆荷载不小于膨胀土所能产生的最大膨

胀力 $P_0$ ,即 $\sum_{i=1}^n \gamma_i h_i \geq P_0$ 。

#### (2)大气影响深度法<sup>[6]</sup>

大气影响深度是指在自然气候作用下,由降水、蒸发、地温等因素引起土体膨胀变形的有效深度。大气影响深度是膨胀土胀缩变形的活动带,即从工程角度出发,从原始地面起算至地下土层升降变形对建筑物的最大危害可以忽略不计的某一深度,一般按国家标准相关条款确定,方法是由各气候区土的深层变形观测或含水量观测资料确定。

#### (3)工程经验法

根据地区同类工程经验,挖方路段应换填路床顶面以下厚度约30~60cm的膨胀土(对强膨

胀土和中等膨胀土不宜小于 50 cm),并分层压实;填高不足 1.0 m 的路堤,必须挖去地表 30~60 cm 的膨胀土,用非膨胀土或粒料换填压实<sup>[7]</sup>。

## 5 结论

(1)蒙自地区膨胀土粘土矿物以蒙脱石为主,其次为伊利石、高岭石等,属高塑性粘土,孔隙比大;膨胀土浸水强度衰减幅度较大,最高可达 83%;由于粘土矿物以亲水性强的蒙脱石为主,加上亚热带半干旱气候,该地区主要膨胀土层自由膨胀率较高,最高可达 130%。

(2)该地区的中等膨胀土及弱膨胀土可采用石灰进行改良,石灰掺入量为 6~8%。

(3)地基处理深度应根据原位膨胀力平衡法与大气影响深度法计算值按工程性质进行选择,

并不应小于地区经验值。

### 参考文献

- [1]陈林,汪德果.蒙自膨胀土的工程特性[J].岩土工程学报,1988(6).
- [2]黄生文.公路工程地基处理手册[M].北京:人民交通出版社,2005.
- [3]张长利.膨胀土的主要工程特征及防护措施[J].中南公路工程,2002(2).
- [4]惠会清等.石灰、粉煤灰改良膨胀土性质机理[J].长安大学学报,2006(2).
- [5]刘特红.工程建设中的膨胀土问题[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.
- [6]城乡建设环境保护部.膨胀土地区建筑技术规范(GBJ112-87)[S].北京:中国计划出版社,2003.
- [7]刘汝明,孙嘉明.膨胀土地区公路路基处理的体会[J].公路,1998(4).

## 江苏省今年将创建省级文明样板路 800 公里

根据 2006 年度江苏省公路工作目标,该省今年将继续创建普通干线公路省级文明样板路 800 km。

至 2005 年底,江苏省累计创建部省级文明样板路近 6 000 km,有效提高了干线公路的服务水平,改善了干线公路的路容路貌。江苏省今年将坚持公路“与文明同行、与时代同步”的理念,以文明样板路建设为总抓手,努力打造“畅洁绿美”的干线公路网;继承并发展以往的文明样板路创建机制,提升路况质量,加强创建线路的绿色通道建设,加大集镇段整治,同步实施“公路安全保障工程”,提升文明样板路创建的质量、效率和成果;做好已创建文明样板路的巩固工作,探索行之有效的长效管理机制,对已建成的文明样板路加强考核。

“十一五”期间,江苏省将进一步对现有文明公路网进行加密,形成相对完善的干线公路文明公路网,使全省干线公路的管理和服务水平满足基本现代化的发展要求。

## 山东确立公交优先战略

山东省政府办公厅转发了省财政厅等有关部门《关于优先发展城市公共交通的意见》,山东省将大力发展城市公交,各城市政府每年的公交建设专项资金不少于城市建设资金支出的 5%;用 5 年时间,城区站点覆盖率要大于 70%,使全省城市公共交通的便捷性、舒适性有明显提高,公交出行成为市民出行的首选方式。

济南、青岛等城市要在建设大容量快速公交系统并形成快速公交网络的基础上,尽快建设城市轨道交通;淄博、烟台等大城市要建设大容量快速公交系统;中等城市要形成以大容量公交车为主体、基本覆盖全部城区的公交系统;小城市要逐步提高公共交通的覆盖率。

《意见》要求各城市政府,每年都要列出专项资金,用于城市公共客运交通设施建设,并确保每年都有稳定的增长,确保公交建设资金占城市建设资金支出的比例在 5% 以上。城市公用事业附加费、基础设施配套费以及土地出让金中用于城市基础设施建设的部分,可用于城市道路交通和公共客运交通建设。