文章编号:1672 - 9331(2004)03,04 - 0001 - 07

南宁 - 友谊关高速公路宁明段膨胀土土性研究

杨和平[1],曲永新[2]

(1.长沙理工大学 特殊土工程研究所,湖南 长沙　410076 2.中国科学院 地质与地球物理研究所,北京　100029)

摘　要:针对以往在膨胀土粘土矿物认识上的局限性、现行规范中判别土的膨胀潜势方法的缺陷以及公路施工中遇到的严重膨胀土工程地质灾害等问题,对广西南宁 - 友谊关高速公路宁明段膨胀土的物质成分、理化特性及工程性质等开展了多项试验研究.分析了膨胀土的成因类型、分布特征及干燥活化作用的影响.扫描电子显微镜(SEM)和 X - 射线衍射(XRD)鉴定结果表明:宁明段膨胀土的主要粘土矿物成分为高混层比伊利石/蒙脱石(I/S)混层矿物,而不是伊利石.本研究还对该土的膨胀势做出了较为合理的判断,并提出了处治路基病害的方法.

关键词:膨胀土;粘土矿物;混层矿物;膨胀势

中图分类号:U412.22+1　　文献标识码:A

广西壮族自治区是中国著名的膨胀岩土分布区,宁明更是因膨胀岩土的地质灾害及工程问题的严重性和复杂性而最早受到国内研究者的关注.20 世纪 70 年代中期,就有关于宁明膨胀土的专题研究[1].建设中的南宁 - 友谊关高速公路(以下简称南友高速公路)穿越宁明盆地边缘时,遇到了沿线分布着的大量膨胀性岩土,给公路建设带来了巨大的灾难.从 2003 年 3 月开工至 2004 年 7 月,该路段几乎所有的开挖堑坡均不同程度地反复出现滑坍,有的区段滑坡体严重地影响了施工车辆正常通行.如何有效处治膨胀土堑坡滑坍、保证南友高速公路能顺利建成通车,就成为该公路建设的最大技术难题.尽管已有的研究成果[1~3]曾对宁明段膨胀土的性状作过较全面分析,但由于当时理论和技术的整体滞后,膨胀土粘土矿物的复杂性和工程地质研究者对混层粘土矿物的认识及研究的缺乏,以及技术条件的限制,所获得的膨胀土粘土矿物的研究结果一直不够理想.加之现有公路路基规范对土的膨胀潜势的判别标准还存在缺陷,因此,有必要对宁明膨胀土再进行系统试验和专门研究,从成因类型、分布特征、物质成分和理化性质等方面进行全面分析,对其膨胀潜势和工程特性作出较准确的判断,以便为正确选用南友高速公路工程的处治措施提供依据.与此同时,用以提高当代膨胀土工程地质的研究水平.

1　宁明段膨胀土的成因和分布特征

调查研究表明,南友高速公路宁明段的膨胀土是一种棕黄色或灰白色、斑纹状的残积型膨胀土.其母岩是下第三系那读组深灰色、灰褐色粘土页岩.由于侵蚀(卸荷)和化学风化作用,特别是亚热带风化淋滤作用,残积层不仅发生矿物的水解和转化,而且其密度和强度降低,形成残积型膨胀土共有的低密度($\varepsilon = 0.85 \sim 1.0$)、高含水量(29.0% ~ 35.4%)、高分散性(< 2 μm 粘粒含量 > 40%)、强收缩(体缩 > 14%)等一系列不良工程性质.受母岩即粘土页岩结构影响,该残积膨胀土不仅土的颜色、土的性质均呈现显著的不均一性和各项异性,而且天然残积膨胀土中普遍可见母岩残余结构(层理和微构造裂隙),沿缓倾角残余构造节理两侧数 mm 至 1.5 cm 范围,均遭到强烈的化学作用(差异风化),使红色氧化铁

收稿日期:2004 - 11 - 01

基金项目:交通部西部交通建设科研资助项目(2002318000)

万方数据

作者简介:杨和平(1954 -),男,湖南长沙人,长沙理工大学教授,主要从事土的基本性质及特殊土路基等方面的研究.

富集.

路堑开挖揭露的边坡典型地质剖面可分为3层:顶部表土层以棕红色为主,带黄色斑点的高液限土或耕植土,厚0.5~1.5 m;中部为棕黄色或灰白色、斑纹状全强风化膨胀土层(为本课题主要研究对象),厚度为2~6 m;下部为深灰色、灰褐色弱风化粘土页岩(见表1),因厚度大而未被揭穿.从坡面上可以清楚看到,原生节理与裂隙和次生节理与裂隙极度发育,有竖向、斜交和水平3种,分层明显,贯通性层间裂隙与岩体分层一致,该路段膨胀岩土连续分布长近15 km(K130~K145).施工中的边坡滑坍、滑坡现象多受到上述宏观不连续面所控制(如图1所示).

表1 南友高速公路下第三系深灰色泥岩岩石力学性质及膨胀势判别试验结果

试验号	地 点	容 重 /(g·cm^{-3})	含水量 /%	干容重 /(g·cm^{-3})	单轴抗压强度/MPa	变形模量 /MPa	弹性模量 /MPa	岩块干燥饱和吸水率/%	岩粉吸水率/%	胶结系数	膨胀势判别
4 044	K139+297.8(右孔)	2.159	19.92	1.800	1.87	96.8	102.5	15.98	44.68	2.80	微膨胀
4 045	K139+297.8(左孔)	2.133	18.15	1.805	2.23	105.9	106.2	15.41	51.72	3.36	微膨胀

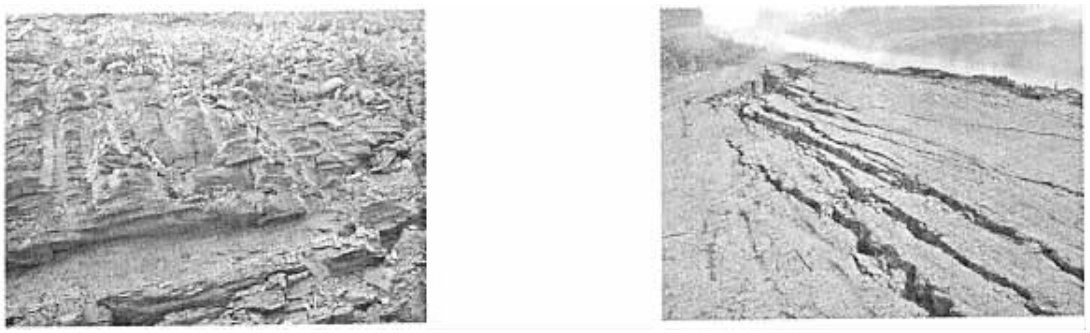


图1 路堑边坡典型地质剖面及牵引滑坡的工程照片

2 南友高速公路宁明段膨胀土的物质组成及理化特性

2.1 粒度成分

由表2可知,2个钻孔取样位置深度不同的4个膨胀土样,其粒度成分均以粉粒和粘粒占绝大多数,砂粒很少,其中细粒(0.005~0.002 mm)含量占42%以上,最高达61.5%,而小于0.002 mm的粘(胶)粒占40%~52%.胶粒部分是影响土料胀缩性的重要成分,通常膨胀土中粘胶粒含量越高,其塑性指数也越大,表明土在塑性状态时,含水量变化所引起的体变也越大.此外,由于粘土矿物几乎都分布在粘胶粒中,因此,粘(胶)粒含量越高,其比表面积越大,也就提高了土与水相互作用的程度,从而使膨胀土具有液限高、膨胀性较大、力学强度低的特性.

表2 南友高速公路宁明段残积粘土物质组成测试结果

分析号	取样地点	深 度 /m	名 称	颗粒组成(mm)/%				活性 *PI* (<2 μm)	有机质 /%	有效蒙脱石 /%	表面积 /(m^2·g^{-1})	pH	$CaCO_3$ /%
				>0.075	0.07~0.005	<0.005	<0.002						
4 042	K139+297.8 (右孔)	1.5~1.8	灰黄色残积粘土	1.48	56.04	42.48	40.12	0.63	0.83	21.65	175.46	4.04	0.000
4 047	K138+601.3 (左孔)	1.50~1.65	灰黄色残积粘土	0.98	37.51	61.52	52.13	0.53	0.78	20.01	194.76	4.29	0.000
4 043	K139+297.8 (右孔)	3.5~3.8	斑纹状残积粘土	8.55	41.37	50.08	47.12	0.59	1.06	19.07	170.90	3.88	0.000
4 046	K139+60.13 (右孔)	6.0~6.3	深灰、棕黄色残积粘土	3.71	41.01	55.28	48.24	0.68	1.95	20.14	191.38	5.97	0.003

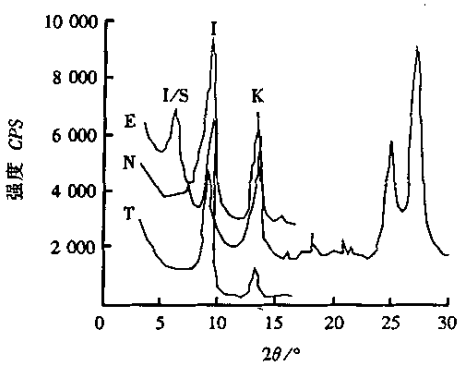
万方数据

2.2　粘土矿物成分

由于膨胀性粘土矿物(蒙脱石、伊利石/蒙脱石等)及其含量是影响和控制膨胀土不良工程特性的物质基础,因此,有关膨胀土的粘土矿物的定性定量研究一直受到工程地质、岩土工程界的高度重视.近期研究表明[4],混层粘土矿物是土壤和多种泥质沉积物中广泛分布的常见的粘土矿物,出现于由一种粘土矿物转化为另一种粘土矿物的过程中.而传统的粘土矿物定量是依据 X – 射线衍射谱中蒙脱石、伊利石、高岭石等特征峰的面积和各种特征峰单位面积所占的权重不同而计算所得.由于混层粘土矿物的广泛分布以及混层比的千变万化,传统方法上对 S,I,K,C 等单矿物的定量,其可信度很低.另一方面,因不同粘土矿物的特征峰值常有相近(相似)情况,如天然蒙脱石与绿泥石 d (001)值常都为 14.5 A°(±);绿泥石(Ch)和高岭石常常都有 7.15 A°(±)的衍射峰.因此,在应用 XRD 法对粘粒定向片进行测试前,必须通过专门有效的系统的样品处理技术进行处理,以区分蒙脱石与绿泥石、绿泥石与高岭石膨胀性粘土矿物与非膨胀性粘土矿物及混层比的高低不同;出于工程目的,粘土矿物定量研究仅有粘土的相对含量是不够的,必须获得粘土矿物绝对含量的计算结果.这些问题如果得不到很好解决,就会出现粘土矿物定量可信度低的现象.

此次试验中,本课题组人员对采自南友路 K138 + 601.3 和 K139 + 297.8 两处不同深度的 4 个膨胀土样,利用 20 世纪 90 年代日本理光 X – 射线全自动衍射仪对 < 2 μm样品进行了 3 种样品处理方法(天然样提纯、乙二醇处理、550 ℃加热处理)的定向片的 XRD 粘土矿物定量测定(如图 2 所示).

分析得到的宁明段膨胀土粘土矿物相对含量和混层比定量结果,以及通过小于2 μm的粘粒含量计算出的绝对含量结果列入表 3.从表 3 中可以看出,南友高速公路宁明段膨胀土主要粘土矿物成分为 I/S 混层矿物,且具有较高的混层比(65% ~ 70%),即蒙脱石在混层矿物中占 65% ~ 70%.因此,它们具有较高的膨胀势,而伊利石仅占 19% ~ 21%.



N – 天然样品;E – 乙二醇处理样品;T – 550 ℃加热处理样品

图 2　膨胀土 X – 射线衍射定量测试图谱

表 3　南友高速公路残积膨胀土粘土矿物定量测试结果

分析号	XRD 法粘土矿物相对含量/%				混层比/%	< 2 μm 的粘粒含量/%	粘土矿物绝对含量/%			
	I/S	I	K	Ch			I/S	I	K	Ch
4 042	54	21	17	8	65	40.12	21.67	8.43	6.82	3.21
4 043	59	19	15	7	65	47.12	27.80	8.95	7.07	3.30
4 046	60	21	19		70	48.24	28.94	10.13	9.27	
4 047	59	20	24		70	52.13	30.76	10.43	12.51	

2.3　膨胀土的物理化学性质

由于物理化学性质受制于粘土矿物,并受赋存环境的影响,因此,它们是成分与工程性质之间的桥梁.粘土的交换吸附作用是粘土 – 水体系胶体化学的又一重要性质,也可用来评价土的亲水性、膨胀性和强度等重要性质.宁明段膨胀土的物理化学分析(见表 4)表明,土的阳离子交换量为 19.84 ~ 22.85 meq/100 g,相应其比表面积为 170.9 ~ 194.76 m^3/g,远高于一般的粘土,为膨胀土的常见值.粘土矿物表面所吸附的可交换阳离子以 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 为主(平均分别为 7.17 meq/100 g 和 4.39 meq/100 g),特别应提出的是,宁明段粘土交换性的 Mg^{2+} 占盐基总量的 50.13% ~ 63.97%,这与次甲基兰法测得的有效蒙脱石含量(19.07% ~ 21.65%)极为一致.由于 Mg^{2+} 半径远小于 Ca^{2+} 半径,因此,镁粘土具有很高的物理

万方数据

化学活性,强烈化学风化使土中 $CaCO_3$ 胶结物溶失和有机质分解,活性增高(见表2).因此,路堑边坡开挖时应快速封闭,以保持土体天然含水量和体积不发生大的变化,从而有利于边坡的稳定.

表4 南友高速公路残积粘土化学性质测试结果

分析号	交换量 /(meq/100 g)	交换阳离子成分/(meq/100 g)				盐基总量 /(meq/100 g)	盐基饱和度 /%	EMgP /%
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}			
4 042	19.84	3.89	4.86	0.35	0.59	9.69	48.84	50.16
4 043	19.92	2.89	3.85	0.35	0.59	7.68	38.55	50.13
4 046	22.18	6.19	13.03	0.49	0.66	20.37	91.83	63.97
4 047	22.85	4.58	6.95	0.41	0.66	12.50	54.71	55.60

2.4 膨胀土的微结构特征

膨胀土的微结构是膨胀土工程特性的重要因素.用扫描电子显微镜(SEM)对两个土样分别进行了仔细观察,结果见图3和图4.

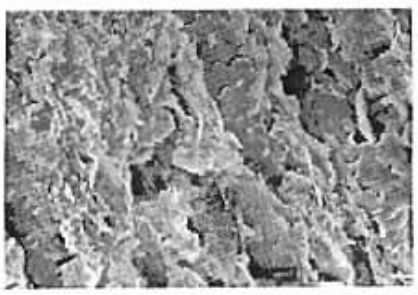


图3 4 042样 SEM图



图4 4 047样 SEM图

图3和图4中,中高混层比(65%)的伊利石/蒙脱石(I/S)混层矿物呈卷曲状叠片体,非卷曲片状矿物为伊利石,高分散粒状矿物为高岭石.但作为结构体,即粘土矿物聚集体具有定向排列的特点,这种定向分布的微结构特性决定了它的力学性质和膨胀性的各向异性,这对于膨胀土的显现极为有利.工程环境下 I/S 混层矿物中的蒙脱石晶间胀缩作用,导致了膨胀土不良工程特性的产生.

3 南友高速公路宁明段膨胀土的工程特性

3.1 高含水量和高塑性

大量实验结果表明,黄土为低含水量非饱和粘性土,软土和红粘土都是高含水量的粘性土,而真正的膨胀土介于这两者之间.由于宁明段膨胀土的成因和有效蒙脱石含量较高,决定其天然含水量较高.表5中4个天然土样含水量为29.19%~35.34%,平均值为32%,普遍高于塑限,这是残积膨胀土的特点.而超固结粘土的含水量常等于或稍大于其塑限.膨胀土的这种状况决定了它在开挖暴露的条件下,因干燥失水而导致体积强烈收缩和大量收缩裂隙的形成.

同样,因有足够多的有效蒙脱石含量,宁明段膨胀土具有较高的亲水性和较大的膨胀势,4个土样的液限值都超过了50%(52.9%~59.7%),其塑性指数均超过了25%(25.40%~32.58%).因此,它们均属于高塑性粘土.粘性土的液限大小反映了土的物理化学活性的高低,因此,土分类的国家标准(GBJ 145-90)将它作为膨胀土膨胀势的判别标准之一.但影响胀缩性大小的因素除了物理化学活性(或亲水性)之外,还与土的密度、土的干燥失水程度等有关.

万方数据

表 5　南友高速公路宁明段残积粘土工程特性测试结果

分析号	体缩/%	自由膨胀率/%	重度/(kN·m^{-3})	含水量/%	干重度/(kN·m^{-3})	比重	孔隙比	液限/%	塑限/%	塑性指数	液性指数	饱和度/%	线缩/%
4 042	14.58	45	18.83	35.34	13.91	2.77	0.99	52.91	27.46	25.45	0.31	98.88	7.50
4 043	15.14	44	19.55	31.38	14.88	2.77	0.86	58.01	30.40	27.61	0.04	100.00	3.50
4 046	13.69	75	19.31	29.19	14.95	2.77	0.85	59.67	27.09	32.58	0.065	95.13	9.50
4 047	18.70	58	19.04	32.05	14.49	2.77	0.9	55.92	28.19	27.73	0.139	97.56	10.50

3.2　膨胀土的干燥活化特性

国内外的大量研究结果表明,膨胀土工程性质的变化及工程问题的发生,不仅直接受土的膨胀势的强弱(即膨胀性粘土矿物的组成和物理化学活性)控制,而且与膨胀土所处环境的变化密切相关.所谓膨胀土的干燥活化特性,就是指天然环境下的膨胀土由于开挖暴露干燥失水作用而引起土的工程性质强烈恶化的性质.产生这种干燥活化作用的原因在于,干燥失水作用引起土体吸力势的增加、膨胀性粘土矿物晶层的收缩、粒间联结的破坏和粘土活性的激活.干燥活化机理和大量测试结果表明,相同的膨胀土在不同的失水状况下,实测的膨胀性指标可以发生数倍差异.表 6 给出了天然含水量状态原状土样和风干稳定后不扰动土样的膨胀力、不同荷载下膨胀量对比试验结果.3 个土样的膨胀力平均增长达7.14倍,1 kPa,50 kPa 和 100 kPa 上覆压力作用的膨胀量平均增长量分别为 3.95 倍,9.5 倍和 24 倍.以往,国内、外绝大多数工程实践中,膨胀性设计指标的测定都是采用天然湿度样品,不仅数值很小(膨胀力均 < 250 kPa),而且不能反映施工和运营条件下岩土体含水量和膨胀性可能变化的实际情况,因此,工程意义不大.

表 6　南友高速公路宁明段残积粘土工程特性对比结果

分析号	天然土膨胀性指标				风干后土的膨胀性指标						
	膨胀力	不同荷载(kPa)下膨胀量/%			膨胀力	不同荷载(kPa)下膨胀量/%					
	/kPa	100	50	1	/kPa	500	300	200	100	50	1
4 042	125	0.38	0.80	2.85	980	1.85/ – 5.65	3.10/ – 4.40	3.85/ – 3.65	5.25/ – 2.25	6.55/ – 0.95	12.25/ + 5.00
4 043	125	0.10	0.45	3.00	1 025	1.25/ – 2.25	2.65/ – 0.85	3.65/ + 0.15	5.00/ + 1.50	6.35/ + 2.85	13.30/ + 9.80
4 047	200	0.98	1.80	5.10	1 075	3.45/ – 7.05	5.45/ – 5.05	6.45/ – 4.05	8.15/ – 2.35	10.50/0.00	16.80/ + 6.30

注 相对膨胀量(表中分子数)指干燥收缩后的土的膨胀值与天然土高度之比(%) 绝对膨胀量系数指相对膨胀量扣除线缩率之后的变形数值(%) 负数表示此荷载下膨胀量小于收缩量.

4　南友高速公路宁明段膨胀土膨胀势判别的讨论

为了防止和减轻膨胀土地质灾害和工程问题的发生,土的膨胀势的正确判断和工程评价预测已成为膨胀土工程问题研究的基础和关键.目前,国内、外有关的分类判别指标不下几十种,概括起来可归纳为宏观指标法和微观指标判别法两种.

宏观法是一种间接指标法,它采用能反映膨胀势大小且一般土工试验室都可以测定的简单有效的指标进行判别,如塑性指数、液限、胀缩总率、自由膨胀率和在塑性指数、小于2 μm粘粒含量基础上的膨胀潜势法等.我国建设部推广并用国标形式确定的自由膨胀率法在我国广泛使用.公路路基设计规范(JTJ 013 – 95)也把它作为一个主要指标,再加上小于2 μm粘粒含量、胀缩总率和粘土矿物含量 3 指标作为评价标准,其中,胀缩总率指标来自房屋建筑中.考虑到地基的承载力,且确定该指标所需的一些参数很难获取,粘土矿物成分指标也无定量标准,因此,这种分类判别法很难定量准确判定土的膨胀潜势.20

万方数据

世纪80年代初以来,国外流行Willams的膨胀势判别图法,它是在塑性指数基础上考虑小于2 μm含量和活性的综合判别法(见图5).该法把膨胀势分为弱、中、强、极强4级,只要将2个常规土工参数代入图中,即可确定膨胀势,使用方便.尤其对强和极强膨胀势粘土的判别比较科学,该法在国际上得到广泛的认可和推广.

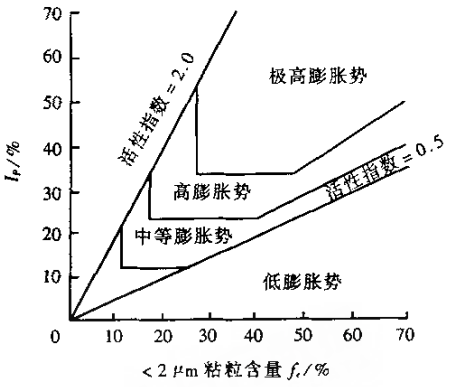


图5 Williams和Donadson法粘土膨胀势判别

微观法是直接判别法.基本的方法是定量测定土中膨胀性粘土矿物含量的X-射线衍射法,再辅以比表面积指标,分析确定土的膨胀潜势.由于它需要昂贵的大型测试设备,且要用专门的处理方法和计算程序,所以只能在国家级专门试验室完成.因此,只有在大型工程和区域性专门研究才采用,它可以将膨胀土膨胀势判别水平提高一步,以防止错判和漏判现象的发生.曲永新在多年研究的基础上提出了一套粘土膨胀势双指标判别体系[4](见表7).

表7 粘土膨胀势双指标判别体系

指标类型	分级指标界限	粘土膨胀势分级			
		弱膨胀	中等膨胀	强膨胀	剧膨胀
宏观指标	塑限指数	$PI < 17$	$17 < PI < 23$	$23 < PI < 33$	$PI > 33$
	自由膨胀率/%	$F_s < 40$	$40 < F_s < 60$	$60 < F_s < 85$	$F_s > 85$
微观指标	蒙脱石含量/%	$M < 12$	$12 < M < 22$	$22 < M < 30$	$M > 30$
	表面积/($m^2 \cdot g^{-1}$)	$S < 110$	$110 < S < 210$	$210 < S < 280$	$S > 280$

注:1.四级分类符合科学性原则,且与国外接轨;2.使用范围:活性>0.5,液限指数<1的粘土.

将南友高速公路宁明段膨胀土分别按国内自由膨胀率法、国际Williams判别法以及本研究双指标判别体系判别其膨胀势(见表8),发现自由膨胀率法判别结果偏低,大多为弱膨胀土,国际法和双指标判别法其膨胀势都属于中强以上,此结果与工程实际中发生的路基破坏比较接近,按这种双指标法能对膨胀潜势做出比较合理的判断.

表8 南友高速公路宁明段残积粘性土膨胀势判别结果

分析号	S/($m^2 \cdot g^{-1}$)	PI/%	小于2 μm/%	F_s/%	M/%	活性指数	膨胀势		
							国内	国际	双指标法
4 042	175.46	24.45	40.12	45	21.65	0.61	弱	高	中-强
4 043	170.90	27.61	47.12	44	19.07	0.59	弱	中	中-强
4 046	191.38	32.58	48.24	75	20.14	0.67	中	高	中-强
4 047	194.76	27.73	52.13	58	20.01	0.53	弱	中	中-强

5 结 论

1)南友高速公路宁明段膨胀土是下第三系那读组粘土页岩在亚热带气候环境下风化形成的风化残积型膨胀土,具有粘粒含量大、高孔隙率、高含水量、低强度和CBR浸水膨胀量大等特征,不能直接用做路基填料.

2)南友高速公路宁明段膨胀土粘土矿物以高混层比的伊利石/蒙脱石混层矿物为主,而不是以"伊利石为主",有效蒙脱石含量超过19%.粘土矿物表面所吸附的可交换阳离子以Mg^{2+}为主(>50%),具有

万方数据

较高的物理化学活性,路堑开挖应及时采取封闭措施.

3) 为了合理评价和正确预测膨胀土的工程性质及其结构物的可靠性,土性试验设计必须考虑膨胀土显著干燥活化特性,应从工程环境与膨胀土相互作用的角度开展试验研究.

4) 按国际流行法和双指标判别体系,南友高速公路宁明段膨胀土的膨胀势属于中等偏强,而不是按国内标准所认为的弱膨胀土.对膨胀土的膨胀势认识不足,是造成路基病害的重要原因之一.

5) 根据土的膨胀潜势、边坡岩土结构即坡面裂隙和节理极度发育的特点,建议路堑边坡采用土工格栅加筋柔性挡墙的防护加固方案,柔性挡墙允许土体产生少量膨胀变形而消散膨胀压力,大于 3.5 m 的墙身厚可抵御干湿循环的强烈影响,并有足够的自重抵抗土压力,再辅以有效的边坡防排水措施,能较好地解决边坡牵引式滑坍问题.

〔参考文献〕

[1] 李生林.中国膨胀土工程地质研究[M].南京:江苏科学技术出版社,1992.

[2] 彭达天.广西膨胀土和膨胀土地基[A].全国首届膨胀土科学研讨会论文集[C].成都:西南交通大学出版社,1990.120-132.

[3] 魏庭忠.影响广西膨胀土地基升降变形的因素[A].全国首届膨胀土科学研讨会论文集[C].成都:西南交通大学出版社,1990.202-209.

[4] 曲永新.中国膨胀土粘土矿物组成的定量研究[J].工程地质学报,2002,(增刊):416-422.

[5] 曲永新.石油天然气长输管道工程膨胀土地质灾害及其防治研究[R].北京:中国科学院地质研究所,2001.

[6] 曲永新,张永双.中国膨胀性岩、土一体化工程地质分类的理论与实践[A].中国工程地质五十年[C].北京:地震出版社,2000.140-160.

[7] 曲永新.南昆铁路百色盆地膨胀土路堤病害机理研究[J].岩土工程学报,2001,23(4):463-467.

[8] AL-Homoud A S,Khoury H,AL-Omari Y A.Mineralogical and Engineering Properties of Problematic Expansive Clayey Beds Casusing Landslides[J]. Bullirtin of Inter Asso of Eng Geol,1996,(54):13-32.

Properties of Expansive Soil in Ningming Section of Nan-You Expreeway,Nanning

YANG He-ping[1], QU Yong-xin[2]

(1. Institue of Specian Soil Engineering,Changsha University of Science and Technology,Changsha 410076;China;
2. Institute of Geology and Geophysics,Chinese Academy of Science,Beijing 100029,China)

Abstract: Considering the knowledge in identification of expansive clay mineral, the defect of how to identify the expansion potential of soil in current specification and the serious geological hazard of expansive soil in the road construction, a study on material composition, physical-chemical property and engineering properties of the expansive soil in Ningming section of Nan-You highway was carried out, and the influence of the genetic type, the distribution feature and the drying and reactive action on expansive soil was also analysed in this paper. The results of SEM and XRD have shown that the main clay mineral component is I/S mixed-layer mineral, not illite(it is different from the people's knowledge before). The method to identify the expansive soil and the suggestion to treat the subgrade have also be given.

Key words: expansive soils; clay mineral; mixed-layer mineral; expansion potential

万方数据

南宁-友谊关高速公路宁明段膨胀土土性研究

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 杨和平， 曲永新， YANG He-ping， QU Yong-xin
作者单位： 杨和平,YANG He-ping(长沙理工大学,特殊土工程研究所,湖南,长沙,410076)， 曲永新,QU Yong-xin(中国科学院,地质与地球物理研究所,北京,100029)

刊名： 长沙理工大学学报(自然科学版)
英文刊名： JOURNAL OF CHANGSHA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY(NATURAL SCIENCE)
年，卷(期)： 2004，1(3)
引用次数： 3次

参考文献(8条)

1. 李生林 中国膨胀土工程地质研究 1992

2. 彭达天 广西膨胀土和膨胀土地基 1990

3. 魏庭忠 影响广西膨胀土地基升降变形的因素 1990

4. 曲永新 中国膨胀土粘土矿物组成的定量研究 2002(z1)

5. 曲永新 石油天然气长输管道工程膨胀土地质灾害及其防治研究 2001

6. 曲永新. 张永双 中国膨胀性岩、土一体化工程地质分类的理论与实践 2000

7. 冯玉勇. 张永双. 曲永新. 黄常波 南昆铁路百色盆地膨胀土路堤病害机理研究[期刊论文]-岩土工程学报 2001(4)

8. AL-Homoud A S. Khoury H. AL-Omari Y A Mineralogical and Engineering Properties of Problematic Expansive Clayey Beds Casusing Landslides 1996(54)

相似文献(9条)

1. 期刊论文 杨和平. 曲永新. 郑健龙. YANG He-ping. QU Yong-xin. ZHENG Jian-long 宁明膨胀土研究的新进展 -岩土工程学报2005,27(9)

广西宁明是著名的膨胀土分布区,20世纪70年代,宁明膨胀土曾造成该区大批工业民用建筑物的严重破坏,对此不少专家、学者曾进行深入的现场调查、变形监测和系统的试验研究.进入新世纪以来随着高速公路建设的迅猛发展,不少公路穿越膨胀土地区,南(宁)友(谊关)高速公路便是其中之一.由于膨胀土对公路的严重危害性以及高速公路对质量的高要求,结合南友路修建,再研究宁明膨胀土工程地质特性及对公路施工和运营的影响有着重要的理论意义和工程价值.另一方面,随着近20年来粘土矿物定量测试技术的进展和膨胀土基础理论研究的深入,再研究在对宁明膨胀土粘土矿物的组成、膨胀土的工程性质与成因关系、膨胀土的干燥活化效应以及改性膨胀土的效果等方面均获得新的进展.

2. 期刊论文 马中军. 贾大多 南阳市区膨胀土的特性 -河南科学2002,20(4)

膨胀由于粘土矿物含量较多,在一定气候条件下其体积随含水量的增加而膨胀,随含水量的减小而收缩.以膨胀土为地基的低层建筑物常常成群开裂.笔者通过一些试验研究了南阳地区膨胀土的特性,并对该区膨胀土的分布、成因、评价方法提出了看法.

3. 学位论文 柏立懂 合徐合安高速公路膨胀土的矿物化学成分及微结构的研究 2005

本文以X射线衍射(XDA)分析为主，结合偏光显微镜、扫描电镜(SEM)以及化学全量分析相结合等手段对合徐、合安高速公路沿线膨胀土进行了矿物组分鉴定。运用X射线衍射半定量分析方法，定量出各地膨胀土中各类矿物的相对含量。研究区内膨胀土的矿物组分可分为两大类，分别为碎屑矿物和粘土矿物，其中碎屑矿物主要以石英为主，含有一定量的长石和少量的方解石，宿县膨胀土还可见角闪石等矿物；而粘土矿物部分含大量的伊利石，一定量的蒙脱石和少量高岭石。通过扫描电镜(SEM)对区内风干样品的微观结构进行了观察研究，进一步证实膨胀土的工程性质与其微结构存在着十分密切联系。研究表明：膨胀土特殊的工程地质性质主要受其矿物组分控制，特别是粘土矿物的多寡影响。膨胀土的物理性质、水理性质、化学性质以及力学性质与膨胀土的粘土矿物成分、阳离子交换量、微结构联等结密切相关。研究还发现膨胀土的胀缩性、分布和成因与区域构造有一定的联系。

4. 期刊论文 张加桂. 曲永新 三峡库区膨胀土的发现和研究 -岩土工程学报2001,23(6)

在三峡库区地质调查中,遇到了一种工程性质不良、易于导致滑坡等地质灾害的粘土,通过对物质组成、水理和物化性质的测试,按粘土膨胀势判别的国家标准,它们为弱膨胀性粘土,而按国外流行的Williams and Donaldson(1980)粘土膨胀势判别法,它们介于medium expansion 与high expansion 势粘土之间.通过采用XRD 技术对粘土矿物定量测试,表明主要膨胀性粘土矿物为中等混层比的I/S混层矿物.综合野外调查和室内测试结果,研究了它们的成因、分布和成灾机理,提出了治理措施.三峡库区膨胀土的发现和研究对我国膨胀土形成发展规律的认识和对三峡库区移民迁建工程规划以及地基边坡处理有重要的理论和实际意义.

5. 学位论文 马俊 膨胀土用作路堤填料的混合土法改良试验研究 2003

膨胀土含有较多的粘粒和强亲水性的蒙脱石、蒙脱石-伊利石混层粘土矿物,遇水膨胀,失水收缩,是具有特殊膨胀结构的高塑性粘土.膨胀土的广为分布和不良工程性质导致的工程问题和地质灾害使中国膨胀土地区的工程建设受到很大的损失,随着高速公路大量修建,膨胀土地区公路路堤病害或破坏的报道时有发生.因此,改良膨胀土的路用性能使之成为合格填料的研究一直是公路建设中的一个热点问题.该文在总结国内外膨胀土地区公路路堤修筑的主要改良处治方法后,提出了采用混合土法改良膨胀土用作路堤填料的新途径.为了探讨混合土法的可行性,首先进行了膨胀土样的土性分析和掺配土样的基本物理性质试验,结果显示所取土样具有代表性,可用于室内试验研究.在此基础上进行试验设计,按不同掺配比制备土样,从混合土的基本物理性质指标、强度指标和胀缩性指标三个方面的多项试验结果分析了混合土法改良膨胀土的效果,结果表明混合土法可以减少膨胀土的胀缩性,提高其CBR强度,改善膨胀土的碾压性能,实现土质改良的目的.最后,初步探讨了混合土法改良膨胀土的土质学原理,并针对混合土法改良膨胀土的特点,初步提出采用粒径成分指标、稠度指标、CBR指标、CBR浸水膨胀量指标作为设计控制指标的混合土设计方法.

6. 期刊论文 冯玉勇. 徐卫亚. 王思敬. 曲永新. FENG Yu-yong. XU Wei-ya. WANG Si-jing. QU Yong-xin 南阳膨胀土的工程地质特征和填筑适宜性 -岩土力学2005, 26(10)

施工阶段的工程地质调查发现,宁(南京)西(西安)铁路内乡-镇平段南阳膨胀土成因类型上不仅有第四系冲积洪积粘土,而且发育上第三系湖相沉积粘土.不同成因的膨胀土具有不同的空间分布特征和工程性质,X射线衍射测试表明:南阳膨胀土的主要膨胀性粘土矿物是伊利石/蒙脱石混层矿物.物质组成和物理化学性质差异导致击实土在含水量变化条件下膨胀力和膨胀变形有明显的差别;对同一种膨胀土材料,其击实含水量越小,膨胀性越强,甚至含水量降低1%～2%,膨胀力就可以增加到200%以上;击实膨胀土的直剪强度受到钙质结核含量的影响,对于膨胀势为高或强的膨胀土,结核含量小于15%时,经过干湿循环后直剪强度衰减量为40%～65%,结核含量为25%～30%的强膨胀土直剪强度衰减量则低于30%;对膨胀土的地质特征、工程性质、击实土的膨胀性和直剪试验结果进行分析,探讨其用于填筑铁路路基的适宜性,进行了填筑适宜性分级.依据研究成果制定的路基施工工艺取得了比较理想的工程效果.

7. 期刊论文 刘道华. 李首一. Liu Daohua. Li Shouyi 膨胀土的判别与分类 -中国水运（理论版）2007, 5(11)

膨胀土是颗粒高分散、成分以粘土矿物为主、对环境的湿热变化敏感的高塑性粘土.它是一种吸水膨胀软化、失水收缩干裂的特殊土.正是由于这种土的显著胀缩特性,使膨胀土地区的房屋建筑、铁路、公路、机场、水利工程等经常遭受巨大的破坏.实践经验表明,把膨胀土误认为普通的非膨胀土实际上等于给工程建筑物埋下祸根.因此关于膨胀土的判别和分类,一直是工程界关心的问题.长期以来,人们对此进行了大量的工作,提出了许多膨胀土的判别与分类方法.本文旨在通过介绍目前国内外常用的分类与判别方法,明确分类思想,找出各自的有缺点,以为工程建设服务.

8. 期刊论文 刘特洪. LIU Te-hong 长江流域膨胀土工程地质特征及工程处理 -人民长江2005, 36(3)

膨胀土含有较高蒙脱石类粘土矿物和存在较多裂隙软弱面,湿度变化时发生膨胀或收缩,强度衰减引起建筑物破坏.长江流域Ⅱ、Ⅲ级阶地,山间盆地及低丘缓坡地带广泛分布不同时代和不同成因类型的膨胀土.影响膨胀土强度的因素较多,如湿度、钙质结核、矿物成分与游离氧化物、裂隙发育程度等.因此,非饱和膨胀土的工程地质研究和原型监测,在工程建设中是很重要的,研究成果可以用来解决工程实际问题.

9. 期刊论文 胡雁 长江三峡库区兴山县新址古夫地区膨胀土研究 -水文地质工程地质2002, 29(5)

三峡库区兴山县搬迁新址古夫地区约有1km2 的膨胀土分布. 本文研究了膨胀土的分布规律、成因类型、矿物化学成分、物理力学性质、胀缩特性,特别是利用原位旁压试验对膨胀土浸水前后的强度变化进行了探讨和分析,该区膨胀土为奥陶系灰岩风化残积物经短距离搬运而成,主要粘土矿物为水云母,为中等膨胀性粘土,天然强度大小与土的类型有关,浸水前后强度变化不大.

引证文献(2条)

1. 杨和平. 章高峰. 张锐. 倪啸 宁明非饱和膨胀土静止侧压力系数[期刊论文]-长沙理工大学学报（自然科学版）2009(1)

2. 缪伟. 刘龙武. 郑健龙 膨胀土用作路基填料的试验方法研究[期刊论文]-公路与汽运 2006(05)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_cslgdxxb200403001.aspx

下载时间：2009年10月14日