

1006-8139(2007)04-30-02

膨胀土在路基施工中的运用

樊常青¹ 王 赛²

(1.山西省交通厅劳动服务公司,太原 030006; 2.山西省水利水电科学研究所,太原 030002)

摘 要:膨胀土是土木建设中几大病害土之一,一般在土木工程施工中避免使用膨胀土,可是在埃塞俄比亚 Nijo-Mendi 国道项目中,膨胀土是承包商施工筑路的唯一选择材料。文中论述了膨胀土的物理、力学性质以及危害性,以 Nijo-Mendi 国道项目为例,阐述了膨胀土在路基施工中的运用以及施工工法。

关键词:膨胀土;路基;填料

中图分类号: TU471

文献标识码: B

1 工程概况

Nijo-Mendi 国道项目地处埃塞俄比亚国西北部地区,该地区的气候一年分两个季节,旱季和雨季,旱季7个月,降雨量为0mm;雨季5个月,在雨季道路表面没有干的时候,是连接其首都 Addis Ababa 与其西部边陲城市 Asusa 的重要通道,也是邻国苏丹石油出港的必经之路。全长74.5 km,道路设计结构层见图1:

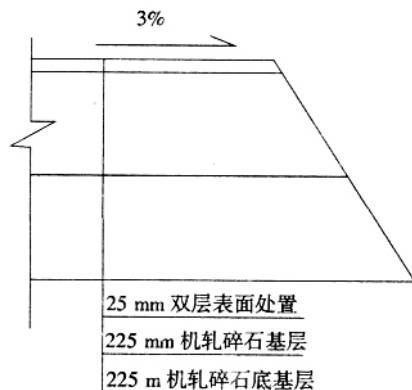


图1 道路结构图

2 膨胀土的危害性

膨胀土是指黏粒成份主要由强亲水性矿物质组成,并且具有显著胀缩性的黏性土。在 Nijo-Mendi 国道所处地区和周边地区分布较为广泛。在施工准备期间,我们施工单位和监理单位已经发现该地区出露的地层主要为膨胀土,该土具有吸水膨胀,失水收缩,并随着含水量的变化而往复变形的性质,对路基的破坏作用不可低估,并且构成的破坏是不易修复的。为了保证道路在较长时间内路基的稳定和路面的平整度,达到安全、舒适行车的目的,必须解决因膨胀土而造成的一系列工程问题。所以,膨胀土的处理是本工程的重要课题之一。

3 膨胀土的物理性质及力学性质分析

膨胀土按黏土矿物分类,可以归纳为两大类:一类以蒙

脱石为主,另一类以伊利土和高岭土为主。蒙脱石黏土在含水量增加时出现膨胀,而伊利土和高岭土则发生有限的膨胀,引起膨胀土发生变化的条件,分析概述如下:

3.1 含水量

膨胀土具有很高的膨胀潜势,这与它含水量的大小及变化有关。如果其含水量保持不变,则不会有体积变化。在工程施工中,建造在含水量保持不变的黏土上的构造物不会遭受由膨胀而引起的破坏。当黏土的含水量发生变化,立即就会产生垂直和水平两个方向的体积膨胀。含水量的轻微变化,仅1%~2%的量值,就足以引起有害的膨胀。

一般来讲,很干的黏土表示有危险。这类黏土能吸收很多的水,其结果是对结构物发生破坏性膨胀。反之,比较潮湿的黏土,由于大部分膨胀已经完成,进一步膨胀将不会很大。但应注意的是,潮湿的黏土,在水位下降或其他条件变化时,可能变干,显示的收缩性也不可低估。

3.2 干容重

黏土的干容重与其天然含水量是息息相关的,干容重是膨胀土的另一重要指标。 $\gamma_d=18.0 \text{ kN/m}^3$ 的黏土,通常显示很高的膨胀潜势。

3.3 力学性质

在工程地质中,这种黏土的膨胀现象很普遍,我们通过土工实验,得出黏土的力学指标,以供土质力学上的计算。通常对膨胀土的力学分析,主要是对其膨胀潜势和膨胀压力的研究后得出的。

1) 膨胀潜势,简单的讲,就是在室内按 AASHTO 标准压密实验,把试样在最佳含水量时压密到最大容重后,使有限的试样在一定的附加荷载下,浸水后测定的膨胀百分率。膨胀率可以用来预测结构物的最大潜在的膨胀量。膨胀量的大小主要取决于环境条件,如润湿程度、润湿的持续时间和水分的转移方式等。因此,在工程施工中,改造膨胀土周围的环境条件,是解决膨胀土工程问题的一个出发点。

2) 膨胀力,也就是膨胀压力。通俗的讲,就是试样膨胀到最大限度以后,再加荷载直到回复到其初始体积为止所需的

压力。对某种给定的黏土来说, 其膨胀压力是常数, 它仅随干容重而变化。因此, 膨胀力可以方便的用作衡量黏土的膨胀特性的一种尺度。对于未扰动的黏土来讲, 干容重是土的原位特征。所以在原位干容重时土的膨胀压力可以直接用来论述膨胀特性。

3.4 土工实验

为了全面的了解膨胀土的物理及力学特性, 指导 Nijo-Mendi 道路设计施工, 特对该地区进行了地质勘察, 并进行了一系列土工实验。土工实验由中国路桥集团第一公路工程局亚迪斯有限工程公司实验室完成, 实验数据见表 1、表 2, 从实验的数据中可以发现含水量、干容重等外部及内部因素对膨胀土所产生的力学变化。

表 1 土工实验报告

土样 编号	钻孔 取土 深度 /m	含 水 量 /%	天然 容重 (kN/m^3)	干容 重 (kN/m^3)	孔 隙 比 e /%	孔 隙 度 n /%	塑性 指数 I_p /%	液性 指数 I_L /%	压缩 系数 a /MPa	压缩 模量 E / MPa
1	1.0	26.5	21.6	15.8	0.742	42.6	17.7	0.04	0.13	11.8
2	2.0	32.1	22.1	15.1	0.900	47.4	17.4	0.25	0.43	4.5
3	3.2	24.2	20.5	15.6	0.776	43.9	17.5	<0	0.25	8.9
4	4.3	28.0	21.0	15.0	0.832	45.5	18.1	0.03	0.13	14.5
5	6.4	26.8	21.3	15.5	0.788	44.2	18.0	0.01	0.28	6.9
6	8.0	24.7	23.0	17.2	0.608	37.8	17.0	<0	0.09	17.4

表 2 土工实验报告

土样 编号	取土 深度 m	各级压力 e 作用下的膨胀率				自由 膨胀率 e_s /%	膨胀力 P_e /kPa	收缩 系数 λ
		0 kPa	50 kPa	100 kPa	200 kPa			
1	1.0	-0.78	-0.09	0.57	1.54	64	56	0.48
2	2.0	-0.27	1.27	2.05	3.33	56	8	0.46
3	3.2	-2.95	0	0.56	1.00	46	50	0.35
4	4.3	-10.80	-5.8	-3.00	-0.42	70	218	0.37
5	6.4	-2.15	0.67	1.25	1.78	69	31	0.47
6	8.0	-3.9	-0.67	0.10	0.60	63	94	0.49

综上所述, 膨胀土的变化除了土的膨胀与收缩特性这两个内在的因素外, 压力与含水量的变化则是两个非常重要的外在因素。准确地了解膨胀土的特性及变化的条件, 就有可能估计到建造在这个地基上的路基及构造物将会产生怎样的变形, 从而采取相应的地基处理措施。

4 膨胀土路基处理

在对 Nijo-Mendi 项目的施工设计中, 针对膨胀土的物理性质及力学性质, 根据地质勘测的详实报告及有关处理膨胀土的经验, 设计中采用了综合处理的思想, 结合非洲雨水多的实际情况, 并进行了针对性的研究, 提出如下措施:

(1) 对于地表面排水畅通的地段, 要求做纵坡大于 3% 的路侧边沟, 在路两侧移植草皮 见图 2, 预防雨水的冲刷和浸泡路基。

(2) 对于雨水可能浸泡的高填方路基, 从最高水面往上 2 m 以内的路基换填块石, 两侧做 2 m 的碎落台, 块石顶面

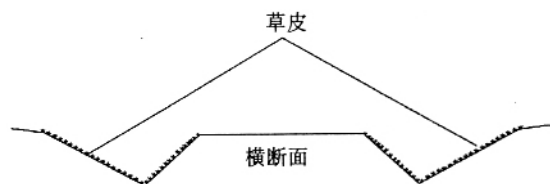


图 2 路侧边沟设计图

50 cm 的非膨胀土覆盖层, 然后以膨胀土填路基至路基顶, 在路基两侧移植草皮 见图 3, 给膨胀土一个稳定的环境。

(3) 对于填方段落, 填方施工完毕, 从坡脚线以外 3 m 范围内以 3% 的横坡向外放坡 见图 3, 然后全部移植草皮。

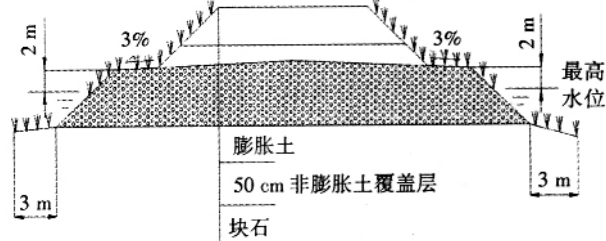


图 3 路基结构图

(4) 路堑边坡用挖掘机一次刷平, 待路堑施工完后, 人工种植草皮, 以菱形网格布置 见图 4, 预防路堑边坡冲刷。

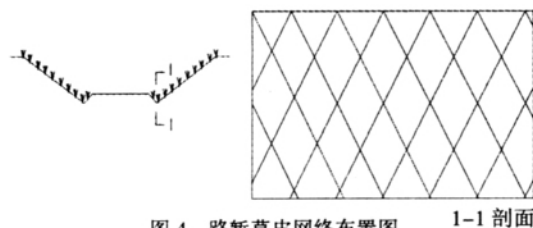


图 4 路堑草皮网络布置图 1-1 剖面

(5) 对于填挖结合段, 分台阶逐段填高; 对于填方最后一层, 需将挖方段内 15~30 m 长 20 cm 厚土翻松并检查其含水量是否与填方土含水量相近, 同时采用适宜的压实机具, 将其压实到规定的压实度。

(6) 施工时必须避开雨季作业, 加强现场排水。路基开挖后各道工序要紧密衔接, 连续施工, 时间不宜间隔太久, 保证填方土的最佳含水量不变。路堤或路堑边坡按设计修整后, 应立即种植草皮, 防止雨水直接侵蚀。

5 结束语

膨胀土是影响道路及其他构造物的一种特殊土质, 在实际工程中, 其破坏力是巨大的, 也是土木工程施工中的病害之一。解决膨胀土的问题, 应着重从影响其物理、力学性质变化的内在因素和外在因素上考虑, 从而通过改变土的力学性质达到处理的目的。对于不同的工程, 有其自身的特点、建设条件和自然环境, 在 Nijo-Mendi 项目的施工设计中, 处理膨胀土的措施已施工完毕, 而且经历了一个雨季考验, 各种措施已显示出其良好效果。

作者简介: 樊常青, 男, 1978 年出生, 2003 年毕业于西南交通大学, 助理工程师。

[收稿日期: 2007-05-28]

(下转第 39 页)

年入库泥沙 820.74 万 t, 因每年的雨水冲刷, 大量的水土沿小流域沟壑流入库区, 增加河流的来沙量, 致使库区淤积增多, 既加大拉沙难度, 又对下游造成不利影响, 因此建议应增加库区内水土保持治理和沟岔的堤坝治理, 控制沟岸坍塌和水土流失, 增加坝地、落淤肥田, 修筑堵沟堤坝, 治理小流域。这样不仅减少泥沙, 而且扩大土地面积, 增加农业收入, 一举两得即利国又利民。

2) 加快加大库区治理速度和投资。库区蓄水运用以来, 在多方面起到了重要作用, 收到了巨大的社会效益和经济效益。但这些作用和效益是以库区淹没和经济损失为代价的, 建库时淹没我省库区耕地 1.39 万 hm^2 , 搬迁 122 个村, 9 768 户, 49 412 人。建成蓄泄水, 使库岸连年坍塌, 据统计平均年塌岸长度达 1 300 m, 对库区沿岸人民生活造成很大威胁, 然而从上世纪 70 年代治理至今, 库区治理规划未批, 一直从下游切出部分资金用于治理, 仅可修防冲工程 120 m, 还不达塌岸长度的 1/10, 远远达不到治理目标。建议应采取切实措施, 尽快审定批复“潼三段治理规划”以尽快改变当前治理规模和速度与库岸坍塌很不适应的问题。

3) 保护下游安全, 减少库区损失。要以长期的库区泥沙冲淤基本平衡为原则, 拉沙不能过猛, 也不能落淤, 以保持原有的滩涂和岸坡的相对稳定, 确保库岸群众生产生活的安全。保证水库正常运用, 使黄河下游安全得到保障。

4) 两岸统筹兼顾, 团结治河。河道整治, 必须两岸互相联合, 统一治理, 要统一规划, 上下游、左右岸统筹兼顾, 两岸互利, 减少两岸的库岸坍塌, 缩小入黄沙量, 对对岸不利的工程不能布设, 工程修建要按照基本流路规划要求, 工程规模, 投资比例不能悬殊太大, 不能顾此失彼, 要相互照应, 才能控制河势摆动, 稳定河势, 提高工程效益, 在共同查勘河势的基础上双方协商, 使每处工程都能发挥很好的作用。

5) 要加强工程管理, 确保工程安全。在库区治理的过程中, 不能只建不管, 也不能重建轻管, 要管建并重, 管好工程才能真正达到工程修建的目的。要管好工程必须做到认真仔细的河势和工程的观测, 及时对工程养护, 备存足够妥善的料物。工程观测是河道治理的基础工作, 只有搞好河势和工程观测才能把握好河道的演变规律, 才能掌握工程的稳定性和防御性。工程养护做好了, 可以发现问题及时处理, 防患于未然, 保证工程安全。同时可以及时预测河势变化情况, 因势利导, 使治理工作起到事半功倍的效果。因此以后应加强工程管理, 真正把工程的建设管理工作做好, 使国家的投资充分发挥作用, 减少库区灾害, 为库区群众做好事。作者简介: 卫庆录, 男, 1960 年出生, 2000 年毕业于河海大学水利工程与管理专业, 助理工程师。

[收稿日期: 2007- 06- 01]

Influence of Sediment scouring on Channel in Reservoir Area of Sanmenxia Hydraulic Project

WEI Qing-lu

Abstract: The article introduces three operation patterns of Sanmenxia Reservoir in the past years, puts forward the influence of present operation pattern on reservoir area due to scour sediment in flood period, and presents some measures that must be adopted to lighten the influence of sediment scouring.

Key words: Sanmenxia Reservoir sediment scouring reservoir area influence

~~~~~

( 上接第 31 页)

## Application of Expanded Clay in Sub-grade Construction

FAN Chang-qing WANG Sai

Abstract: The expanded clay is one kind of destructive soil in construction, Generally, it is avoided to use expanded clay in civil engineering. But for the construction of Ethiopia's Nijo- Mendi project, constructor has no choice but to use expanded clay as the only sub-grade material. The paper expounds the physical - mechanical characteristic and hazard of expanded clay, and taking the Nijo- Mendi project construction, as an example introduces the application of expanded clay and the concrete constructing technique in sub-grade construction.

Key Words: expanded clay sub-grade filling material