

膨胀土路基的应对措施

杜英^{1,2}, 周恒², 刘炳², 沈琼华²

(1. 河南省交通规划勘察设计院, 河南 郑州 450052; 2. 南阳市高速公路有限公司, 河南 南阳 473000)

摘要:在膨胀土地基上修筑公路路基或采用膨胀性土作为公路路基填料时,受外界因素如地质、水文、气候环境等影响,往往产生道路基底的交替升降变形,路堤压实度的反复变化,在较大路基填挖段,应力与变形的改变与重复更迭,使道路的强度及稳定性发生变化,产生溜坍、滑坡、纵向开裂等病害,最终造成公路路基、路面与构造物的破坏。结合工程实践经验,对膨胀土路基的设计与施工提出一些浅见。

关键词:膨胀土;公路路基;填筑

中图分类号: U416.1+67 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2005)08-0029-03

1 对膨胀土的认识

膨胀土是指含有大量的强亲水性粘土矿物成分,同时具有显著的吸水膨胀和失水收缩变形往复可塑性粘土。对膨胀土的认识基于以下几点。

1.1 膨胀土的工程特性及所产生的工程病害

膨胀土具有胀缩性、崩解性、多裂隙性、超固结性、风化特性、强度衰减性等六大特性。常见的工程病害有路堤沉陷、路基纵裂、边坡滑移、路肩塌落等,在路用性能方面常表现为波浪变形和溅浆冒泥等。

1.2 膨胀土的判别系统

现行的《公路路基设计规范》(JTJ 013-95)对膨胀土的判别主要有三大指标。

1.2.1 自由膨胀率 F_s

当 $40\% \leq F_s < 65\%$ 时,为弱膨胀土;

当 $65\% \leq F_s < 90\%$ 时,为中膨胀土;

当 $90\% \leq F_s$ 时,为强膨胀土。

1.2.2 胀缩总率 e_{ps}

$$e_{ps} = e_{p50} + C_{sl}(W - W_m)$$

式中 e_{p50} ——在压力为 50 kPa 时的膨胀率; C_{sl} ——土的收缩系数; W ——土的天然含水量; W_m ——地基土在收缩中可能产生的含水量的下限值。

当 $0.7\% \leq e_{ps} < 2.0\%$ 时,为弱膨胀土;

当 $2.0\% \leq e_{ps} < 4.0\%$ 时,为中膨胀土;

当 $4.0\% \leq e_{ps}$ 时,为强膨胀土。

1.2.3 土壤中小于 $2 \mu\text{m}$ 粘粒的百分含量 A

当 $A < 35\%$ 时,为弱膨胀土;

当 $35\% \leq A \leq 50\%$ 时,为中膨胀土;

当 $50\% \leq A$ 时,为强膨胀土。

《公路路基施工技术规范》(JTJ 033-95)对土的规定为:土的液限 $\geq 40\%$,同时自由膨胀率 $\geq 40\%$ 时,才符合膨胀土的判别标准。自由膨胀率的大小对应于膨胀性的强弱。

1.2.4 膨胀土判别的其他标准

对于膨胀土的判别,还有其他指标可以借鉴。如 CBR 试验中膨胀量(δ)指标 $\delta = 30\% \sim 50\%$ 时为弱膨胀土, $\delta = 50\% \sim 80\%$ 时为中等膨胀土, $\delta > 80\%$ 时为强膨胀土。

对于膨胀土的判别,目前国内尚未形成统一的标准,主要因为膨胀土离散性大。有关文献推荐采用模糊判别法,将几个指标进行“正交”,找出共性,以提高正判率。沙庆林提倡以“膨胀性程度区分图”作为膨胀土的判别,基于平顶山、南阳一带的膨胀土在国内较为典型,研究较为详尽,对膨胀土的判别的争议较少,从工程实际出发,减少技术难度,施工中以自由膨胀率和膨胀量两项指标可满足工程需要。

2 现行路基设计规范及施工规范要点的把握

现行的路基设计及施工规范对填料强度的标准及压实标准没有因为膨胀土而有所降低,这一点必须充分认识到,但是,两规范还是具有较强的针对性,要点如下:

(1)强膨胀土不能作为路基填料,高速及一、二级公路路堤可填中等及弱膨胀土,但路床应经改性处理;

(2)设计方案应着重于膨胀土路基的防水、保湿、防风化;

收稿日期 2005-03-01

作者简介:杜英(1965-),女(汉族),河南郑州人,河南省交通规划勘察设计院高级工程师,南阳市高速公路有限公司总工程师,路桥专业,从事高速公路设计、监理与施工管理工作,河南省南阳市银都建国酒店, duy123@371.net。

(3)低填方中路堤($H \leq 1$ m)基底及挖方路床膨胀土的换填或改良;

(4)影响路基稳定性的边坡率的规定;

(5)路基排水与防护;

(6)填料粒径大小的规定。

3 膨胀土路基填筑的几个建议方案

3.1 直接填筑法

(1)对于土质的塑性指数 $< 30\%$,最佳含水量 $\geq 26\%$,承载比 $> 3\%$,最大干密度 > 1.55 g/cm³高液限土,可以用于90区路基。但低洼地段,常水位以下路基不能填筑,且构造物台背回填不能使用该土。

(2)用于93区的填料,应含有较多的粗粒土,最大干密度 > 1.70 g/cm³,最佳含水量 $\geq 20\%$,承载比 $> 5\%$,浸水膨胀量 $\geq 3\%$;用于95区的填料,最大干密度不低于 1.80 g/cm³,最佳含水量 $\geq 20\%$,承载比大于 8% ,浸水膨胀量 $\geq 3\%$ 。

(3)自由膨胀率控制在 50% 以内。

(4)低洼地段、常水位以下路基优先采用砂性土填筑,砂性土有困难时,可先用石灰土、砂砾等水稳性好的材料处理后再填筑符合上述要求的土质。

(5)雨季施工时应做到在雨水到来之前一次性压实填筑完毕,同时每层表面做成横向 $2\% \sim 4\%$ 的横坡以利排水,连续晴天施工时,为避免路基暴晒开裂,允许采用先覆盖后检测的施工方式。

(6)膨胀土施工最难的问题是路基压实,目前国内规范对这类土的压实标准主要有轻型压实标准和重型压实标准。但考虑到有些土质在做干密度的试验时,晒干土样后,土团结构改变,再加水时吸水曲线与失水曲线不重合,因此提出湿法重型压实标准,但实质和原理是一样的,根据我们科研及监理实践,宜实行如下标准:稠度为 $0.8 \sim 1.05$ 的填料,经晾晒分散处理后,达到压实稠密度要求时,可用轻型压实标准压实;稠度为 $1.05 \sim 1.15$ 的填料可直接用轻型压实标准压实;经晾晒分散处理后,稠度为 $1.15 \sim 1.30$ 时,可直接用重型压实标准压实;稠度 ≥ 1.30 时,可直接用重型压实标准。

(7)施工工艺要求:运输设备不宜采用大型车辆,宜采用 5 t以内的自卸汽车运输;土料运到施工现场后卸成堆,采用平地机摊铺翻晒,在稠度达到可压实稠度之前,不得松土压实,摊铺厚度为 $20 \sim 30$ cm,压实厚度控制在 $15 \sim 20$ cm。自重 10 t以上震动压路机结合轮胎压路机,压路机应先轻后重,先静

压一遍,再稳压一遍,再强振 $6 \sim 8$ 遍,压实过程中应防止波动和软弹现象;应防止填土压实后开裂,压实后应及时上土覆盖,碾压完成后,宜在 2 h完成检验工作, $4 \sim 8$ h完成上土覆盖。

3.2 包心法施工

低液限粘土包心法施工路基断面如图1所示。

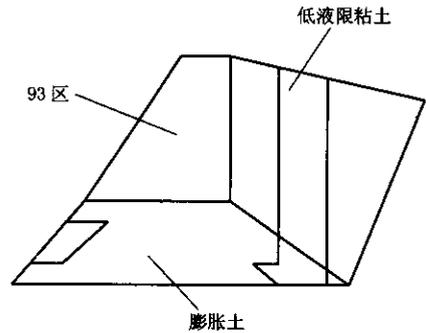


图1 包心法施工路基断面示意图

3.2.1 包边土的厚度

由于心土与包边土变形系数的差异,土体在固结过程中,两种土质衔接处可能出现纵向裂纹,这也是有关规范严禁不同土质混填的主要原因之一,但若包边土的尺寸远小于心土的尺寸,这种影响可以忽略不计,因此合理选用包边土的厚度是关键。为方便施工,建议包边土水平厚度为 $1.5 \sim 3.0$ m。

3.2.2 包边土的土质

要求液限 $< 50\%$ 、塑性指数 $6\% \sim 26\%$ 、CBR $> 3\%$ 的低液限粘土。

3.2.3 阻隔水层的设置

设置阻隔水层主要是防毛细水对膨胀土的浸润作用,从而导致路基强度下降。对阻隔水层的设置根据现场的地质、水文条件以及地表积水情况而定。

3.2.4 路堤包边施工要点

(1)每层上土前要先放样,用石灰画出膨胀土与低液限粘土的分界线,划线要准确、顺直,弯道要圆顺。

(2)先上包边土,后上膨胀土。碾压方式采用两边往中间压,对不同土质的结合处要增加碾压遍数 $1 \sim 2$ 遍,也可以用羊足碾碾压以加强不同土质的咬合。

(3)雨季施工时,可适当增加路拱,路边处包边土的横坡比膨胀土的横坡加大 $1\% \sim 2\%$,以利于迅速排水,雨后路堤待含水量合适时应进行复压并检测压实度,用羊足碾碾压的路段要注意用光轮压路机复压以消除凹槽。

(4)加强对膨胀土与低液限粘土结合处压实度

的检测,混合料的标准干容重可采取用两种材料标准干容重的加权平均值。

(5) 施工中要加强对施工车辆的指导,特别要注意避免路基经受重车对同一部位的反复碾压而发生“弹簧”现象。

3.3 化学改良方案

化学改良在国内应用较广,技术比较成熟。如宁夏古王公路、广西南柳公路的固化剂(NCS)改良,河北宣大公路、江苏宁连公路的石灰改良等,河南省也有平汝公路石灰土处理膨胀土的经验可以借鉴。关于化学改良方案此处不再赘述,但注意改良后胀缩总率 $e_{ps} \leq 0.7\%$,建议此方案适用于强膨胀土地段。

4 综合处理措施

4.1 不良地基的处理(含零填挖方地段)

基底应具有较高的强度,应防止基底毛细水上升或直接进入路堤。基底的承载力宜大于 150 ~ 200 kPa,基底的处理方法一般有 CBR > 3% 素土回填,石灰改性土、CBR < 8% 的透水性材料填筑。以及当路基处于低洼地段,如果填料塑性指数 > 6 时,还宜加设土工布防止毛细水上升;填土高度 > 6 m 时,宜提高基底的承载力,可设一层土工隔栅加强。

具体使用方法:简要考虑路基材料、不同地段(如坡脚外为旱地、水田地、穿过水塘处、受洪水浸蚀的沿河等)和经济比较而选择使用。

4.2 填方路基边坡的防护

(上接第 28 页)

缺陷的概率更大。

4 存在问题

声波透射法在实际应用中也存在值得探讨的问题:在施工中造成声测管不平行和扭曲,管距的变化影响检测数据的分析,研究者力图寻找一种能修正管距变化的手段,解决这个问题的方法仍在研究之中;应用声速推定桩身混凝土强度的争论也广泛存在,各种方法也在尝试之中;采用聚类分析、统计检验等数理统计判定桩的完整性,施工质量越好的桩,判得越严,测桩规范中把波幅小于波幅平均值 6 dB 视为缺陷,似乎太严。

5 结语

基桩声波透射法具有检测方法有效,准确度高

(1) 对于膨胀土路基而言,填方高度 > 6 m 时,可以认为是高路堤,其稳定性将降低。因而填土高度 > 6 m 时,应在路基边坡处分级设台阶,从路基以下最上一级边坡坡度为 1: 1.5,下部边坡坡度为 1: 2,此项边坡分台阶的高度小于规范规定。

(2) 对膨胀土的边坡处理:膨胀土路基边坡应有较高的整体强度和稳定性,为防止路基膨胀土水平膨胀力的破坏作用,边坡应有足够的封闭厚度,防止水分进入,增加路基膨胀和产生过大的水平位移,防止水份蒸发产生干缩开裂,在决定水平与路基上部封闭厚度时应根据许平南膨胀土各项异性膨胀比而具体确定。边坡坡度一般为 1: 1.75 ~ 2.0,为了保证路基边沿达到足够的压实度,摊铺时宜超宽 0.5 ~ 1.0 m。

当用灰土作为封闭层时,可根据抗剪强度验算层厚度,可以减薄,一般为 2.5 ~ 3.5 m,但为防止改良土收缩开裂,边坡修整后,宜采取防裂措施,宜采用改良法喷洒等。

半填半挖路基,由于在无横向约束的填方一侧容易因膨胀土水平膨胀率的作用而导致路基失稳,建议在此处增设圪工支挡物。

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] 廖世文. 膨胀土与铁路路基[M]. 北京:中国铁路出版社,1990.

的优点,尤其适应重点工程单桩独柱的基桩检测,超声检测不受桩长的影响,由下而上逐点作等距离的测试,检测结果直观反映了桩身各个部位混凝土的均匀性或存在缺陷的确切位置、大小及严重程度等方面的信息。值得注意的是超声检测中发现的异常不能轻率定性,必须结合工程地质资料及施工资料综合判定,使结论更加准确。

参考文献:

- [1] JGJ 106-2003 建筑基桩检测技术规范[S].
- [2] 陈凡,徐天平,陈久照,等. 基桩质量检测技术[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [3] 吴新璇. 混凝土无损检测技术手册[M]. 北京:人民交通出版社,2003.
- [4] 罗骥先,等. 桩基工程检测手册[M]. 北京:人民交通出版社,2003.