

文章编号: 0451-0712(2005)10-0192-03

中图分类号: U415.6

文献标识码: B

黄土地区高等级公路路基工程施工

王高航

(路桥集团第一公路工程局三公司 北京市 100024)

摘 要: 黄土是一种特殊的粘性土。叙述了黄土的工程特性及黄土地区修筑高等级公路路基工程的施工特点,并结合实际提出了施工注意要点和质量保证措施。

关键词: 黄土; 高等级公路; 路基工程; 施工; 质量控制

黄土是一种特殊的粘性土,在我国的分布范围很广,尤以北纬 $34^{\circ}\sim 41^{\circ}$ 大陆内部干旱和半干旱地区特别发育,大部分形成黄土高原,即黄河中游地区的陕、甘、宁、豫、晋等地区,河北、山东、内蒙古、东北、青海以及新疆等地区亦有所分布,总面积共达 64 万 km^2 。随着我国公路交通事业的发展和西部大开发经济战略的实施,黄土地区高等级公路的建设规模也在迅猛增长。但从已建成使用的高速公路看,黄土地区的高等级公路路基工程或多或少地存在问题,其原因除设计、施工方面的因素外,很大程度上与黄土的特性有关。从自然条件看,黄土地区干旱少雨且降雨不规律,路堤施工中水的问题较难解决,而高等级公路工程量,施工要求严、标准高,再加上我国黄土分布区域广泛,各地情况不尽相同,这些都不同程度地影响到工程质量。本文结合笔者参与施工的几条黄土地区高速公路的经历,从黄土的特性、黄土地区高速公路路基工程设计、施工质量控制及注意要点谈些看法。

1 黄土的工程特性

1.1 黄土的湿陷性

黄土按工程性质可分为 2 类:一类为湿陷性黄土;另一类为非湿陷性黄土。湿陷性黄土又分为非自重湿陷性黄土和自重湿陷性黄土。在我国,湿陷性黄土约占黄土地区的 6% 左右,而且又多分布在地表上层,主要为新黄土。湿陷性黄土受水侵蚀后,土体结构迅速破坏,发生显著的湿陷变形,这一特性会给黄土路堤带来很大危害,甚至会危及到高速公路的安

全使用。因此,正确鉴别黄土的湿陷性,并采取必要的工程防范措施消除其影响非常重要。

1.2 黄土的液限和塑限

从黄土的液、塑限试验结果看,黄土是一种比较特殊的粘性土。从塑性图上看,其液限大多小于 28,个别的略大于 28,主要集中于 A 线以上、B 线以下的低液限区;塑性指数一般都小于 12,大部分在 10 以下,最低的竟只有 6,所以黄土可命名为“粉质中低液限粘土”或“低液限粉土”。由于黄土塑性指数偏小,所以黄土很难压实,特别是高等级公路路床压实标准高,这个问题更加明显。

1.3 颗粒分析

从笔者参与施工的几条高速公路黄土的颗粒分析试验结果看,黄土的颗粒组成主要以 0.074~0.005 mm 粒组为主,一般都占总量的 70%~90%,而小于 0.002 mm 的粘粒含量偏低。所以,黄土的颗粒级配属均匀级配,相同成分的颗粒含量高,粘粒含量小,这也就是黄土空隙率大、透水性好、保水性差的根本原因。由于黄土的颗粒组成均一,所以压实时颗粒相互移动的余地小,压实也就困难了很多。

1.4 标准击实

应该说,现行规范采用的重型标准击实结果是能够保证高等级公路建设质量的。由于黄土很难压实,所以在击实试验中一定要慎重对待,正确采集土样,严格按照规范确定其最大干容重和最佳含水量,用以指导施工。在陕西省渭(南)潼(关)高速公路二合同段的黄土标准击实试验中,确定的最大干容重一般在 $1.8\sim 1.98\text{ g/cm}^3$ 之间,最佳含水量为 11.5%~

13.8%。从黄土的击实曲线看,干容重越小,则击实曲线越平缓,也就是说含水量在压实度要求较低时影响不大。笔者分析这可能与黄土的孔隙发达有关。由于黄土在 90 区压实所需的含水量范围大,所以这一标准的压实现场控制也较容易。但在接近最大干密度曲线峰值附近,曲线的曲率越来越小,这反映了黄土在达到高标准压实要求时对含水量的敏感性,也就是说,越接近高标准压实要求,达到压实标准所需控制的施工含水量范围就越小,反映到现场,即为路床施工时含水量的控制范围很小,这正是其施工的困难所在。

1.5 有机质含量

黄土地区一般处于干旱或半干旱地区,土壤较贫瘠,一般在清表后,土样的有机质含量试验结果均能满足规范要求。

2 施工准备

在黄土地区进行路基工程施工前,首先要对当地的气候、水源等施工影响条件充分了解;其次要对拟用来填筑路基的黄土土质认真分析,确定它是否具有湿陷性、液塑限、颗粒分析、取土场土的天然含水量等也要试验确定。如果土的天然含水量低,塑性指数小,就需考虑它的可用性或改良措施。如陕西省渭潼高速公路五合同段潼关地区黄土为低液限粉性土,土的天然含水量与最佳含水量相差较大,而补水又无适用的水源,加之该段地处黄河与渭河交汇处,地势空旷多风,水分损失极快,很难展开大面积施工,最后确定为非适用材料,路基改为砂砾填筑。

路基工程特别是路堤施工前,做好试验段是必须的,通过试验段确定黄土填筑路基施工的松铺厚度、施工含水量范围、宽填尺寸、可使用的机械组合等参数,用以指导施工。笔者认为,如果当地的黄土可以用来填筑路堤,机械组合中平地机和重型压实机械必不可少;因为使用平地机可以保证松铺厚度的准确;重型压实机械针对黄土压实而言,一方面可提高工作效率、降低施工成本,更重要的是其能保证黄土的压实质量。

3 施工特点

黄土路基施工与其他类型路基一样,在施工工艺上没有太大的区别,但也有自身的一些特点,具体介绍如下。

3.1 松铺厚度控制

使用黄土填筑高等级公路路堤时,松铺厚度一般不宜超过30 cm。否则,很难达到压实标准。表1 是陕西省渭潼高速公路 K87+900~K88+000 段路床 95 区施工中压实度的检测结果,从表1 可以看出,松铺厚度大是压实度不能达标的原因。

表 1

检测桩号	压实后厚度/cm	含水量/%	压实度/%
K87+940	19	13.80	97
K87+950	21	13.12	96
K87+960	22	13.01	95
K87+970	27	13.05	90
K87+980	28	12.92	89
K87+990	26	13.10	90

注:最佳含水量为13%。

对松铺厚度进行控制时,宜用运土车数控制。即精确测量运输车的松方量,再以拟摊铺的松方量除以每车松方量,最后得到控制车数。根据笔者的施工实践,在使用重型压实机械的条件下,90 区路基施工时松铺厚度控制在 35 cm 以内时更经济合理,因为这样既能保证施工质量,又提高了工作效率。

3.2 施工含水量控制

黄土压实时对含水量很敏感,特别是在 93、95 区施工时,表现更为明显。施工时在通过击实曲线确定某一压实标准干容重相应的含水量范围后,应在取土场进行控制。如取土场天然含水量低于施工要求含水量范围,则可在取土场采用焖土的方法提高土的含水量。焖土时,在土场表面修筑网状水渠,浇水使其均匀渗入土中,若干天后即可使用。在施工现场如果发现含水量不足,可采取现场补水提高土的含水量。现场补水一般要安排在傍晚洒水,第二天再碾压。这样,洒在土层表面的水经长时间渗透后,土体各部分含水量会很均匀,也才能达到补水的目的,利于压实。否则,表层含水量过大,碾压后出现薄层“弹簧”,下层压实度仍然不能达标。

3.3 压实工艺和机具

实践证明,压实效果与碾压机具的重量、碾压遍数、作用时间有密切关系。由于黄土的特殊性,选择重型压实机械效果很好,特别是一种拖式振动凸块压路机,对高等级公路压实的高标准要求更适用。如同时配置平地机、光轮压路机与之配合作业,则施工进度快、质量好。

拖式振动凸块压路机之所以对颗粒均一、较细

的黄土压实效果好,主要是因为凸块处的压强特别大,土体局部能迅速被压实,相邻的土体在被碾压的同时受到压实土体的挤压作用也变得密实。这样,土体就被迅速压实。光轮压路机主要是进行开始的稳压,振动凸块压路机碾压完成后,表面的松散土体也要用光轮压路机压实。

3.4 宽填尺寸

黄土路堤试验路资料显示,宽填尺寸不小于 50 cm 时,路基边缘压实度才可保证。所以,施工中的宽填尺寸应不小于 50 cm。为保证路基的整体压实度达标,施工中至少应增加一遍光轮压路机在边缘的压实遍数。

3.5 成型路基的交通管制

试验表明,黄土路基成型路堤的表面在大型施工机械的扰动下,会完全破坏压实土体的结构,致使压实度明显下降。这就要求在黄土路堤填筑施工时,在工艺上要有所改变,尽最大可能减小这种损害。

3.6 临时排水设施设置

黄土遇水易冲蚀、崩解、湿陷,所以在黄土路基施工中要注意临时排水设施的设置,尽可能将临时排水设施与永久排水设施配合设置。在施工中,每层碾压成型的路基顶面应设有路拱,使路基表面的流水汇集后集中流出路基范围。雨季施工时路基边缘应设置临时拦水土埝,每隔 50 m 左右设临时急流槽,将汇集的雨水排出路基表面。急流槽用塑料薄膜铺底,防止雨水冲刷形成冲沟。这样,雨停后能较快恢复施工,同时可减少边坡冲沟和由此带来的处理施工作业及费用。

4 质量控制体会

确切地说,在黄土地区修建高等级公路,黄土的土质和水是困扰路基工程质量的 2 个主要因素。黄土的压实对土的含水量很敏感,所以在干旱少雨的黄土地区施工时,含水量较难控制。但每年的 8、9 月份,黄土地区又常常有短时间的大到暴雨,土的含水量又很高,无法展开大面积施工。如果取土场的含水量合适,夏天施工时,可采取晚上气温低时上土、凌晨摊铺碾压、在太阳出来气温升高前成型的办法施工。这样,保水性差的黄土水分损失慢一些,有利于碾压和施工质量控制。另外,当土的含水量略大于最佳含水量时,压实更容易些。这主要因为:(1)当含水

量大于最佳含水量时,在施工中水分损失后,其压实时的含水量更接近最佳含水量;(2)水分较多时,土颗粒表面的水膜可起到一定程度的“润滑”作用,土颗粒在外力作用下,更容易移动挤密。

从本质上看,黄土的土质是决定黄土难以压实的根本原因。由于交通部已在相关规范中明确提出了路基填料最小强度(CBR 值)的要求,所以黄土地区今后在修建路基工程时,应对黄土的压实度和 CBR 值认真分析研究,特别是两者的相关性。

黄土地区路基工程的设计也是保证其质量的重要方面,特别是需要结合黄土的特点和一些地区的实际进行特殊设计。路堤的高度在满足排水、横穿结构物的净空等要求后要尽量降低,以减少路堤工程量,且易于保证施工质量和路堤稳定,如陕西省的西三、西临高速公路均是成功的典范。

黄土地区一般属干旱或半干旱地区,地下水位低,但每年有 1~3 个月降雨量相对集中,个别地区这期间地下水位较高,往往会对黄土路堤的稳定造成影响,特别是对使用湿陷性黄土填筑的路堤更是一种威胁。如能在这些路堤底部设计一定厚度的砂砾或砂隔离层,则这种威胁会消除。

黄土遇水易被冲蚀,所以黄土地区的路基工程排水要考虑这一特点,且路面排水务必设计为集中式。从黄土地区已完成使用的高速公路看,凡设计为散排的,路面排水已冲蚀了路基边坡,硬路肩局部已塌陷,严重的已危及到停车带的正常使用。

在干旱时,黄土易被风蚀。为使边坡稳定,黄土地区路基工程的边坡宜设计为全防护,特别是路堑的坡面防护。除设计防护工程外,坡口上宜设计截水沟或土埝,防止坡口上来水冲蚀路堑边坡,影响公路的正常使用。路堤边坡使用在干旱地区易生长的植被防护。

施工中填挖结合部的处理一定要遵守规范和设计要求,采用人工开挖台阶,确保处理后土体的整体强度和稳定。另外,在路基工程施工末期应注意以下几处的处理,即路堑路床的零填挖翻压处理、台背回填区与土基接茬面的处理、施工便道的上下坡道处理。路堑路床压实时,要将天然密实度压实到规范要求的 95%;台背回填时要注意清除接茬面未压实的土体;施工便道一定要人工处理,不留死角。