

文章编号: 0451-0712(2004)07-0065-03

中图分类号: U416.03

文献标识码: A

风积砂路基回弹模量研究

韩 森¹, 华 锋², 陈忠明³, 孟庆营⁴, 王新明³, 彭 帝³

(1. 长安大学特殊地区公路工程教育部重点实验室 西安市 710064; 2. 上海市政设计院 上海市 20000;

3. 西安公路研究所 西安市 710054; 4. 天津市政工程研究院 天津市 300051)

摘 要: 通过风积砂路基大型试槽试验, 研究了不同压实度、不同含水量对砂基回弹模量的影响, 发现风积砂路基的回弹模量与压实度有相关性很好的三次多项式关系, 而受水的影响极小, 通过大量试验分析, 提出了风积砂路基回弹模量建议值。

关键词: 风积砂路基; 回弹模量; 压实度; 含水量; 影响

由于沙漠地区筑路材料极为匮乏, 所有筑路材料均需远运, 这使得沙漠地区公路的造价非常高。已有的研究成果表明, 风积砂具有水稳性好、沉降均匀, 受水和不利季节的影响小等特点, 且风积砂具有分布广泛、储量丰富、取材方便等优点, 因此风积砂是修筑沙漠公路最主要的基础材料。为了充分发挥风积砂路基的潜力, 尽可能地减薄路面结构层的厚度, 最终降低工程造价, 分析研究风积砂路基的强度与刚度(回弹模量)是很必要的。鉴于此, 本文依据大型试槽试验结果, 全面系统地分析了砂基的回弹模量, 并进而运用回归分析方法, 提出了砂基回弹模量与压实度的关系式, 为以后修筑沙漠公路提供科学依据。

1 大型试槽试验研究方法

1.1 大型试槽砂基成型

试槽南北向长 11.75 m, 东西向宽 5.0 m, 深 1.5 m。试验所用风积砂为榆靖高速公路实际工程所用的当地风积砂, 总用量近 50 m³, 天然含水量为 10% 左右。该风积砂的粒径主要分布于 0.074~0.25 mm 范围内, 该范围的含量高达 90% 以上, 大于 0.3 mm 的颗粒极少, 仅为 0.25%, 而小于 0.074 mm 的颗粒不足 9%。砂的细度模数小于 1.5, 因此其级配组成很细, 属特细砂。风积砂中粘粒和粉粒的含量极少, 表明颗粒表面活性很低, 无粘性、水稳性好。

为使试验条件与现场条件接近, 风积砂含水量的损失不应过大, 因此风积砂在堆放及铺设在试槽中后应及时用塑料薄膜覆盖在上面, 另外在试槽上面搭建塑料大棚, 以免雨水进入试槽中, 这样含水量控制不会受天气的影响。压实后, 在砂基表面也随时覆盖塑料布, 以免表面水分散失。

试槽砂基模型施工中, 砂基主要用型号为 YZS0.5 的小型手扶式振动压路机, 采取分层碾压的方法进行压实, 试槽中压路机压不到的地方, 采用人工夯实的方法进行压实。砂基共分 5 层进行压实, 每层的松铺厚度为 12 cm, 由标注在试槽壁上的多条刻度线来控制, 压实后风积砂的总厚度大致为 50 cm。图 1 为手扶式振动压路机碾压风积砂时的工作情形。



图 1 手扶式振动压路机振动压实

1.2 试槽回弹模量测定

在压实成型的砂基上,利用图 2 所示的反力架装置,用刚性承载板以逐级加载——卸载的方法,测定每级荷载作用下的回弹弯沉值,具体测试方法与步骤按《公路路基路面现场测试规程》(JTJ 059—95)的规定执行,根据试验所得的荷载——回弹弯沉值的关系,按下式计算砂基回弹模量 E_0 值:

$$E_0 = \frac{\pi D}{4} \cdot \frac{\sum p_i}{\sum L_i} \cdot (1 - \mu_0^2)$$

式中: $\sum L_i$ 为 1 mm 以内变形的各级回弹弯沉值之和, 0.01 mm; $\sum p_i$ 为回弹弯沉在 1 mm 以内的各级压力之和, MPa; D 为承载板直径, cm; μ_0 为风积砂泊松比, 此处 μ_0 取 0.35。

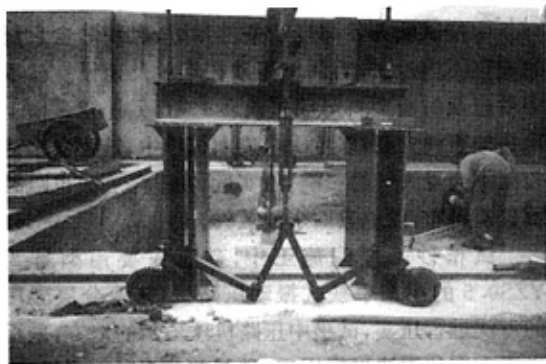


图 2 测定回弹模量的反力架装置

2 碾压遍数与压实度的关系

压路机的碾压遍数对于路基土密实度的影响是众所周知的。本次试验采用手扶式振动压路机对砂基进行碾压,碾压遍数与压实度的关系曲线如图 3 所示,最初的 8 遍,砂基压实度从 90.0% 增长到 94.4%,

增长很快,后 10 遍砂基压实度从 94.4% 增长到 95.15%,增长缓慢,趋于稳定。

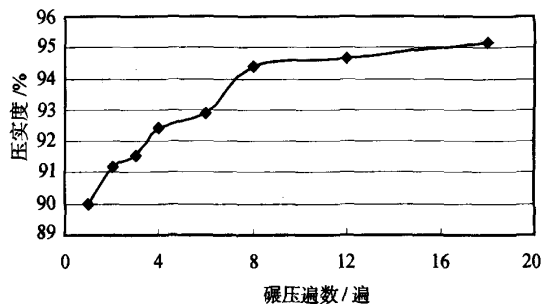


图 3 压实度与碾压遍数关系曲线

3 影响风积砂路基回弹模量的因素

路基回弹模量 E_0 值是路面结构设计中最主要的设计参数之一,其值直接影响路面结构层的厚度及道路的整体稳定性,也直接影响道路的技术性能和经济指标。公路柔性路面设计规范中的 E_0 值是 20 世纪 70 年代有关部门在大规模测试与调查的基础上得到的,其中细砂的 E_0 建议值为 60~70 MPa,远比砂基的 E_0 测试值低,究其原因主要有 2 个方面:一方面是压实方法、工艺及压实标准,当时主要采用小吨位的静力式压路机,而压实标准则为轻型标准;另一方面是调查范围的局限性。

若充分利用砂基回弹模量高的特点,可有效地减少路面结构层的厚度。因此需对砂基回弹模量有一个深入的了解。

3.1 压实度的影响

路基压实度与回弹模量值有着直接的关系,一般来说,随着压实度的提高,回弹模量值也会增大。从表 1 可以看出,随着压实度的不断提高,回弹模量也在显著地提高。

表 1 试槽风积砂压实度测试结果

碾压遍数/遍	测点 1		测点 2		回弹模量/MPa	
	压实度/%	含水量/%	压实度/%	含水量/%	测点 3	测点 4
1	90.4	9.6	89.6	8.3	52.5	56.8
2	91	7.5	91.4	7.5	64.0	65.4
3	91.8	5.8	91.3	6.1	69.8	62.2
4	92.7	9.5	92.1	9.0	85.6	81.0
6	93	10.3	92.8	7.0	84.0	92.4
8	94.6	7.0	94.2	10.3	98.0	103.0
12	94.8	8.2	94.5	7.7	93.2	96.5
18	95.2	8.5	95.1	8.8	102.6	104.0

对表 1 中测点 1、测点 2 数据平均后进行回归分析,可以得出压实度 $K(\%)$ 与回弹模量 $E(\text{MPa})$ 之间的关系曲线(图 4)及关系式:

$$E=-0.553\ 9\ K^3+153\ K^2-14\ 075\ K+431\ 280$$

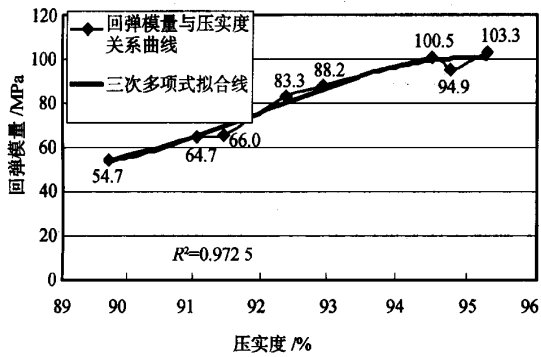


图 4 回弹模量与压实度的关系曲线

3.2 含水量的影响

通常情况下,回弹模量值随密实度的增加而增大,但随含水量的增加而减小。因为对于一般土基来说,含水量的增大会使土体变软,强度降低。而风积砂中粘粒和粉粒的含量极少,颗粒表面活性很低、无粘性,水稳性好。从水稳性角度来说,含水量的变化对回弹模量的影响不大。

从表 2 可以看出,在不同含水量的情况下,压实度基本接近时,回弹模量也基本接近,因此含水量对于回弹模量基本无影响。

表 2 试槽风积砂压实度、含水量、回弹模量测试结果

碾压遍数	压实度 %	含水量 %	压实度 %	含水量 %	回弹模量 MPa	
4	92.4	10	92.1	10	82.3	79.8
3	92.6	12	92.2	12	78.5	83.6
4	92.5	16	92.5	16	82.6	86.4

另外,从表 2 也可以看出,在最佳含水量 12.9%附近,达到相同的压实度所需的碾压遍数比其他含水量情况下要少,也就是说在最佳含水量附近更容易达到所需压实度值。

4 风积砂试槽试验与现场试验回弹模量比较

根据上述分析,砂基回弹模量与压实度具有较

密切的关系,因此在大量测定时,主要考虑砂基压实度,而不去考虑含水量。表 3 是在大型试槽内砂基压实度达 94%以上时以及榆靖高速公路施工现场砂基压实度也达 94%以上时,回弹模量的测试值。

表 3 砂基抗压回弹模量测试结果统计表 MPa

试验地点	各点所测值							平均值	代表值
试槽试验	87	90	93	97	106	101	109	102	88
	103	99	106	107	101	105	97		
	124	107	105	115	106	104	92		
	91	96							
现场试验	107	125	101	111	94			108	88

从表 3 中回弹模量测试结果可以看出,大型试槽与现场实际砂基的回弹模量基本相同,由此也可看出,大型试槽砂基可很好地模拟现场砂基。

根据试验结果分析得知,风积砂路基压实度比较容易达到 94%,但当超过此压实度后,再进一步增加压实遍数,其压实度增加幅度也很小,所以表 3 的结果对实际砂基回弹模量具有很好的代表性。因此,本文建议的细风积砂路基回弹模量值至少可取 88 MPa。

5 结论

(1)通过大型试槽试验研究表明,风积砂路基的压实度在初期压实过程中,其压实度增长速率较快,当压实度达到 94%以上时,压实度增长速率随压实遍数增加而大大降低。

(2)风积砂路基回弹模量与压实度有密切的相关关系,即 $E=-0.553\ 9\ K^3+153\ K^2-14\ 075\ K+431\ 280(R^2=0.972\ 5)$,含水量对回弹模量影响很小。

(3)与现场测试结果比较表明,本试槽砂基很好地模拟了现场砂基状况,通过大量的试槽回弹模量试验,建议细风积砂路基的回弹模量可取 88 MPa。

参考文献:

[1] JTJ 059-95,公路路基路面现场测试规程[S].
[2] JTJ 014-97,公路沥青路面设计规范[S].
[3] 顾炳其,马荣贵.路基压实度快速测定的瞬态冲击频谱分析法[J].西安公路交通大学学报,1997,(12).

文章编号: 0451-0712(2004)07-0068-03

中图分类号: U412.32

文献标识码: B

浅谈数模在山区公路选线中的应用

李志胜, 陈菊根, 王其华

(浙江公路水运工程咨询监理公司 杭州市 310014)

摘 要: 山区公路路线设计时, 由于地形、地质复杂, 应用数字地面模型, 可以在较短的时间内进行大范围的多方案比较, 从中选出最为经济合理、技术可行的路线方案。通过工程实例, 介绍数字地面模型的建立、应用及效果。

关键词: 数字地面模型; 三维; 路线

随着社会经济的高速发展, 公路建设尤其高速公路的建设逐步向山区延伸, 就浙江省而言, 为适应全面建设小康社会、提前基本实现现代化的需要, 提出了浙江省交通新的跨越式发展思路, 确定了实施包括高速网络工程、干线畅通工程、乡村康庄工程在内的“六大工程”, 在修编的“浙江省公路水路建设规划纲要”中, 新增了杭浦、诸永、天仙、临金等高速公路项目, 其中诸永、天仙、临金等公路是典型的山区高速公路。由于山区地形、地质复杂, 合理的公路选线不仅可以大大降低工程造价, 而且明显减少对环境保护、水土保持、地质灾害防治等方面的影响。本文结合诸永高速公路的选线方法, 对山区公路尤

其是山区高速公路选线提出一些粗浅的看法。

1 诸永高速公路简介

诸永高速公路是浙江省公路建设规划“两纵两横十八连三绕三通道”中的一连, 横贯浙江省中部地区, 经过绍兴、金华、台州、温州等 4 市中的 5 个县(市), 分别与杭金衢、甬金、台缙、诸绍及温州绕城等高速公路连接, 全长约 237 km。诸永高速公路穿越会稽山、大盘山、括苍山等 3 座高山, 最低垭口高差达 800 多 m, 自然山坡陡峻, 鸡爪地形众多, 山谷深狭、溪流急弯, 路线布设非常困难。工程可行性研究时, 对 1/10 000 地形图进行矢量化, 形成数字地面

收稿日期: 2004-05-09

A Study on Resilience Modulus of Aeolian Sand Subgrade

HAN Sen¹, HUA Feng², CHENG Zong-ming³, MENG Qing-ying⁴,WANG Xin-min³, PENG Di³

(1. Key Lab. of Special-Area Highway Engineering, the Education Ministry, Chang'an University, Xi'an 710064, China;

2. Shanghai Municipal Design Institute, Shanghai 200000, China; 3. Xi'an Highway Research Institute, Xi'an 710054, China;

4. Tianjin Municipal Engineering Research Institute, Tianjin 300051, China)

Abstract: The effect of different compaction degree and moisture content on the resilience modulus of aeolian sand subgrade by large-scale test model is studied in this paper. It is pointed that the resilience modulus has very close triple equation correlation with the compaction degree and has little to do with the moisture content. The suggested value of resilience modulus for aeolian sand subgrade is indicated through a lot of tests and analysis.

Key words: aeolian sand subgrade; resilience modulus; compaction degree; moisture content; effect