

文章编号: 0451-0712(2006)07-0318-03

中图分类号: U416.217

文献标识码: B

低剂量水泥稳定碎石 在渝湛高速公路中的应用

敖道朝

(广东省高速公路有限公司 广州市 510230)

摘 要: 针对传统半刚性路面基层刚度过大、容易诱发各种早期破坏的问题,采取了柔化半刚性基层的方法,即合理地降低基层的模量。一方面,这样并不会降低路面的结构承载力;另一方面,基层模量与沥青混凝土面层模量的合理匹配,使面层内的剪应力和层底拉应力均控制在较低的应力水平,避免了早期损坏的发生。同时,结合国道主干线渝湛高速公路高桥~遂溪公路的建设,系统地提出了低剂量水泥稳定碎石的施工方法和控制指标,对于国内类似工程具有指导意义,同时也为道路设计理论的发展提供有益的借鉴。

关键词: 沥青混凝土路面; 低剂量水泥稳定碎石; 有限元; 级配组成; 施工方法; 控制指标

半刚性基层材料以强度高、稳定性好、板体性好以及可就地取材等优点,满足了公路经济与技术方面的要求,半刚性基层沥青混凝土路面以其优良的工程性能和显著的经济效益,在我国公路建设中得到了广泛的应用,已成为高等级路面的主要结构形式^[1]。

目前,高等级沥青混凝土路面使用的半刚性材料主要是二灰稳定类和水泥稳定类材料,因其强度和刚度介于刚性基层(水泥混凝土和贫混凝土)和柔性基层(级配碎石)之间,故称为半刚性基层。长期以来,虽然对半刚性基层的概念有清醒的认识,但是在生产实践时却一直混淆不清,其强度可与刚性基层媲美,竣工时弯沉只有几个毫米。因此,我们一直使用的半刚性基层实际上是“刚性基层”。

半刚性基层沥青混凝土路面在我国的公路建设中发挥了重要作用,但在优点的背后也存在一些致命的缺陷。由于其刚度过大,实际上成为脆性材料,在重载作用下沥青混凝土面层内会出现较大的剪应力^[2],极易发生车辙等变形破坏;对温度、湿度很敏感,所以在形成和使用过程中会因温度与湿度的变化产生温缩、干缩裂缝,当沥青混凝土面层较薄时往往会扩展到面层形成反射裂缝;裂缝随水分的进入,使基层甚至路基软化,路面承载能力下降,产生唧泥、翻浆、网裂等病害。

对于上述问题,长期以来人们一致专注于材料的改进,而没有深入思考结构的原因,路面病害反而愈演愈烈。本文采取柔化半刚性基层的方法,合理地降低基层的模量,使半刚性基层和沥青混凝土面层具有合理的模量匹配,扬其长避其短,成为真正意义上的半刚性基层。同时,结合国道主干线渝湛高速公路高桥~遂溪公路的建设,对低剂量水泥稳定碎石施工方法和适用性进行了一系列的研究探索,得出了一些有意义的结论。

1 半刚性基层力学性能分析

已有研究表明^[3],对于传统的半刚性基层路面结构,较高模量基层可以获得较小的沥青混凝土层层底弯拉应变、基顶压应变和弯沉;但同时,基层模量的增大又使面层剪应力增大,尤其在重车、超载高胎压或欠载高胎压等对路面非常不利的工况下,其产生的剪应力绝对数值更大,故由基层模量增大而产生的面层剪应力值增量也相当可观。这种不利工况叠加上基层高模量的影响,对路面的损害相当大。

低模量基层会产生较大的沥青混凝土层层底弯拉应变、基顶压应变和弯沉。

本文采用三维有限元方法计算了半刚性基层路面结构(表1)在双圆均布荷载作用下,变化基层模量时路面结构的力学响应。

表 1 计算所用路面结构及其参数

结构组合	结构层	厚度/cm	回弹模量/MPa	泊松比
典型半刚性基层路面	沥青混凝土上面层	4	1 200	0.35
	沥青混凝土中面层	5	1 100	0.35
	沥青混凝土下面层	6	1 000	0.35
	半刚性基层	40	500~15 000	0.20
	碎砾石底基层	20	350	0.35
	土基	—	35	0.40

注:半刚性基层的模量分别取 500、1 000、2 000、3 000、5 000、10 000、15 000 MPa。

将路面结构层底弯拉应变、路基顶压应变和面层最大剪应力的计算结果绘于图1。从图1中可以清楚地看出,基层模量影响比较复杂,太低或太高都是不利的;太高,沥青混凝土层承受的剪切影响太大;过低,又会对沥青混凝土层产生弯拉的不利影响。从图1中可以看出,基层模量在1 000~3 000 MPa 时较为合理。

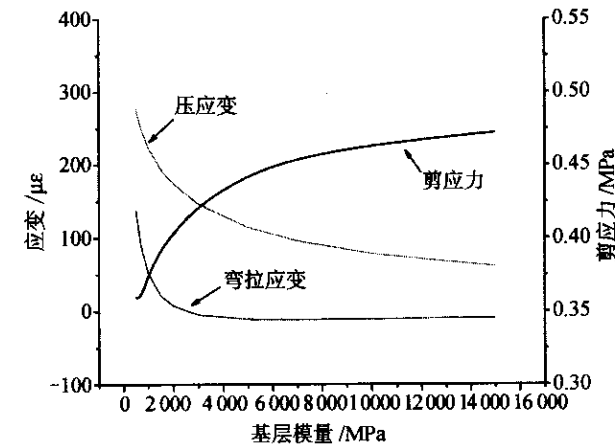


图 1 弯拉应变、压应变、最大剪应力
随基层模量变化趋势

要降低半刚性基层的模量,降低水泥剂量是一种有效的措施。对水泥稳定中、粗粒土,目前规范建议的水泥剂量为3%~8%^[4]。从一些研究文献来看^[5],当水泥稳定土的水泥剂量大于3%时,野外模量基本上大于5 000 MPa;水泥剂量越高,基层模量越大,有的超过10 000 MPa。为了达到降低模量的目的,本研究适当降低水泥剂量,按1.5%、2.0%、2.5%的剂量进行试验研究。

2 低剂量水泥稳定碎石的级配组成设计及水泥剂量的确定

首先根据文献^[5],进行配合比设计,如图2。表2是各水泥剂量试件的无侧限抗压强度和回弹模

量实测数据。根据表2的试验结果,综合施工时拌和楼的控制情况,这里选定水泥剂量2.0%作为水泥稳定碎石的结合料剂量。

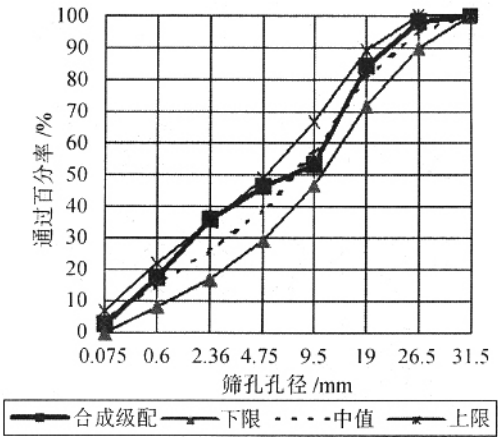
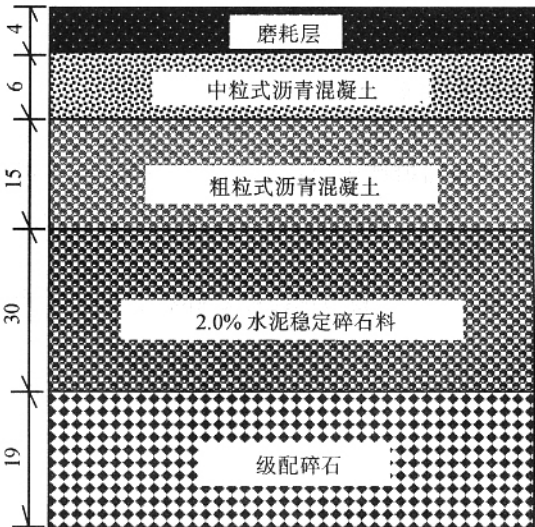


图 2 水泥稳定碎石的合成级配

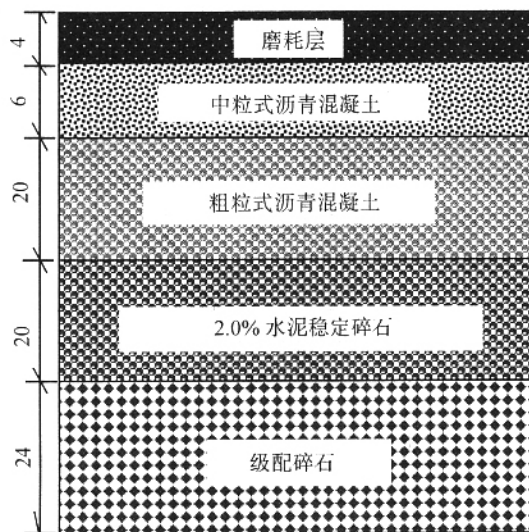
表 2 各个龄期的模量和抗压强度

水泥剂量/%	龄期/d	抗压强度/MPa	回弹模量/MPa
2.0	7	1.89	409
	14	1.92	479
	28	2.05	525
2.5	7	2.39	464
	14	2.32	582
	28	2.78	703
3.0	7	2.54	523
	14	3.17	558
	28	3.24	665

综合以上的计算分析和试验数据,最终确定的试验路路面结构如图3和图4所示。



单位:cm
图 3 方案一路面结构



单位:cm

图4 方案二路面结构

3 低剂量水泥稳定碎石基层施工方法

除了遵循常规的施工工艺^[4],这里有以下几点需要特别注意:(1)施工过程中要严格控制水泥剂量;(2)要控制运输车辆的装载量及其轮胎胎压,材料运输车辆按额定荷载装载,不得超载,且其轮胎胎压要维持在正常胎压附近;(3)水泥稳定碎石层施工完成后,要及时养生,养生期间不得开放交通,到规定时间及时进行封层;(4)用摊铺机进行施工,保持均匀性;(5)方案一路面结构的水泥稳定碎石分2层施工,每层压实厚度为15 cm,方案二路面结构的水泥稳定碎石只需1层施工;(6)水泥稳定碎石的压实度 $\geq 98\%$ 。

4 低剂量水泥稳定碎石层的模量反算

低剂量水泥稳定碎石层的摊铺模量究竟有多大,是试验路摊铺中值得非常关注的问题。在摊铺试验路时,进行了承载板检测,用来进行水泥稳定碎石层的模量反算。

各结构层实测的水泥稳定碎石层当量回弹模量见表3。

采用 BISAR 程序,运用双层弹性层状体系理论反算水泥稳定碎石层的回弹模量,计算结果见表4。

从表4可见,方案一、方案二两种结构14 d龄期水泥稳定碎石层的模量略大于3 000 MPa,对比图1,结构应该处于比较理想的受力状态。

表3 水泥稳定碎石层实测的当量回弹模量 MPa

桩号	7 d	14 d	桩号	7 d	14 d
K19+860	447.27	618.79	K22+550	684.39	791.47
K20+320	422.29	846.12	K22+760	590.76	472.05
K20+450	380.81	608.01	K22+960	530.19	928.85
K20+600	351.74	778.92	K23+115	357.65	435.66
K20+720	362.82	756.42	K23+260	495.28	573.7
K21+200	675.72	666.68	K23+410	587	950.63
K21+800	457.15	679.49	K23+715	301.86	516.49
K21+950	341.27	624.31	K23+940	471.54	593.18
K22+100	333.56	344.87	K24+110	364.04	557.51
K22+260	298.87	557.91	K24+265	551.44	529.91
K22+385	332.98	708.65	K24+420	545.2	568.06
平均值	400.41	653.65	平均值	498.12	628.86
级配碎石顶面当量回弹模量/MPa		150	级配碎石顶面当量回弹模量/MPa		180

表4 水泥稳定碎石层反算的回弹模量 MPa

结构类型	7 d	14 d
方案一	2 000	3 200
方案二	2 400	3 500

5 结论

半刚性基层的刚度过大,直接造成了沥青混凝土面层内的剪应力急剧增加,诱发沥青混凝土层的剪切破坏,例如车辙、Top-down 裂缝等等。本文采用降低水泥稳定碎石基层模量的办法,即采用低水泥剂量的水泥稳定碎石,使沥青混凝土面层和基层的模量相匹配,从而使得沥青混合料面层处于较好的受力状态,这样会进一步减少路面早期损坏的发生。渝湛国道主干线高桥~遂溪公路的建设,适值我国道路设计思想变革和旧设计规范施行交替之际,采用新的路面结构组合设计方法,是我国道路建设的必然趋势,也是我国道路设计理论的创新,对于国内道路工程具有重要的指导意义。

参考文献:

- [1] 沙庆林. 高等级公路半刚性基层沥青路面[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.
- [2] 胡小弟. 轮胎接地压力分布实测及沥青混凝土路面力学响应分析[D]. 上海: 同济大学道路与机场工程系, 2003.
- [3] 李峰. 长寿命沥青混凝土路面设计中的结构组合分析[D]. 上海: 同济大学道路与机场工程系, 2004.
- [4] JTJ 034—2000, 公路路面基层施工技术规范[S].
- [5] 姜爱峰. 二灰碎石基层材料的组成结构和性能及其水泥混凝土路面结构分析[D]. 上海: 同济大学道路与交通工程系, 1998.

文章编号: 0451—0712(2006)07—0321—03

中图分类号: U214. 1:U415. 51

文献标识码: B

沥青混凝土面层备料及拌和楼配筛技术研究

黄 兴

(广东省长大公路工程有限公司 广州市 511430)

摘 要: 利用以往工地的经验数据找出石场振动筛和标准筛之间、石场振动筛和拌和楼用筛之间的回归关系,并确定了标准筛的控制筛孔,从而得出石场和拌和楼用筛的筛孔尺寸,并对石场的生产工艺加以改进。

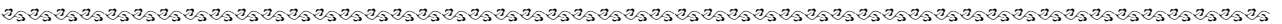
关键词: 筛子尺寸; 采石场; 沥青混合料拌和场

从我国修筑的沥青混凝土路面的耐久性来看,和发达国家还有一定的差距,我国相当多的沥青混凝土路面经过3、4年的使用后,就有必要进行大规模的维修来恢复路面使用性能,而发达国家则是6~8年。

目前,我国大多沥青混凝土施工企业使用的机械设备为国际先进的进口设备,沥青也使用质量较好的进口沥青,配合比经过多年研究和借鉴国外研究成果后设计水平也较高,那是什么原因造成这种差距呢?其主要原因是我国采石场碎石生产和施工管理水平较低。其中,由于碎石生产工艺不科学,质

量不稳定,导致生产出的集料具有盲目性和差异性。这就造成3个严重后果:一是配合比设计去迁就生产的盲目性,无法调配出优良的级配曲线;二是配合比设计时使用的石料和实际生产使用的石料不一致,导致生产混合料的不可控,这样的混合料一旦用于路面,将会造成泛油、坑槽、车辙等病害,严重影响沥青混凝土路面的耐久性;三是碎石质量不稳定,导致施工过程中沥青拌和楼经常等料或产生大量溢料,造成大量碎石浪费、拌和楼效率降低、成本提高。因此,沥青混凝土面层备料及拌和楼配筛是路面施

收稿日期:2006—05—10



Application of Low Content Cement Stabilized Gravel to Yu-Zhan Expressway

AO Dao-chao

(Guangdong Provincial Expressway Co. Ltd. , Guangzhou 510230, China)

Abstract: Aiming at too great stiffness of semi-rigid layer will cause all kinds of road damages, a reasonable measure to decrease the modulus of semi-rigid layer is put forward. It may not only guarantee the carrying capacity but also help to keep appropriate modules ratio between asphalt layer and semi-rigid layer, avoid shear stress and tension stress too sharply and the related shear failure in the asphalt layer. During the construction of Yu-Zhan Expressway, the low content cement stabilized gravel is successfully applied. The method and control index of construction are presented. The results show that the method is a significant innovation to the road design. In the future it is helpful to direct other same constructions and provide references for the pavement design theory.

Key words: asphalt concrete pavement; low content cement stabilized gravel; finite element method; gradation composition; construction method; control index