

文章编号: 0451-0712(2004)12-0130-03

中图分类号: U416.217

文献标识码: B

沥青混凝土路面超大弯沉成因分析

季 节¹, 徐世法¹, 罗晓辉¹, 金虎一²

(1. 北京建筑工程学院 北京市 100044; 2. 辽宁盘锦市公路管理处 盘锦市 124000)

摘 要: 通过对辽宁省盘锦地区沥青混凝土路面典型路段的路况调查和弯沉值的测试,发现其弯沉值普遍过大,但表观状况良好。通过计算各结构层的回弹模量值,分析了出现这种现象的可能原因,并提出现有容许弯沉值在盘锦地区使用的局限性,结合该地区的实际情况,推荐了适用于盘锦地区的容许弯沉值计算公式,提出了优化路面设计的建议。

关键词: 沥青混凝土路面; 弯沉; 回弹模量; 容许弯沉值

弯沉是沥青混凝土路面结构设计 with 评价的一项主要技术指标。通常认为,当实际弯沉值大于容许弯沉值时,路面的结构强度便不能满足使用要求,会产生结构性破坏。沥青混凝土路面的弯沉值越大,结构强度越低,路面就越容易出现病害,导致使用性能下降。但在辽宁省盘锦地区,每年的公路例行养护调查与评价时却发现,有些公路(大部分竣工时间在 1991 年~1992 年)在其使用年限末期,其弯沉值远远大于规定的路面容许弯沉值,但其他各项指标却能满足要求。有些路段即使没有进行适当的罩面,但在继续使用后也没有出现预计的严重损坏。那么,是什么原因导致这些路段弯沉值过大而使用状况良好?该地区的

容许弯沉值应如何确定? 针对上述问题,进行了大量的调查和分析。

1 盘锦地区路况调查

1.1 典型路段选取

根据盘锦地区的自然气候条件选取了 4 个典型的路段。为了使其具有代表性,选择这 4 个路段时,考虑了以下几个因素:(1)公路等级及交通量基本相同;(2)路面的结构组合型式基本相同;(3)路基土的性质基本相同;(4)使用年限基本相同。

具体的路面结构类型见表 1。

1.2 交通状况调查

表 1 路面结构类型示意

路段	沈盘线	大锦线	庄林线	库二线
路面结构示意	沥青碎石 3 cm	沥青碎石 3 cm	沥青表处 3 cm	沥青表处 2 cm
	水泥稳定碎石 15 cm	沥青贯入式 4 cm	沥青贯入式 4 cm	沥青贯入式 3 cm
	天然级配砂砾 30 cm	水泥稳定碎石 15 cm	水泥稳定碎石 15 cm	水泥稳定碎石 15 cm
	路基(亚粘土)	天然级配砂砾 27 cm	天然级配砂砾 27 cm	天然级配砂砾 30 cm
	公路等级:二级 竣工时间:1992	路基(亚粘土) 公路等级:二级 竣工时间:1991	路基(亚粘土) 公路等级:二级 竣工时间:1991	路基(亚粘土) 公路等级:二级 竣工时间:1991

针对这 4 个典型路段进行了交通状况的调查,结果见表 2。

1.3 路面破坏状况调查

针对这 4 个典型路段进行了破坏现象的调查及

损坏等级的确定,结果见表 3。

1.4 土基回弹模量测试

利用承载板试验对这 4 个典型的路段进行土基回弹模量的测试,计算得路基回弹模量值见表 4。

表 2 交通量调查结果

路段	沈盘线	大锦线	庄林线	库二线
日平均交通量(2000 年)/(辆/日)	4 760	8 576	8 059	6 891
货车所占比例/%	32%	30%	70%	43%

表 3 路段破坏现象及损坏等级

路段	沈盘线	大锦线	庄林线	库二线
破坏现象	网裂	路表面状态较好	网裂、局部坑槽	网裂、坑槽
损坏等级	二级	一级	四级	四级

表 4 路基回弹模量实测结果

路段	沈盘线	大锦线	庄林线	库二线
路基回弹模量/MPa	29. 8	18. 6	52. 3	40. 2

注:根据《公路沥青路面设计规范》(JTJ 014—97)中的建议,二级公路的路基回弹模量不低于 25 MPa。

表 5 路表弯沉值实测结果

路段	沈盘线	大锦线	庄林线	库二线
路表弯沉值/0. 01 mm	140. 31	135. 07	75. 61	119. 31

注:根据《公路沥青路面设计规范》(JTJ 014—97)中相关公式的计算,二级公路的容许弯沉值为 64. 1(0. 01 mm)。

2 数据分析

对典型路段的调查数据进行分析,可以得出如下一些结论。

(1)在这 4 个典型路段上,除大锦线的路基回弹模量低于规范建议值要求外,其余路段的路基回弹模量值都满足规范要求。

(2)交通组成中,货车尤其是大型货车所占的比例越来越大,最高者可达到 70%。

(3)路表弯沉值相对都比较大,远远大于规范规定的容许值,但路面的破坏现象却不严重。

经过对实测数据的分析,认为弯沉过大可能存在的原因有:(1)交通组成中,重车、超载车的比例过大;(2)土基及基层材料的回弹模量低;(3)路面结构层厚度不合适;(4)容许弯沉值的标准不适用于该地区。

2. 1 超大弯沉的成因分析

(1)车辆荷载的影响。
作用在路面上的重载与超载,都会加速对路面的破坏作用。在盘锦地区境内,近年来的交通增长率为 15%。同时,由于修筑高速公路,重车、超载车较多,车辆超载率高达 50%,从而导致路面弯沉过大。

(2)路基和基层材料回弹模量的影响。

从现场调查结果来看,在所调查路段的路基两侧边沟内有积水,个别桩号附近的水位较高,两侧积水

1. 5 路表弯沉值测试

在最不利季节状态下(一次在秋后,一次在春融季节),对这 4 个典型路段进行路表弯沉值的测试,测试结果见表 5。

距路面标高仅 0. 8 m,路基常年受水浸泡,使得路基处于潮湿或过湿状态,回弹模量值小,从而导致路面的弯沉值过大。

利用实测的路表弯沉值来反算路面各结构层的回弹模量,具体的计算结果见表 6。

表 6 按路面实测弯沉值计算路面各结构层模量的结果

路段	沈盘线	大锦线	庄林线	库二线
面层模量/MPa	410	415	608	547
基层模量/MPa	279	313	460	274
底基层模量/MPa	77	89	118	74
路基模量/MPa	29. 8	18. 6	52. 3	40. 2

从表 6 中可以看出,计算的半刚性基层材料的回弹模量值都很低,其强度仅相当于级配砂砾。基层材料的模量值远远小于规范规定的建议值(半刚性基层的回弹模量值建议为 1 300~1 700 MPa,底基层的回弹模量值建议为 150~200 MPa),必然导致弯沉过大。

(3)路面结构层厚度的影响。
根据调查路段现有的路面结构组合,按新建沥青混凝土路面重新计算路面结构层的设计厚度。其具体的结果见表 7。

表 7 各结构层厚度计算结果

路段	沈盘线	大锦线	庄林线	库二线
面层厚度/cm	3	7	7	5
基层厚度/cm	35 (15)	34 (15)	31 (15)	31 (15)
底基层厚度/cm	30	27	27	30

注:括号内的数值为原有路面设计厚度。

从计算结果可知,原有路面的实际厚度普遍偏薄,不到设计厚度的 1/2,当然也会使路面出现弯沉值过大的现象。

(4)施工质量与工艺的影响。

在对典型路段进行调查的过程中发现,有些路段其沥青混凝土面层仅为薄薄的硬壳,在挖去这层硬壳以后,下面材料非常松散,根本没有形成强度。这也是路面弯沉值过大的原因之一。

2.2 容许弯沉值的适用性分析

在盘锦地区,路面弯沉值过大但使用状况良好,并没有出现严重的结构性破坏,这可能与容许弯沉值的适用性差有关。目前规范中规定的容许弯沉值计算公式只考虑了不同公路等级、面层类型和基层类型对容许弯沉值的影响,却没有充分考虑路基所处干湿状态对弯沉值带来的差异。盘锦地区的河流、水系比较发育,境内大、中、小河流共有 21 条,总流域面积达 3 570.13 km²,且地下水位较高,这些都直接影响路基的干湿类型。在一般情况下,盘锦地区的路基干湿类型多处于潮湿或过湿状态,所以,在盘锦地区使用现有的不考虑路基干湿状态的容许弯沉值计算公式有一定的局限性。

3 容许弯沉值的修正

容许弯沉值是路面在使用年限末的最不利季节且路面状况处于临界状态时,在车辆荷载作用下出现的弯沉值。目前,规范的公式中已明确了不同公路等级、面层类型和基层类型时容许弯沉值的差异,但还未考虑路基不同干湿状态的差异问题。根据盘锦地区的实际情况,以大锦线、庄林线等路段为代表,根据路段弯沉的调查结果与现行规范中公式相比较,得出路基弯沉修正系数 A_g 。推荐盘锦地区的允许弯沉值计算公式为:

$$l_R = \frac{11.0}{N_e^{0.2}} A_c \cdot A_s \cdot A_b \cdot A_g$$

式中: A_g 为路基干湿状态调整系数,干燥、中湿为 1.0,潮湿为 1.2,过湿状态为 1.5。

根据上式,计算得盘锦地区路面弯沉评价标准,见表 8。

根据表 8 的评价标准,结合盘锦地区路基的实际情况,即大多处于过湿状态,可知适用于该地区二级公路的容许弯沉值为 137.4(0.01 mm)。在这个标准条件下,所调查的盘锦地区典型路段的实际弯沉值基本上都能符合要求。

4 结语

本文从荷载、路面结构层的强度及厚度、施工工艺与质量、路基干湿状况及容许弯沉的适用性等方

表 8 盘锦地区路面弯沉评价标准 0.01 mm

公路等级	设计年限内一个车道上的 累计标准轴次/万次	路基干湿状况		
		干燥、中湿	潮湿	过湿
一级	800	45.8	54.9	68.7
	400	52.6	63.1	78.9
二级	400	69.4	83.3	104.1
	200	79.8	95.7	119.6
	100	91.6	109.9	137.4
三级	100	106.9	128.3	160.3

注:(1)路基干湿状态随季节会变化,以春融季节的最不利状态为准;(2)只适用路面基本完好的路段。

面,分析了盘锦地区路面出现过大大弯沉而路面使用状况良好的原因。结合调查与实测数据,推荐了该地区容许弯沉值的计算方法。通过典型路段弯沉验证,表明了其有效性。此外,为了保证路面的长期使用寿命,减少养护费用,建议根据盘锦地区的情况改进路基、路面设计与施工。

(1)合理的路面、路基排水系统。水对路基、路面稳定性的影响非常不利,为了防止水对路基的影响,在面层或基层结构中可以采用一些不透水的材料,如面层可采用密级配的沥青混凝土,在基层和路基之间及面层与基层之间增设一层隔离层,以防止水的下渗。

(2)采用 CRAM 结构。CRAM 结构是在路基顶面直接铺筑沥青混合料,然后再铺筑基层(一般为开级配碎石或沥青稳定碎石),面层为密级配沥青混合料磨耗层,也可以为开级配沥青抗滑表层 OGFC。这种结构的最大优点是能大幅度地减小土基顶面的压应变;其次,沥青混合料与半刚性材料不同,有较大的变形能力,可适应其下土基较大的变形;第三,可以防水、隔水,因此适用盘锦地区路基潮湿或过湿、土基模量较小的情况。

(3)适当的基层厚度。在路面的设计过程中,路面各结构层的设计厚度除了考虑经济效益外,还要符合强度的要求。如果仅从节约成本的角度出发,而忽略承载能力的要求,往往会得不偿失。

参考文献:

- [1] JTJ 014—97,公路沥青路面设计规范[S].
- [2] 邓学均. 路基路面工程[M]. 人民交通出版社,1999.
- [3] JTJ 059—95,公路路基路面现场测试规程[S].
- [4] 朱照宏. 路面力学计算[M]. 人民交通出版社,1984.