

文章编号:1003-651X(2001)01-0006-03

水泥混凝土路面胀缝设计方法探讨

蔡岳雄¹, 罗 平²

(1. 广东省揭阳市公路局, 广东 揭阳 522031 2. 深圳市南油房地产公司)

摘 要:文中对水泥混凝土路面胀缝破坏的原因进行了分析, 针对胀缝设计、施工过程中存在的问题, 提出了改进的胀缝设计方法, 以及不设胀缝或少设胀缝的理论分析。

关键词:混凝土路面; 胀缝; 干燥收缩; 摩阻力 *

在水泥混凝土路面病害调查过程中发现, 所有胀缝均有不同程度的破损、开裂, 已严重地影响到行车的舒适性、安全性以及水泥混凝土路面的耐久性。水泥路面胀缝处的病害主要与胀缝的设计方法、施工方法有关。

1 现行胀缝设计与施工中存在的问题

水泥路面胀缝的设计、施工方法参见《公路水泥混凝土路面设计规范》JTJ 012-94 和《水泥混凝土路面施工及验收规范》GBJ 97-87。但实际施工操作时存在如下问题:

① 胀缝传力杆安装时平行度不够。在施工操作时往往没有按设计要求设置外侧定位横板, 造成传力杆中心线与板面及路面中心线不平行, 其偏差易超过规范技术要求。

② 漏装套筒, 更没有预留收缩余量。按胀缝的设计要求, 必须装 10 cm 的小套筒, 留 3 cm 空隙填充纱头等。但施工操作过程中, 很少见到施工单位设置套筒, 这可能是因为施工时怕麻烦, 也可能是施工人员没有认识到设置套筒和预留空隙的真正意图。

③ 传力杆沥青涂层过厚、脱落。规范要求胀缝传力杆的一端应涂沥青, 但有些施工

单位在涂沥青时厚度不均匀, 有的涂得太厚, 影响相邻板的互相传力。另外, 有些传力杆沥青涂层脱落, 没有补涂, 使滑动传力杆失去滑动作用。

④ 胀缝内填充料散失, 硬物嵌入缝内, 而出现胀缝挤碎。由于胀缝缝隙较宽, 嵌缝材料易脱落, 硬物如砂、石等, 极易嵌入而引起缝边挤碎。

⑤ 施工时胀缝板上端预留部位(完工后填嵌缝料)应采用模板隔开, 而有些施工单位在施工时不注意, 没有设模板隔开, 将本应预留的部位填满了混凝土, 以后用沥青材料嵌缝之后不易被发现, 一旦有少量膨胀变形, 嵌缝料下的混凝土就会鼓出来, 损坏胀缝。

基于上述原因, 水泥混凝土路面胀缝破坏率相当高。有些施工单位没有认识到问题的实质, 片面地认为胀缝的破坏主要是由于缝宽不够, 而一味地扩大胀缝宽度, 规范规定为 2.0~2.5 cm, 但有些施工单位已将缝宽扩大到 4.0~5.0 cm。这样一来, 胀缝的问题虽不能解决, 反而造成新的问题, 如缝过宽而影响相邻板的相互传力, 边缘破损的可能性增大等。

笔者曾经进行过大量观测分析, 发现胀缝严重损坏的根本原因是滑动传力杆失效、

硬物嵌入胀缝等 ,并非胀缝宽度不够。

2 改进的胀缝设计方法

从以上分析可知 ,胀缝严重破损的根本原因是滑动传力杆失效及硬物嵌入等。滑动传力杆失效主要是现行胀缝设计中滑动装置过于复杂 ,技术难度大 ,施工单位往往不按此要求做 ,绝大部分施工单位图方便 ,取消套筒 ,以涂沥青取而代之 ,这样传力杆完全失去滑动作用 ,仅起传力作用 ,因此拱起、挤碎等病害不可避免。

为便于施工 ,又能有效地控制滑动传力杆失效问题 ,曾按图 1 所示的方法在几条国道水泥混凝土路面施工中普遍采用 ,胀缝破损情况大为改观 ,但硬物嵌入胀缝造成的边缘破损问题仍无法解决。该胀缝设计方法最大的优点就是施工方便 ,克服了滑动传力杆失效及传力杆安装复杂等技术问题。钢筋网局部加强后 ,能解决胀缝边缘受力薄弱问题 ,使边缘受力更加明确。

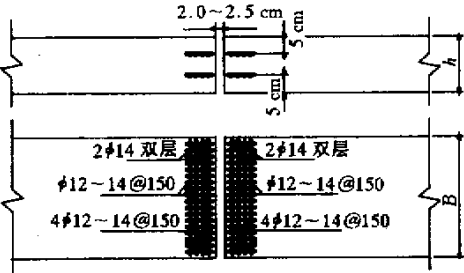


图 1 建议的胀缝配筋简图

3 水泥混凝土路面不设或少设胀缝的理论分析

3.1 基层对面层的强大嵌锁作用

现行水泥混凝土路面设计规范设计胀缝时没有考虑路面基层与路面间的摩擦阻力 ,假设层间是自由伸缩的。而实际情况并非如此 ,基层对面层施加了强大的嵌锁作用 ,在室

内对多种基层结构进行了大量的模拟试验 ,其基层材料类型如表 1 ,实测层间摩阻力数据如表 2。

表 1 基层材料参数

基层材料配合比	最大干密度 /g·cm ⁻³	28 天抗压强度 /MPa
水泥 5:石屑 100	2.18	6.87
石灰 12:土 100	1.78	1.17
水泥 6:级配碎石 100	2.38	7.83
石灰 4:粉煤灰 13: 砂 43:碎石 40	2.06	2.10

表 2 层间粘结剪切应力 f_n 和静摩擦力 f_m 试验结果

基 层 类 型	层间粘结剪力 /MPa		静摩擦力 /MPa	
	混凝土养 护 2 天	混凝土养 护 4 天	层间无 隔离膜	层间有 隔离膜
石灰土	0.141	0.160	0.005 6	0.004 2
水泥稳定石屑	0.530	0.580	0.005 4	0.004 0
水泥级配碎石	0.660	0.752	0.005 6	0.005 1
石灰粉煤灰碎石	0.290	0.315	0.005 9	0.004 4

注 混凝土配合比 :C = 369 kg ; S = 570 kg ; G = 1 330 kg ; W = 170 kg ; W/C = 0.46 碎石最大粒径 30 mm #425 普通硅酸盐水泥

由于基层与面层间强大的层间摩阻力 ,使低温季节施工的水泥混凝土路面气温升高时膨胀变形无法累计起来 ,集中至胀缝处 ,设置胀缝时假设面层自由伸缩前提条件是不成立的 ,理由如下 :

① 从胀缝破坏外观来看 ,胀缝破坏并不是胀缝缝隙闭合而被挤坏 ,往往破坏的胀缝处缝隙仍较宽 ,既然胀缝缝隙没有愈合 ,就有理由相信 ,所有板体的膨胀没有累计起来。

② 表 2 中实测数据表明 ,层间粘结剪力是很强的 ,在常规情况下不是想象的那样面层随温度升高而自由地膨胀 ,这一点也可以从现场水泥混凝土路面整仓修补过程中找到有力的证据。在混凝土路面修补过程中 ,施工人员敲掉混凝土路面板时发现面层与基层间有良好的粘结 ,而不是想象的那样面层与基层完全脱开 ,可自由伸缩。既然每块路面板的膨胀量因基层的嵌锁作用而无法集中至胀缝处 ,那么预留那么宽的胀缝又有何益 ?

3.2 季节温差取值问题

在胀缝缝隙宽度及胀缝间距设计时 ,均要考虑施工季节温差问题 ,按现行胀缝设计

方法,季节温差一般取高温季节最高温度与低温季节最低温度之差来计算混凝土路面的膨胀量,这是十分安全和保守的。笔者认为估算膨胀量时,温差取值偏大。

在低温季节(时间为1996年10月底)对水泥混凝土路面内部温度情况进行了实测,现场实测数据如图2。从实测升温曲线可看出,混凝土在终凝前有一个快速升温过程,峰值温度比拌和物温度(与当时的气温接近)高 $8.5 \sim 10.0^\circ\text{C}$,这部分升温膨胀大部分被塑性拌和物的徐变作用抵消了,因此,超过温峰之后,混凝土开始温缩,最终与气温达到平衡。如果气温回升,就总变形而言,混凝土此时并没有膨胀,而是在弥补原来从温峰降温而产生的那部分温缩而已。混凝土内部温度回升至当时温峰温度时,温差应力为来年(或历年)最高温度与当时混凝土温峰温度之差,而不是与当时的施工气温之差,如要换算成当时施工温度的话,应将施工温度增加 $8.5 \sim 10.0^\circ\text{C}$,即 $\Delta t = t_{\max} - (t_{\text{施}} + 8.5 \sim 10.0)$ 式中:

Δt ——温差, $^\circ\text{C}$;

$t_{\max}$ ——来年或历年最高温度, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{施}}$ ——混凝土施工温度, $^\circ\text{C}$ 。

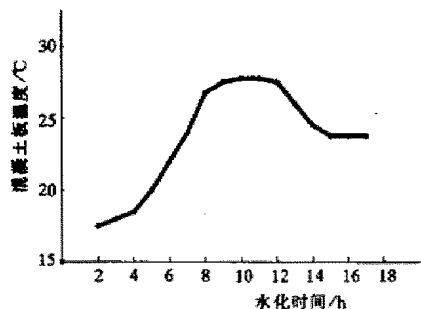


图2 低温季节水泥混凝土路面水化升温曲线图

3.3 水泥混凝土干燥收缩的影响

干缩随时间具有持续增长的趋势,甚至28年后仍能观测到一些变化,有关文献指出,常规混凝土两周内的收缩为20年收缩的 $14\% \sim 34\%$,3个月之内的收缩为20年收缩

的 $40\% \sim 80\%$,一年之内的收缩为20年收缩的 $66\% \sim 85\%$,因此,低温施工的混凝土路面待来年高温季节有一段相当长的时间间隔。就南方省份的情况来看,下半年的施工高峰期集中在9~10月份,其中低温时间主要指10月底和11月份及12月份,12月份之后因气温偏低,一般不施工。第二年的高温季节出现在6~8月份,达到此时期有6~7个月的时间间隔,第二年3~4月份施工的混凝土路面因施工气温有所回升,与最高极端温度的温差减小,且至高温季节也有2~3个月的时间间隔。从对水泥混凝土进行的干燥收缩试验得知,普通混凝土一个月的干燥收缩约为 $1.2 \times 10^{-4} \text{ mm/mm}$,两个月内的干燥收缩为 $1.6 \times 10^{-4} \text{ mm/mm}$,三个月内的干燥收缩为 $2.2 \times 10^{-4} \text{ mm/mm}$,四个月的干燥收缩为 $2.4 \times 10^{-4} \text{ mm/mm}$ 。这一收缩量相当于 $15 \sim 20^\circ\text{C}$ 温差产生的膨胀量。

低温季节与高温季节温差约为 $\Delta t = 40 - (5 + 10) = 25^\circ\text{C}$,式中最高温度取 40°C ,虽然夏季混凝土表面温度有可能超过 40°C ,但混凝土内部温度一般要低些。因此,综合考虑,取 40°C 。规范允许最低施工温度为 5°C ,水化温升取 10°C 。

第二年雨季后与高温季节的温差为 $\Delta t = 40 - (15 + 10) = 15^\circ\text{C}$,式中数据含义同上,雨季后气温回升,取 15°C 的气温不算高。

因此,综合干燥收缩的影响(抵消 $15 \sim 20^\circ\text{C}$ 温差产生的膨胀),混凝土路面即使在高温季节,内部残留的膨胀也相当小,而且残留小部分膨胀不会对路面产生不良影响,反而对接缝的传力、耐疲劳破坏均有好处。

4 结语

水泥混凝土路面胀缝设计和施工存在的问题,已严重影响到水泥混凝土路面的使用,给维修造成极大困难,改进胀缝设计方法是一个不容忽视的问题,本文以上分析归纳起

来体现如下观点：

① 水泥混凝土路面胀缝破坏主要是滑动传力杆失效和硬物嵌入所致,采用钢筋网取代传力杆能有效地解决滑动传力杆失效的问题。

② 现行水泥混凝土路面设计规范设计胀缝时未考虑基层与面层间的强大摩阻力,且季节温差取值偏大,未考虑混凝土干燥收缩等多项有利因素。

③ 一般情况下,可以取消胀缝,但在某些特殊部位,如同构造物交接处、小半径平曲

线处、小半径竖曲线处及复杂的交叉口交汇处等,由于膨胀变形的非线性,因此均应设置胀缝。

参考文献：

- [1] 交通部公路规划设计院. 公路水泥混凝土路面设计规范(JTJ 012-94) [S]. 北京:人民交通出版社,1995.
- [2] 朱梦良. 水泥混凝土路面早期病害防止技术研究[J]. 长沙交通学院学报,1998(1).
- [3] [英]A·M内维尔著,李国泮等译. 混凝土的性能[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1983.