

道路路面水泥混凝土板横向裂缝的成因探究、治理和预防措施

何程楷 李 侃

中建三局第三建设工程有限责任公司 湖北武汉 430000

摘 要: 本文结合工程实际情况, 探究分析道路路面水泥混凝土板横向裂缝产生的原因, 并提出相应的治理和预防措施。

关键词: 水泥混凝土板; 横向裂缝; 治理; 预防措施

随着经济的快速发展, 重交通、重载对高等级道路的要求也越来越高。为保证道路能够在重交通、重载下达到设计使用年限, 复合式路面结构设计被广泛应用于高等级道路建设中, 然而伴随着这种路面设计结构的大量使用, 发现其陆续出现以裂缝为主的病害, 包含横向裂缝、纵向裂缝、错台等。本文将结合工程实际, 重点分析道路路面水泥混凝土板横向裂缝的成因, 并针对分析的结果提出有效的治理和预防措施。

1 工程概况及路面结构层设计概况

某道路工程全长约 2.41km, 设计中心线全线为直线, 设计等级为城市主干道。道路起点施工桩号为 K0+050, 道路终点施工桩号为 K2+463.527。该道路红线宽 55m (近期实施), 主车道设计车速 60km/h, 辅道设计车速 40km/h, 道路横断面组成为 5.75m (辅道) +1.25m (侧分带) +15.5m (主车道) +10m (中央分隔带) +15.5m (主车道) +1.25m (侧分带) +5.75m (辅道) =55.0m。

该道路主车道设计路面结构从上至下如下表所示:

表 1 主车道设计路面结构表

名称	结构	厚度
上面层	细粒式改性 (SBS 改性) 沥青混凝土 (AC-13C)	4cm
粘层	PC-3 型乳化沥青	
中面层	粗粒式沥青混凝土 (AC-25C)	8cm
粘层	PC-3 型乳化沥青	
封层	同步碎石封层	0.6cm
	抗裂贴缝宽 1m	
下面层	单层钢筋网水泥混凝土 ($f_r \geq 5.0\text{MPa}$)	26cm
下封层	ES-3 型乳化沥青稀浆	1cm
透层	PC-2 型乳化沥青	
上基层	5%水泥稳定碎石	18cm
下基层	5%水泥稳定碎石	18cm
底基层	4%水泥稳定碎石	18cm
土基	素土夯实	

其中, 单层钢筋网水泥混凝土面层, 纵向采用直径 14mm 间距 35cm 的螺纹钢, 横向采用直径 14mm 间距 50cm 的螺纹钢。纵向钢筋设于面层表面以下 8cm, 横向钢筋位于纵向钢筋之下。横向缩缝采用设传力杆的假缝形式, 顶部切槽口, 并灌塞填缝料。纵向缩缝采用拉杆的假缝形式, 采用半刚性基层时, 槽口深度应为板厚的 2/5。

纵缝平行于路中线, 横缝垂直于纵缝。主道道路标准段板块尺

寸分为 $3.75 \times 8\text{m}$ 和 $4 \times 8\text{m}$ 两种。主道纵向接缝间距为 3.75/4m, 主道横向接缝间距为 8m。

单层钢筋网水泥混凝土面层分块布置图及纵、横向缩缝大样图如下:

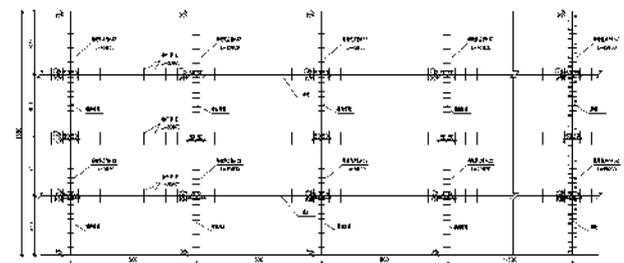


图 1 主路混凝土路面平面分块布置图

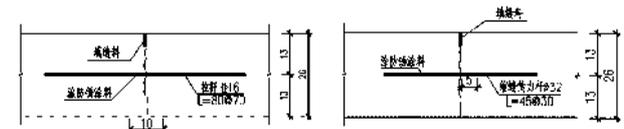


图 2 道路纵向缩缝及横向缩缝

2 横向裂缝的成因

2.1 横向裂缝发生的部位

经现场调查, 发现水泥混凝土面层出现横向断板位置大多数在两条胀缝的中部, 即在最大收缩受力部位出现规律性横向断板, 裂缝间距约 6~8m。

2.2 横向裂缝的成因分析

水泥混凝土面层出现早期横向裂缝, 主要有以下原因:

(1) 混凝土坍落度过大, 导致混凝土路面出现干缩裂缝。对于水泥混凝土路面而言, 混凝土坍落度越小越好, 但是目前大部分工程采用的都是商品混凝土, 在混凝土搅拌站集中配料拌制后通过混凝土罐车运送到施工现场进行浇筑。生产、运输、浇筑等各方面原因决定了商品混凝土的坍落度不能太小, 根据工程实际情况, 坍落度一般控制在 140~160mm。

(2) 养护不及时或养护方法不当, 造成混凝土表面水分蒸发太快, 而内部湿度变化较小, 因而混凝土表面收缩受到内部约束, 从而形成干缩裂缝。

(3) 切缝不及时或者深度不足, 造成混凝土板内部应力集中, 在板薄弱处形成裂缝。依据《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40-2011 第 5.3.1 条规定要求, 本工程钢筋网水泥混凝土路面, 横向切缝深度应为 $(1/4 \sim 1/3)h$, 即 65~87mm, 而现场实际切缝深度

为 60mm, 未达到有效的预切缝的效果, 导致混凝土板内部应力集中, 在板薄弱处形成裂缝(两条胀缝的中间部位)。

(4) 行车荷载也是造成裂缝的原因之一。当车辆行驶经过上述水泥混凝土板应力集中部位(两条胀缝的中间部位)时, 汽车轴载前后出现在应力集中部位的两侧, 产生剪切应力, 在剪切应力多次作用后, 该部位混凝土板结构被破坏, 开始产生横向裂缝。

(5) 在裂缝出现后, 雨天或者施工产生的路表水通过裂缝下渗到水泥混凝土结构层底面, 在车辆行驶经过该处时, 车辆的重力和加速度作用于水泥混凝土板, 导致板底的积水形成高速流动的水流, 不断冲刷水泥混凝土板下方的水泥稳定碎石基层, 水稳基层的粒料被水流冲刷至裂缝处, 导致水泥混凝土板底脱空面不断扩大。

3 横向裂缝的治理和预防措施

3.1 检测方法

表 2 水泥混凝土板厚度检测结果汇总表

检测区间	设计板厚/cm	实测板厚/cm			平均值/cm	极值/cm
		点 1	点 2	点 3		
左幅 K0+600-K0+700	26.0	25.7	26.3	26.7	26.08	25.3/26.7
左幅 K0+700-K0+800	26.0	26.4	26.2	25.9		
左幅 K0+800-K0+900	26.0	26.0	26.1	26.5		
左幅 K1+600-K1+700	26.0	25.3	25.9	26.4		
左幅 K1+700-K1+800	26.0	25.6	25.8	26.0		
左幅 K1+800-K1+900	26.0	26.3	26.5	26.6		
右幅 K1+300-K1+400	26.0	26.0	25.7	25.7		

根据《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30-2014 表 13.2.1 水泥混凝土路面铺筑质量标准及检查项目、频率和方法中第 2 项次对板厚度的规定:

1) 平均值判定:

平均值-设计值=(26.08-26.0)cm=0.8mm \geq -5mm, 符合规范要求;

2) 极值判定:

①极小值: 极小值-设计值=(25.3-26.0)cm=-7mm \geq -15mm, 符合规范要求;

②极大值: 极大值-设计值=(26.7-26.0)cm=7mm \geq 15mm, 符合规范要求。

(2) 水泥混凝土板强度检测结果

表 3 水泥混凝土板抗压强度检测结果汇总表

检测区间	设计强度/MPa	实测强度/cm		
		点 1	点 2	点 3
左幅 K0+600-K0+700	C40	42.3	43.7	44.1
左幅 K0+700-K0+800	C40	41.8	44.5	43.6
左幅 K0+800-K0+900	C40	43.2	44.4	44.6
左幅 K1+600-K1+700	C40	45.8	46.1	42.1
左幅 K1+700-K1+800	C40	43.5	44.6	42.4
左幅 K1+800-K1+900	C40	44.3	44.7	45.3
右幅 K1+300-K1+400	C40	42.6	45.7	44.3

分析: 水泥混凝土板抗压强度检测结果符合设计要求。

表 4 水泥混凝土板弯拉强度检测结果汇总表

检测区间	设计强度/MPa	实测强度/cm		
		点 1	点 2	点 3
左幅 K0+600-K0+700	≥ 5.0	5.7	5.3	5.9

为确定路面水泥混凝土断板的治理方案, 工程项目部外请专业的第三方检测单位对水泥混凝土面层进行取芯检测和传荷系数检测。

(1) 对断板区域进行水泥混凝土面层取芯检测, 检测板厚度及强度, 每个区域取芯 3 处, 判断是否板厚度差异导致裂缝、是否是混凝土坍落度过大导致水泥混凝土板强度偏低。

(2) 对断板处的横向裂缝, 利用落锤式弯沉仪进行裂缝两侧的混凝土板传荷系数检测, 逐条裂缝检测, 依据《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40-2011 中 8.3 接缝传荷能力和板底脱空状况调查评定。

3.2 检测结果及分析

取芯检测结果及分析

(1) 水泥混凝土板厚度检测结果

左幅 K0+700-K0+800	≥ 5.0	5.5	6.0	5.2
左幅 K0+800-K0+900	≥ 5.0	5.2	5.4	5.7
左幅 K1+600-K1+700	≥ 5.0	5.9	5.4	5.6
左幅 K1+700-K1+800	≥ 5.0	5.4	5.2	5.7
左幅 K1+800-K1+900	≥ 5.0	5.5	5.6	5.1
右幅 K1+300-K1+400	≥ 5.0	5.3	5.6	5.8

分析: 水泥混凝土板弯拉强度检测结果符合设计要求。

(3) 取芯检测结果分析

由表 2、表 3 以及表 4 分析结果可知, 本次发生横向裂缝的路面水泥混凝土板的板厚、水泥混凝土抗压强度、水泥混凝土弯拉强度均达到设计规范要求, 因此可以判定施工现场断板的成因与板厚及施工所采用的水泥混凝土无关。

传荷系数检测结果及分析

(1) 确定判断依据

表 5 正常切缝部位传荷系数检测结果汇总表

桩号	$k_f=w_n/w_i$	接缝传荷能力等级
K0+460	80.2%	优良
K0+480	63.2%	中
K0+500	90.3%	优良
K0+520	82.5%	优良
K0+540	79.5%	中
K0+560	78.0%	中
K0+580	82.9%	优良
K0+600	81.9%	优良
K0+620	73.6%	中
K0+640	77.5%	中

K0+660	82.7%	优良
K0+680	81.9%	优良
K0+700	67.0%	中

由表 5 可知,正常切缝部位的传荷系数也有部分接缝传荷能力为中级,故本次将传荷能力等级 \geq 中级作为判断处理的依据。

表 6 断板横向裂缝处传荷系数检测结果汇总表

桩号	传荷系数				桩号	传荷系数			
	左一	左二	左三	左四		右一	右二	右三	右四
K0+680		51.3%	65.6%		K1+340		61.5%	60.8%	
K0+700	52.2%	47.6%	53.9%	51.3%					
K0+740		81.9%							
K0+770	36.6%	50.7%	45.9%	51.7%					
K0+780	50.7%	46.0%							
K0+820			96.7%						
K0+830	52.8%	52.3%	41.4%	54.9%					
K1+670		98.0%	64.8%						
K1+680		95.3%	60.3%	71.8%					
K1+690		69.4%							
K1+780	38.0%	39.1%	37.4%	53.6%					
K1+790	89.2%	65.7%	31.5%	68.1%					
K1+810	93.5%	69.4%	95.0%	75.0%					

3.3 治理措施

(1) 对于传荷能力等级为中级以上(含中级)的裂缝(传荷系数 $\geq 60\%$):

先采用空气压缩机配置扇形喷嘴将裂缝内的小石子等杂物清理干净,并用细铁丝制成的小弯钩掏尽裂缝内难以清理的杂物,然后进行填缝,填缝料按原设计采用聚氯乙烯胶泥,最后在水泥混凝土板裂缝顶面铺贴抗裂贴。

(2) 对于传荷能力等级为中级以下的裂缝(传荷系数 $< 60\%$):

由于水泥混凝土断板底部脱空,板边压浆处理能够在断板与水稳层之间的空隙形成一层稳定性好、强度高、与断板和水稳层紧密贴合的结构层,起到加固断板和恢复基层承载力的作用。

先按照相同的方法清理裂缝内的杂物,然后进行板边压浆稳固处理,养护后再进行传荷系数检测,是否达到传荷系数 $\geq 60\%$ 。若传荷系数达到 60% ,则在裂缝顶面铺贴抗裂贴;若传荷系数依旧未达到 60% ,则进行换板处理。

在表 7 中以左一、左二、左三、左四分别表示左幅第一、二、三、四条主车道,以右一、右二、右三、右四分别表示右幅第一、二、三、四条主车道。

表 7 传荷能力为中级以下的裂缝处理后传荷系数检测结果汇总表

桩号	传荷系数			
	左一	左二	左三	左四
K0+680		72.7%		
K0+700	78.3%	68.2%	72.4%	71.4%
K0+770	58.9%	73.8%	64.2%	69.3%
K0+780	75.1%	65.9%		
K0+830	73.5%	77.4%	62.3%	76.7%
K1+780	56.3%	60.5%	58.1%	71.6%
K1+790			53.9%	

(2) 断板横向裂缝处传荷系数检测结果

在表 6 中以左一、左二、左三、左四分别表示左幅第一、二、三、四条主车道,以右一、右二、右三、右四分别表示右幅第一、二、三、四条主车道。

由表 7 可知,经过压浆处理后,大部分断板裂缝处的传荷系数已达到 60% ,对于处理后传荷系数依旧小于 60% 的断板进行换板处理。

4 横向裂缝的预防措施

(1) 由混凝土搅拌站发出的罐车在到达施工现场后,及时进行混凝土坍落度检测,坍落度根据工程实际情况进行控制,不宜过大。

(2) 控制板厚和板面的平整度。现场施工时按照设计板厚进行支模,并注意控制整个板面的平整度。

(3) 及时切缝。一般在混凝土强度达到设计强度的 $30\% \sim 40\%$ 时进行切缝,时间一般是在拆模后 $12h$ 左右,可以根据当天气温适当调整切缝时间。

(4) 控制切缝深度。依据《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40-2011 第 5.3.1 条规定要求,横向切缝深度应控制在 $(1/4 \sim 1/3)h$, h 为水泥混凝土板设计厚度。

(5) 加强路基和基层的施工质量,保证路基的压实度和平整度、基层的强度达到规范要求并通过检测和验收后方可进行水泥混凝土板施工。

5 结语

路面水泥混凝土板的横向裂缝往往是由混凝土坍落度控制不当、板厚不均匀、横向切缝不及时、切缝深度不足等原因导致的,因此在施工过程中应注意控制混凝土质量,对施工人员做好交底是至关重要的。当发现裂缝后,及时分析裂缝的成因,采取针对性的治理措施,如换板、注浆等,避免后期因裂缝处理不及时或处理不当而产生大量的维修费用。

参考文献:

- [1]JTG D40-2011.公路水泥混凝土路面设计规范[S].
- [2]JTG/T F30-2014.公路水泥混凝土路面施工技术细则[S].