

文章编号: 1002-0268 (2003) 06-0035-04

# 道路纵向裂缝病害成因

孟繁宏<sup>1</sup>, 张增科<sup>1</sup>, 崔素敏<sup>2</sup>

(1. 河北省京津高速公路管理处, 河北 保定 071051; 2. 河北省公路局, 河北 石家庄 050051)

**摘要:** 高速公路出现纵向裂缝, 拱形沉降, 过早地对道路的结构造成破坏。通过对高速公路路面产生的病害进行现场观测, 取样探查, 对产生的原因进行认真的分析和研究。

**关键词:** 纵向裂缝; 拱形沉降; 病害成因

中图分类号: U418.6<sup>+</sup>6

文献标识码: A

## Research on Cause of Road Longitudinal Crack

MENG Fan-hong<sup>1</sup>, ZHANG Zeng-ke<sup>1</sup>, CUI Su-min<sup>2</sup>

(1. Baojin Expressway Administration Department, Hebei Baoding 071051, China

2. Road Bureau of Hebei Province, Hebei Shijiazhuang 050051, China)

**Abstract:** The longitudinal crack and vaulted subsidence of highway have destroyed road structure. By spot investigation and sampling exploration, this paper analyzed and researched the causes of the damage.

**Key words:** Longitudinal crack; Vaulted subsidence; Cause of disease

保津高速公路 1999 年 12 月 28 日全线通车, 设计标准为路基宽 27m, 双向四车道, 路面厚 71cm。其中, 底基层为 20cm 石灰土; 下基层为 18cm 二灰稳定级配碎石; 上基层为 18cm 水泥稳定碎石; 下基层为 6cm 粗粒式 70 号沥青混凝土 (AC-25I); 中面层为 5cm 粗粒式 70 号 SBS 改性沥青混凝土 (AC-25I); 表面层为中粒式密级配 70 号 SBS 改性沥青混凝土 (AC-16I)。路基填土高约 4~5m。2000 年 11 月发现, K43~K67 路段局部行车道标线处发生轻微纵向裂缝 (约 3mm) 和拱形沉降, 尤其 K52 前后, 发展变形较快。自 2003 年初检测专业部门采用多种手段对这一道路病害进行检测、探查、研究, 寻找其生成的原因, 经过调查, 对这一道路病害形成原因有了初步结论。

### 1 道路纵向裂缝及拱形沉降

2000 年初, 发现该路产生轻微纵向裂缝, 病害有进一步发展的趋势, 到 2003 年春天路况急剧下降, 横向纵向裂缝形成网裂, K52 处尤为突出, 道路横坡发

生变化, 原设计 1.75% 的道路横坡在 K43~K67 地段处, 实测只有 0.5% 左右; 在部分通道内南北幅侧墙中间施工缝处, 通道侧墙顶部没有什么缝隙, 高 3.5m 的通道侧墙底和底板拉开 15cm 的缝隙; 2001 年处理桥头跳车时, 发现在超车道处有桥头填料厚度约 25~30cm, 重载车长期碾压的行车道填料厚度约 15cm, 而在停车带填料约 10cm。2003 年又发现路面纵缝发生外侧高, 内侧低的错台。我们将这些现象统一到一个断面来观察研究, 发现路基出现倒拱型沉降。

### 2 采用多种检测手段对病害路段进行检测

为了对该路段纵向裂缝及拱形沉降有一个充分的认识, 在搜集相关资料的基础上运用探地雷达、瑞雷面波等无损检测技术, 结合钻孔取芯、探坑挖验等方法了解纵向裂缝在路面裂缝内部、路基内部存在的状况; 另外, 通过钻探查明路段路基填土、地基的性质、地质结构、地下水位情况等。检测主要内容有: ①区域地质环境调查; ②路面纵向裂缝调查; ③路面

内部状况检测; ④路面强度检测及评价; ⑤路基、地基、地质钻探及相关实验。

## 2.1 区域地质及环境调查

1. 沿线所经地区属华北平原地带, 地形平坦开阔, 地貌形态单一, 地形相对高差在 3m 左右。从地质年代说, 属中生代燕山运动以前为海洋, 燕山运动和新生代喜马拉雅运动, 加速了河北平原的相对下降和西部山区的相对上升。该区出露地层均为第四冲积系、洪积地层, 岩性为亚粘土、亚砂土, 粉、细砂等。

2. 该区属温带大陆性气候, 冬季寒冷少雪, 春季干燥, 夏季炎热多雨。平均气温  $11.5^{\circ}\text{C}$ , 年平均降水量为 543mm, 雨量集中在 6~8 月份, 地表水较发育, 沟渠流量呈季节性变化, 枯水干旱季节, 水量较小, 雨季丰水期流量增多, 52km 处原来是滞洪区地带, 地下水属孔隙形潜水, 当地老百姓任意取土, 改造河道, 使地质发生变化, 造成地基不稳, 再加上大型超吨位车在公路上行驶, 造成公路路基的不规则破坏。

## 2.2 道路纵向裂缝调查

纵向主裂缝一般位于行车道右轮迹部位。形成初期为细微裂缝, 路面无变形, 随着公路的使用, 经过雨季和冬季的天气变化, 公路病害继续发生变化, 裂缝宽度加大, 再发展出现拱形沉降错台等变形, 并产生支缝见图 1, 有时沿轮迹带出现两条或多条纵缝, 并在纵缝间出现横向和斜向连接缝, 形成网裂见图 2, 并伴有明显的沉降裂缝。

在 K43~K67 路段有 6km 几乎全段分布, 南北半幅数量相当, 但南半幅右轮迹带沉降较重, 错台较为突出, 高差 8~10cm, 左轮迹带裂缝较轻; 北半幅网裂较突出, 并且行车道左轮迹带裂缝明显增多, 有的甚至向内延伸发展到超车道。

## 2.3 路面内部状况检测

### 1. 钻孔取芯检测

分别在错台、沉陷、一般纵向裂缝、网裂、良好等处



图 1



图 2

取芯 8 处, 共取样 10 个, 取出的芯样状况见表 1。

网裂处的芯样面层较破碎、不完整, 基层松散不成块, 距其约 30cm 处所取样芯较完整。行车道沉陷处芯样基层松散, 甚至中下层也松散破碎只能取出上面层。另外, 有部分芯样上下层之间、下层与基层之间结合不好, 各层未能形成一个连续的整体结构。

### 2. 挖验检测

探坑挖验的目的是为探明裂缝在路面结构层内部的发展状况。挖验地点分别选择南半幅 K50+960 和北半幅 K50+878 处。

南半幅 K50+960 探坑错台严重, 行车道左轮迹带外侧高出内侧 3cm, 裂缝宽度 1.5cm, 见图 3、图 4。

通过探坑可看到: 裂缝及错台在各个结构层都存在, 裂缝宽度和错台高度在各层没有明显的变化, 沿裂缝各层骨料较松散, 71cm 以下 (路基填土部分) 裂缝较轻, 基层与底基层的缝间充填泥质物。

K50+878 处在二灰碎石层表面, 裂缝位置向路肩部位发展, 与上层裂缝错开 10cm; 在灰土层表面, 裂缝继续向路肩偏移 15cm, 边坡未见滑移、鼓出现象。

## 2.4 路面强度检测及评价

路面强度测试位置为行车道, 检测目的是对行车道的承载能力进行评价, 测试采用自动弯沉车, 轴重 100kN, 轮胎压力为 0.7MPa, 测速约 3km/h, 按自然步距每 7m 左右测定一次 (左右轮各有一个测点)。检测时间为 2003 年 3 月 20 日~3 月 23 日, 检测最低气温  $2^{\circ}\text{C}$ , 最高气温  $15^{\circ}\text{C}$ 。数据处理以 100m 为一个段落计算代表弯沉值, 优良中次差所占的百分比为: 上路线良等路为 41%、中等路为 17.6%、次等路为 17.6%、差等路为 35.3%, 下行路线中等路线为 18.7%、次等路为 29.4%、差等路为 37.5%。其结果表明, 右轮迹带测得的弯沉值较左轮迹带明显大许多, 这与右轮迹带纵向裂缝及其它病害较严重有关, 检测结果见图 5、图 6。

钻芯现场记录表

表 1

编号	桩号	位置	外观描述	厚度 (cm)				芯样现场描述	
				上面层	中面层	下面层	基层	面层	基层
1	K60+410	天津方向 行车道	行车道右轮迹带开裂、沉陷	401	602	6		面层沥青含量较多, 上中面层与下面层结合不好, 上中面层间有泥质	松散未取出
2	K51+350	天津方向 行车道	沉陷、网裂					上面层有裂缝、中面层松散多泥质	
3		天津方向 行车道	距病害位置 30cm	4.2	6.3	5.5	19.9	上面层有泥质、中面层骨料偏细, 下面层有裂缝	较完整、 外壁光滑
3-1	K49+800	天津方向 行车道	右轮迹带沉陷、 网裂	4.1				上面层沥青含量较多、夹泥质, 中下面层松散	基层破碎, 松散
3-2		天津方向 行车道	右轮迹带沉陷	3.1				上面层较完整, 中下面层松散成碎石	上部松散夹泥, 芯样未取出
4	K48+310	天津方向 行车道	完好无病害	4.6		10.1	16.6	芯样完整, 沥青含量多, 中下面层分层不明显, 中面层有小泥块	芯样完整, 外壁光滑
5	K43+710	天津方向 行车道	右轮迹带沉陷、 错台	2.2	4.1		17.1	上面层下层面松散, 中下面层	有贯通裂缝
6	K44+900	保定方向 行车道	错台	3.1	7.2	2.6	17.1	沥青含量多, 骨料偏细, 上中面层与下面层结合不好	芯样完整, 外壁光滑
7	K52+860	保定方向 行车道	较好, 有轻微纵缝	3.6		11	19.2	芯样完整, 中下面层分层不明显	芯样完整, 外壁光滑
8	K64+258	保定方向 行车道	纵向裂缝	4.2	5.2	6.3	18.6	芯样完整	芯样完整多孔洞



图 3



图 4

检测结果表明, 路面强度并不均匀, 左轮迹带平均弯沉测试值一般在 20 左右, 代表弯沉值多数在 20~45 之间, 某些段落离散性较大, 代表弯沉值最高

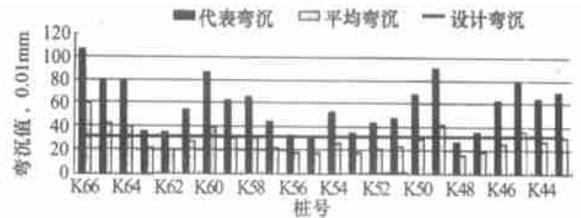


图 5 上行方向右轮迹带弯沉测试结果图

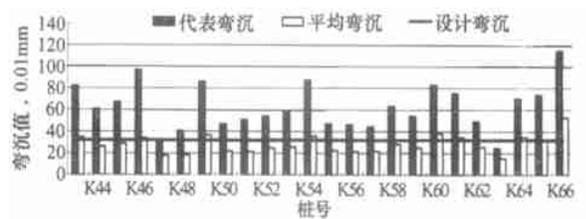


图 6 下行方向右轮迹带弯沉测试结果图

达 60。由于左半幅左轮迹带的裂缝较长, 分布普遍, 北半幅与南半幅左轮迹带测试结果相比较差。

南北两半幅左轮迹带平均弯沉值一般在 30 左右, 弯沉值标准差约为 20, 数据离散性大, 大多数段落的代表弯沉值一般在 50 左右。

## 2.5 路面无损检测

采用探地雷达、瑞雷面波探测、浅层地震仪, 由于路面结构开裂后, 裂缝边缘的路面材料会向裂缝位置推移, 路面的泥土等杂物会逐渐填充裂缝, 因此裂

缝与两侧的材料差异性不大,用探地雷达、浅层地震仪测试结果不明显,瑞雷面波方法测试比较有效。

瑞雷面波检测分析结果见表2。

瑞雷面波检测结果表 表2

桩号	方向	位置	裂缝深度 (m)
K43+750	天津方向	行车道	0.85
K43+750	保定方向	行车道	1.0
K50+960	天津方向	行车道	1.0
K50+878	保定方向	行车道	1.0
K59+600	保定方向	行车道	小于1.0
K64+250	保定方向	靠近超车道	0.4
		行车道	小于1.3

根据分析结果,多数裂缝在路面结构层内部是垂直或近似垂直向沿深发展,向边坡方向发展的最大偏差不超过0.5m。

## 2.6 地基与路基检测

采用钻探和调查的方法对地基和路基进行评价,在调查工作完成后对检测路段进行地质钻探。

## 2.7 地基土工程地质试验及评价

钻探共布孔5个(平均每5km一个),均匀分布在南北两半幅,钻孔深度要求钻透路面结构层后向下钻20m,钻探进尺共计87.8m,取原状样46个,标贯50次,并进行各项土工试验。

1. 钻探揭露的粘土、亚粘土层厚1.2~8m,含水量为20%~35%,液限较高约40%,塑限20%~30%。亚砂土层厚2~10m,其中在原地面以下4~9m处有淤泥质亚砂土层,厚度为1~6m,该层含腐植质,贝壳及粉砂薄层,含水量约40%左右,孔隙比0.8~1,承载力较低。该淤泥质土层不连续,K60+410处的钻孔未见该层。

查施工时的设计资料,该段地下水位约1m,而本次钻探结果表明,地下水位在原地面以下3.5~5m,水位下降2.5~4m。

2. 该段路基高约4~5m,路基填土为褐红色,黄褐色粘土和亚粘土,结构致密。通过钻探和土工试验表明,可知本路段路基填土主要为高液限粘土,K50+960处路基土样的自由膨胀率为40%~50%,填土较湿,含水量一般在23%~27%之间。

3. 地质环境调查,在煎茶铺乡田口村,存在民房由于地基不均匀下沉出现裂缝现象。

通过对该段路的调查和检测及现场勘察和大量的试验,可知原地面以下4~9m存在软弱土层,厚度约1~6m,地下水位受气象及其它因素的影响而下降;过去饱和的软弱土水分的蒸发,产生地基出现不均匀下沉。另外,路基土液塑限较高,含水量较大,

部分具膨胀性,对路面裂缝的产生起了不利作用。

## 3 道路纵向裂缝原因分析

造成路面裂缝病害原因是多方面的,根据该路K43~K67段路面纵向裂缝的现场调查、检测、勘探结果及收集资料分析,裂缝产生的原因有以下几个方面。

### (1) 地下水位下降的影响

根据该段路工程地质勘探报告,该路初建地下水位很高,地面以下0.5~1m即见水,近年来气候干燥、降雨量偏小,地下水位降低。地下水位的变化导致软弱土层及其它含水层的固结,引起地基下沉,发生路基不均匀沉降,产生道路纵向裂缝。

### (2) 超限重载车的作用

行车荷载的作用使轮迹处产生纵向裂缝,尤其是今年春节前后大量超限重载车的行驶,使纵向裂缝加速发展,最新统计这条路昼夜交通量21000辆次,仅重载超限车就占到20%左右,在长期重荷载作用下,裂缝处产生沉降错台。该路南半幅比北半幅重载车多所以沉降错台比较严重。

### (3) 地质和土质条件因素

钻探结果表明,该路段的原地表为一层4~8m的红褐色、黄褐色高液限粘土,液限较高,原地面以下4~9m处有一层厚约1~6m的软弱土层,该土层在荷载的作用下也会发生固结沉降。道路钻探取样试验结果表明,路基为高液限粘土,塑性指数较大,失水坚硬收缩,靠近边坡部分水分蒸发较快,而靠中间部分的土含水量蒸发较慢,由于水分蒸发,产生收缩应力,收缩达到一定程度后也会使路面产生纵向裂缝。

该高速公路路基填土较高,一般在4~5m之间,有些地段达到6.5m,由于地质地底下软弱土层不能承受路基高填土自重加超限车活载的压力,地基产生不均匀沉降。又由于行车道以内路基自重(巨型荷载)加超限车的重量,对地基产生不同于行车道以外路基边坡成三角形荷载分布压力,所以在行车道外侧对路面路基由于产生不均匀沉降,地基出现沉降拱、拉裂路基路面,出现内低外高错台型纵向裂缝,改变道路横坡,也使地下通道侧墙发生八字开裂。

路基产生不均匀沉降,由于路面发生较宽的纵向裂缝,路基出现沉降拱,在行车道区域内重载车的作用,行车道路路基以内一侧压力比较集中,使路面路基发生板块性碎裂直至发生网裂和错台。

在春季气温较低路面冻结,地下水分蒸发被路基吸收,使路基含水量增高,路基强度降低,因此,在春季是路基路面裂缝发生发展的一个高峰期,也是集中期。