

# 高速公路沉降观测数据分析与运营指导

张 兵<sup>1</sup>, 胡伍生<sup>2</sup>, 朱明晨<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 江苏沿江高速公路有限公司, 江苏 常熟 215500; <sup>2</sup> 东南大学交通学院, 江苏 南京 210096)

**摘 要** 本文通过统计, 分析了 YJ 高速公路某路段近十年来部分路桩的沉降量以及三个典型路桩的月沉降速率变化, 从而得出了 YJ 高速公路的一般沉降规律。根据路段不均匀沉降分析, 分析可能产生路面裂缝的位置; 然后, 经过实地调查, 对实地发现的路面裂缝进行了及时处理, 取得了很好的效果。因此, 高速公路沉降观测数据分析对公路的运营及维护有着重要的指导作用。

**关键词** 沉降 统计分析 沉降速率 裂缝

中图分类号: TU196

文献标识码: A

文章编号: 1672- 4097(2010) 06- 0009- 04

## 1 高速公路沉降观测概述

YJ 高速公路全长 100 多千米, 为保证高速公路的顺利施工, 自 2001 年 10 月开始, 东南大学交通学院对 YJ 高速公路 CS 段的施工期的路基沉降进行监测。至 2004 年 8 月 15 日 (YJ 高速公路正式通车) 为止, 施工期沉降观测历时 34 个月, 共提交沉降观测报告 34 次。持续观测工作为施工期沉降规律的分析积累了大量的观测数据。

通车之后 1—2 年 (高速公路责任期), 为了保证公路的通车安全, 同时也为深入分析 YJ 高速路段的沉降规律, 东南大学交通学院对 YJ 高速公路 CS 段继续进行沉降观测。YJ 高速公路责任期观测分为两个阶段, 2004/ 9—2004/ 12, 每月观测 1 次; 2005/ 1—2005/ 12, 每两个月观测 1 次, 合计观测了 10 次; 连同施工期沉降观测, 共提交沉降观测报告 44 次。

通车 2 年之后的 2006 年 8 月, 东南大学交通学院继续对 YJ 高速公路 CS 段进行沉降观测。观测期为 1 年, 观测次数为 4 次, 具体观测时间为: 2006/ 10、2006/ 12、2007/ 04、2007/ 09。东南大学交通学院严格按照合同要求进行了观测, 共提交沉降观测报告 4 次。

YJ 高速公路全线软土地基较多, 为确保已经建成的 YJ 高速公路的运营安全, 为对建设期、运营期的沉降观测进行研究, 为 YJ 高速后期拓宽提供指导性意见, 2009 年 8 月, 高速公路有限公司与东南大学交通学院再次签订了沉降观测合同。合同规定: 观测点数合计为 210 个点。2009 年 9 月—2011 年 9 月, 观测 2 年, 观测频率为每年 2 次, 共观测 4 次。计划观测日期为 2009/ 10、2010/ 4、2010/ 10、2011/ 4。

对 YJ 高速的沉降观测从 2001 年其累计观测至现在有近十年的观测历史, 积累了大量的观测数

据, 为该高速公路的沉降分析奠定了良好的研究数据基础。本文主要以这些观测数据为基础, 统计分析得出沿江高速公路的沉降特点、裂缝预警及裂缝及时处理方法等有益的结论。

## 2 沉降观测结果统计分析

由于沉降观测数据量很大, 本文选择有代表性的区间 K76+ 000 至 K84+ 500 进行统计分析, 得出该区段的沉降规律。

### 2.1 累计沉降量分析

图 1 为桩号 K76+ 000M 至 K84+ 500M 区段近十年来累计沉降量分布柱状图。

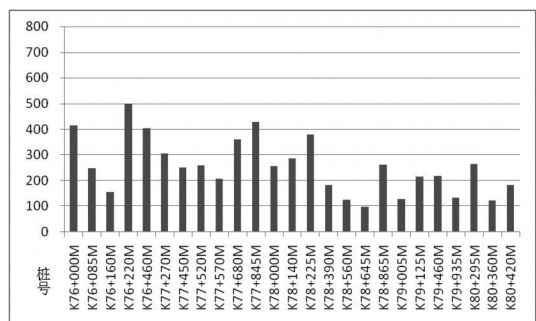


图 1(a) 累计沉降量分布柱状图

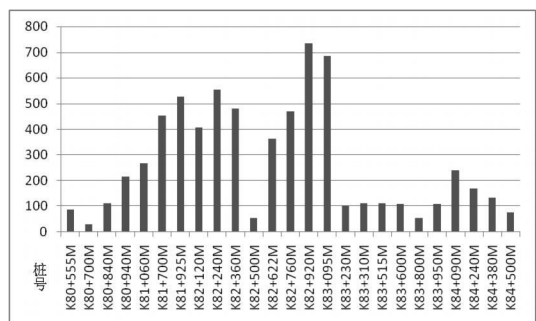


图 1(b) 累计沉降量分布柱状图

由以上柱状图可以看出,图 1(a)中各个桩号的沉降量较之图 1(b)更为均匀。而 K81 至 K83 区间的累计沉降量较大,其原因是该区段的地质条件较差;同时,自桩号 K83+ 220M 以后各个桩号的沉降量明显减小,其原因是路基的地质条件应较之前一阶段较好。在这一路段中,沉降量最大的桩号为:

K82+ 920M(沉降量为 734 mm);沉降量最小的桩号为:K80+ 700M(沉降量为 31 mm),此为一永久桩;路段的平均沉降量为:261.2 mm。

## 2.2 不同时段沉降量的统计分析

表 1 为施工期、通车后责任期以及通车后运营期三个不同阶段的沉降量分别占总沉降量的比例。

表 1 不同时段沉降量的统计分析表

桩号	施工期沉降所占比例	通车后责任期沉降所占比例	后期沉降所占比例	桩号	施工期沉降所占比例	通车后责任期沉降所占比例	后期沉降所占比例
K76+ 000M	0.70	0.26	0.04	K80+ 555M	0.84	0.03	0.13
K76+ 085M	0.73	0.22	0.05	K80+ 700M	0.79	0.07	0.14
K76+ 160M	0.87	0.11	0.02	K80+ 840M	0.76	0.02	0.22
K76+ 220M	0.87	0.09	0.03	K80+ 940M	0.97	0.01	0.01
K76+ 460M	0.80	0.08	0.12	K81+ 060M	0.90	0.02	0.08
K77+ 270M	0.52	0.38	0.10	K81+ 700M	0.92	0.06	0.02
K77+ 450M	0.67	0.30	0.02	K81+ 925M	0.95	0.01	0.05
K77+ 520M	0.64	0.32	0.04	K82+ 120M	0.95	0.01	0.04
K77+ 570M	0.82	0.11	0.07	K82+ 240M	0.98	0.01	0.01
K77+ 680M	0.73	0.21	0.06	K82+ 360M	0.99	0.00	0.01
K77+ 845M	0.72	0.27	0.02	K82+ 500M	0.88	0.08	0.04
K78+ 000M	0.44	0.44	0.12	K82+ 622M	0.97	0.01	0.02
K78+ 140M	0.64	0.31	0.05	K82+ 760M	0.96	0.00	0.04
K78+ 225M	0.68	0.17	0.15	K82+ 920M	0.99	0.01	0.00
K78+ 390M	0.90	0.05	0.05	K83+ 095M	0.97	0.01	0.02
K78+ 560M	0.69	0.07	0.24	K83+ 230M	0.67	0.22	0.11
K78+ 645M	0.65	0.17	0.18	K83+ 310M	0.66	0.21	0.13
K78+ 865M	0.65	0.21	0.14	K83+ 515M	0.92	0.02	0.06
K79+ 005M	0.75	0.24	0.02	K83+ 600M	0.70	0.01	0.29
K79+ 125M	0.77	0.19	0.04	K83+ 800M	0.90	0.06	0.04
K79+ 460M	0.73	0.16	0.11	K83+ 950M	0.77	0.07	0.16
K79+ 935M	0.96	0.03	0.01	K84+ 090M	0.97	0.02	0.02
K80+ 295M	0.71	0.10	0.19	K84+ 240M	0.98	0.01	0.01
K80+ 360M	0.79	0.19	0.02	K84+ 380M	0.74	0.09	0.17
K80+ 420M	0.72	0.20	0.08	K84+ 500M	0.67	0.12	0.21

由表 1 可以分析得出,施工期沉降量比例最大,平均占总沉降量的 79.91%,通车后责任期沉降平均占总沉降的 12.11%,而通车后运营期的沉降仅占总沉降的 7.98%。

## 2.3 沉降速率分析

为分析路段在近十年观测期间的沉降趋势,同时反映路桩在不同时期的沉降特征,我们选取沉降较为典型的 3 个桩号:K76+ 220M、K77+ 845M 与 K81+ 700M 分析其各月的沉降速率,并作图如图 2、图 3、图 4。

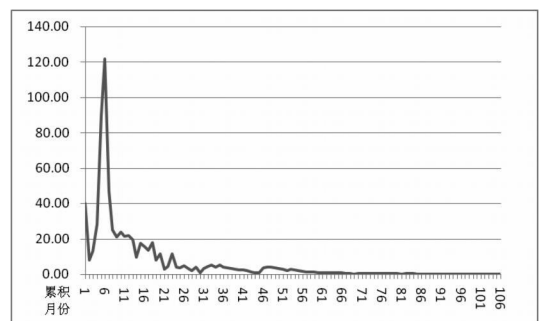


图 2 K76+ 220M 沉降速率变化图

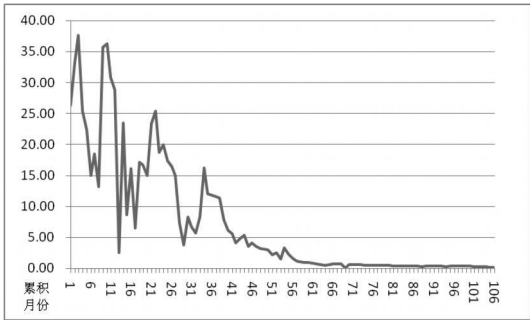


图 3 K77+ 845M 沉降速率变化图

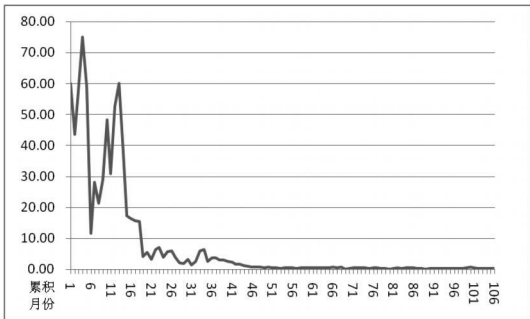


图 4 K81+ 700M 沉降速率变化图

由以上三张图可以看出各个桩的沉降速率的总体趋势都是开始(施工期)较大,随着预压等施工手段的进行而有所起伏;同时随着工程的持续进展逐渐减小,进入运营期后沉降速率趋于 0。符合高速公路沉降的一般规律。

### 3 不均匀沉降分析

#### 3.1 责任期累计沉降量分析

通车后,由于路段地质条件或施工方法的差

异,会使路段产生不均匀沉降。如果不均匀沉降过大,就会导致诱发路面的横向裂缝;若裂缝进一步发育,将严重影响通车的安全,因此能够及时发现裂缝并进行有效的处理有着很大的安全意义。

通车后责任期(2004/09—2005/12)时段累计沉降量分布柱状图如图 5 所示:

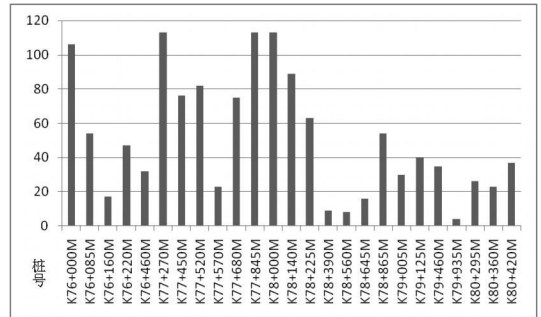


图 5(a) 责任期累计沉降量分布柱状图

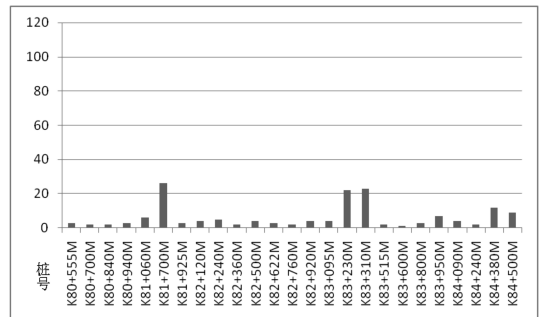


图 5(b) 责任期累计沉降量分布柱状图

由图 5 柱状图可以分析看出图 5(a) 中涉及路桩的沉降量普遍大于图 5(b) 中所涉及的路桩。不均匀沉降差较大的路桩有 7 处,可能诱发裂缝等路面病害。这 7 处具体沉降差情况见表 2:

表 2 不均匀沉降分析表

桩号	沉降量(mm)	沉降差(mm)	桩号	沉降量(mm)	沉降差(mm)
K76+ 085M	54	37	K79+ 460M	35	31
K76+ 160M	17		K79+ 935M	4	
K77+ 520M	82	59	K83+ 095M	4	18
K77+ 570M	23		K83+ 230M	22	
K78+ 225M	63	54	K83+ 310M	23	21
K78+ 390M	9		K83+ 515M	2	
K78+ 645M	16	38			
K78+ 865M	54				

根据柱状图所反映的不均匀沉降进行现场调查,发现实有裂缝 3 处:(1) K77+ 520M - K77+ 570M 处;(2) K78+ 645M - K78+ 865M 处;

(3) K83+ 095M - K83+ 230M 处。然后,高速公路公司组织相关技术人员,根据裂缝的严重程度,会商采取防治措施,从而进行及时的防治处理,以保

证 YJ 高速公路的安全通车。

### 3.2 路面裂缝病害处理措施

根据路面裂缝的具体情况,采取了以下两种裂缝病害处理措施。

#### 3.2.1 压浆法

路面裂缝可采用压浆的办法进行修补。裂缝如不进行彻底处治将严重危及路基的稳定与行车的安全。施工时压入水泥净浆,水泥为 325 号普通硅酸盐水泥,水泥的剂量为  $350 \text{ g/m}^3$ ,注浆压力为 1.5 MPa。压浆前用环氧砂浆对裂缝表面封堵,沿裂缝每隔 15 m 预埋一注浆管,从一端开始,依次压浆直到相邻注浆管溢出浆液为止。

#### 3.2.2 普通沥青灌缝

采用石油沥青 AH-90 号,首先对沥青进行现场加热,温度控制在  $150^\circ\text{C} \sim 160^\circ\text{C}$ 。用铁壶或专用容器将热沥青灌入缝内,浇灌 2 遍~3 遍,待沥青温度下降至常温后即可开放交通。此种方法操作简单,使用设备和人员少,修补费用低廉,速度快。

### 3.3 效果分析

运营期后期又持续观测了 4 年,虽然该路段仍有不均匀沉降现象,但是沉降量较之通车后责任期已经有了大大地减小和改善,说明横向裂缝处理之后,效果良好。

## 4 小结

通过对 YJ 高速公路近十年的沉降数据的分析,可以有以下结论:

(1) 高速公路的沉降量大部分都发生在施工

期,施工期沉降量约占整个沉降量的 80%;责任期的沉降量约占整个沉降量的 12%;后期沉降量约占 8%;

(2) 某些路基条件不好的路段,在通车后会发生产不均匀沉降,可以通过这种不均匀沉降分析,预报道路可能出现横向裂缝的位置,发现裂缝之后应及时采取处理措施;

(3) 路段观测点的沉降速率在施工期较大并随着预压等施工手段的进行而有所起伏;同时随着工程的持续进展逐渐减小乃至稳定趋于 0。

### 参考文献

- 1 张振武,徐晓宇. 基于实测沉降资料的路基沉降预测模型比较研究[J]. 中外公路,2005,25(4):18-21
- 2 杨小院,张军平. 沥青路面裂缝分析与防治[J]. 交通科技与经济,2006,33(1):19-22
- 3 赵洪利,张震道,李睿冉. 公路桥头软弱地基的沉降观测及处理措施[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2010,41,(2):316-320
- 4 何辉明,胡伍生等. 高速公路沉降观测与施工决策探讨[J]. 公路交通科技 2004,21(6):6-8
- 5 折学森. 软土地基沉降计算[M]. 北京:人民交通出版社,1998
- 6 刘松玉. 公路地基处理[M]. 南京:东南大学出版社,2001
- 7 郑治,杨有辉. 高填方路基沉降变形规律研究[J]. 公路工程. 2007,32(4):72-76
- 8 李静荣,徐晓宇. 填方高度对高填方路基沉降分析[J]. 岩土工程界,2007(7)56-58

## Highway Settlement Data Analysis and Operations Guidance

ZHANG Bing<sup>1</sup>, HU Wu sheng<sup>2</sup>, ZHU Ming cheng<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Jiangsu Yanjiang Highway Ltd. , Changshu Jiangsu 215500, China;

<sup>2</sup> School of Transportation, Southeast University , Nanjing Jiangsu 210096, China )

**Abstract** This paper analysed the settling amount of some road piles of a section of YJ highway and the changing of settling rate per month of three typical road piles by statistics, and made the general settling rule of YJ highway. We evaluate the possible position of surface cracking according to the analyse of differential settlement. Then through fieldwork, we dealt with the cracks found in the field and achieved good results. Therefore, the data analyse of highway settlement observation plays an important directive role in the highway operation and maintained.

**Key words** settlement; statistical analysis; settling rate; surface cracks