

路基沉降断面的监测分析

⑦

21-23

姜新国

(江苏南水士建工程公司, 南京 210029)

11412.366

114151

摘要:通过对浙江沿海软土地地区某高速公路试验路段观测资料 and 施工测量资料的分析研究,对路基在不同荷载、不同处理条件下路基沉降断面积与路基底宽、路中心沉降之间的关系,提出了较为实用的计算公式。对于工程设计、施工、监理、投资控制均有实际意义。

关键词:公路; 沉降断面积; 计算 监测; 高速公路

中图分类号: U 412.36'6

0 引言

众所周知,在公路工程建设中土方路基总要发生一定的沉降。尤其在软土地地区的高等级公路中,由于路基较高,荷载较大,路基沉降量即大,且沉降期也长。此时路基的沉降土方量在路基填筑总量中占有相当大的比例。能准确地测量计算出路基的沉降断面积对于建设、设计、施工、监理单位在投资控制、工程预算、施工计划、工程监理方面均有实际意义。文章通过对浙江沿海软土地地区高速公路试验路段试验观测资料的分析计算,总结出相关条件下路基断面积、沉降量的计算方法。

1 试验路段的地质土质资料及路堤概况

1.1 试验断面的地基土层情况

几个测试断面的土层分布是相似的,在地表及以下4 m范围内有一层相对硬土层,压缩性较小,其下为典型的宁波软粘土,属高压压缩粘土层,此土层非常均匀、无透水夹层。在1号、2号断面,软土层厚8 m;3号、4号断面,软土层厚12 m。再下为亚粘土层,压缩性较小。

各土层的物理力学指标见表1。

1.2 路堤概况

a. 路基为双向四车道高速公路,路面宽26 m,边坡1:1.5。设计时速120 km,荷载为汽车—超20,挂车—120级。

b. 路堤填高平均5 m,在超载预压路段填筑厚

表1 土层物理力学指标表

项目	第一层土 (亚粘土)	第二层土 (淤泥质粘土)	第三层土 (亚粘土)
含水量 w (%)	43.4	50.7	32.4
湿密度 ρ (g/cm ³)	1.74	1.73	1.91
初始孔隙比 e_0	1.28	1.42	0.86
液限 w_L (%)	37.7	39.0	32.3
塑限 w_p (%)	23.7	23.4	20.6
塑性指数 I_p (%)	14.3	14.5	11.8
压缩系数 a_v /MPa ⁻¹	1.12	1.7	0.32
压缩模量 E /MPa	1.95	1.45	6.57
压缩指数 C_c	1.41	0.56	0.20
有效凝聚力 c' /kPa	—	11	6.08
有效内摩擦角 ϕ' (°)	—	22.5	28
固结系数 C_v /10 ⁻³ (cm ² /s)	6.14	5.3	3.4

度达7 m以上。

1.3 路基测试断面情况简介见表2

2 试验测试

2.1 测试方法

一般路基沉降的测量是在路基断面中心线及其两侧取几个测点,在原地表面上埋设沉降板的方法来观测沉降。得到的仅仅是几个点的沉降数据,不能反应整个断面沉降情况。本次测试是采用地表沉降观测仪来完成全断面沉降测试的。具体方法是,在选定的路堤断面地表上沿路基断面埋设柔性软管(该软管和地表同步沉降),测试时放入水平倾斜仪沿着软管内壁缓缓移动,由二次仪表连续记录下各点的倾斜角,从而推算出弯曲变形的路基沉降值^[1]。

表2 试验监测断面简介表

断面号	桩号	路基顶宽/m	路基底宽/m	路基填高/m	地基排水板处理深度/间距/m	地基铺土土布/层	填土开始时间	预压时间/月	地表下第一层土(亚粘土)/m	地表下第二层土(淤泥质粘土)/m	地表下第三层土(亚粘土)/m	填料容重/(g/cm ³)
1	K24+840	26	39.41	5.75	16/1.5	—	1995年10月	10	0~4	4~12	12~30	2.06
2	K24+940	26	37.94	5.72	16/1.5	—	1995年10月	10	0~4	4~12	12~30	2.06
3	K25+700	26	40.00	6.78	18/1.0	2	1995年8月	10	0~4	4~16	16~35	2.06
4	K25+760	26	40.30	6.65	17.3/1.0	2	1995年8月	10	0~4	4~16	16~35	2.06

收稿日期: 1999-12-03。

测量长度均大于该断面的路基底宽,1号断面测量区长42m,2号断面测量区长40m,3号、4号断面测量区长43m。

1号、2号断面处路基从1995年11月开始填土,3号、4号断面处路基从1995年8月开始填土,到1996年8月同时填土完成,进入预压期。施工和预压期间定期进行测量,整个测量到1997年5月15日止。



图1 地表沉降仪测试路堤沉降

2.2 测试成果

各断面量测结果的水平位移变化曲线如图2(参见,张诚厚,戴济群,黄康理,在深厚软土地基上修筑的高速公路路面铺设时间的确定,南京水利科学研究院,1997)

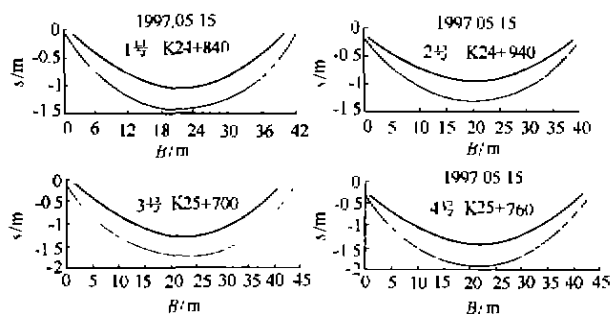


图2 各断面沉降曲线及对应测点图

3 分析计算

3.1 图2中的沉降曲线取用该处的路基底宽范围内的值为路基的沉降曲线,测点范围为路基底宽。表3、表4分别为路基二次荷载时的沉降值。

3.2 图2中各测量断面等间距的沉降曲线所围面积可采用复合辛甫生公式计算,首尾不等间距的沉

表3 各断面第七次测量沉降值(预压期10个月)

断面号	1号 K24+840		2号 K24+940		3号 K25+700		4号 K25+760	
	B/m	s/m	B/m	s/m	B/m	s/m	B/m	s/m
1左起点	1.3	-0.45	1.03	-0.27	1.5	-0.6	1.35	-0.57
2	6	-0.88	5	-0.77	5	-1.09	5	-1.08
3	12	-1.25	10	-1.75	10	-1.52	10	-1.54
4	18	-1.42	15	-1.23	15	-1.85	15	-1.81
5	24	-1.42	20	-1.27	20	-2.04	20	-1.86
6	30	-1.27	25	-1.21	25	-2.11	25	-1.84
7	36	-0.94	30	-1.02	30	-1.98	30	-1.68
8	40.7	-0.47	35	-0.75	35	-1.62	35	-1.35
9			38.97	-0.33	40	-0.92	40	-0.86
10					41.5	-0.6	41.7	-0.68
路基中点	21	-1.44	20	-1.27	21.5	-2.09	21.5	-1.89

表4 各断面第2次测量沉降值(沉降量1m以内)

断面号	1号 K24+840		2号 K24+940		3号 K25+700		4号 K25+760	
	B/m	s/m	B/m	s/m	B/m	s/m	B/m	s/m
1左起点	1.3	-0.21	1.03	-0.13	1.5	-0.17	1.35	-0.19
2	6	-0.46	5	-0.42	5	-0.39	5	-0.38
3	12	-0.71	10	-0.69	10	-0.50	10	-0.51
4	18	-0.79	15	-0.45	15	-0.67	15	-0.67
5	24	-0.77	20	-0.90	20	-0.73	20	-0.72
6	30	-0.69	25	-0.88	25	-0.75	25	-0.69
7	36	-0.48	30	-0.74	30	-0.68	30	-0.66
8	40.7	-0.20	35	-0.50	35	-0.52	35	-0.53
9			38.97	-0.17	40	-0.23	40	-0.33
10					41.5	-0.17	41.7	-0.23
路基中点	21	-0.79	20	-0.90	21.5	-0.75	21.5	-0.70

降面积采用近似梯形公式计算,复合辛甫生公式如下:

$$A = \int_a^b f(x) dx = \sum_{k=1}^n \frac{h}{6} [f(x_{k-1}) + 4f(x_k) + f(x_{k+1})] \quad (1)$$

式中 A 为沉降面积; h 为步长积分区间 $[a, b]$ 分成 n 等分; $h = (b-a)/n$; x_k 为分点 $x_k = a + kh$ ($k = 0, 1, 2, \dots, n$); $x_{k-1/2}$ 为小区间 $[x_{k-1}, x_k]$ 的中点。

二次测量沉降资料计算整理后见表5。

表5 各断面沉降面积及系数计算表

断面号/m ²	K24+840	K24+940	K25+700	K25+760
$A_1 = \int_a^b f(x) dx$	44.52	37.33	65.28	59.74
$A_2 = \int_a^b f(x) dx$	24.1	25.46	22.15	23.06
B_L/m	30.41	57.94	49.00	40.30
S_1/m	1.44	1.27	2.09	1.89
S_2/m	0.79	0.90	0.75	0.72
$\eta_1 = \frac{A_1}{BS_1}$	0.784	0.775	0.781	0.784
$\eta_2 = \frac{A_2}{BS_2}$	0.77	0.75	0.74	0.79

表中:

A_1 为预压期10个月沉降断面面积; A_2 为沉降小于1m时沉降断面面积; B_L 为路基底宽; S_1 为预压10个月路基中心沉降量(> 1 m时); S_2 为路基中心沉降量(< 1 m时); η_1 为路基中心沉降量 > 1 m时的计算系数; η_2 为路基中心沉降量 < 1 m时的计算系数。

3.3 由上表可见在经过10个月预压期路基沉降基本稳定后,各断面沉降面积与路基底宽、路中心沉降量之积的系数 η_1 均为0.78左右。在路中心沉降小于1m时,则其系数 η_2 在0.74~0.79之间变化。

3.4 在路基填土过程中一般路基断面沉降面积计算可用下式计算

$$A = \eta B_L S_c \quad (2)$$

式中 A 为路基沉降面积, m^2 ; B_L 为路基底宽, m ;
 S_c 为路基中心沉降量, m ; η 为计算系数 S_c
 $< 1 m$ 时取 0.76 , $S_c > 1 m$ 时取 0.78 。

一般公路沉降量计算是采用两个相邻测量断面沉降面积的平均值乘该两断面间距离, 计算式如下:

$$V = A L = \eta B_L S_c L \quad (3)$$

式中 V 为某段路基的沉降量, m^3 ; L 为该路段长度, m ; 其他同式(2)。

各路段沉降量之和, 就得到整个标段路基沉降量。

从表 5 中测量数据可计算出 K24 + 840 至 K24 + 940 段的路基沉降量, 具体算式如下:

$$V_{K24+840-K24+940} = \frac{0.78 \times (39.41 \times 1.44 + 37.94 \times 1.27)}{2 \times (24940 - 24840)} = 4092.43$$

该段路基沉降量为 $4092.43 m^3$ 。

4 结语

公路路基各断面虽然荷载不同, 但沉降稳定后路基沉降断面积与路中心沉降关系是基本一致的。经土工布处理路段沉降线平缓, 使得地基均衡受力。但是路堤总的沉降与无土工布路段沉降是一致的, 其计算沉降量系数可为同一数值。

在浙江沿海软土地区高速公路路基沉降断面积可采用 0.78 倍的路基底宽和路中心沉降量之积。

本试验段测试方法经在不同工程中使用其适用范围广泛, 测试数据准确, 提供的计算系数可供相关单位参考。

参考文献

- 1 张诚厚, 袁文明, 戴济群. 高速公路软基处理. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997

龚新国, 男, 高级工程师, 从事工程检测、及施工管理工作。

ANALYSIS OF SUBGRADE SETTLEMENT SECTION

Dou Xingguo (Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029)

Abstract: In this paper some conclusions are drawn concerning the monitoring and observations of an expressway in Ningbo coastal soft soil area. Based on the relation between subgrade settlement-section area, width and centre-settlement, a practical formula is proposed. Some suggestions are put forward for engineering design, construction, supervision and investment-control.

Keywords: highway; settlement-section area; calculation

欢迎订阅《人民长江》

《人民长江》于 1955 年创刊, 是水利部长江水利委员会主办的水利水电技术综合性月刊。主要内容为报道长江水利水电建设成就, 总结交流先进技术, 传播国内外水电建设经验, 介绍高新科技动态。主要栏目设有三峡工程、南水北调、水文、水资源保护、水政管理、泥沙研究、河道整治、农田水利、水土保持、水库移民、工程监理、安全监测、运行管理、问题讨论、出国考察、国外科技、三峡工程建设动态及简讯等。内容丰富, 信息量大, 实用性强。

1992 年《人民长江》被选入《中文核心期刊》, 1996 年《人民长江》再次入选《中文核心期刊(第二版)》; 1993 年被《中国科学技术期刊文摘数据库(CSTA, 英文版)》选为首批入库期刊; 1995 年被评为湖北省一级期刊和 1994 年~1995 年度优秀期刊; 1996 年被评为水利部优秀科技期刊; 1996 年入编《中国学术期刊(光盘版)》; 1997 年被评为全国优秀科技期刊; 1998 年被评为湖北省科技期刊五十佳工程重点创建期刊; 1999 年被评为第三届湖北省优秀期刊, 荣获湖北出版佳作奖; 1999 年被选为《中国期刊网》全文上网期刊。

《人民长江》印刷版

每月 20 日在武汉出版, 大 16 开本, 48 页。国内统一刊号 CN42-1202/TV, 国际标准刊号 ISSN1001-4179, 国际刊名代码 CODEN RECHFF, 全国各地邮局均可订阅, 国外由中国国际图书贸易总公司发行(北京 399 信箱)。

《人民长江》光盘版

本刊自 1996 年 11 月起入选《中国学术期刊(光盘版)》, 属理工 C 辑(月刊)。该版订购分检索站版和普通版, 请欲订购的读者直接函订。征订地址: 中国学术期刊(光盘版)电子杂志社, 北京清华大学同方光盘 2 号楼, 邮编: 100084, 电话: 62396338, 62773888。

《人民长江》网络版

本刊自 1999 年 6 月起全文入编《中国期刊网》, 属理工 C 辑。

网址为 <http://www.chinajournal.net.cn>。本刊还通过中国万方数据网全文上网。

网址为 <http://www.chinainfo.gov.cn>。读者亦可通过长江水利委员会主页浏览《人民长江》最新文摘, 网址为 <http://www.cjwrc.edu.cn>。