

安徽沿江高速公路大渡口段软土路基工程地质评价

刘必胜

(合肥工业大学 管理学院, 安徽 合肥 230009)

摘要: 文章对沿江高速公路大渡口段软土路基的沉降和路堤稳定性进行了计算和工程地质评价, 首先用分层总和法进行总沉降量计算, 然后利用单向固结理论进行工后沉降计算; 计算结果表明, 软土路基工后沉降不能满足设计要求, 必须对其进行处理, 而填土路堤稳定性分析结果说明该段路堤是稳定的。

关键词: 软土; 工程地质问题; 工后沉降; 固结; 路堤稳定性

中图分类号: TU433

文献标识码: A

文章编号: 1003-5060(2005)08-0922-04

Geotechnical evaluation of the soft soil ground in the Dadukou section of the highway along Yangtze River in Anhui Province

LIU Bi-sheng

(School of Management, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Based on the original data of the geotechnical investigation, the subsidence of the soft soil ground in the Dadukou section of the highway along Yangtze River in Anhui Province is calculated with the layer-summation method and the one dimensional consolidation theory, and the analysis of slope stability is carried out. The results show that the post-subsidence of the roadbed can not meet the requirement of design and need to be changed, while the embankment is stable.

Key words: soft soil; geotechnical problem; post-subsidence; consolidation; embankment stability

1 场地工程地质概况

安徽省沿江高速公路位于东至县大渡口镇, 地貌单元为沿江冲积平原, 地面标高一般为9.0~11.0 m, 路基土主要为新近沉积的淤泥质黏性土, 地表分布有硬壳层, 路基工程地质剖面如图1所示, 其主要工程性质见表1所列。

图1中所示该路段淤泥质土最大揭露厚度为24.5 m, 平均静探锥尖阻力为0.61 MPa, 下伏为粉土及砂砾石层。地下水类型为潜水, 地下水位埋深1.5 m。由于区淤泥质土具有厚度大、沉积时间短、固结性差、透水性低、压缩性高及承载力低等特点, 因此, 必须进行沉降计算和填土路堤的稳定

性分析, 正确评价路基的变形问题, 从而选择合理的地基处理方案。

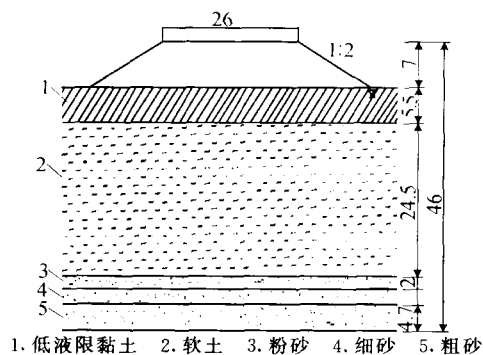


图1 路基工程地质剖面图

收稿日期: 2005-03-22; 修改日期: 2005-04-25

作者简介: 刘必胜(1968—), 男, 安徽安庆人, 安徽交通职业技术学院讲师, 合肥工业大学硕士生。

表1 场地地基土工程性质情况

土层名称	土层描述	地层厚度/m	平均锥尖阻力/MPa	平均侧壁摩阻力/kPa	地基承载力/kPa
黏土	浅棕褐色,可塑状态,稍湿,含铁锰质团块,表层含植物根系	2.50	1.04	63.3	120
粉质黏土	灰黄色,软塑,湿,含粉粒及有机质	1.50	1.02	22.2	100
淤泥质土	深灰色,软塑~流塑状态,饱和,粉质黏土含少量粉土,2%~5%豆状钙质结核	14.30	0.61	16.6	80
粉砂	灰色,湿,中密状态,夹薄层粉土	6.00	—	—	120
粗砂	浅灰色,湿,密实状态,含30%细砾	4.60	—	—	350
粗砾	浅灰色,湿,密实状态,粒径2~6 cm	4.30	—	—	600

2 路基沉降量

2.1 总沉降量计算

用分层总和法^[1]依次计算①、②、④层土的沉降量,进行沉降量计算时,首先应考虑地基所承受的荷载。为方便计算,先将其荷载换算成相应的土标高。路基所承受的荷载包括如下3部分:

2.1.1 车辆荷载

设计行车速度为100 km/h,路基宽26.0 m,对向4车道行驶,车辆荷载为汽-超20,挂-120。计算时,必须将车辆按最不利情况排列。

2.1.2 路面结构层荷载

此路基的结构层厚度为76 cm,重度为23 kN/m³。

2.1.3 填土荷载

此路基填土厚度为7 m,重度为19 kN/m³。车辆荷载换算公式^[2~6]如下

$$h_0 = \frac{NG}{\gamma BL} = 0.76 \text{ m} \quad (1)$$

式中 h_0 ——土柱度

N ——荷载

G ——重度

γ ——土体容重

B ——荷载作用宽度

L ——荷载作用长度

路面结构层厚76 cm,重度为23 kN/m³。换算成土柱高度为

$$h_1 = \frac{\gamma_1 h}{\gamma_0} = 0.92 \text{ m} \quad (2)$$

又由于填土高度为7 m,则总填土高度为

$$h_2 = h + h_0 + h_1 = 8.68 \text{ m} \quad (3)$$

由此可见,整个土柱作用在地基土的力为

$$p = \gamma_0 h_2 = 164.92 \text{ kN/m}^2 \quad (4)$$

在进行路基分析计算时,选取几个代表性的钻孔进行研究。路基长与宽之比大于10:1,故在求地基中的附加应力时,将其看成条形基础处理。由于条形基础在其中心的附加应力比较大,本文在沉降计算时,采用条形基础在中心处的附加应力,即 $x/b=0$ 。其中, x 为计算点距荷载分布图形中轴线的距离。

再由各层土的压缩模量、厚度及平均附加应力,根据公式: $s_i = \frac{\delta_{zi}}{E_{si}} h_i$,即可求出相应的各层土沉降量^[7,8],结果见表2所列。

由表2可知,总沉降量 $\sum_{i=1}^n s_i = 885.7 \text{ mm}$ 。由于粉砂层以下的土层,其物理力学性质足以满足设计要求,因此本文总沉降计算只计算到粉砂层。为使分层总和法计算的沉降量值与实际相符^[9,10],还须在其基础上乘以一系数 φ_s ,本文按照设计要求取其为1.3,故总沉降量为

$$s' = \varphi_s \times \sum_{i=1}^n s_i = 1.15 \text{ m} \quad (6)$$

2.2 工后沉降计算

工后沉降是将总沉降减去预压期内的沉降,此路基的预压期为9个月,为等载预。有关路基土体的工程性质指标,见表3所列。

因为 $a_{1-2} = \frac{\Delta e}{\Delta \delta}$, $\Delta \delta e_2 = e_1 - \Delta e$,即可算出各层土的 Δe 、 $\Delta \delta$ 经压缩后的孔隙比 e_2 以及压缩前后土体孔隙比的平均值 e_m ,结果见表4所列。

经计算,路基中各层土体在预压期内的沉降量,见表5所列。

表 2 路基中各层土的沉降量

土层名称	E_{si} /MPa	土层 编号	深度 z /m	z/b	应力 系数	土层厚度 /m	平均附加应力 /($\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$)	沉降量 /mm
黏 土	7.5	1	0	0	1.000	0.65	164.92	14.30
		2	0.65	0.025	1.000	1.35	164.76	29.66
		3	2.0	0.077	0.998	1.2	164.35	26.30
粉质黏土	5.24	4	3.2	0.123	0.995	1.8	162.78	55.91
		5	5.0	0.192	0.979	1.5	159.89	45.77
		6	6.5	0.250	0.960	1.5	155.93	59.21
		7	8.0	0.308	0.931	1.5	150.82	57.27
		8	9.5	0.365	0.898	1.5	145.38	55.21
淤泥质土	3.95	9	11.0	0.423	0.865	1.5	139.86	53.11
		10	12.5	0.481	0.831	1.5	134.25	50.98
		11	14.0	0.538	0.797	1.5	128.56	48.82
		12	15.5	0.596	0.762	1.5	122.70	46.59
		13	17.0	0.654	0.726	1.5	116.85	44.37
		14	18.5	0.712	0.691	1.5	111.32	42.27
		15	20.0	0.769	0.659	0.8	107.53	21.78
		16	20.8	0.800	0.645	1.5	104.15	43.28
粉 砂	3.61	17	22.3	0.858	0.618	1.5	99.70	41.43
		18	23.8	0.915	0.591	1.5	95.33	39.61
		19	25.3	0.973	0.565	1.5	91.37	37.97
		20	26.8	1.030	0.543	1.5	87.99	36.56
		21	28.3	1.090	0.524	1.5	84.94	35.29

表 3 路基土体工程性质指标

土层名称	土层顶部附加应力 /($\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$)	土层底部附加应力 /($\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$)	土层底部附加 应力比值	压缩系数 /MPa ⁻¹	初 始 孔隙比	渗透系数 /($\times 10^{-7} \text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)
黏 土	164.92	164.10	1	0.25	0.767	2.0
粉质黏土	164.10	158.32	1.04	0.325	0.798	1.2
淤泥质土	158.32	106.37	1.49	0.547	1.120	2.5
粉 砂	106.37	83.45	1.27	0.580	1.221	4.0

表 4 路基土沉降计算参数

土层名称	$\Delta \bar{\sigma}$	Δe	e_2	e_m	渗透系数 k /($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	固结系数 C_v /($\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)
黏 土	164.51	0.041	0.726	0.7465	6.3	440 118
粉质黏土	161.21	0.052	0.746	0.772	3.8	207 187.7
淤泥质土	132.35	0.072	1.048	1.084	7.9	300 979.9
粉 砂	94.91	0.055	1.166	1.1935	12.6	272 916

表 5 路基中各层土体在预压期内的沉降量

土层名称	附加应力比值	时间因子 T_v	固结度 U_t (%)	预压期内的沉降量/mm
黏 土	1.00	4.3	100	91.36
粉质黏土	1.04	1.9	100	132.18
淤泥质土	1.49	0.15	35	218.27
粉 砂	1.27	0.36	65	197.86
合 计				639.68

由表 5 可知,路基工后沉降量 $s=0.51 \text{ m} > 0.2 \text{ m}$,工后沉降不能满足工程设计要求,必须对

路基土进行加固处理才能满足工程建设要求。

3 路堤稳定性分析

软土分布区填土路堤的稳定性是该路段的主要工程地质问题之一,为了分析论证该路堤填土的稳定程度,本文选择10个半径,采用圆弧法对

路基边坡进行稳定性计算^[11~13],计算结果见表6所列。

由于在滑弧内的土体并不是均一的,故在计算土条自重时,采用分层计算。

本次计算的滑弧只经过路基的第一层黏性土,其黏聚力 $c_1=51.0\text{ kPa}$,内摩擦角 $\varphi=15.2^\circ$ 。

表6 不同圆心所对应的安全系数

圆心	半径 R/m	总切向力/ $(\text{kN} \cdot \text{m}^{-2})$	总法向力/ $(\text{kN} \cdot \text{m}^{-2})$	总黏聚力/ $(\text{kN} \cdot \text{m}^{-2})$	安全系数 k_s
O_1	14.0	393.592	177.716	895.78	2.73
O_2	13.8	400.536	256.070	969.02	3.06
O_3	14.1	428.608	190.512	862.40	2.46
O_4	14.2	293.076	143.312	754.84	3.06
O_5	14.3	268.492	131.840	559.98	2.57
O_6	14.4	270.308	153.988	674.08	3.36
O_7	14.5	257.268	133.694	673.22	3.13
O_8	14.6	227.694	97.704	635.14	3.22
O_9	14.7	246.174	105.256	612.26	2.91
O_{10}	14.8	229.256	51.576	604.48	2.86

由表6可知,路堤边坡的计算安全系数最小值为2.46,远大于设计要求的安全系数1.2。此外,通过对区域内现有的工程规模和工程地质条件相似的路堤工程边坡的观察,发现其路堤边坡稳定。因此,根据计算结果和工程地质比拟法,可综合判定该填上路堤在设计高度情况下是稳定的。

4 结 论

(1) 对路基总沉降计算及工后沉降计算结果表明,公路路基工后沉降不能满足设计要求,根据场地的工程地质条件和建设工期的要求,建议采用粉喷桩、干振复合桩等地基处理方案进行加固,以满足建设工程的需要。

(2) 通过路堤稳定性验算和采用工程地质比拟法综合判定,说明该路段填土路堤是稳定的。

[参 考 文 献]

- [1] 资建民,龚文惠. 路基路面工程[M]. 广州:华南理工大学出版社,1997. 1—80.
- [2] 王志亮. 软土路基沉降预测和计算方法[D]. 南京:河海大学土木工程学院,2003.

- [3] 何正文,冯鑫清,洪宝宁. 高速公路各种软基处理后沉降的试验研究和分析[J]. 南京建筑工程学院学报,2002,18(4):76—82.
- [4] 刘少义,李艳军. 软土地基施工检测方法[J]. 公路,2000,(1):9—12.
- [5] 杨立新,戴前伟,吕绍林. 高速公路软土地基分布范围的探测方法及应用[J]. 公路,2000,(3):20—21.
- [6] 张旭辉,杨晓军,龚晓南. 软土地基堆载极限高度的计算分析[J]. 公路,2001(5):33—36.
- [7] 钱让清. 公路工程地质[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2003. 1—50.
- [8] 谭昌明,周建,罗嗣海. 公路路堤软土地基沉降的二维反演与预测[J]. 公路交通科技,2001,(5):11—14.
- [9] 吴大志,李夕兵. 高速公路路基沉降计算方法[J]. 湖南交通科技,2001,(4):4—6.
- [10] JTJ 031—95. 公路路基设计规范[S].
- [11] 林清,周成昀. 排水固结法处理软土路基路堤稳定控制标准探讨[J]. 中外公路,2004,(5):29—31.
- [12] JTJ 017—96. 公路软土地基路堤设计施工技术规范[S].
- [13] 邓卫东. 路堤稳定安全系数探讨[J]. 中国公路学报,2004,17(4):11—16.

(责任编辑 吕杰)