

软基处理中土方量的计算方法

王良民¹ 曹兴国² 陈洁金¹ 周学明³ 李发林³

(¹ 中南大学土木建筑学院 湖南, 长沙 410075; ² 上海岩土工程勘察设计研究院有限公司, 上海 200031; ³ 青海地质基础施工总公司上海公司, 上海 200072)

摘 要 本文在考虑地基沉降的基础上建立土方量计算模型, 把土方量的计算分为两个构成要素, 并结合现场沉降观测结果进行分析计算, 从而计算出由于地基沉降而引起土方量的增加量, 最终推导出堆载量的一个计算公式。

关键词 软基 计算方法 横断面面积 纵向距离 横断面沉降盆线 拟合曲线

1 引 言

道路工程中经常会遇到软土路基, 进而需对软土路基进行加固处理, 处理方法大多采用超载预压和真空预压, 或两种方法联合起来进行。因路基下卧软土层具有较大压缩性的特点, 故在对软土路基进行预压施工过程中, 路基会发生较大的沉降, 填筑的土方工程量比设计的要大, 且难以确定。土方实际工程量的难以确定, 致使土方工程量验收工作往往是施工方与业主争论的焦点。

本文利用现场表面沉降观测结果, 对软基处理中路基的土方填筑量最终给出了一种计算方法。

2 计算方法

2.1 计算土方量的构成要素

土方量为路堤填土横断面的面积(s)与路堤纵向距离(L)的乘积, 故需确定路堤填土横断面的面积与路堤纵向距离。图 1 为土方量构成要素示意图。

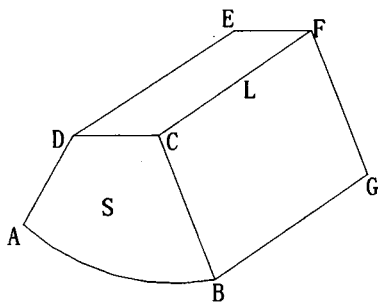


图 1 土方量构成要素示意图

Fig. 1 Earthwork diagram element

2.2 路堤填土横断面的面积计算

首先, 在填土施工前测出土工格栅或土工膜上两个坡角点的高程, 土方验收时, 再测出该两点的高程, 可得出两坡角点的沉降量 $h_1 = /AA'/$ 和 $h_2 = /BB'/$ 。路基填筑前后路堤的剖面示意图即土方量计算模型如图 2 所示, 并以 A' 为圆点建立平面直角坐标系。图中梯形 $ABCD$ 为设计路堤剖面, 路堤坡角点 A 和 B 在填土过程中发生沉降, 分别沉降至 A' 和 B' 处, 根据已有工程的观测资料可知, 横断面 AB 沉降曲线呈盆状, 即沉降后的路堤剖面由四边形 $A'B'CD$ 和弧 $A'I B'$ 组成, 如图 2 所示。

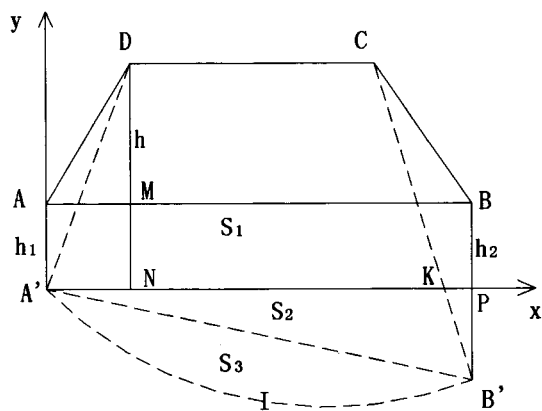


图 2 土方计算模型

Fig. 2 Earthwork calculation model

其总面积 $S = S_1 + S_2 + S_3$, 其中 S_1 表示梯形 $A'KCD$

收稿日期:

作者简介: 王良民, 男, 1999 年毕业于中南大学岩土工程专业, 毕业后一直在中国科学院武汉岩土力学研究所从事岩土工程方面的工作与研究, 现在中南大学土木建筑学院攻读岩土工程硕士学位。

的面积, S_2 表示三角形 $A'B'K$ 的面积, S_3 表示扇形 $A'IB'$ 的面积。

根据设计可知填土厚度 $/DM/ = h$ 和点 $A(x_a, y_a)$ 、 $B(x_b, y_b)$ 、 $C(x_c, y_c)$ 、 $D(y_d, x_d)$ 的坐标, 则 B' 点的坐标为 $(x_b, y_b - h_2)$, K 点的坐标为 $(\frac{y_c \cdot x_b - (y_b - h_2)xc}{y_c - y_b + h_2}, 0)$ 。

由图 1 可知:

$$S_1 = \frac{(/DC/ + /A'K/) \cdot /DN/}{2} \tag{1}$$

其中: $/DN/ = /DM/ + /MN/ = h + h_1$;

$$S_2 = \frac{/A'K/ \cdot /B'P/}{2}$$

其中: $/A'K/ = \frac{y_c \cdot y_b - (y_b - h_2) \cdot x_c}{y_c - y_b + h_2}$;

由 $/BB'/ = h_2$, $/BP'/ = /AA'/ = h_1$,

得出: $/B'P'/ = /BB'/ - /BP'/ = h_2 - h_1$

故
$$S_2 = \frac{/A'K/ \cdot (h_2 - h_1)}{2} \tag{2}$$

在进行扇形面积 $A'IB'$ 即 S_3 的求解之前先做如下分析: 根据现场沉降观测资料绘制出横断面沉降盆线如图 3, 可以看出横断面沉降曲线呈盆状。

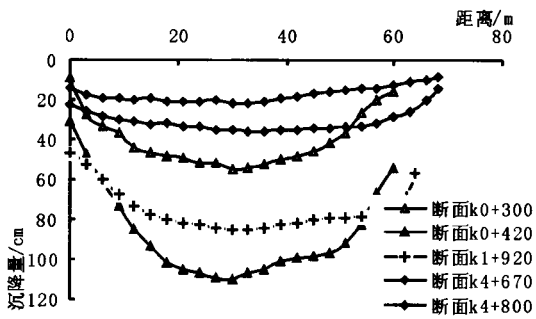


图 3 横断面沉降盆线

Fig. 3 Cross - sectional settlement pots line

如某道路沉降观测断面处各测点数据统计见表 1, 且道路总宽设为 60m。

表 1 沉降观测点数据统计表

Tab. 1 Settlement Observation Data Tables

名 称			
观测点位置	距坡角 A 点的距离(m)	沉降量 (m)	相对坡角点 A 的沉降量(m)
坡角点 A	0	0.05	0
路肩附近	10	0.35	0.30
路中轴线	30	0.60	0.55
路肩附近	50	0.40	0.35
坡角点 B	60	0.20	0.15

该沉降观测断面横断面沉降盆线(相对坡角点 A)如图 4 所示:

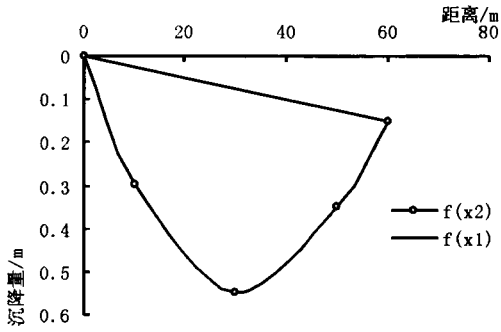


图 4 横断面沉降盆线

Fig. 4 Cross - sectional settlement pots line

则:
$$S_3 = \int_0^D [f(x_2) - f(x_1)] dx \tag{3}$$

其中: D 为两坡角的距离。 $f(x_1)$ 的方程可以直接从曲线图中得出, $f(x_2)$ 的方程可利用 Excel 软件对实测沉降曲线进行多项式近似拟合得出。

因拟合的曲线方程是高次方, 方程系数对计算结果的影响较大, 故系数取值的小数点应保留 10 位以上。

由以上分析计算得出路堤横断面的面积:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \tag{4}$$

当两坡角处沉降量相当, 即 $h_1 = h_2$ 时,

$$S_2 = 0, S_3 = \int_0^D f(x_2) dx。$$

S_3 的计算是依据横断面沉降盆线, 故应在路基横断面上至少布设 3 个沉降观测点, 以便近似绘制横断面沉降盆线。

2.3 路基纵向距离的确定

由于路基沉降量与填土厚度和路基下卧软土层厚度成正相关性, 且路基沉降量的大小直接影响路堤填土横断面的面积, 进而影响填筑路基的土方量, 为提高计算的精确度, 使计算结果尽可能接近实际, 故在确定路基纵向距离时, 应考虑路基纵向距离内沉降差不宜太大(以路堤中轴线沉降观测点的沉降量相比较)。因此需依据勘察报告和设计图纸合理地划分土方量计算区段, 保证每个土方量计算区段内均有一个沉降观测断面, 且每个区段内的填土厚度相差不大, 软土层厚度相近。

当路基沉降稳定后或划分的相邻区段内沉降速率相近时, 可根据现场沉降观测结果调整计算区段的纵向距离, 即调整计算土方量中路基纵向距离的取值。

2.4 土方量计算

由以上路堤填土横断面面积的计算结果(s)和路基纵向距离的取值(L_i),可以近似计算出路基填筑的土方量(V_i)。

即: $V_i = s \cdot L_i \quad V = \sum V_i \quad (5)$

L_i ——为分段距离;

V_i ——为分段土方量;

V ——为总土方量。

3 计算实例

某软基加固处理项目道路设计路顶宽 60m,底宽 75m,1:1.5 放坡,填土高度 5~6m(不同区段填土高度不同)。

每隔 100m 布设一个沉降观测断面,每个观测断面布设 3 块沉降标 P_1 、 P_2 及 P_3 ,并测出填土前后土工格栅上坡角点的沉降量。

计算土方断面的观测数据见表 2。

表 2 沉降观测点数据统计表

Tab. 2 Settlement Observation Data Tables

名 称		沉降量 (m)	相对坡角点	设计填土 厚度(m)
观测点位置	距坡角 A 的 距离 (m)		A 的沉降量 (cm)	
坡角点 A	0	0.12	0	
路肩附近	9.5	0.32	0.20	
路中轴线	37.5	0.66	0.54	5.0
路肩附近	65.5	0.41	0.29	
坡角点 B	75	0.24	0.12	

该沉降观测断面横断面沉降盆线(相对坡角点 A)如图 5 所示:

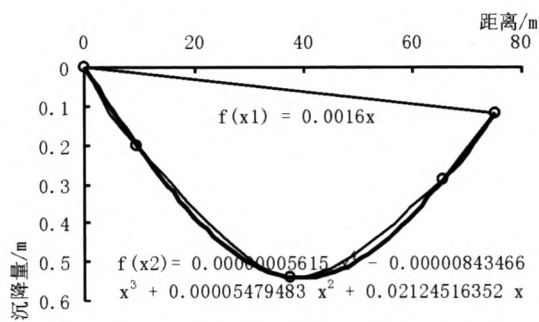


图 5 横断面沉降盆线

Fig. 5 Cross-sectional settlement pots line

由实测数据结合图 2 模型可以得出各点坐标, $A(0,0.12)$, $B(75,0.12)$, $C(67.5,5.12)$, $D(7.5,$

$5.12)$, $B'(75,-0.12)$, $G(76.58,0)$

由公式(1)、(2)、(3)、(4)得出: $s_1 = 349.64m^2$, $s_2 = 4.59m^2$, $s_3 = 22.89m^2$, $s_4 = 377.12m^2$ 。

可见由于路基沉降引起的填土横断面面积增量较大。

结合勘察报告、区段填土高度和现场沉降观测的结果对比,调整计算土方量中路基纵向距离的取值,本算例取值为 85m。最终由公式(5)得出土方量 $V = 32055.20m^3$ 。

依据以上计算方法可以估算出该工程全路段的土方量。

4 结论及建议

(1)上述土方量计算中路堤填土横断面的面积包括 3 个面积区域,其中两个面积区域是实际数据计算得出的;另外一个面积区域需对依据现场沉降观测结果而绘制的沉降曲线进行拟合并积分求得,是比较接近实际的。

(2)应依据勘察报告和设计图纸在填土施工前合理地划分土方量计算区段,为了保证计算结果的精确度,划分的区段内填土厚度宜相差不大,且软土层厚度相近;在路基沉降稳定后或划分的相邻区段内沉降速率相近时,可根据现场沉降观测结果(总沉降量的大小)调整路基纵向距离的取值。

(3)每个土方量计算区段内应布设一个沉降观测断面,且在横断面上至少布设 3 个沉降观测点。

参考文献:

- [1] 朱长歧,王良民,阎珂. 厦门市海沧大道软基处理沉降及稳定观测总结报告. 中国科学院武汉岩土力学研究所,2004
- [2] 王良民. 汉阳新区四新大道真空预压及联合堆载沉降监测中间报告. 中国科学院武汉岩土力学研究所,2006,(10)
- [3] 国家技术监督局,中华人民共和国建设部. 岩土工程勘察规范. 1994
- [4] 高大钊. 土力学与基础工程. 同济大学. 中国建筑工业出版社,1998
- [5] 《地基处理手册》编写委员会. 地基处理手册. 中国建筑工业出版社,1988
- [6] 王晓谋,袁怀宇. 高等级公路软土地基路堤计算与施工技术. 人民交通出版社,2001

(下转第 33 页)

(上接第 16 页)

A Calculation Method For The Filling Volume on The Soft Ground Treatment

Wang Liang - min¹ Cao Xing - guo² Chen Jie - jin¹ Zhou Xue - ming³ Li Fa - lin³

¹ School of Civil Engineering & Architecture, Central South Univ. , Changsha 410075;

² Shanghai Geotechnical Investigations & Design Institute Co. , Ltd, Shanghai 200031;

³ Shanghai branch of Qinghai geology foundation construction general company, Shanghai 200072)

Abstract: In this paper, a calculation model for the filling volume on the soft ground with pre - loading was established based in consideration of foundation settlement. Calculation method of the earthwork volume was divided into two elements, and it has been analyzed with the observed results of foundation settlement. So the increased amount of earthwork caused by foundation settlement was accurately calculated. Ultimately the accurate calculation formula was deduced.

Key words: Soft Foundation, Calculation Method, Cross - sectional Area, Vertical Distance, Cross - Sectional of Settlement Basin, Fitting Curve