

对软土路基沉降计算的探讨

林炳伟

(云浮市公路勘察规划设计院, 广东云浮, 527300)

摘要:文中通过对当前公路建设中软土路基沉降计算存在问题的分析, 提出在计算过程中应注意的问题, 并对最终沉降量的计算方法进行了探讨。

关键词:软土路基; 沉降量; 沉降计算; 一维; 多维

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

Discussion on the Settlement of Soft Soil Subgrade

LIN Bing-wei

(Highway Survey Design Institute of Yunfu City, Yunfu 527300, China)

Abstract: By analyzing the calculation problem of the settlement of soft soil subgrade, this paper puts up some details that should be paid attention to, and discusses the calculating method of final settlement volumn.

Key words: soft soil subgrade; settlement volumn; calculation of settlement; one-dimension; multi-dimension

高等级公路由于路面造价昂贵, 技术标准高, 因此, 对路基变形与稳定性要求十分严格。而路基的变形主要体现在沉降上, 沉降是软基路堤设计、施工的主要问题之一。由于软基本身结构的复杂性, 影响设计和施工的因素多且不确定, 使得软基沉降形式复杂。

结合理论和实践的一些经验, 本文提出了在软土路基沉降计算上应注意的问题及相应的解决方法。

1 路基沉降计算

软土路基沉降计算一般以最终沉降量确定。其公式为:

$$S_{\infty} = S_d + S_c + S_s \quad (1)$$

式中: S_{∞} 为最终沉降量; S_d 为瞬时沉降; S_c 为主固结沉降; S_s 为次固结沉降。

瞬时沉降是荷载作用下地基因侧向剪切变形而产生的沉降量, 是地基土在不排水加载期间产生的。对于严格的土体一维变形情况, 瞬时沉降很小。对于土体的多维变形情况, 瞬时沉降在地

基总沉降量中占相当大的比例, 有时高达20%以上。由于瞬时沉降和施工方法有密切关系, 且计算所需的参数不易准确测定, 因而 S_d 值不易准确计算。

次固结沉降 S_s 是在持续荷载作用下由于土体骨架的蠕变而引起的沉降。一般认为是土体孔隙水已排除, 土体在主固结已结束后的继续变形。在工程实际中, S_s 值很小, 可以忽略不计。

基于以上两种情况, 在工程实际计算中, 把地基最终沉降量计算公式改写为:

$$S = m_s S_c \quad (2)$$

对于沉降系数 m_s , 由于影响地基沉降计算值的因素很多, 有地形、软基特征等, 确定时要针对实际条件, 综合考虑各种因素, 以求达到更高的精度。

主固结沉降是地基土在排水固结过程中由于体积压缩而产生的沉降。通常由下式表示:

$$S_c = S_{\infty} U_t \quad (3)$$

式中: S_{∞} 为地基的最终固结沉降量; U_t 为地基的平均固结度。

主固结沉降是地基变形的主要部分, 它和土

体的结构特性、施工条件以及加荷条件有密切的关系。

2 主固结沉降计算

对于主沉降 S_c 的计算,目前在理论方面,已经比较成熟,方法也比较多。主要有一维压缩计算方法,也有考虑侧向变形的多维沉降变形方法。对于前者,系根据侧向压缩 $e-p$ 曲线进行计算,方法简便,系数也容易确定,但该法未考虑地基土层在附加应力作用下的侧向变形,也未考虑土体的应力历史,对各种固结状态下的土层均按同一模式处理,因此计算结果不够准确,特别是对于可压缩土层为很厚的软粘土时,采用这种方法将引起较大的误差。

对于多维沉降计算方法,由于现有多维沉降计算公式的不完善和多维固结理论给出的沉降公式的复杂性,以及对一些参数取值的不理想,使得尽管计算较一维合理,但在推广和应用上还是受到较大的限制。

3 固结沉降应注意的问题

对软土路基固结沉降的计算,无论是采用一维计算方法,还是采用多维沉降计算理论,在考虑软土受压沉降过程中,进行的沉降分析方法越符合工程实际情况,其计算结果将更接近实际沉降值。在分析过程中,对以下几个问题应特别注意,并应作全面的考虑。

3.1 压缩层计算深度的确定

实际上,压缩层计算深度的确定,将直接影响计算沉降量的大小。当压缩层厚度较小,其下有可以忽略其压缩沉降的硬层时,可将软土层底面作为计算压缩层的下限。当软土层厚度较大时,基于当前两个规范对压缩层厚度的确定,当采用按 $P=0.1P_0$ 法确定时,其所得的压缩层厚度要比按 $\Delta S_r=0.025 \sum S_r$ 确定的厚度大1/2~1/3。据国内一些高等级公路软土路基的试验资料显示,厚层软土地层发生的沉降主要在0~15 m之间,再往下深度的沉降量占总沉降量的比例很小。

从理论上讲,附加应力计算理论适用于理想弹性体,而软土地基属于粘弹性体,地基中实际附加应力并未传递到理论计算出的那么深。因此,以 $P=0.1P_0$ 来确定压缩层深度,会导致沉降量

偏大,从而造成不必要的浪费。以 $\Delta S_r=0.025 \sum S_r$ 法来确定的压缩层深度较为合理。

3.2 基底附加压力随地基沉降变化的问题

软土路堤的沉降,其主要部分将在施工期间完成,对于这一部分的沉降,将由后继填土补填起来,因而实际填土荷载大于原设计荷载。对于增加部分的填土,在计算沉降时应考虑为荷重,否则,计算的沉降值将偏小。对于超填问题,当前还缺少成熟的理论分析方法,在工程施工中应结合沉降观测进行修正。另外,当地下水位很高时,沉至地下水位以下的填土,会受到浮力的作用,导致基底附加压力减少。

事实上,由于超填和填土浸水后受到的浮力作用对沉降的影响具有互补性,在沉降分析中应对这两方面的影响作综合考虑。

3.3 土体应力历史的影响

工程实践表明,软土地基通常由多种土层组成,其中一些土层可能处于超固结或欠固结状态。土体的应力历史不仅影响地基的沉降量,也影响土体的固结特性。在计算地基沉降量时,应针对土体的不同应力历史而分别作考虑。目前,对于最终固结沉降计算已有了考虑应力历史影响的理论方,据国内的一些实验结果,认为考虑土体的前期固结压力,由 $e-\lg P$ 曲线区分正常固结、超固结和欠固结土层计算固结沉降,能比较准确地反映实际沉降情况。对于多维沉降计算,目前还没有成熟的理论分析方法。

3.4 加载方式和加载速率

在工程施工中,实际的施工加载方式变化很大。采用不同的加载方式和加载速率,地基的沉降一时间曲线显著不同。采用均匀的慢速加载方法可有效地减少地基的沉降。由于软基的天然剪切变形强度较低,在施工加载过程中,过大的荷载会使土体屈服,产生塑性剪切变形,从而使地基的沉降增大。不同的加载方式和加载速率,对地基土的瞬时沉降影响较明显,因而,对于采用多维计算理论计算地基沉降量时,应充分考虑施工过程中的加载方式和加载速率。

3.5 土体自重应力的计算问题

软土地基中的地下水位通常很高。对于地下水位以下的土体,当土的液性指数 $I_L>1$ 或 $I_L<0$ 时,工程设计上习惯以土的浮容重和饱和容重来计算土体自重应力。而对于 $0<I_L<1$ 部分的土体,土颗粒受到的水浮力有多大,目前尚无法确定,当在

计算中笼统地采用浮容重来计算自重应力,必然会对沉降结果产生较大的影响,因而,在遇到该种土层时,计算自重应力应作进一步的考虑。

4 最终沉降量计算的讨论

在地基沉降计算过程中,当综合考虑了上述所讨论的问题时,所得的计算结果必然较准确的。

采用一维沉降计算方法,由于瞬时沉降和次固结沉降在最终沉降量中所占的比例较小,因而,最终沉降量一般按(2)式确定,所采用的沉降系数,取值范围在1.1~1.4之间,固结沉降计算则按(3)式进行。

采用多维沉降理论公式求最终沉降量时,由于土体受压模式的改变,瞬时沉降在总沉降中所占的比例较大,一般在10%以上,因而所采用的沉降计算公式应是由主固结沉降和瞬时沉降两部分组成。即

$$S_{\infty} = S_c + S_d \quad (4)$$

对于第一部分 S_c ,和一维沉降计算相同,按(3)式进行;对于第二部分 S_d ,则分别按施工中采用的加载方式和速率,采用不同的计算公式来求解。最终计算所得的结果一般不用作沉降修正。

据国内高等级公路软基设计所收集到的资

料,在充分考虑前述各种影响因素后,采用一维和多维沉降公式对软基实测沉降量进行复核,所得的结果和实测结果相当吻合。

5 结语

随着高等级公路建设的全面展开,软土路基的沉降问题已越来越受到重视。由于软土结构的复杂性和影响因素的多变性,使得软土沉降计算的难度增大,对软土路堤的计算分析,任何纯理论和纯经验的观点都是不可取的。要取得设计的成功,只有把设计与施工、计算与观测二者紧密结合、互相验证,才能最终达到。

参考文献:

- [1] 哲学森. 软土地基沉降计算[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.
- [2] 陆永青, 李月光. 软土路基计算方法的讨论[J]. 华东公路, 1997(6).
- [3] 陈险峰. 对软基处理设计中几个问题的认识[J]. 公路, 1995(2).
- [4] 公路软土地基路堤设计与施工技术规范(JTJ 017-96)[S]. 北京: 人民交通出版社, 1996.
- [5] 陈希哲. 土力学地基基础(第二版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 1989.

~~~~~(上接第19页)~~~~~

主和监理工程师在缺陷责任期满前检查结果而发出的指令,对存在的缺陷、病害或其他不合格之处进行修补、重建及修复。

承包人在缺陷责任期满21天内,并在承包人完成了所有缺陷修复工作后,监理工程师将核签缺陷责任终止证书,报业主同意后,颁发给承包人,承包人领到该证书后,意味着已完成了该工程全部内容,并视为本工程竣工已得到批准。

承包人领到缺陷责任终止证书后28天内应尽快向监理工程师提交一份最后结帐单草案,经监理工程师核认。最后结帐单经监理工程师核认后,承包人应向业主提交一份书面清账书,并抄送监理工程师。

监理工程师收到最后结帐单和清账单后14天内,将签发最后支付证书并报业主审批,同时抄送承包人。业主在收到最后支付证书42天内,应将所欠款项支付给承包人。到此为止,承包人完

工后整理资料亦告结束。

3 结语

施工资料的整理,不应在工程完工后才急着着手整理,而应边施工边收集。一个好的资料员,在工程完工后,资料的整理亦应基本结束,这对及时回收资金、减少工程成本、缩短工程竣工时间起到了重要的作用,施工企业应当高度重视。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国交通部交公路发[2003]94号《公路工程国内招标文件范本》(2003年版).
- [2] 中华人民共和国交通部令2004年第3号《公路工程竣(交)工验收办法》.