

路堤下软粘土地基的侧向位移*

马 时 冬

(华侨大学土木工程系, 泉州 362011)

摘要 论述路堤下软粘土地基在施工期和固结期的侧向位移与沉降的关系. 通过现场实测结果和理论预测值之间的比较和分析, 对路堤下软基的实际变形性状有了进一步的认识.

关键词 侧向位移, 软土地基, 路堤沉降, 固结

分类号 TU 433

软基路堤设计中的主要问题是稳定和变形问题, 其中变形问题更为复杂. 路堤下软基的变形包括垂直沉降(初始(瞬时)沉降, 主固结(渗透固结)沉降, 次固结(骨架蠕变)沉降)及侧向位移. 目前路堤设计中常用的沉降计算方法和为提供设计参数的试验方法都是建立在太沙基单向固结理论基础上的. 这一理论的假设前提是附加应力在平面上均匀分布, 地基土处于有侧限(无侧胀)状态, 即不发生侧向变形, 仅发生垂直方向的沉降, 故称单向固结理论. 只有当荷载作用范围远大于软土层(压缩层)厚度时, 才比较适用. 可是, 道路的长度远远大于宽度, 路基属于平面应变状态, 随着沉降的发展, 路基中的应力将发生重分布并出现拱作用, 在坡趾附近的水平应力、垂直应力和剪应力都明显增大, 随着塑性区的开展, 地基土产生侧向位移, 并导致产生附加沉降. 由于目前常规的沉降计算方法中没有考虑侧向位移所引起的附加沉降, 致使设计预估沉降明显小于实际沉降. 对于高填方路堤下的深厚软基, 现有沉降计算方法的问题更突出. 软基的侧向位移除了产生附加沉降外, 还会降低路堤本身的稳定性, 并对邻近的构筑物(桥台桩基、边沟等)产生水平荷载, 导致桥台位移, 边沟破坏……可以说, 长期侧向位移是软基堤坝破坏的主要型式, 本文着重讨论侧向位移与沉降的关系.

1 侧向位移与沉降的关系

路堤软基的侧向位移与诸多因素有关, 如(1) 地层结构, (2) 地基土的非弹性应力~应变~强度特性, (3) 地基土的透水性, (4) 填土形状, (5) 填土宽度与软弱层厚度之比, (6) 填土速度等, 所以十分复杂. 目前除了从研究角度出发, 根据土的本构关系进行有限元分析外, 尚无实用计算方法. 国内外的工程界都试图通过对填土施工期和固结(放置)期的位移和沉降的相关分析, 来寻找两者之间的定量关系. 下面简述国外有代表性的观点, 并通过现场实测资料来阐明笔者的观点.

* 本文 1994-08-20 收到

1.1 传统的观点

图 1 为传统的最大侧向位移 L_m 和堤中心沉降 S_0 关系曲线. 图中 A 点表示填土达到设计标高. 传统观点认为: (1) OA 段为施工期. 粘性土地基表现为不排水变形, 大部分侧向位移在该工期完成; (2) AB 段为固结期. 粘性土地基处于固结状态, 孔隙水压力消散, 有效应力增加, 该阶段不发生侧向位移, 甚至出现回缩现象.

1.2 Tavenas 观点

加拿大的 Tavenas 把 $L_m \sim S_0$ 曲线分为三个阶段, 见图 2 所示. 其中 A 点为填土达到临界

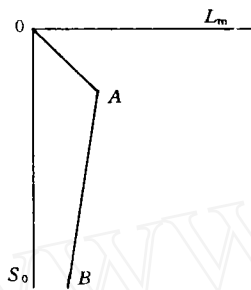


图 1 传统的观点

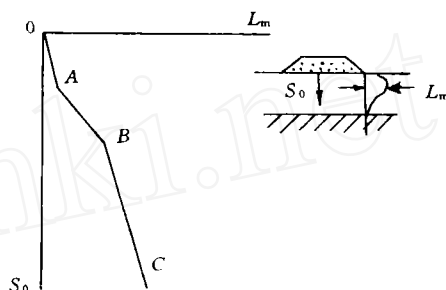


图 2 Tavenas 的观点

高度, B 点为填土达到设计高度.

(1) OA 段为施工前期. 粘性土地基基本上处于排水状态, 在此阶段侧向位移量相当小.

(2) AB 段为施工后期, 粘性土地基基本上处于不排水状态, 该阶段的 $[\Delta L_m / \Delta S_0]$ 为 1.0 左右, 大部分侧向位移在此阶段完成.

(3) BC 段为固结期. 粘性土地基处于长期排水阶段, 该阶段的 $[\Delta L_m / \Delta S_0]$ 的平均值为 0.16.

1.3 现场实测结果

通过对某高速公路试验工程中 6 个观测断面的侧向位移和沉降资料的相关分析, 其中的代表性 $L_m \sim S_0$ 曲线如图 3 所示. 从图 3 看出, 存在 2 个转折点 A, B, 分别对应于填土的临界

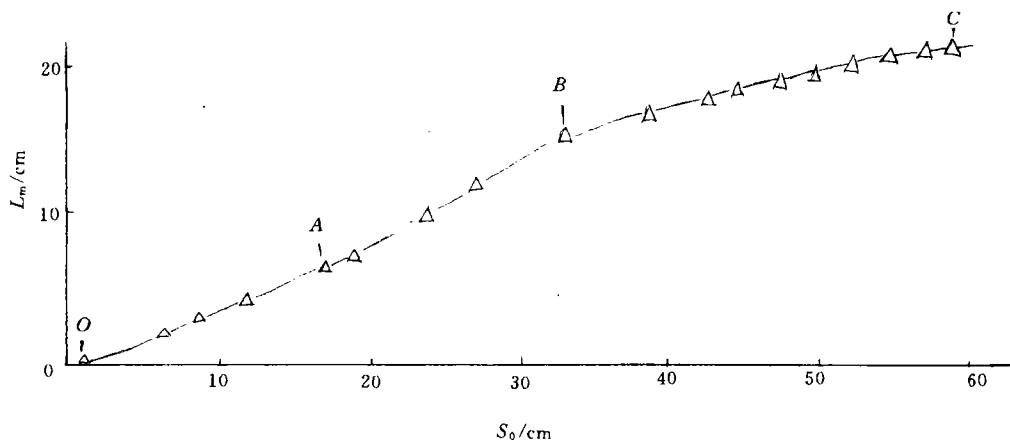


图 3 现场实测结果

高度和设计高度. 将6个断面中3个阶段的 $[\Delta L_m/\Delta S_0]$ 值归纳如下. $O A$ 段:施工前期, $[\Delta L_m/\Delta S_0]_1$ 为(0.07~0.19), $A B$ 段:施工后期, $[\Delta L_m/\Delta S_0]_1$ 为(0.17~0.58), $B C$ 段:固结期, $[\Delta L_m/\Delta S_0]_1$ 为(0.10~0.30).

实测资料表明,填土超过临界高度即进入施工后期, $[\Delta L_m/\Delta S_0]_1$ 明显变大,但并不接近于1,当填土达到设计高度,即进入固结期, $[\Delta L_m/\Delta S_0]_1$ 有所减小但减幅不大,也就是说 Tavenas 提出的 $[\Delta L_m/\Delta S_0]_1$ 比实测值大, $[\Delta L_m/\Delta S_0]_1$ 比实测值小,这是因为 Tavenas 过于简单地认为施工后期的粘性土地基处于完全不排水状态,所以侧向位移与沉降几乎相等;固结期的粘性土地基处于长期排水阶段,所以侧向位移明显变小. 然而,实测的孔隙水压力资料表明,施工后期主固结(渗透固结)沉降仍占相当大比例,所以粘性土地基不是处于完全不排水状态,而是处在以排水为主的状态. 同时,实测的侧向位移资料表明,因固结期仍存在塑流引起的持续侧向位移,所以粘性土地基不是处于完全排水状态,而是以排水为主的状态.

对于透水性小的深厚软基,当填土高度大而且填土速度较快时,固结期中塑流引起的侧向位移更大,持续时间更长.

2 结论

实测资料表明,传统观点对侧移与沉降关系的认识是不符合实际情况的,这是由于传统观点将土体假定为弹性体,而实际上土体为弹-塑-粘性体. Tavenas 的观点能基本上反映侧移与沉降之间的实际关系,但对于各阶段变形机理的认识不够清楚,例如:(1) 在施工后期($A B$ 段),主固结沉降占相当大比例,将该阶段定为不排水阶段是不合理的;(2) 在固结期($B C$ 段),不排水塑流引起的持续侧移乃占一定比例,将该阶段定为长期排水阶段是不全面的.

参 考 文 献

- 1 Tavenas F. Lateral displacement in clay foundations under embankment. Canadian Geotechnical Journal, 1979, 16: 532~550
- 2 小特集. 侧向流动の機構とその対策. 土と基础, 1982, 30(5): 3~47
- 3 马时冬. 防波堤下游淤泥波质粘土地基的实际性状. 港口工程, 1987, (6): 1~6

Lateral Displacement of Soft Clay Foundation under Embankment

Ma Shidong

(Dept. of Civil Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract A discussion is devoted to the relation between lateral displacement and settlement of soft clay foundation under embankment during construction and consolidation. By analysing the results from site measuring and comparing them with the values of theoretical prediction, the author has gone a step further in understanding actual shape and properties of the deformation of soft clay foundation under embankment.

Keywords lateral displacement, soft clay foundation, embankment, settlement, consolidation