

通启高速公路的路基沉降观测

三航南京分公司 陆 健

20 世纪 80 年代后,我国高速公路发展比较迅速,高速公路对地基变形的要求较高,一般要求使用期内路堤的工后沉降不超过 30cm,路桥交界处低于 10cm。沪宁高速公路是我国沿海在软土地基修建的第一条高速公路。通过开展沉降观测,积累了较丰富的经验,了解了地基沉降在使用荷载作用下的发展情况。为地基沉降规律研究提供翔实的数据支持,保证地基在上部荷载作用下的稳定性。

通启高速公路又是一条在软基上修建的高速公路,全长 108km;沿线不但地质复杂,池塘淤泥多,地下水位高。自开工以来,我标已历时达 2a 多,对重点地段开展沉降观测工作。

1 沉降及稳定观测点的设计与埋设

根据我省软土地区路基沉降观测的一般经验,软土地基每 100m,设一组沉降观测点,路堤高度大于 5.0m 的路段,每 50m 设一组沉降点。

1.1 沉降观测桩的布设和观测的原则

1.1.1 所有大、中、小桥(包括通道桥)位置均设置一组沉降观测点,位置设在桥头引道离桥头搭板 10m 处,跨度超过 30m 的结构物两端各设一观测断面,跨度小于 30m 时仅在一端设置。

1.1.2 所有涵洞(包括箱行通道)处,原则上均设置一组沉降观测点,观测点位于涵背一侧,离涵身约 2.0m 处。

1.1.3 对于一般处理路段(采用砂垫层+预压路堤)、通道与涵洞基础处理段(采用粉体搅拌桩)、桥头 25m 的处理段到其他处理段的过渡段的接头处,应在离开两种路

基处理接头各 10m 以外的路段设置一组沉降观测点。为减少观测点的密度,距离相近、地质情况一致可统一考虑布置。

我标起点 K137+440、终点 K139+900,根据布设原则,主线共布设 8 组、纵一线 8 组、匝道 30 处。所有沉降观测板按《公路软基地基路堤设计与施工技术规范》的有关要求制作。

1.2 沉降标埋设时间

一般地段在原地面以上压实两层土时埋设;有砂垫层地段在砂垫层压实一层土时埋设;粉喷桩地段在粉喷桩顶上压实两层土时埋设。

(1) 观测频率

施工期间每填筑一层进行一次观测,台背填筑完成后,每 14d 进行一次观测,预压期每月 2~3 轮回。

(2) 预压路段的沉降稳定判定标准

① 路基及小型构造物稳定判定标准为连续两个月,第一个月及第二个月月沉降速率均 $\leq 6\text{mm}$,即可判定稳定。

② 桥头预压段稳定判定标准为:连续两个月月沉降速率均 $\leq 6\text{mm}$,且第二月呈减小趋势即可判定稳定。

2 施工中软基沉降的时效特点分析

从地基沉降变形总的研究情况来看,目前还不能对沉降的客观规律作全面的认识,但是通过多年的经验表明,无论是饱和地基还是非饱和地基,当路基填筑时填土速度越快,先期固结沉降较快,进入预压期较早,预压期沉降收敛趋势均较明显。如果针对相对荷载地基承载力足够的话,在上部荷载施加后沉降随时间变化的情况可用图 1 来说明。地基荷载施加初

期沉降速率最大,随着上部荷载作用时间越长,沉降速率 K 越小,即存在:

$$\text{令 } K_1 = (S_2 - S_1) / (t_2 - t_1), K_2 = (S_3 - S_2) / (t_3 - t_2)$$

式中:

t_1, t_2, t_3 — 分别为沉降观测时刻;

S_1, S_2, S_3 — 分别为 t_1, t_2, t_3 时刻观测的沉降量;

K_1, K_2 — 分别为 $t_1 \sim t_2, t_2 \sim t_3$ 期间沉降速率。

则有:

$$K_1 > K_2$$

当沉降速率 K 值小到一定程度时,就可以认为大部分沉降已完成。相反如果地基不能承受上部荷载的作用,发生失稳,则有:

$$K_1 \leq K_2$$

在沉降上就会表现为沉降持续发生,沉降速率不会显著变小,甚至沉降速率变大,直至路堤坍塌。

3 典型断面的沉降曲线及分析

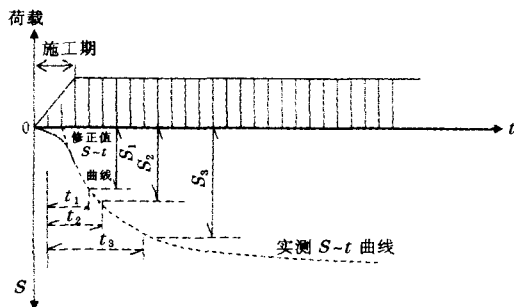


图1 沉降与时间关系曲线

通过监测路堤施工全部完成后沉降速率的变化情况来判断地基稳定性情况和沉降完成的情况。图2、图3为我标一般路堤 K137+660 和桥头 ZK1+150 沉降观测曲线,从图中可以看出,在填筑初期沉降速率最大,分别为 0.34mm/d, 0.9mm/d, 随着土的固结慢慢变小,沉降速率总的趋势逐渐减小,卸载后,在施工路槽层时,沉降量不明显,底基层、基层上没有发现裂缝,可以认为沉降基本稳定。

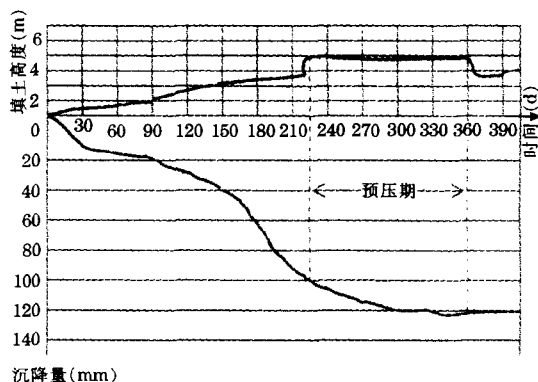


图2 K137+660 路堤填筑高度—时间—沉降量曲线

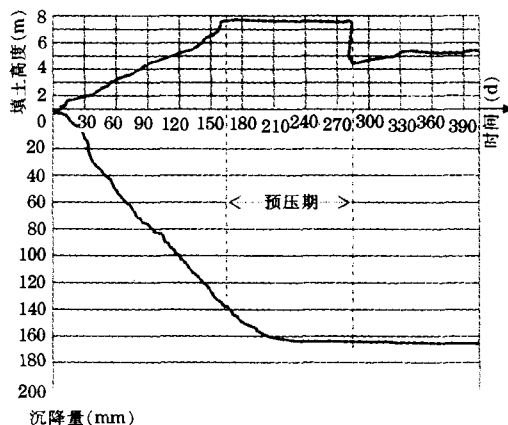


图3 ZK1+150 桥头填筑高度—时间—沉降量曲线

4 运用沉降观测进行施工动态控制的方法

4.1 运用填土高度—沉降量曲线初步分析连续施工路段稳定性的方法

总的来说,连续施工中的填土路堤作用下的路堤填筑高度与沉降量关系可能出现3种情况,如图4。随着填筑高度的增加,沉降

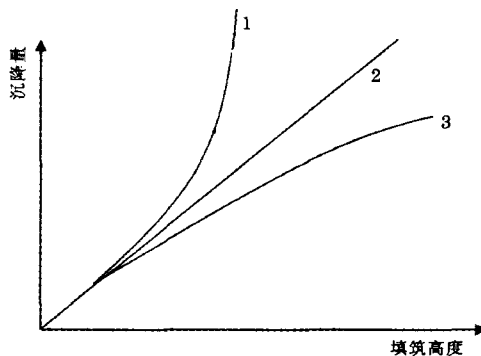


图4 填土高度—沉降量关系

增量变大如曲线 1; 填土高度与沉降量呈线性关系如曲线 2; 随着填筑高度增加, 沉降增量减小如曲线 3。在正常施工中, 如果高填方路堤作用下地基的沉降曲线都呈现线性特征的路堤都处于稳定情况, 曲线 2 就变得有实际意义了; 对于同样的边坡设计, 如果路堤填筑高度 — 沉降量出现曲线 2 的情况基本可以认定地基是稳定的; 出现曲线 3 的情况, 可以认为地基在分级加荷的作用下得到了强化; 相反如果出现曲线 1 的情况, 该地基就应该减慢填筑速度, 加强监测, 及时处理出现的问题。

实践证明, 运用这种方法来判断施工中路堤地基的稳定性具有较强的实用性, 这种方法可以对正在施工中的沉降观测数据进行初步的分析, 而且对于工期非常紧张的高路堤, 可以起到及时发现问题的作用, 具有其现实的工程意义。

4.2 运用沉降速率判断地基稳定性和沉降完成情况的方法

当一段时间内施工荷载不再增加, 通过观测地基沉降速率, 就可以用作判断地基在当前荷载作用下稳定分析。

地基在荷载下, 沉降速率极限允许值目前还无固定标准, 通过大量的公路软土地基沉降观测文献资料, 一般按照这样一个标准: 路堤填筑期施工水平位移速率不宜超过 0.5cm/d , 竖向沉降速率 K 不大于 1.5cm/d , 如果接近或超过这一标准, 则应停止施工, 加强观测。路基施工完成后, 沉降速率 K 不大于 0.01mm/d , 可以认为地基沉降已经稳定。

在通启高速路基施工中, 当路堤 95 区开始施工进入第二到第三层时, 已进入冬季, 土开始冻结不好施工, 按照正常施工程序, 路堤 95 区第四层施工完后, 根据路堤填土高度及位置, 进行路堤预压(等载、超载、欠载), 一般 3~5 个月, 路堤稳定后再卸载施工 95 区顶层, 但由于工期较紧, 如果等第二年开冻后路堤 95 区第四层施工完再预压, 就会错过 3~5 个月的路基底基层施工黄金季节, 工期直接会受到影响。通过综合分析, 决定利用冬季不好施工提前进行预压。对设计沉降量较大的路段, 适当增加预压高度, 加强预压期的沉降量观测频率。初期定为每周一次, 沉降基本稳定后采用每 10d 一次。一般路基经过 2 个多月的沉降, 到了第 3 个月后沉降量越来越小, 最后确定在连续两次沉降速率绝对值 K 不大于 0.2mm/d , 即可卸载继续施工, 而此时正好进入春天施工的季节。

5 结语

由于我标对沉降观测工作的重视, 使路基施工一直处于良好的稳定状态, 特别是后期的预压期的沉降, 通过运用沉降速率来判定路基的稳定性, 为提前预压提供了有力的证据, 同时为路基底基层、基层施工有了充分的时间准备, 保证了整个工期顺利完成。事实证明, 在后来的路基底基层、基层施工期间, 路基的沉降速率绝对值 K 一直不大于 0.2mm/d 。可见, 施工沉降观测起到了保证工程质量, 合理安排施工的良好效果。

