

塑料排水板在高速公路软土路基处理中的应用

郝海富

(中铁十七局集团第四工程分公司,山西晋中,030600)

摘 要:详细研究了塑料排水板的打入长度和铺设间距与不同施工阶段的沉降以及工后沉降的相关关系,指出了塑料排水板打入长度和铺设间距对沉降影响的差异性,针对具体工程,给出了符合设计要求的塑料排水板设计参数和设计方案。

关键词:软土路基处理;沉降控制;塑料排水板;固结

中图分类号:U416.1

文献标识码:A

1 软土路基处理的意义

众所周知,软土的物理力学性质差,天然含水量高,强度低,透水性差,压缩性高,结构性强,易受扰动影响,且土性参数取值困难。而高速公路造价昂贵,技术标准高,对路基变形与稳定性的要求十分严格,因此高速公路软土路基的稳定性与沉降控制目前已经成为国内外学者十分关注的一个重大研究课题。

东南沿海一带广泛分布着软黏土,是软基高速公路病害的重灾区。在以往的工程建设中,路基稳定性和路堤的变形,特别是建成通车后高速公路路堤的变形,即工后沉降问题,始终未能得到很好地解决。如杭甬高速公路工后沉降过大(工后最大沉降近 2.0 m),造成桥头跳车、路面早期破损,严重影响了公路通车能力和行车舒适性,给安全带来了严重隐患。软土路基也一直是工程界亟待解决的技术难题。因此在软土地基上修筑高填土路基的高速公路,合理选择软土路基处理方法、确定加载速率及超载量、控制路基稳定性和工后沉降就具有重要的理论意义和现实意义。

本文以瑞安飞云江三桥接线工程软土路基处理为例,针对高速公路软基处理中广泛采用的塑料排水板,详细分析了在不同加载速率和超载量条件下,打入长度、铺设间距与不同施工时段沉降以及工后沉降的相关关系,并为该工程提供了切实可行的设计方案。

2 排水固结法的基本原理

对于建造在深厚软黏土层上的高速公路路基,一般采用排水固结的方法进行稳定性和沉降控制。排水预压固结法的原理就是通过预压荷载,使被加固土体中的孔隙水排出,有效应力增加,土体中的孔隙体积减小,密实度加大,土体强度和地基承载力得到提高,从而达到减小工后沉降的目的。

饱和软黏土在荷载作用下,孔隙中的水被慢慢排出,孔隙体积慢慢

减小,地基发生固结变形。同时,随着超静水压力逐渐消散,有效应力逐渐提高,地基土的强度逐渐增长。如果在建筑场地上先加一个和上部建筑物相同的压力进行预压,使土层固结(相当于压缩曲线),然后卸除荷载(相当于膨胀曲线),再建造构筑物(相当于再压缩曲线),建筑物引起的沉降就可大大减小。如果预压荷载大于建筑物荷载,即所谓超载预压,则效果更好。因为经过超载预压,当土层的固结压力大于使用荷载下的固结压力时,原来的正常固结黏土层将处于超固结状态,而使土层在使用荷载下的变形大为减小。

在荷载作用下,土层的固结过程就是孔隙水压力消散和有效应力增加的过程。如路基内某点的总应力为 σ ,有效应力为 σ' ,孔隙水压力为 u ,则三者有如下关系:

$$\sigma - \sigma' = u \quad (1)$$

用填土等外加荷载对地基进行预压,是通过增加总应力 σ 并使孔隙水压力 u 消散来增加有效应力 σ' ,来达到加快固结进程的目的。

土层的排水固结效果和它的排水边界条件有关。根据固结理论,黏性土固结所需要的时间和排水距离的平方成正比,土层越厚,固结延续的时间越长。为了加快土层的固结,满足施工工期的要求,最有效的办法就是增加土层的排水途径,缩短排水距离。塑料排水板、沙井等竖向排水体就是为此目的而设置的。土层中的孔隙水主要从水平向通过塑料排水板或沙井从竖向排出,缩短了排水距离,从而大大加速了路基的固结速率(沉降速率);这一点无论从理论还是工程实践上都得到了证实。

3 地基沉降计算依据

对于以沉降为控制条件需进行预压处理的工程,沉降计算的目的在于估算堆载预压期间沉降的发展情况、预压时间、超载大小以及卸载后剩余的沉降量,以便调整排水系统和加压系统的设计。沉降量计算分为总沉降量计算和某一时刻沉降量计算。

Application of the Roof Grid Structure of the Main Workshop Buildings in the Steam-power Plant

CHU Hong-xia

ABSTRACT: Because of the advantages of its lighter weight, bigger rigidity, even rigidity, shorter construction period, less steel consumption, better performance under shock, lower height of the buildings, and more beautiful external appearance, etc., the space grid structure has been widely used in the industrial buildings. Through the practice of the roof engineering of Wuyang Steam-power Plant, this paper expounds the superiorities of adopting the grid structure on the roofs of the steam engine room and the boiler room.

KEY WORDS: steam-power plant; steam engine room; boiler room; roof engineering; steel truss; grid structure

表1 ZK11 断面处理方法及沉降计算值(设计填高 2.5 m)

设计方案	处理方法		填筑期 /月	预压期 /月	总沉降/cm			填筑期中 心沉降 /cm	预压期中 心沉降 /cm	工后 沉降 /cm
	排水板 长度 /m	排水板 间距 /m			左肩	路堤 中心	右肩			
1	10	1.2	8	12	120.1	162.6	120.1	76.2	16.5	13.6
2	10	1.5	8	12	119.9	162.2	119.9	68.1	21.9	14.5
3	10	1.8	8	12	119.3	161.4	119.3	61.4	24.9	16.6
4	15	1.2	8	12	125.7	170.1	125.7	93.9	20.3	11.5
5	15	1.5	8	12	125.3	169.6	125.3	82.7	36.8	12.7
6	15	1.8	8	12	124.4	168.4	124.4	73.5	31.0	15.6
7	20	1.2	8	12	130.3	176.3	130.3	106.5	24.3	10.6
8	20	1.5	8	12	129.8	175.6	129.8	92.2	33.2	12.2
9	20	1.8	8	12	128.6	174.0	128.6	80.8	37.0	15.9

3.1 总沉降量计算

地基总沉降变形由下式确定:

$$S=S_c+S_s+S_d \quad (2)$$

式中, S_c 为主固结沉降, S_s 为次固结沉降, S_d 为瞬时沉降。

3.2 瞬时沉降量计算

如果总沉降按式(2)计算, 则任意时刻的地基沉降量应按下式计算:

$$S_t=U_t S_c+S_s+S_d \quad (3)$$

式中, U_t 为地基平均固结度, 其计算方法可参见相关文献规范。

4 塑料排水板处理软土路基

4.1 工程概况

该工程线路经过的主要地貌单元为冲海积平原和丘陵, 地形相对平坦。线路全长 23.6 km, 路宽 33.5 m。其中软土路段占全线 90% 以上, 位于冲海积平原区, 软土厚度 20 m~50 m; 大部分区段软土层位稳定, 厚度巨大, 土体特性均匀。软土层含水量高, $w=38.2\% \sim 81.7\%$; 孔隙比大, $e=1.168 \sim 2.387$; 天然重度小, $\gamma=14.6 \text{ kN/m}^3 \sim 16.8 \text{ kN/m}^3$; 强度低, $C_u=13.0 \text{ kPa} \sim 17.0 \text{ kPa}$, $\varphi_u=2.0^\circ \sim 3.6^\circ$; 压缩性高, $\alpha_{1-2}=0.60 \text{ MPa}^{-1} \sim 3.07 \text{ MPa}^{-1}$; 压缩模量 $E_s=1.03 \text{ MPa} \sim 2.44 \text{ MPa}$ 。

根据施工计划安排, 该公路从 2002 年 10 月开始施工, 2004 年 10 月开始铺筑路面, 2005 年 4 月通车, 因此路基填筑预压时间总和不得超过 24 个月。

4.2 塑料排水板参数对沉降的影响

为了提供合理的处理方案及设计参数, 研究塑料排水板对工期、工后沉降的影响, 针对该工程软土层特性均匀的特点, 本文以 ZK11(K8+725) 剖面为例, 进行了排水板打入长度和铺设间距的参数研究。

4.2.1 计算工况

工况一: 路基宽度 33.5 m, 设计填高 2.5 m。根据施工实际情况, 排水板长度分别取 10 m, 15 m 和 20 m, 间距分别取 1.2 m, 1.5 m, 1.8 m 进行组合计算, 不进行超载处理。各种处理方案的填筑期、预压期和总沉降、工后沉降见表 1。

工况二: 路基宽度 33.5 m, 设计填高 3.5 m。排水板长度分别取 15 m 和 20 m, 间距分别取 1.2 m, 1.5 m 进行组合计算。各种处理方案的填筑期、预压期和总沉降、工后沉降见表 2。

4.2.2 计算结果及分析

从表 1 的计算结果可以看出, 填筑期为 8 个月、预压期为 12 个月时, 33.5 m 路宽、2.5 m 设计填高的路基中心总沉降在 1.61 m~1.76 m 之间变化, 工后沉降在 0.1 m~0.2 m 之间。在填筑期和预压期完成的沉降量随处理方法的不同而不同。采用方法 7(塑料排水板长度 20 m, 间距 1.2 m) 完成的沉降最大, 20 个月后的固结度为 74.2%; 采用方法 3(塑料排水板长度 10 m, 间距 1.8 m) 完成的沉降最小, 20 个月后的固结度为 53.4%。

从表 2 的计算结果可以看出, 当填土设计高度达到 3.5 m 时, 要进行超载预压, 超载厚度一般在 1.0 m 以上, 并且需使用两层土工布才能保持路基稳定。由于容许工后沉降为 0.1 m, 所以建议方案为方案 4, 方案 5, 方案 6。

针对该工程, 综合表 1 和表 2 的计算结果, 可以认为:

(1) 填土设计高度大于 2.5 m 时, 对于桥头地段, 建议采用超载预压+塑料排水板的处理办法, 否则在规定的时间内难以达到规范要求; 对于一般路段, 采用塑料排水板或辅以适当的超载, 可以满足要求。当填土设计高度达到 3.5 m 左右时, 建议应该进行超载处理, 同时铺设土工布以保持路堤的稳定性。塑料排水板长 15 m~20 m, 间距 1.2 m~1.5 m 为宜。

(2) 填土设计高度小于 2.5 m 时, 对于桥头地段, 建议采用塑料排水板, 或辅以适当超载的处理办法; 对于一般路段, 采用塑料排水板等载预压进行排水固结, 就可以满足规范要求。当填土设计高度在 1.5 m 左右时, 建议采用塑料排水板等载预压或单独采用超载预压的办法, 超载厚度 1.0 m 以上。塑料排水板长 10 m~15 m, 间距 1.5 m~1.8 m 为宜。

对于选定的塑料排水板, 板的(等效)直径是一定的, 固结排水效果的好坏取决于板的长度和铺设间距。考察有关工况一的 ZK11 断面在不同长度和间距组合条件下的沉降曲线, 可以得到以下结论: 第一, 铺设间距一定时, 打入长度越深, 软土路基的沉降量越大, 排水固结效果越好; 第二, 打入长度一定时, 铺设间距越小, 排水固结效果越好, 软基沉降相对越大; 第三, 从曲线的变化趋势上看, 排水板长度的变化对沉降的影响要大于铺设间距的影响; 第四, 铺设间距对土层固结效果的影响主要体现在填筑及预压初期, 预压后期间距的影响将逐步减弱。这主要是因为打入深度范围内, 由于存在竖向导水通道, 软土层在填筑及预压初期就可以完成大部分固结沉降, 而在未打入塑料排水板的深度内, 土体固结速度则十分缓慢; 第五, 在处理深厚软土地层时, 为提高整体排水固结效果, 减小工后沉降, 应优先考虑增加排水板的长度。

根据不同工况的计算结果, 以及塑料排水板参数对软基沉降的影响规律, 可以详细确定出该工程的软土路基处理方案。经工程论证, 本文提出的设计参数是合理可行的。

5 结语

5 结语

浙江 104 国道瑞安飞云江三桥接线工程软基路段地基土为高含水量、高孔隙比、低强度、固结缓慢的欠固结土, 采用塑料排水板排水固结法进行处理是适当的。

表2 ZK11 断面处理方法及沉降计算值(设计填高 3.5 m)

设计方案	处理方法	填筑期 /月	预压期 /月	总沉降/cm			填筑期中 心沉降 /cm	预压期中 心沉降 /cm	工后 沉降 /cm
				右肩	路堤 中心	右肩			
1	二层土工布	10	12	156.3	203.5	156.3	62.5	2.5	24.3
2	二层土工布, 塑料排水板, 长度 20 m, 间距 1.2 m, 等载预压	10	12	184.6	240.7	184.6	134.4	37.0	14.5
3	二层土工布, 塑料排水板, 长度 20 m, 间距 1.2 m, 1.5 m 超载预压	10	12	183.5	239.2	183.5	136.4	45.8	6.5
4	二层土工布, 塑料排水板, 长度 20 m, 间距 1.5 m, 1.9 m 超载预压	10	12	181.7	237.1	181.7	120.9	59.5	7.3
5	二层土工布, 塑料排水板, 长度 15 m, 间距 1.2 m, 1.3 m 超载预压	10	12	176.0	229.6	176.0	117.6	36.0	7.5
6	二层土工布, 塑料排水板, 长度 15 m, 间距 1.5 m, 1.6 m 超载预压	10	12	175.4	228.8	175.4	106.3	46.7	7.2

浅析桥头跳车原因及控制措施

姚惠凯

(山西路桥第二工程有限公司,山西临汾,041000)

摘要:分析了桥头跳车的原因,并从原地基处理、路基处理、施工工序合理安排、桥头处理等方面提出了桥头跳车的治理方案,并指出在这些方案中,桥(涵)台背的回填质量又是治理桥涵与路基过渡段跳车通病的关键,因此,在施工过程中,应严格选择回填材料,控制回填施工工艺。

关键词:桥头跳车;原因分析;跳车治理;台背施工工艺;回填施工工艺

中图分类号:U442.5;U443.8

文献标识码:A

1 桥头跳车原因分析

桥头跳车是由于桥(涵)台后路基沉降造成与结构物的高差超过一定值所引起的行车现象,经分析,其原因主要有以下几点:

其一,平原区所建排水、通行结构物为满足桥下净空,台后路堤较高,台后填土高度多数在 5 m 以上,甚至高达 10 m 以上,从理论上讲,填土高超过 6 m 的路基当土基压实度达到 95 % 时,台后沉降可达 10 cm~20 cm。

其二,台后路堤的沉降有两部分,一是路基沉降,二是地基沉降,台后填土范围原地基承载力低,而路堤高,荷载大,一般施工方案仅对路基填筑处理而忽略了提高原地基承载力,造成原地基自然沉降。

其三,由于桥台伸缩缝自身质量问题,造成伸缩缝漏水,渗入台后填土,使台后路基沉降加重。

其四,平原区土地紧张而施工单位从自身经济效益出发,往往将台后作为桥梁等施工制作及材料堆放场地,不能与路基同步填土施工,人为减少了台后填土的自然沉降期。

其五,台后填土范围小,压路机工作面受到限制,紧靠台背部分填土,往往压实度达不到要求,而加重路基自然沉降。

其六,由于桥面、路面、伸缩缝三者施工工序安排不当,造成三者顶面标高不一致而形成台阶,也是跳车的原因。

其七,桥梁预应力板(梁)预拱值施工控制不好,使桥梁板顶标高超过设计值,施工中要保证桥面最薄厚度而只能用桥头纵坡调整。若纵坡调整坡长较短或与原设计路线纵坡方向不一致而产生跳车。

其八,施工单位施工管理不当,路基填料未按规定要求处理或桥台立柱施工顺序安排不妥,涵洞盖板进度慢,造成桥(涵)台后不能及早填土等其他原因。

2 桥头跳车治理

如上所述,台背与路基的工后沉降差是客观存在的、难以避免的,但我们必须从主观上力争减少沉降差,以治理桥头跳车这一公路通病。一般从以下几方面来进行处理:

2.1 原地基处理

路堤沉降中的一部分是原地基沉降,因此要求先处理原地基。

其一,台前后及涵台后原地表必须清理掘除干净,压实度不得低于 90 %,地基承载力满足设计值。

其二,桩基坑、涵基坑回填要求用石灰稳定土和砂砾分层回填夯实至原地面,监理对此处压实度作为必检点。

其三,为防止桥台前后人为形成不良地基,禁止桩基施工用泥浆池建在路基范围内。

其四,对于台前后有不良地质的地段先根据实际情况采取措施处理

参考文献

- [1] 刘家豪.塑料板排水法加固软基工程实例集[M].北京:人民交通出版社,1999.
- [2] 王志仁.京珠高速公路广珠段软基处理[M].北京:人民交通出版社,2000.
- [3] 朱小林.软土岩土工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1994.

- [4] 周镜.谈谈路基工程中天然软土地基沉降预测中的某些问题[J].路基工程,2001.58(5):1-9.

(责任编辑:薛培荣)

第一作者简介:郝海富,男,1969 年 11 月生,1994 年毕业于山西矿业学院矿井建设专业,工程师,中铁十七局集团第四工程分公司,030600.

Application of the Plastic Draining Plate in the Treatment of Superhighway's Soft Roadbed

HAO Hai-fu

ABSTRACT:This paper studies on the dependency relations among the penetration depth and laying distance of the plastic plate and the settlements in different construction phases and after the construction, points out the differences of the influence of the penetration depth and laying distance of the plastic draining plate on the settlement, and in the light of concrete engineering, puts forward the design parameters and design schemes of the plastic draining plate that fits in with the requirements of the design.

KEY WORDS:treatment of soft roadbed; settlement control; plastic draining plate; consolidation