

真空预压法在高速公路软土路基处理中的应用

王英, 刘炳志, 田力强, 任守康

(山东省煤田地质局第三勘探队, 山东 泰安 271000)

摘要:介绍了真空预压法的工作原理和在高速公路软土路基处理中的具体应用,显示了真空预压法在软土路基处理中的优势,有效地克服了以前处理软土路基的缺陷,是一种非常有效的软基处理技术。

关键词:真空预压;砂垫层;排水板;土工膜;土工布;高速公路;软基处理

中图分类号:U415.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)02-0058-03

1 真空预压技术的发展背景

近几年来,我国高速公路发展迅速,特别是在一些发达地区,高等级公路更是星罗棋布,极大地推动了我国的国民经济发展,也为广大人民的生活和出行带来了极大的便利。上海作为我国的金融商业中心,高速公路建设发展迅速。然而上海地区河网密集,地基土通常都具有含水量高、压缩性大、渗透性差、灵敏度高、强度低和厚度不均匀等特点。在这种地基土上建造高等级公路,存在很多技术问题;其一,软土路基的沉降和差异沉降过大的问题,它严重影响了高速公路的正常使用;其二,在路基填筑过程中出现的稳定问题。软基处理方法不仅对工程质量和施工工期有着重大影响,而且直接关系到投资和管理单位的经济效益和社会效益,因此,软基处理技术已成为各部门最关心的问题之一。

目前在高速公路软基处理设计中主要有堆载预压和复合地基法。堆载预压法是以前使用最多的、较经济的方法,通过堆载预压使地基土的强度增高。为了减少工后沉降,堆载高度往往超过路床设计标高很多。而一般地基的抗剪较低,限制了填土速率,导致填筑需较长时间,待地基强度增大后还须挖除超载部分填土,使得工期较长,造价也不低。另外,在填筑过程中一直存在稳定性、不均匀沉降及工后沉降偏差大等问题,工程质量难以控制。复合地基处理方法,主要有粉喷桩、旋喷桩和碎石桩等,虽然能缩短施工工期,但处理单价较高,且其质量难以保证,如存在喷粉量不足、搅拌不均匀、胶结不好等质量问题。真空排水预压技术是一种新型处理软土路基的技术,能较好地解决软土路基的技术问题。

2 真空预压法的工作原理

真空预压法是由瑞典人杰尔曼提出,1958年我国开始从事这方面的研究。由于该方法比堆载预压法具有明显优势,20世纪80年代后在港口和高速公路软基处理中得到推广应用。真空预压法是在需加固的软土地基上设置排水或袋装砂井,作为竖向排水通道,然后在地面上铺设砂垫层作为水平排水层,并在其上覆盖不透水的密封膜与大气隔绝,通过埋设于砂垫层中的吸水通道产生一个气压差,这部分气压差即变成了作用地基表面形成的一个荷载,随着膜内空气的不断排除,膜下真空度的提高,压差逐渐增大,软基土中的水、气不断排出而产生固结。

真空预压使地基产生沉降,一般在加固区的中心点产生的沉降值最大,使加固区表面呈锅底状,这主要是由于真空预压产生的有效应力因位置不同而产生差异,并且使加固区土体产生向内的收缩变形。这种收缩的特性使土体更利于挤密,能较好地解决路堤填筑过程中的稳定性问题,这种向内的变形可以抵消由填土产生的向外的挤出变形,对路基稳定非常有利,另外,由于真空预压固结较快,地基强度随之增长,从而增加了地基的抗失稳能力。所以,通过真空预压处理过的地基,后期的路堤施工不受地基处理的影响,并且随着路基的不断加高、荷载增大,这又大大加快了软土地基的固结,因此其处理效果比较理想。

真空预压法属于排水固结法,真空预压进行预压前,要先打设塑料排水板或竖向排水通道,这样一方面可以缩短排水距离,加快地基土的排水固结,另一方面可以使真空向下传递。

收稿日期:2007-11-11

作者简介:王英(1973-),女(汉族),河北饶阳人,山东省煤田地质局第三勘探队工程师,探矿工程专业,从事煤田地质勘探、桩基工程、地面预注浆工程以及煤层气井施工方面的钻探技术工作,山东省泰安市泰山大街869号,wwj1491@163.com。

3 工程实例分析

3.1 工程概况

上海某高速公路 A30 标段沿线土层为滨海平原相和泻湖沼泽相沉积,地层分布复杂。在一些桥头高填方(填方高度最高达 5 m)路段,其底部存在很厚的软卧层(淤泥质粉质粘土,累计厚度最大达 16 m)。为了确保施工质量和施工工期都能达到设计要求,投资项目部决定采用真空预压技术加固该标段部分软土路基基础,该部分软土路基为河漫滩沉积,属软弱地层。

3.2 场区工程地质条件

根据工程地质详细勘察报告,地层分布如下:

①素填土~耕耘土,灰~灰黄色,饱和,软塑,夹植物根茎,层深 0~1.0 m;

②淤泥质粘土,灰色,饱和,流塑,夹腐植物,云母片、腐植物、贝壳,层厚 0~4 m;

③淤泥质粉土,灰色,饱和,流塑,夹云母片、贝壳,薄层粉砂互层,层厚 2.8~5.9 m;

④淤泥粉质粘土,粉土~粉砂互层,灰色,饱和,稍密,流~软塑,夹腐植物、云母片、贝壳,局部粘土结核,底部均为淤泥质粉土,粉砂层厚度为 80 mm 左右,层厚 4~7.4 m;

⑤粉质粘土,灰色,饱和,软塑,夹薄层粉砂互层、腐植物、云母片,层厚未穿透;

⑥粉砂,灰色,饱和,稍密,间夹薄层淤泥质粉质粘土互层。

根据钻探资料,场地内为河漫滩沉积,均为软弱土层,土层分布较均匀,淤泥质粘土和淤泥粉质粘土为高压缩土。

3.3 施工工艺流程

具体施工工艺流程如图 1 所示。

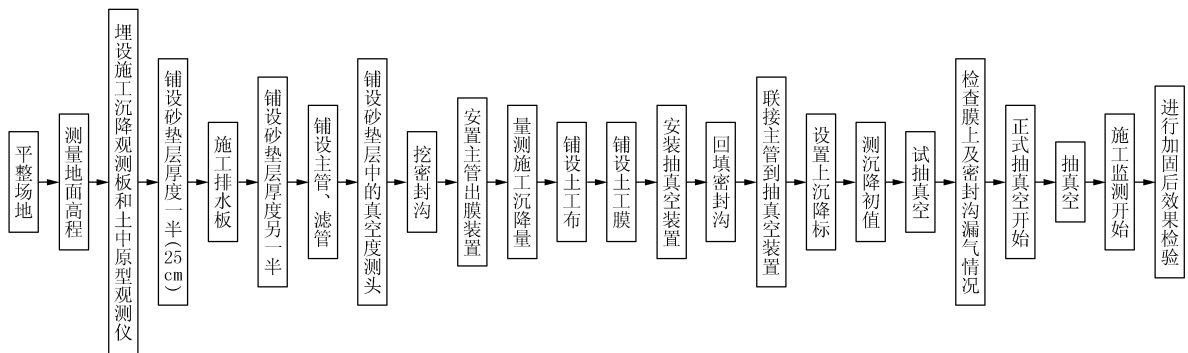


图 1 施工工艺流程图

3.4 工程施工要点与质量控制

3.4.1 施工准备工作

根据设计院提供的坐标将要处理的路基范围确定,该次处理的路基范围为一个 200 m × 88.3 m 的矩形区,然后测量地面高程,平整场地,场地修整一定要整平振实,预留排水沟保持场地干爽,埋设施工沉降观测板和土中原型观测仪。

3.4.2 铺设砂垫层

根据设计要求,必须采用中精粗河砂,开始先铺设一半,即先铺 25 cm 厚,并用机械振捣密实,场地边角预留 2 m 砂垫层超宽,以备施工机械调头。施工完塑料排水板后再铺设另一半砂垫层。

3.4.3 施工排水板

施工排水板部分按照隐蔽工程处理。首先根据施工设计要求选择施工机械进场,购买塑料排水板,抽取样品到专门的检验机构检验,排水板外层的滤膜上宜标有电脑喷码(间距 20 cm)以便施工控制;

施打前应该做好排水板位置编号及按梅花形放样,并在施工桩位上做桩位标记(木桩),该区排水板按 1.4 m × 1 m 布置,即桩间距为 1.4 m,排距为 1 m,这样排水板之间的距离均为 1.4 m;施打时控制排水板长度,防止回带;监理人员检查板头喷码长度标志,观察振锤提升高度及落下位置,防止施工单位在此环节“偷工减料”,不能使用接长板;随时抽检施打垂直度,可以在塔架上系吊锤观测;及时抽检施打记录,督促施工班组、项目工程师等人员签字,做好交接跟踪,保证排水板施工质量。

3.4.4 埋设吸水管

吸水管分为主(干)管和支滤管。主管为 Ø80 mm PVC 管,支滤管为 Ø50~75 mm PVC 管。主管和支滤管间采用变径三通、四通连接,同管径的对接采用钢丝吸水管连接,全部水管均需埋入砂层中,并通过出膜器及吸水管与真空泵连接。

3.4.5 挖密封沟

密封沟布置在加固区的周围,在真空预压施工中它主要起周边密封的作用。密封沟采用人工配合挖土机开挖,在铺设密封膜后,密封沟用淤泥或粘土回填。

在开挖密封沟的同时,可进行主管的连接和支滤管的连接、安装和埋设,进行此道工序的同时,应将露出砂垫层表面的塑料排水板头埋入砂垫层中,并清除砂垫层表面的贝壳等杂物。

3.4.6 铺设密封膜和土工布

土工布和密封膜必须送有关检测单位检测,检测合格后方可投入使用。铺膜前应检除砂垫层表面的尖棱小石头、贝壳等杂物,并人工细平垫层表面。待埋设完真空表测头及其它观测仪器后,首先铺设第一层土工布,然后将两层聚氯乙烯薄膜(土工膜)覆盖整个预压区,并将膜体四周埋入密封沟内,回填密封沟时密封膜一定要压至沟底,且留有部分富余宽度绕过沟底到预压区外侧;回填密封沟第一层土必须使薄膜与沟底、沟壁贴紧;铺设膜上沉降标底座要垫土工布保护,以防薄膜刺穿。

3.4.7 出膜连接与真空泵系统安装

本工程采用的真空泵为上海益化真空泵公司生产的 JZJX 型真空泵,真空主管通过出膜器及吸水管与真空泵连接,必须牢固,密封可靠。

3.4.8 抽真空预压阶段

真空泵连接好后,开泵试抽真空,看真空计读数能否达到设计值,达不到设计值必须查明原因,检查薄膜的密封情况。本工程投入 6 台真空泵,其中 3 台备用,试抽合格后,正式开泵抽真空,开机 7 天后,膜下真空度稳定在 75 ~ 78 kPa,不大于 80 kPa,达到设计要求,为进一步加强地基处理效果,真空预压持续进行了 20 天。其中加固区周围出现一些大的裂

缝,个别裂缝宽度达到 10 cm 左右,并有进一步加大的趋势。对发展较深的裂缝进行了灌水泥浆处理,保证不影响加固区的真空度。抽真空过程中做好抽真空试机情况记录;保证电力的正常供应;保证泵的检修不影响真空值;及时监测仪表的使用情况;及时进行数据记录和处理,认真记录真空度及沉降情况;水平位移及相关数据由设计院专门派人记录、分析并分期制作监测报告,作出观测结论。

3.5 加固效果评估

根据设计院及相关部门对监测结果的分析和对现场周边观察,随着真空加载时间的延长,加固区软基固结的侧向位移(指向路心)越来越明显,在加固区四周,特别是路基西侧出现较大的裂缝,并有加大的趋势;由于加固区四周始终处于负压状态,土体产生向内的收缩变形,可以抵消由填土产生的向外的挤出变形,能较好地解决路堤在填筑过程中的稳定性问题。

4 结语

真空预压法在加固高速公路软基方面,加固效果明显,固结较快,地基强度随之增长,从而增加了地基的抗失稳能力,较好地解决了路堤填筑过程中的稳定性问题。由于加固区始终处于负压状态,土体产生向内的收缩变形,该向内的变形可以抵消由填土产生的向外的挤出变形,因此,对路基稳定性非常有利,可加快路堤的后期施工。

另外,真空预压法对地基加固深度较大,减少了工后沉降;真空预压法施工管理和质量检验简单易行,因此真空预压法是一种非常值得推广应用的加固软土路基的有效方法。

“三年大变样” 石家庄 2008 年投资 338 亿推动城市建设

从石家庄市《建设繁荣、文明、和谐的新石家庄指导纲要》和《省会城市建设三年大变样和 2008 年迈大步实施方案》了解到:石家庄市决心经过 3 年努力,使省会成为城市布局进一步优化、城市功能趋向合理、配套设施基本齐全、城市品位明显提高、山水特色初步凸现、生态环境持续好转的现代化生态型区域中心城市。按照整体推进、重点突破的要求,大气魄、高标准全力推进“主城改造、新区建设、道路畅通、品位提升、精细管理、市民素质”六大工程,3 年内持续突出抓好总投资 1400 亿元的 600 个项目,加快省会城市现代化建设步伐,确保实现“一年一大步、三年大变样”。

2008 年,石家庄市将投资 338 亿元用于城市建设,重点抓好主路主街和出入市道路两侧各 100 ~ 200 m 纵深范围内

的违章临建和破陋建筑的拆迁改造,确保全年拆除 260 万 m^2 ,力争突破 300 万 m^2 。以创造“山水城市”为目标,全力推进城市北跨、西进,着力打造以“北水、西山、古城”为特色的滹太新区、西部新区、正定新区、西部山前工业区四个新区。在全面建成石环公路和张石高速公路石家庄段的同时,实施主城区路网完善、主城与新区(组团)道路连接工程,基本建成滹太新区“四纵三横”路网主骨架。实施西二环主要交叉路口单向直跨立交工程和和平路跨线桥工程;打通 6 条断头卡脖路;对中山路等 6 条主次干道进行大修,同时对部分破损严重的小街小巷进行整修。对主路主街和 12 个出入市口进行高标准绿化美化,全市将新增城市绿地面积 600 万 m^2 ,突出城市景观,提升城市形象。