

真空联合堆载加固软基的技术难点及应对措施

王百林

(宁波市高等级公路建设指挥部,浙江宁波 315192)

摘 要:阐述了在杭州湾跨海大桥南岸接线试验段高速公路软基处理中,真空与联合堆载加固软基技术中的技术难点,即加固区的密封和真空度通过排水板向土中深部的有效传递。同时根据以往的实践经验总结出各施工环节要注意的问题和所采取的相应措施,以期对该方法的推广应用有所帮助。

关键词:真空排水预压;真空与堆载联合加固;技术难点;应对措施。

中图分类号:TU472.33 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-0012-03

0 前言

真空排水预压与堆载预压联合加固软基的方法近几年在软基加固领域得到广泛地应用,已被应用于码头堆场、油罐地基、污水处理厂水池地基、集装箱堆场、机场跑道与高速公路路基等,这当中有许多应用很成功,也有一些用得不太好,加固效果不十分理想,笔者认为主要是加固区的密封和真空度的深部传递问题没解决好。要取得好的加固效果,其主要技术难点和施工关键在于加固过程中始终要保持膜下真空度大于等于 80kPa 和真空度能传递到软土的深部,这是取得加固效果的关键。即要做好加固过程中的密封与尽可能减少真空度在排水板中的传递损失。笔者根据自己对真空排水预压加固机理的理解和多年的实践经验,认为在以下几个主要工程环节中应采取如下措施,以保证工程取得良好的加固效果,现分述如下。

1 严把关键材料关

真空排水预压与堆载预压的联合加固要取得良好的效果,关键的一点就是要保证真空预压取得效果,否则就不成其为联合加固。亦即要保证加固区有好的密封,真空度能尽快地、损失尽可能少地传递到垂直排水通道的深部。而实现这两点首先要选好加固中所用的关键材料,它们主要是塑料排水板和密封膜。

1.1 选择通水量大的塑料排水板作为垂直排水通道

研究成果说明^[1],在真空排水预压中,垂直排水通道不仅起着垂直排水、减小土体排水距离、加速土体固结的作用,而且起着传递“真空度”的作用。真空“预压荷载”在这里是通过砂井、袋装砂井或塑料排水板向土体施加的,垂直排水通道在这里是起着双重作用的。现场实践证明,真空度从膜下到砂井或塑料排水板中的这个传递过程中是会有损失的。而这种损失是垂直排水通道的阻力造成的,它会影响真空度向土中的传递,影响到土体的固结快慢和影响土层固结沉降的绝对量值,影响到真空排水预压的加固效果,尤其是对深层软土加固有着很重要的影响,不能忽视。

在垂直排水通道的型式上,作者认为塑料排水板要优于袋装砂井,在塑料排水板的选择上,除其它指标外,通水量越大越好^[1],它可以将膜下真空度传递的局部与沿程阻力减小到最小程度,从而大大提高真空排水预压的加固效果。

近几年市场出现的“可测深高性能塑料排水板”就是一种较好的垂直排水通道,它的通水量较大,比交通部部颁标准中的 C 型板大 15 cm³/s 以上,通水能力大小恰好能反映传递阻

力的大小;同时它又是一种可测深的排水板,对监督打设深度将起着重要的作用,它可以保证设计的加固深度在施工中不被打折扣,这一点对排水预压加固来说尤其重要。一般采用的排水板性能指标如表 1 所示。

表 1 联合加固中所用排水板的技术指标			
项目	单位	指标	检测结果
纵向通水量	cm ³ /s	≥50	63.6
复合体抗拉强度	kN/10cm	≥2.0	2.0
滤膜渗透系数	cm/s	≥5×10 ⁻³	6.3×10 ⁻³
滤膜等效孔径	μm	<100	85
滤膜抗拉强度	纵向干态	≥40	44.6
	横向湿态	≥45	60.8
外形尺寸	宽度	100±2	98.1
	厚度	mm 4.0±0.2	4.5
塑料芯板材质		100%聚丙烯新料 100%聚丙烯新料	

1.2 选用密封性好的密封膜

密封膜在真空排水预压加固中起着关键的作用,其质量好坏直接关系到膜下真空度的高低、加固的成败,因此应十分重视其材料的质量。密封膜的选择应遵循重量轻、强度高、韧性好、密封好、抗老化、耐腐蚀等基本原则。根据以往的经验选择厚度为 0.12~0.14mm 的 PVC 压延薄膜作为密封膜,其具体的技术标准如表 2 所示。实践证明在现场使用都取得了很好的密封效果。

表 2 聚氯乙烯(PVC)压延密封薄膜的技术指标						
项目	产品标准	检验标准	单位	指标	检测结果	
厚度	/	GB/T13761-92	mm	0.12~0.14	0.12	0.14
拉伸强度(纵/横)	GB/T3830	GB/T1040-1992	MPa	≥18	24.7/21.1	24.2/23.3
断裂伸长率(纵/横)	GB/T3830	拉伸速率 10mm/min	%	≥200	306/306	306/308
直角撕裂强度(纵/横)	GB/T3830	QB/T1130-91	KN/m	≥40	52/54	58/59
低温伸长率(纵/横)	GB/T3830	HG2-163	%	≥22	32/34	33/36
渗透系数	GB/T 17688-99	SL/T235-1999	cm/s	≤10 ⁻¹¹	≤10 ⁻¹¹	

2 严格实施各道施工工艺

真空排水预压与堆载预压联合加固要达到预期的效果,主要材料严格选定后,从施工工艺来说,也要严格控制,因为真空排水预压的工序都是环环相扣,哪一环做不好都会影响真空度的大小,就会影响预压的效果。因此关键要把好铺膜、密封沟挖填、膜上加载等几个环节的施工控制关,分述如下。

2.1 施工前准备

机械设备进场后,对每一台设备如插板机、发电机和抽真空装置再次进行检查和校正,以备随时投入使用。

施工场地平整要到位,地表高程及排水板桩位放样要准

收稿时间:2005-11-21

作者简介:王百林(1970-),男,山西平陆人,工程师,工程处处长,从事道路桥梁工程施工管理工作。

确,经复查合格后再进行施工。现场确认供电可靠后,才开始施工。

2.2 塑料排水板施工

建立严谨的施工操作程序,对排水板的间距误差,控制在5cm以内,对打设深度的误差,控制在 $<50\text{cm}$ 以内,垂直度偏差 $\leq 1.5\%$ 。为保证真空排水预压的深部密封效果,打设深度不得进入地质报告中所述的透水层。

2.3 密封膜的铺设

铺膜时要求做好以下几点:

(1)铺设时,膜不宜拉得太紧,每边比图纸尺寸要放出3~5m。铺设时自一边开始,二层一道依顺序同时由近及远进行铺设;

(2)膜在埋入密封沟时,注意膜不要被石头、草、树根等戳破,注意其完整性;

(3)在膜上放置沉降标时,应在沉降标下垫一层土工布或软草口或一些小块密封膜,注意放平并在沉降标底板上压重,以防戳破薄膜和沉降标倒伏;

(4)膜铺好后进行抽气时,千万别急于复土进行预压,而应在头几天派专人穿布底鞋或软底鞋在膜上进行地毯式寻查,以便发现膜破的地方能及时进行粘补。若抽气后发现薄膜铺设得松紧很不均匀,亦可停抽进行适当调整,但是这种调整是很有限的,重要的还是在埋入沟前布设好。

2.4 密封沟的挖填

在加固区四周挖一定深度的沟槽用于埋设密封膜,其典型断面如图1所示。密封沟的深度在1.2~1.5m之间,具体深度视现场地质情况而定。当被加固土的表层其粘粒含量较高、渗透性较差时,可以取较小值,沟可挖浅一些;反之,沟要挖深一些。沟的宽度主要视挖掘方式和铺膜决定,如用机器挖掘可以挖窄一些,但必须方便人工铺膜操作。一般最小为60cm;若人工挖掘密封沟,其最小宽度需70cm。挖沟时要注意土层中的植物根系和动物的孔洞,若发现有孔洞,则沟的深度需相应挖深一些以避免孔洞。这些孔洞往往是漏气的通道,一般动、植物的孔洞深度也是有规律的,只要留心观察是不难发现的。沿海小动物(如跳鱼一类)的孔洞一般不超过1.2m深。

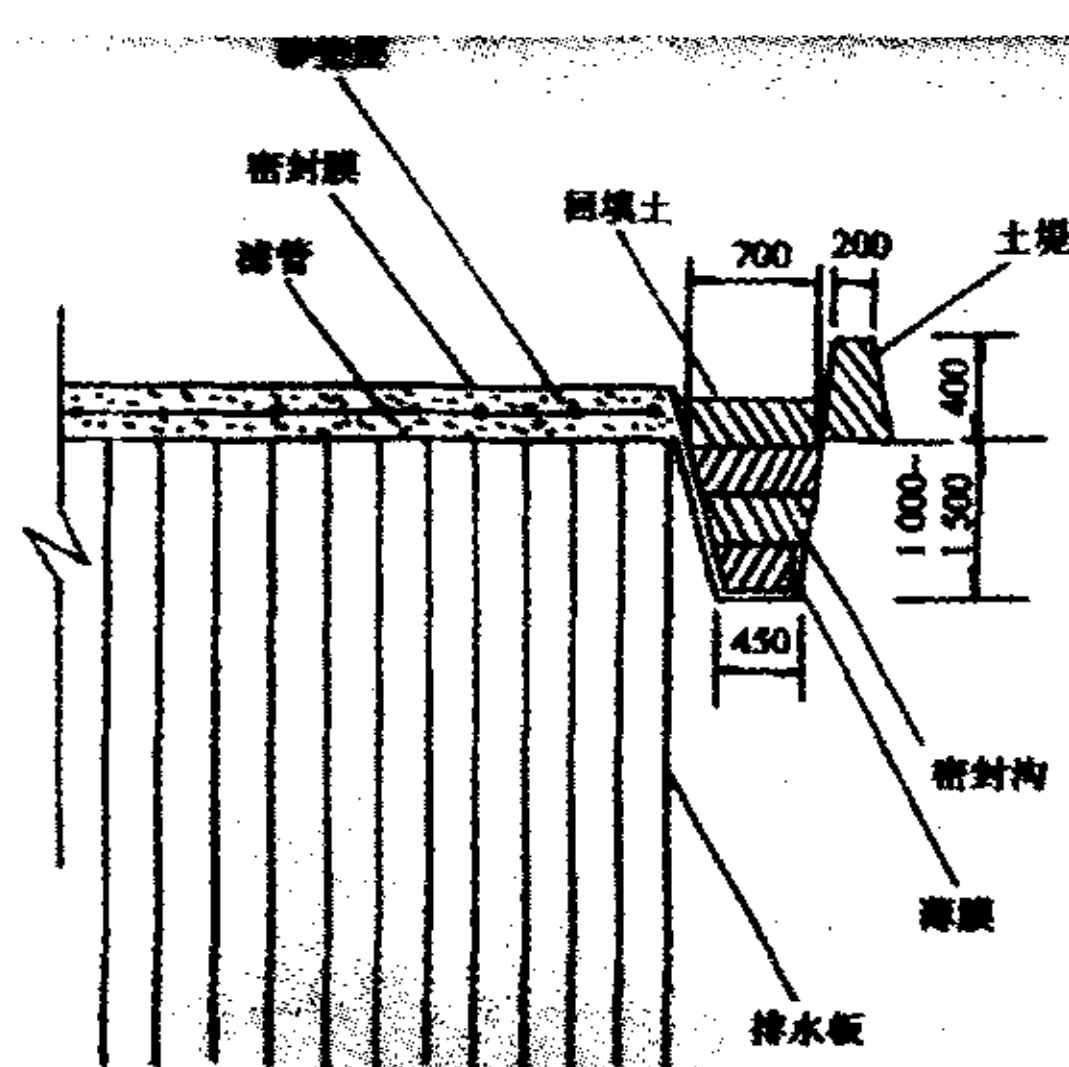


图1 密封沟的典型断面

挖好沟后将膜放入沟中,应注意将膜贴于沟的内壁(沟的内壁尽可能平整),并将膜放至沟底,然后分层回填。尤其注意第一层的填筑,一定要用土把膜压好,使膜能紧贴沟内壁和沟底,在每一层填土上给予压实,最后将剩余的土在沟边堆成挡土的小堤,为膜上以后复土创造条件。这当中要特别留心在有真空度测头导管和孔压测头导线引出的地方,既要密封好,又不能将导管弄断、弄破或弄成 $<90^\circ$ 的折弯。

密封沟工作量虽不大,但它直接关系到密封效果的好坏,由于该项工作具有隐蔽性,所以有了问题也不易查出,因此要

认真、细致、严格地去做好这一工作。

2.5 第一层堆载

(1)一定得等膜下真空度稳定(一般是稳定7~10d)、并达到了设计要求之后才能进行路堤堆载施工,否则,一旦出现了真空加固的漏气问题,堆载上去之后就难以处理了;

(2)为了防止第一层堆载过程将密封膜弄破,对膜下和膜上的一层无纺土工布要精心铺设,特别注意块与块之间的搭接,搭接长度不小于20cm,并用绳结好,铺设时将无纺土工布伸入到密封沟中一部分;

(3)第一层堆载不要太薄,最好在40~50cm左右,尽可能用细粒土,先用人工摊铺,尔后再用机械由近及远逐步推进,压实时逐步由轻到重进行多遍碾压,以达到压实度的要求;

(4)堆载时要注意保护膜面上的沉降观测标杆,并在上荷载前进行一次测量,以记好堆载前沉降曲线的起点,便于日后对加固效果进行分析。

2.6 加固过程中对地表裂缝的处理

运用真空排水预压法对软土地基加固时,加固区外的土层是向着加固区移动的。土体移动会使地表产生一些裂缝,这些裂缝会随加固过程的进行而发展,这些裂缝发展到一定深度也会成为漏气的通道,使膜下真空度降低,因此一旦出现上述情况时,要采取措施予以密封。简单有效的做法是发现有漏气时,将拌制一定稠度的粘土浆倒灌到裂缝中,泥浆会在重力和真空吸力的作用下向裂缝深处钻进,泥浆会慢慢充填于裂缝中,堵住裂缝、达到密封的效果。

3 做好加固过程中的管理

做好上述各项工作,并不一定就能取得加固的预期效果,在加固的过程中还需实行科学而严格的管理,它是保证加固取得良好效果的一个重要环节和措施。在下述三方面要做出安排与考虑。

3.1 有可靠的供电

电力供应的连续不断是保证抽真空装置连续工作的必要条件,因此在现场安装设备前,要弄清电源的供应方式和供应能力。抽真空系统中泵用电压为380V,电的频率是50Hz,每台泵的功率为7.5kW,每套系统中装一个继电保护装置。在有条件的地方最好能考虑双回路供电方式;若没有条件时,适当配置一些柴油发电机,以备网电停电时用,虽不能支持全部的抽真空系统工作,至少能在一块加固场地上有几台泵在工作,可以维持真空度不致下降太快。若不是用网电,而是用柴油机发电,则应密切注意柴油发电机的工作性状,加强值班、监督和维护,尽量确保其能长时间连续运转。

在现场,加强对安全用电的管理也是十分重要的,防止漏电、保证人身安全,减少线损,以提高效率。

3.2 加强现场管理,保证密封效果

随着加固过程的进行,地基将发生连续不断的变形,它包括垂直和水平两个方向上的变形,因此在加固区周围的地方及加固区上的薄膜等都会出现这样那样的情况。如地面产生裂缝,膜被拉破或被砂垫层中的异物顶破,或在加固区中的出膜装置附近、在量测真空度管附近的膜都有可能被拉破,这些都会引起漏气,导致真空度下降。管理中要随时注视这些情况的出现,并及时采取相应的措施予以补救,保证加固区的密封效果。现场人员随时注意水箱内的水温,若水温过高,应更换一些冷水降温,假如还是无效时,说明喷嘴磨损加大,效率降低,应更换喷嘴。

3.3 建立严格的值班制度

浅谈如何改善沥青路面使用性能

周 辉
(重庆交通学院,重庆 400074)

摘 要:针对我国许多高速公路路面在通车时间不长就出现桥头跳车和路面早期破坏、使用性能大大降低、达不到设计要求的现状,提出改善路面的使用性能,从改善平整度,减少路面裂缝和车辙等方面着手,综合考虑路面设计(包括结构体系和面层设计)、材料设计等影响因素。
关键词:公路路面;路面使用性能;沥青混合料;路面裂缝;材料设计
中图分类号:U416.217 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-0014-03

1 概述

随着高速公路的迅猛发展,我国路面施工技术及路面质量有了很大提高。路面使用性能好,行驶舒适,路面使用者对路面的评价就高。随着我国经济建设的不断发展,人们期待着质量更好、环保程度更高的道路的出现。同时日益增大的交通流量,车辆大型化及重载车比例的不断增加,许多高速公路路面在通车一年后平整度衰减很快,有的通车时间不长就出现了桥头跳车和路面早期破坏,有的通车几年就不得不进行翻修罩面,使用性能也大大降低,达不到设计要求。如何提高沥青路面的使用性能已成为一个重要课题。

沥青路面的使用性能主要是指:

- (1)高温抗车辙性,即抵抗流动变形的能力;
- (2)低温抗裂性,即抵抗低温收缩裂缝的能力;
- (3)水稳定性,即抵抗沥青混合料受到水浸蚀后逐渐产生沥青膜剥离、掉粒、松散、坑槽而破坏的能力;
- (4)耐疲劳性,即抵抗路面沥青混合料在反复荷载(包括交通和温度荷载)作用下破坏的能力;
- (5)抗老化性,即抵抗沥青混合料受气候影响发脆而逐渐丧失粘结力等各种良好性能的能力;
- (6)表面服务功能,包括低噪音及潮湿情况下的抗滑性能、雨天防溅水及车后产生水雾等性能,直接影响交通安全及环境保护;
- (7)行车舒适性,主要减轻和消除因平整度不良而产生的

收稿日期:2005-04-26
作者简介:周辉(1979-),男,湖南常德人,硕士研究生,研究方向为道路与铁道工程。

现场中自抽真空开始就必须安排 24 小时连续值班,值班人员除对上述情况进行检查、注视和处理之外,对现场的原型观测如真空度、地表沉降等的变化要做好详细记录,对工地上发生的一切正常和异常情况也要做好详细记录。每个工地都设计一些专门的表格,值班人员如实填写,以备日后查找问题,尤其是在分析加固效果时,这些资料有时是很有用处的。

4 实例

最近针对杭州湾跨海大桥南岸接线试验段软基,用真空排水预压进行了加固,按照上述的要求做好以上几项工作,加固 3d 膜下真空度就达到和超过 80kPa,并能长时间保持或大于 80kPa。而且真空度也能通过排水板传递到软土的深部,抽真空的前几天真空度在排水板的不同深度都有良好的反应(如图 2),随之地表沉降都有明显的发生,真空联合堆载预压加固超软地基取得良好的效果。

行车颠簸现象,还包括横向平整度。
调查结果表明,影响路面使用性能的第一因素是平整度,其次是道路裂缝,最后是车辙。因此要提高路面使用性能,主要应从改善平整度,减少路面裂缝和车辙等方面入手,而要达到这些目的,我们必须从路面设计、材料设计和施工作业等方面去考虑,而这三个方面的因素又是相互影响和关联的。

2 路面设计中几个重视不够的问题及其对路面使用性能的影响

2.1 路面结构层防水与排水

要避免水对路面的破坏,一是要防止或减少水进入结构层内,另外还必须想办法将进入结构层内部的水排出结构层外。习惯上,路面设计时对这两个方面可采取的设计措施重视不够,不考虑路面结构层排水,也不设置有效的防水层,这对避免路面早期破坏是极为不利的。设置路面结构防水层和排水层,是阻止水渗入基层的很好措施。另外,应建立渗水排出通道,使结构层内的水迅速排出路基,如可以在硬路肩下设置碎石(或砂砾)垫层或盲沟,以达到上述目的。

2.2 结构层合理厚度

- (1)基层与底基层的合理厚度。
结构层厚度的确定,设计时考虑最多的是层厚是否满足路面强度的要求。一般来说,基层与底基层每层厚度习惯上设计为 15cm 和 20cm。厚度为 15cm 时,施工压实度容易保证。但是,当灰土厚度达到 20cm 时,压实非常困难。因此,设计最大厚度以 18cm 为宜。
- (2)面层厚度与集料粒径的确定。
一般来说,沥青混合料的最大粒径与层厚的比值愈大愈

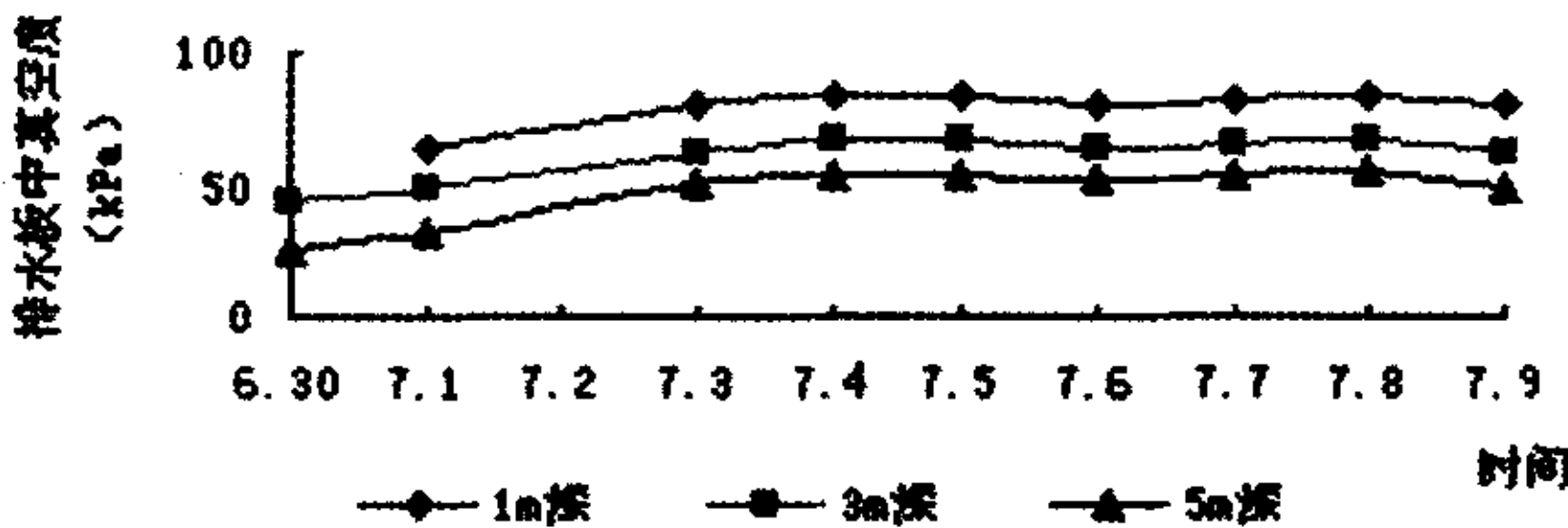


图 2 排水板中不同深度真空度实测过程线

参考文献
[1] 姜炎. 垂直排水通道对真空排水预压加固效果的影响 [J]. 公路, 2003 年, (6).
[2] 姜炎. 真空排水预压法加固软土技术 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.