

珠海平沙温泉道路深淤泥路基处理中的监控技术

毛军武

(广东省珠海市建设工程质量监督检测站,广东 珠海 519015)

摘要:通过珠海平沙温泉道路工程深淤泥路基处理中监测技术及成果,论述了科学有效的监控数据在深淤泥公路软土路基处理中的指导作用。

关键词:珠海平沙温泉道路;深厚淤泥层;路基;软基处理;监控技术

中图分类号:U416.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2006)09-0036-04

淤泥一般是指在静水或缓慢的流水环境中的沉积物,并经生物化学作用形成,天然含水量大于液限,天然孔隙比 ≥ 1.5 ,压缩性高,力学强度低的液塑状态的细粒粘性土。在公路工程施工中,如果不对该土加以处理,对路基不利,一是影响路基的稳定性,二是路基易发生沉降、路面开裂等现象。本文结合平沙温泉道路工程软土地基处理,说明有效的监控数据在软土路基处理中的指导作用。

1 工程概况

珠海市平沙温泉道路位于珠海市金湾区平沙镇三虎山,起于温泉现状混凝土路,终接珠港大道。道路施工总长度1855.4 m,路面宽度29 m,道路呈西东走向。道路全段在深达20多米的软基上修筑。场地内淤泥厚16~28 m,路基采用打塑料排水板及堆载预压加固处理,塑料排水板深度20~23 m,堆载高度为 $h+1$ m(其中 h 为路面设计标高,3~4 m)。场地地段内地貌属海滨三级台地,地貌单元为海积冲击平原。地势开阔,地形平坦。工程道路沿线水系较发达,农田、灌溉、鱼塘纵横交错。地面高程介于1.25~2.86 m之间,地层属海相、海陆交互相沉积层—陆相冲洪积层—残积层—强风化花岗岩—中风化花岗岩。工期8个月。

地层情况分述如下。

(1) 海相、海陆交互相沉积层

①₁ 淤泥,为海相沉积,分布全场地,道路沿线表层为0.50~0.70 m的种植土,浅灰色,饱和流塑状,质纯,粘滑,含少量细砂及贝壳碎屑,层厚16.10~28.00 m,平均厚度为23.06 m;

①₂ 亚粘土,浅黄色、浅灰色,很湿,可塑,含石

英质中细砂,层顶高程介于-27.01~16.92 m;

①₃ 泥质粘土,为海相沉积,道路沿线部分钻孔揭露,深灰色,很湿,软塑,质纯,粘滑,含少量小贝壳碎片,呈白色斑点状,层厚1.00~2.20 m,平均厚度为1.56 m。

(2) 陆相冲(洪)积层

亚粘土,道路沿线部分钻孔揭露,黄色为主,次为砖红色杂灰色,湿,可塑,局部硬塑,已揭露层厚7.00~9.65 m,平均厚度为8.35 m。

(3) 残积层

砾质粘性土,土黄色、灰白色,稍湿,可塑~硬塑为主,层厚1.00~5.00 m,平均厚度为2.13 m。

(4) 强风化花岗岩

浅灰白色、暗绿色,稍湿,原岩结构已基本破坏,风化裂隙发育,岩体破碎呈半岩半土状,锤击声哑,手捏易碎,浸水易软化崩解,层厚1.07~4.70 m,平均厚度为2.64 m。

(5) 中风化花岗岩

暗绿色,中粗粒结构,含较多黑云母、绿泥石暗色矿物,已揭露层厚1.00~2.70 m。

2 软土路基监测及成果分析

由于该工程地基淤泥层厚且土层软弱,堆载荷载土层高,地基强度不能满足快速填筑的要求。为了配合且能指导信息化施工,根据设计及相关规范要求,工程施工采用分层填筑堆载,在整个填筑过程中严格控制加荷载速率,以确保路基的稳定和施工的顺利进行。该工程进行监控的项目设置包括3个方面:土体垂直向变形(沉降盘监测、分层沉降监测);土体水平向变形(测斜管水平位移监测、边桩

收稿日期:2006-04-18

作者简介:毛军武(1971-),男(汉族),浙江江山人,广东省珠海市建设工程质量监督检测站,工民建专业,从事软土处理研究和建筑检测工作,广东省珠海市吉大石路,13527297389、13709683757,maojunwu2004@163.com。

位移监测);土体内孔隙水压力监测,分别在桩号 K0 + 220、K0 + 925、K1 + 120 三个断面的反滤层砂面上布设 3 个监测断面。

监测内容:(1)反滤层砂面垂直向变形(沉降盘);(2)土体深层分层沉降(埋设沉降环);(3)土体深层侧向变形(埋设测斜管);(4)土体各深层孔隙水压力(埋设孔隙水压力计);(5)地表侧向变形(边桩);(6)路基地下水位监测等项目。

2.1 路基反滤层砂面垂直向变形(沉降盘)

在桩号 K0 + 120、K0 + 320、K0 + 420、K0 + 620、

K0 + 790、K1 + 320、K1 + 520、K1 + 720、K1 + 810 等 9 个监测断面布置反滤层砂面垂直向变形(沉降盘)。具体的布设位置见图 1。路基反滤层砂面垂直向变形(沉降盘)分别设于各监测断面路基砂层面的左、中、右和路基两侧的反压护道坡脚(设有 4~5 个测点(沉降盘))。沉降盘采用特殊加工,对所布设的沉降观测点组成闭合水准导线,根据要求和所用仪器,采用往返观测,并按照建筑变形测量规范的规定进行实测。

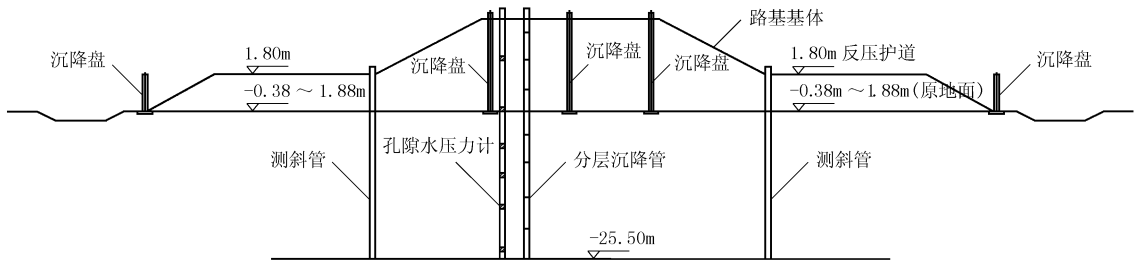


图 1 沉降盘、孔隙水压力计、分层沉降孔、测斜孔布设示意图

监测数据显示,路基垂直向变形(沉降盘)与路基软土厚度有着密切的联系,随每一层堆载荷载增加而加剧变形值,堆载预压期则趋于平缓的向下沉降(见图 2)。自第一层填土算起至 2005 年 7 月 15 日(卸载前的最后一次监测,2005 年 7 月 15 日卸载),大部分监测断面的中点沉降在 1600~1800 mm 之间,最大沉降发生在 K1 + 720 断面,达到 2048 mm(见图 3)。从图 3 可以清楚地看出,淤泥深度越深沉降值越大,与该工程勘察报告中的淤泥厚度完全一致,即从断面始点到断面终点的淤泥深度逐渐加深(K0 + 320 断面为原河流)。路基两侧的反压护道垂直向变形(沉降盘)则随堆载荷载增加而均有一定程度的“上拱”,而在预压期则表现为平缓的向下沉降(见图 4)。

2.2 土体深层分层沉降(沉降环)

土体深层分层沉降(沉降环)监测孔设于 K0 + 220、K0 + 925 和 K1 + 120 三个断面,每断面各用钻机钻孔要埋设一根 Ø63 mm PVC 管,在同一测管套

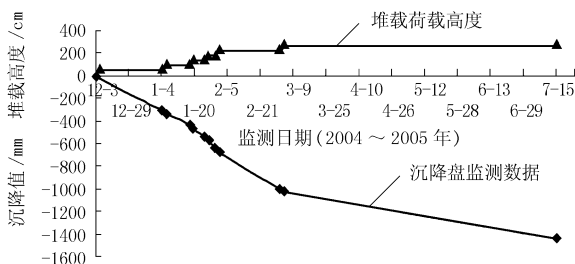


图 2 沉降盘堆载荷载 - 沉降规律曲线图

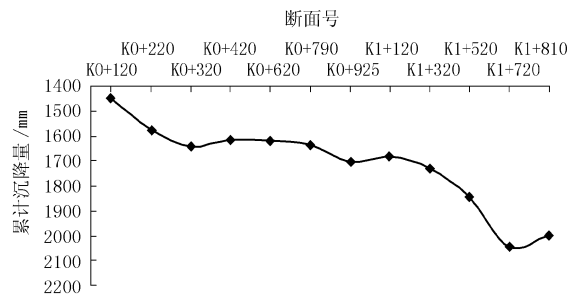


图 3 累计沉降值与淤泥深度关系图

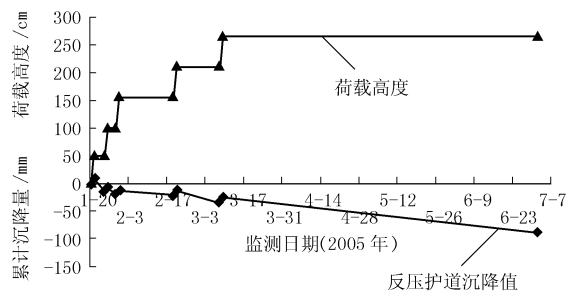


图 4 荷载与反压护道回弹关系图

上不同土层分界面的位置各埋设一沉降环,共设 6 个沉降环,并测量各沉降环深度对应土层的沉降量。通过对所测得的数据整理分析,6 个沉降环的变形值自上而下逐渐变小。数据表明,同土体不同土层分界面的沉降值呈压缩性(越深的沉降环变形值越小),见图 5。

2.3 土体深层侧向变形(测斜管)

土体内部深层侧向位移(测斜管)通过钻机钻

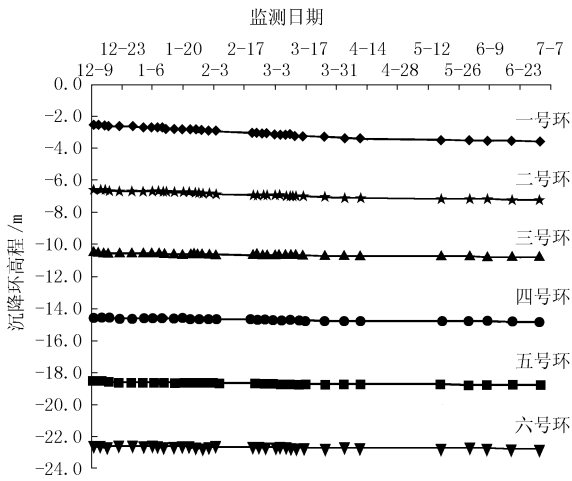


图 5 土体各界面变形趋势图

孔预埋专用的测斜导管和仪器进行监测。分别于 K0 + 220、K0 + 925、K1 + 120 三断面各埋设 2 个测点,根据监测数据分析各土层的侧向压缩方向及数量,路基堆载期间土体侧向变化规律及侧向影响范围。监测数据表明:最大侧向变形发生在路面下 2 ~ 5 m 范围(见图 6),反滤砂层顶面下 16 m 内的土体均发生不同程度的侧向变形。变形的总体趋势近似为抛物线形,自路面向下渐大,至反滤砂层顶面下 2 ~ 5 m 时达到最大;再往下,侧向变形逐渐变小。反滤砂层顶面 16 m 以下的土体侧向变形较小,16 m 处以上的侧向变形平均值约占最大变形的 8.5%。

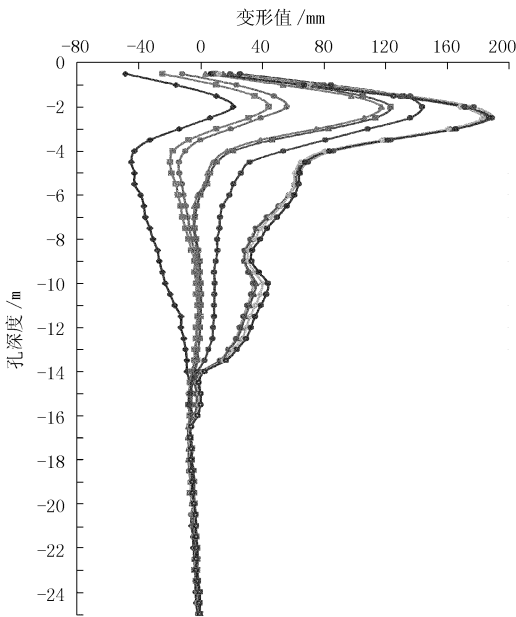


图 6 土体深层侧向变形规律曲线

2.4 土体表层侧向位移(边桩)

在 K0 + 120、K0 + 220、K0 + 320、K0 + 420、K0 + 620、K0 + 790、K0 + 925、K1 + 120、K1 + 320、K1 +

520、K1 + 720、K1 + 810 等 12 个断面路基两侧反压护道的坡脚处各埋设一个边桩进行监测。根据路基周边环境情况,将水平位移基准点和监测点组成闭合导线或导线网,采用 SOKIA 全站仪进行测试。边桩由 160 cm × 10 cm × 10 cm 混凝土方桩制成。其变形趋势与沉降盘垂直向变形一致。

2.5 土体深层孔隙水压力(孔压计)

孔隙水压力监测分别位于 K0 + 220、K0 + 925、K1 + 120 三个桩号断面。钻机钻孔埋设,压力计四周填入干净的砂,以保证压力计的透水性,在每个监测断面沿不同深度埋设 6 个孔隙水压力计,监测各深度部位的孔隙水压力频率读数,求出各监测位置所对应的超静孔压值。通过监测绘制各孔压计的超静孔压曲线(见图 7),由图 7 可以看出,在填土累计高度达 175 ~ 265 cm 时(即第三至第五层填土),反滤砂层顶面下 8.8 ~ 10.4 m 土层出现超静孔压峰值,达到最大。

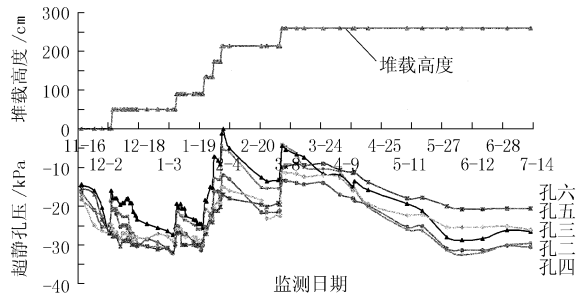


图 7 超静孔压 - 堆载荷载关系图

图 7 可清楚显示,土体中的超静孔压跟堆载荷载有密切联系,当有荷载时孔压计因消散缓慢而致孔压增量、超静孔压值也随之陡增,预压期间孔压增量、超静孔压值的消散时间延长相对趋于平缓。

2.6 路基地下水监测(水位)

路基地下水监测分别置于 K0 + 220、K0 + 925、K1 + 120 三个桩号断面,钻机钻孔埋设打有十字形孔的 PVC 管,并用透水性好的土工布包紧。通过监测数据可以看出,水位的沉降或上升,也跟堆载荷载有密切联系,所表现的特征与路基垂直向变形一致。

3 实施软基科学监控的效果

通过对路基反滤层砂面垂直向变形、土体深层分层沉降、土体深层侧向变形、土体表层侧向位移、土体深层孔隙水压力、路基地下水等 6 项与施工时同步监测,科学有效监控数据控制了加载速率,确保路基的稳定,保证了路基堆载预压的顺利进行。如 K0 + 230 ~ 925 和 K1 + 720 ~ + 810 在堆载荷载期间

出现的垂直向变形、土体深层侧向变形、孔压增量、超静孔压值,超出了设计要求的报警指标(垂直向变形 < 10 mm、水平向变形 < 5 mm),即垂直向变形最大达到 40 mm/d,水平向变形达到 13 mm/d,超静孔压值高达 31.57 kPa, K0 + 230 ~ 925 路基左侧开始出现与路基平行纵向裂缝, K1 + 720 ~ 810 段近 90 m 的路基左右两侧都开始出现与路基平行纵向裂缝。发现异常后我们及时通知有关各方,要求立即停止堆载荷载,待相关的监控数据趋于平缓后再进行加载,并且增加监测频率至各项监控数据都趋

于平缓、路基纵向裂缝未发现新的变化时,再继续堆载荷载,确保了路基的稳定和工程施工的顺利进行。

通过科学有效的监控数据指导平沙温泉道路工程路基信息化施工,该工程堆载前、堆载中、堆载后及卸载后的土工试验(表 1)、十字板剪切试验、静力触探试验和平板压载试验(表 2)数据表明,该路段路基深淤泥软土处理取得了非常好的效果,自通车以来包括路基、路面在内各基体都非常稳定,受到了各方的肯定,取得了良好的效果。

表 1 土层物理力学指标统计表

地层 编号	岩土名称	堆载前			堆载中			堆载后			卸载后		
		质量密度 ρ /(g·cm ⁻³)	含水量 w	孔隙比 e	质量密度 ρ /(g·cm ⁻³)	含水量 w	孔隙比 e	质量密度 ρ /(g·cm ⁻³)	含水量 w	孔隙比 e	质量密度 ρ /(g·cm ⁻³)	含水量 w	孔隙比 e
② ₁	淤泥	1.58	63.8	1.784	1.61	56.4	1.508	1.66	51.3	1.359	1.71	43.6	1.233
② ₂	淤泥质粘土	1.57	76.0	2.016	1.60	64.4	1.624	1.65	62.1	1.603	1.66	54.1	1.469
② ₄	淤泥	1.52	79.1	2.163	1.56	70.5	1.899	1.59	64.9	1.717	1.70	49.4	1.288
② ₅	亚粘土	1.78	45.5	1.228	1.80	41.3	1.122	1.83	34.7	0.951	1.85	31.2	0.943
② ₆	淤泥质粘土	1.71	55.4	1.342	1.71	50.7	1.373	1.73	49.6	1.491	1.74	48.8	1.373
② ₇	淤泥	1.56	71.7	1.948	1.60	63.8	1.595	1.62	57.6	1.516	1.64	50.4	1.467
② ₈	亚粘土	1.87	32.6	0.784	1.90	31.1	0.876	1.93	29.2	0.799	1.95	28.6	0.854
② ₉	淤泥质粘土	1.72	49.9	1.336	1.73	44.4	1.315	1.74	39.7	1.113	1.76	36.8	1.007

表 2 平板压载试验统计表

检测点	压板 面积 /m ²	试验最 大荷载 /kPa	最大沉 降量 /mm	残余沉 降量 /mm	承载力 特征值 /kPa	承载力特 征值对应 沉降量/mm
K0 + 235	4	300	17.23	11.37	150	5.61
K0 + 940	4	300	10.05	6.86	150	4.75
K1 + 135	4	300	8.38	4.72	150	1.81

的失衡通常经历从局部剪切破坏到整体剪切破坏的过程,这个过程需要一定的时间。因此对路基垂直向变形、土体深层分层沉降、土体深层侧向变形、土体表层侧向位移、土体深层孔隙水压力、路基地下水等监控数据进行综合分析,密切注意它们的发展趋势,是指导路基信息化施工的关键。

4 结语

软土地基稳定性监控是一项复杂而繁琐的工作,控制指标取决于多种因素,如地基土的性质、地基处理方法、荷载大小以及加载速率等。软土地基

参考文献:

- [1] JGJ/T 8 - 97, 建筑变形测量规程[S].
- [2] JGJ 79 - 2002, 建筑地基处理技术规范[S].
- [3] GB 50007 - 2002, 建筑地基基础设计规范[S].

导管专家

许昌臻发

许昌臻发物资机械有限公司是省重点生产基础工程桩机导料管的专业化骨干公司,其研制开发生产的专利产品卡扣式快装导料管是继法兰盘式、丝扣联结式之后的第三代新产品,具有密封可靠、自动调心、抗拉强度高、联接、拆装方便快捷等安全可靠的特点。投放市场以来,深受广大用户的欢迎和信赖。

专利号:ZL 2004 2 0118303.5

卡扣式快装导料管技术参数

参 数	型 号	Ø219 (楼桩)	Ø250	Ø273	Ø300	Ø325	Ø360 (最大)
导管工作压力(MPa)		1.1	1.2	1.3	1.4	1.6	1.8
密封圈承受压力(MPa)		1.47	1.47	1.47	1.47	1.73	1.92
导管外径×壁厚(mm)		Ø219×4.2 (成型)	Ø250×4.5 (卷管)	Ø273×6 (成型)	Ø305×5 (卷管)	Ø325×6 (成型)	Ø355×8 (成型)
导管灌注深度极限(m)		40	60	90	90	120	150
漏斗容积(m ³)		0.6~1.0	1.0~1.3	1.3~1.5	1.5~1.8	1.8~2.0	2.0~3.0
导管灌注直径(mm)		600~800	800~1500	1500~1800	1500~1800	1800~2000	2000~2600
一次不间断可灌注砼量(m ³)		190	190	220	220	260	290