

文章编号:0451-0712(2006)07-0324-03

中图分类号:U416.1

文献标识码:B

渝湛高速公路(粤境段)软土特征与地基处理

夏 骥¹, 黄 腾², 余卫民³

(1. 广东省高速公路有限公司 广州市 510230; 2. 广东航盛工程有限公司 广州市 510230;

3. 广东渝湛高速公路有限公司 湛江市 524005)

摘 要: 分析了渝湛高速公路粤境段软土地基的特点,结合工程实例和现场监测数据,论述了砂桩、CFG 桩和管桩对软土地基的处理效果。

关键词: 砂桩; CFG 桩; 管桩; 地基处理

渝湛高速公路粤境段起于广东省廉江市高桥镇粤桂交界处,终点位于湛江市遂溪与茂湛高速公路相接处,并设连接线(一级公路),终点与湛江市疏港大道一级公路平交连接,是连接两广的重要干线公路。该公路全长约 69 km。

沿线地貌单元为冲积平原和平原台地,冲积平原的分布里程为 K35+500~K37+230,平原台地的分布里程为 K37+230~K42+000。沿线地形较平坦,两种地貌衔接部位,地势向平原区倾斜。K36+015~K36+580 路段地下水埋深较浅,冲积平原区一般埋深为 0~0.5 m;平原台地区一般埋深为 0~8.8 m 不等,含水量丰富;湛江组地层为富水层,地下水具微承压性,但受大气影响严重,水位随气候变化起伏较大。

1 软土特征

渝湛高速公路粤境段四标、五标和九标范围内存在软土,且主要分布于冲积平原区,一般路段软土厚度为 4~8 m,个别路段最大厚度为 15 m,埋深较浅,软土分布长度约 2 055.4 m,软土路段的路基填筑高度一般为 4~5 m,桥头处最大填土高度为 7 m。软土类型包括淤泥、淤泥质土、泥炭土等,这些软土具有天然含水量大、孔隙比大、压缩性高、天然重度小、液塑限和液性指数大、强度低、承载力低、渗透性小的特点,为软塑至流塑状态的饱和粘性土。其物理学性质指标见表 1。

2 软基处理

根据软土特性,采用了砂桩、CFG 桩和管桩等

地基处理方法,本文从设计出发,结合现场实际观测数据,针对几种处理方法的效果进行论述。

2.1 砂桩

砂桩按正三角形布置,直径为 40 cm,桩中心距为 1.3 m;打穿淤泥层,进入持力层 0.5 m 深度。砂料采用中粗砂,粒径大于 0.5 mm 的砂含量占总重量的 50%以上,含泥量小于 3%,渗透系数不小于 5×10^{-3} cm/s。砂桩顶部铺设两层 TGSG20-20 双向土工格栅,延伸率不大于 11%,抗拉强度不小于 20 kN/m。土工格栅受力方向搭接长度不小于 30 cm,非受力方向搭接长度不小于 10 cm。土工格栅用 U 形钉锚固,U 形钉按正三角形布置,间距为 2.0 m。砂桩设计见图 1。

砂桩施工采用振动沉管挤密法,振动打桩机将带有钢制活瓣桩尖(打桩下管时活瓣闭合,提升时张瓣)的钢管打入土层中的预定深度,同时向管中边填砂、边冲水,然后边振动、边拔桩管,形成桩体。施工工艺流程为:测量放样→桩机就位→闭合桩靴→桩管振动成孔至桩底标高→向管内灌砂冲水→振拔至一定高度→停拔留振→拔管至地表→移机施打下一根桩。

砂桩处理路段的沉降观测数据汇总见表 2。该处理路段设置监测断面 1 个,在长达 4.4 个月的监测时间内,累计最大沉降量为 37 mm,发生在 K33+750 位置;按月沉降量不大于 6 mm 控制时,不满足设计要求,需继续预压,方可进行后续施工。

2.2 CFG 桩

CFG 桩是水泥粉煤灰碎石桩的简称,主要起挤密和置换作用,并可有效荷载传递至深部土层,确

表1 软土物理力学性质指标

标段	钻孔编号	液限	塑限	塑性指数	液性指数	含水率	天然密度	土粒比重	孔隙比	饱和度	压缩系数	压缩模量	直接快剪		固结快剪		渗透系数 ×10 ⁻⁶ cm/s
		w_L %	w_P %	I_P	I_L	w %	ρ g/cm ³	G_s	e	S_r %	a MPa ⁻¹	E_s MPa	c kPa	φ (°)	c kPa	φ (°)	
4	ZK1182 原2	53	37.6	15.4	4.201	102.3	1.38	2.35	2.445	98	2.92	1					
	ZK1184 原3	34.6	25.5	9.1	3.373	56.2	1.65	2.58	1.442	100	0.92	2.41	8.6	6.5		8.6	6.5
	ZK134 原1	81.5	55.8	26	2.77	127	1.35	2.66	3.48	97	26.09	0.17	5	7	8	11	0.06
	ZK136 原1	48.6	33.4	15	0.96	49.1	1.68	2.66	1.36	96	10.55	0.22	4	6.2	6	17	0.83
5	ZK607 原1	64.5	50.2	14.3	4.36	113	1.26		3.235	87	2.82		15.1	9.4			
	ZK611 原1	54.8	40.3	14.5	4.38	104	1.26		3.367	83	3.86		9.2	7.7			
	ZK159 原1	82.2	55	27.2	1.48	95.2	1.37		2.776	91	3.75		22	7.3	18	23	28.2
	ZK160 原1	74.2	44.9	29.3	1.36	84.7	1.52		2.22	100	2.19		4	6.3	8	11.1	5.68
	ZK160 原2	72.8	64.2	8.6	7.95	132.6	1.36		3.515	100	4.07		4	3.9	10	10.8	1.31
9	ZK966 原1	55	40.3	14.7	1.64	64.4	1.41		2.09	82	1.88	1.64			6	21.1	
	ZK966 原2	149	56.2	92.8	1.45	190.9	1.25		5.167	98	6.5	0.95	2	3	6	18.1	
	ZK967 原1	155	73.9	80.7	2.1	243.7	1.19		6.654	97	7.65	1	2	3	9	19.1	
	ZK968 原1	165	75.9	89.1	1.5	209.3	1.24		5.635	99	6.99	0.95	3	3.7	7	7.6	
	ZK969 原1	47.4	35.3	12.1	0.75	44.4	1.73		1.229	96	0.51	4.37			15	21.2	
	ZK969 原2	182	95.4	86.6	1.9	259.9	1.16		7.222	95	6.82	1.21	3	4.3	6	14.5	
	ZK969 原3	46.2	36.5	9.7		240.2	1.12		6.594	91	7.218	0.79	3	4.2			

表2 沉降观测数据汇总

桩号	累计沉降量/mm			最后一次沉降速率/(mm/d)		
	$S_{左}$	$S_{中}$	$S_{右}$	$V_{左}$	$V_{中}$	$V_{右}$
K33+750	23	37		0.3	0.5	

保桩对地基的置换作用;采用CFG桩与挤密砂桩进行软基处理,CFG桩、砂桩和被挤密的土共同形成CFG桩复合地基,在褥垫层的作用下协调桩土变形,提高桩周土的抗剪强度,增加地基强度、模量和承载力,既提高地基的强度,又减少地基的变形。

CFG桩和砂桩按正方形布置,直径为40cm,桩身强度为C12,打穿淤泥层,进入持力层0.5m深度。桩顶部铺设两层TGSG20-20双向土工格栅,各项参数、铺设要求与砂桩土工格栅项相同。CFG桩设计见图2。

CFG桩的施工工艺流程为:测量放样→桩机就位→闭合桩靴→沉管至设计深度→向管内灌混合料→匀速拔管提升→拔管至地表→移机施打下一根桩。

CFG桩桩体混合料塌落度控制在3~5cm之间,拔管速率为1.2m/min,且每上拔1m留振5s。当沉管拔至离地表2m时,上拔速度应再减慢一半,

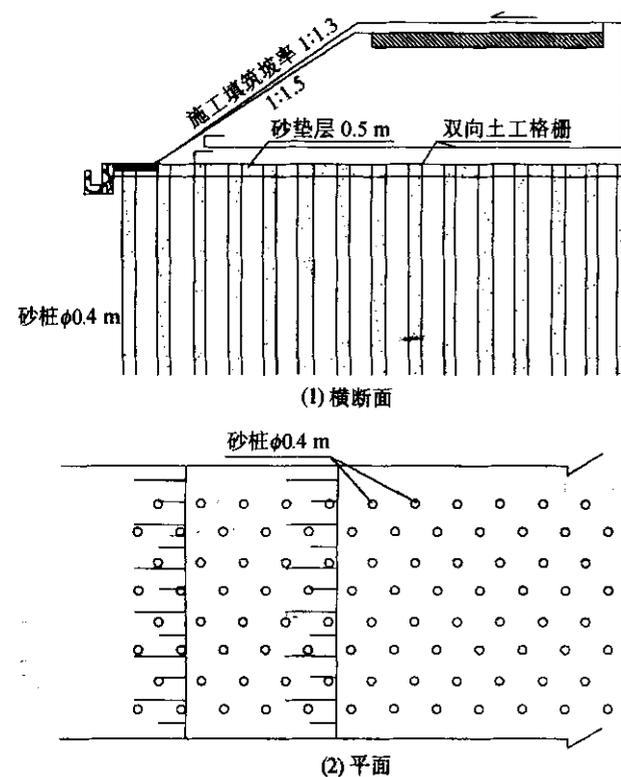


图1 砂桩设计

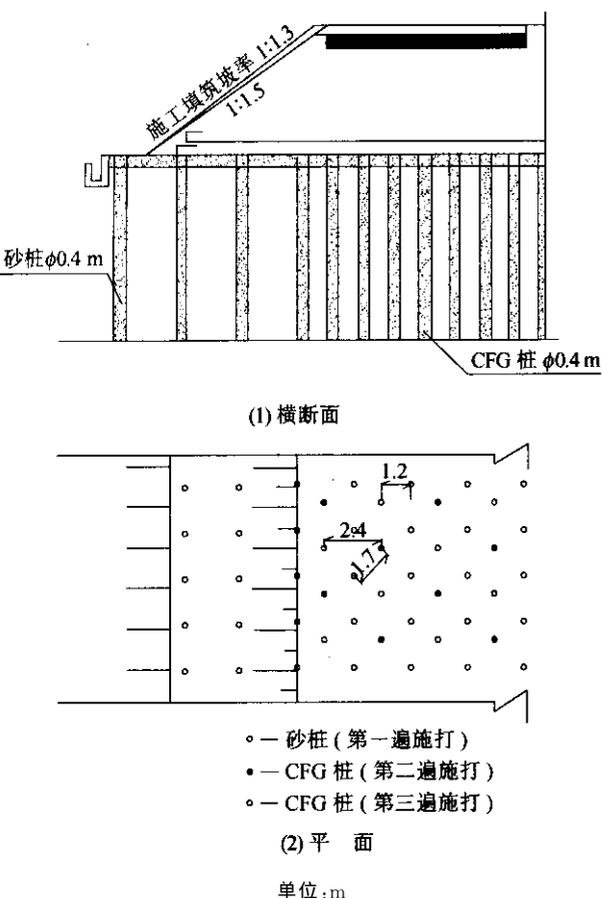


图2 CFG 桩设计

且每上拔1 m 留振10 s。施工时先打砂桩,砂桩全部施工完毕后再施打CFG 桩。CFG 桩施工次序为横向从路中心向两侧施工,纵向从桥头向两侧施工,且必须隔桩跳打。

CFG 桩处理路段的沉降观测数据汇总见表3。该区域设置监测断面4 个,在长达8.3 个月的监测时间内,累计最大沉降量171 mm,发生在K36+380 位置。采用双曲线法推算最终沉降量,经计算剩余工后沉降量均小于规范和设计要求。本路段设有孔隙水压力监测,到2005 年4 月止,监测数据表明,地基的固结度已达92. %以上,地基处理效果好。

表3 沉降观测数据汇总

桩号	累计沉降量/mm			推算最终沉降量/mm		
	S _左	S _中	S _右	S _左	S _中	S _右
K36+150	74	107	40	78.9	115.2	42.6
K36+275	109	90	101	112.4	96.4	103.1
K36+380		171			175.5	
K36+485	160				163.1	

2.3 管桩

预应力管桩相对CFG 桩、素水泥混凝土桩,具有抗挤土效应能力强、质量容易保证、施工速度快、适用深度大等优点。本线路在九标段设计采用了管桩,管桩按正方形布置,直径为40 cm,桩中心距为2.5 m,收锤标准以最后贯入度为控制标准。正常情况下,最后贯入度按60 cm/10 击控制,并保证桩底嵌入持力层深度不小于1.5 m。桩顶设置托板,钢筋混凝土托板尺寸为长1.3 m×宽1.3 m×厚0.35 m。然后铺设一层SS20 双向土工格栅,土工格栅延伸率不超过10%,抗拉强度不小于20 kN/m。土工格栅用U 形钉锚固,U 形钉按正三角形布置,间距为2.0 m。管桩设计见图3。

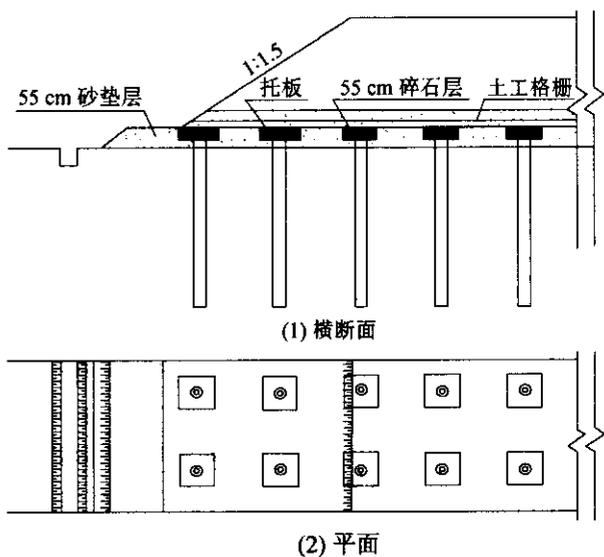


图3 管桩设计

管桩施工工艺如下:测量放样→确定打桩顺序→桩机就位→插桩→锤打→接桩→送桩→收锤→做好打桩记录。

管桩处理路段的沉降观测数据汇总见表4。该路段设置监测断面8 个,在长达4.4 个月的监测时间内,累计最大沉降量为28 mm,发生在K68+230 位置。最后一次测量的沉降速率均为0 mm/d,地基处理效果好。

3 结论

(1)砂桩、CFG 桩和管桩适合渝湛高速公路粤境段公路软弱地基处理。

(2)从现场监测数据来看:管桩处理效果最好,CFG 桩次之,而砂桩处理效果稍差,砂桩需要较长的预压时间才能完成主固结沉降。

文章编号: 0451-0712(2006)07-0327-04

中图分类号: U414.110.3

文献标识码: B

渝湛高速公路石灰改良膨胀土室内试验研究

曾过生¹, 周波²

(1. 广东冠粤路桥有限公司 广州市 510630; 2. 广州市南沙区建设局)

摘要: 结合渝湛高速公路(粤境段)膨胀土路基处治的工程实际,论述了膨胀土的工程特性和掺石灰改良膨胀土的固化机理,并进行了对比试验研究,分析了石灰对膨胀土物理力学性能的改善效果,论证了石灰改良膨胀土的工程可行性。

关键词: 膨胀土; 掺灰改良; 固化机理; 对比试验研究

随着近年来我国高速公路建设的快速发展,膨胀土灾害问题在高速公路建设中更为突出。国家主干道渝湛高速公路广东境内部分挖方段零星分布有膨胀土,其成因主要为沉积的北海组、湛江组粘土层和蚀变花岗岩风化后形成的残积土层。它们对所在路段的路基、路面、桩基、沿线的生态环保都有很不利的影响。由于膨胀土特殊的工程性质,再加上粤西地区雨水较多且部分地段地下水较丰富,所以渝湛高速公路(粤境段)沿线分布的膨胀土不能直接用于路基填筑。为保证路基的稳定,减少膨胀土路基对路面的破坏,必须对膨胀土进行改良处理。膨胀土问题的合理解决成为渝湛高速公路(粤境段)建设中的一个重要的技术问题。

1 膨胀土的工程特性

1.1 膨胀土的微结构

膨胀土的微结构是其粘土颗粒组合排列而形成的结构特征。膨胀土的粘土颗粒组合排列方式与膨胀土的含水量大小、组成的矿物成分及所处的地理

环境有关,其中影响最大的是膨胀土的含水量,含水量变化不仅会引起膨胀土体中的矿物发生物理—化学作用,使矿物微粒之间的结合力发生变化,从而引起土体结构的变化。

1.2 膨胀土的裂隙性

膨胀土产生裂隙的原因主要是由于膨胀土的胀缩特性,即吸水膨胀失水干缩,往复周期变化,导致膨胀土土体结构松散,形成许多不规则的裂隙。裂隙的发育又为膨胀土表层的进一步风化创造条件,同时裂隙又成为雨水进入土体的通道,含水量的波动变化使膨胀土反复胀缩,从而又导致裂隙的扩展。

1.3 膨胀土的超固结性

超固结性是膨胀土的重要特性之一,膨胀土在沉积过程中,在重力的作用下逐渐堆积,土体将随着堆积物的加厚产生固结压密。由于自然环境的变化和地质作用的复杂性,土在自然界的沉积作用并不一定都处于持续的堆积加载过程,而是常常因地质作用而发生卸载作用,致使土层的先期固结压力大于目前的上覆压力,从而使其具有超固结性。

收稿日期: 2006-05-10

表4 沉降观测数据汇总

桩号	累计沉降量/mm			最后一次沉降速率/(mm/d)			桩号	累计沉降量/mm			最后一次沉降速率/(mm/d)		
	S _左	S _中	S _右	V _左	V _中	V _右		S _左	S _中	S _右	V _左	V _中	V _右
K68+230	22	21	28	0	0	0	K68+540	9	6	8	0	0	0
K68+330	16	17	20	0	0	0	K68+590	16	14	6	0	0	0
K68+380	8	12	12	0	0	0	K68+690	17	27	7	0	0	0
K68+480	12	23	16	0	0	0	K68+800	10	9	10	0	0	0