

路堤荷载作用下塑料套管桩沉降特性

关良勇¹,刁红国²,林来贺²

(1. 嘉兴市交通投资集团有限责任公司,浙江 嘉兴 314050; 2. 河海大学土木与交通学院,江苏 南京 210098)

摘要:结合某一工程应用实例,对不同路堤荷载下塑料套管桩复合地基的沉降特性进行了研究,并与采用水泥搅拌桩和塑料排水板处理方式的相似断面进行比较,验证了塑料套管桩良好的地基加固效果。

关键词:复合地基;塑料套管桩;路堤荷载;沉降

中图分类号:U416 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2014)S2-0019-03

我国沿海地区广泛分布的软土具有压缩性高、含水率大、强度低和透水性差等特点^[1],不利于直接在软土地基上进行工程建设。对于发展迅速的高速公路建设,施工期的路堤稳定和运营期的工后沉降一直是困扰工程建设者的两大难题。对于后者,如果不能通过地基加固处理以有效减小工后沉降的发生,将严重影响后期的公路运营和养护。

目前,对于软土地基的处理方式有塑料排水板、预应力管桩、水泥搅拌桩、CFG桩等,这些软基处理方法各具优点,但同时也受限于使用条件^[2-3]。塑料套管桩是一种由顶部桩帽、塑料套管、桩尖、混凝土和套管接头组成的新型桩,塑料套管下部与预制桩尖连接,管节之间采用套管接头固定。塑料套管按照一定间距打入土中,然后在管内浇筑混凝土成型,最后浇筑桩帽并铺设垫层、土工格栅形成刚性桩复合地基。由于塑料套管的存在,该桩挤土作用小,成桩质量易于检查、控制,施工灵活快捷,单桩承载力

较高,且对周围环境影响小,具有良好的性价比,已成功应用于浙江某高速公路工程^[4-5]。

本文基于工程现场沉降监测成果,并结合现场堆载情况分析塑料套管桩复合地基的加固效果,并与采用水泥搅拌桩和塑料排水板处理方式相似断面的沉降特性进行了比较分析。

1 工程概况

某高速公路工程位于浙江省北部,并延伸至上海市浦东机场,全长超80 km。该路段的主要地层和物理力学性质见表1,可见该路段属呈现高孔隙比、高压缩性和低强度的特性,必须对地基土进行处理,以提高其承载能力及减少受压时的地基变形,防止路堤堆载后出现地基失稳。

由于软土路基桥头部分容易出现不均匀沉降,为确保施工的安全和驾驶的舒适性,本文以部分桥头段的地基处理为研究对象。根据软土层厚度的不

表1 土层物理力学性质指标

断面	土层	密度/ (t·m ⁻³)	孔隙比 <i>e</i>	塑性指数 <i>I_p</i>	压缩模量 <i>E_s</i> /MPa	黏聚力 <i>c</i> /kPa	内摩擦角 <i>φ</i> /(°)
K3+305	粉质黏土	1.81	0.89	14.1	4.7	35.0	11.0
	粉质黏土	1.87	0.86	16.4	4.3	43.0	13.0
	淤泥质黏土	1.82	0.97	11.4	2.9	21.0	6.5
	粉质黏土	1.86	0.81	12.8	5.2	39.0	12.5
K3+515	粉质黏土	1.81	0.83	12.0	7.2	45.0	14.6
	粉质黏土	1.79	1.03	12.7	3.8	38.0	5.4
	黏土	1.94	0.73	17.9	12.8	92.0	13.0
K3+555	淤泥质粉质黏土	1.77	1.12	13.9	2.6	14.0	2.7
	粉质黏土	1.84	0.91	10.9	3.0	34.0	7.1
	粉质黏土	1.93	0.73	12.4	8.1	71.8	16.4
	粉质黏土	1.95	0.70	13.8	10.0	65.0	22.2

作者简介:关良勇(1977—),男,浙江嘉兴人,高级工程师,主要从事岩土工程研究。E-mail:guanly1977@163.com

同,分别采用不同的地基处理方式:厚度超过 15 m 的路段采用先张法预应力混凝土管桩处理;厚度为 6 ~ 15m 的路段采用塑料套管桩处理;厚度 4 ~ 10 m 的路段采用水泥搅拌桩处理;厚度较小或地质条件较好的路段则采用塑料排水板处理方式。其中,塑料套管桩穿透软土层且进入下卧层深度大于 1 m,桩长 19 m,桩径 160 mm,等边三角形布置,桩间距为 1.7 m。圆形预制桩尖采用 C30 等级混凝土浇筑,桩尖外径为 300 mm。桩身采用 C25 等级混凝土浇筑,桩帽采用 C30 等级混凝土浇筑(尺寸 400 mm × 400 mm × 200 mm),垫层厚度 400 mm。

2 塑料套管桩加固地基的沉降特性

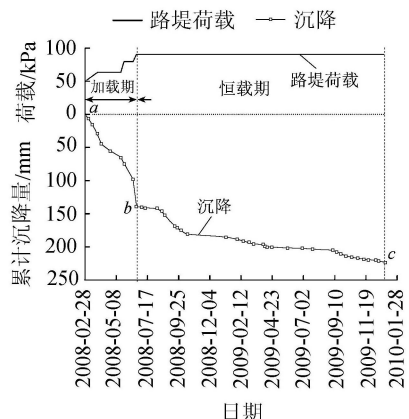
复合地基中垫层将桩体与基础相互连接,垫层颗粒的流动补偿起到了确保桩和桩间土共同承担荷载的作用,减小了基础底部应力集中程度,并对桩土荷载分担比起到了调节作用,最大限度地减小了路堤沉降和不均匀沉降^[6]。为了研究塑料套管桩复合地基在不同路堤荷载作用下的沉降特性,本文选取了试验区中 3 个典型的断面,即 K3+305、K3+515 和 K3+555,3 个断面的设计路堤荷载分别为 90 kPa、82 kPa 和 80 kPa。

图 1 分别为 3 个断面的荷载-时间-沉降曲线图。以 K3+305 断面分析为例,该断面自 2008 年 2 月 28 日开始路堤加载施工,直至加载达到 90 kPa,加载期和恒载期如图 1 中虚线所示。在加载期间,随着填土高度的不断增加,沉降从 a 点逐渐增大到 b 点,而且填土速率越快,即荷载曲线越陡,沉降曲线也越陡,表明了沉降速率和填土速率之间的关系。在恒载期,沉降速率随时间逐渐减小,沉降从 b 点缓慢增加到 c 点,并呈收敛的趋势。总体而言,加载期(ab 段)的沉降速率较预压恒载期(bc 段)的沉降速率大,且路堤沉降大部分发生在加载时期,恒载期间的沉降量相对较小并趋于稳定,表明塑料套管桩处理软土地基具有堆载快、沉降快速稳定的特点。同时,对比 3 个断面的沉降曲线可见,路堤荷载越大,路堤的最终沉降量也越大,3 个断面的最终沉降量分别为 223 mm、100 mm 和 75 mm。

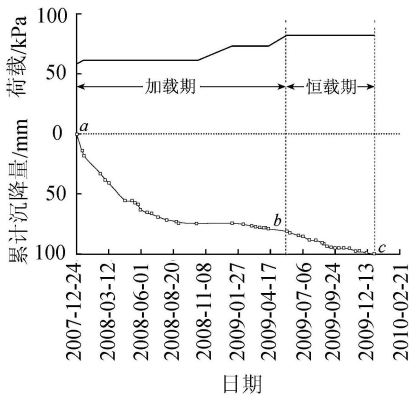
通过对不同荷载下的路堤断面沉降分析,表明采用塑料套管桩加固处理软土地基,路堤变形控制较明显,路堤沉降收敛速度快,且各断面最终沉降量能够满足设计和施工要求,可见塑料套管桩处理软土路基能够达到较好的加固效果。

3 不同地基处理方式的沉降特性分析

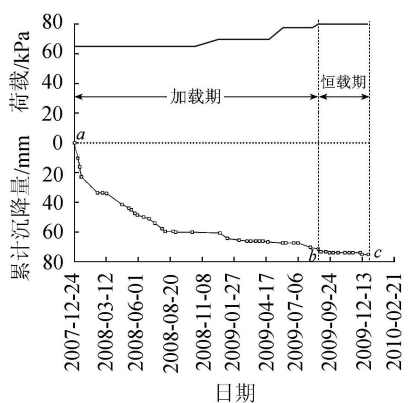
塑料套管桩作为一种新型地基处理方式,为了研究其沉降特性,本文选取了试验区塑料套管桩相



(a) K3+305断面



(b) K3+515断面



(c) K3+555断面

图 1 塑料套管桩荷载-时间-沉降曲线

邻断面的水泥搅拌桩进行对比分析。

图 2 为 K3+150 和 K3+574 水泥搅拌桩断面的荷载-时间-沉降曲线,与图 1 对比可见,K3+150 断面和 K3+574 断面的最终沉降量分别达 452 mm 和 505 mm,明显大于塑料套管桩处理的断面沉降量。加载初期,塑料套管桩和水泥搅拌桩复合地基沉降量都较小,但是进入预压期后塑料套管桩复合地基的收敛速度明显快于水泥搅拌桩复合地基。塑料套管桩复合地基与水泥搅拌桩复合地基相比有如下优点:①塑料套管桩属于刚性桩,其桩土应力比可达 20 以上,而水泥搅拌桩的桩土应力比一般小于 10,也就是说,塑料套管桩可以承受更大的荷载,且工后

沉降又远小于水泥搅拌桩复合地基。②从质量控制上来说,塑料套管桩比水泥搅拌桩更易控制,后者由于水泥固体剂不能均匀分布在桩体中,强度沿轴线是不均匀的,质量不易控制,强度差异大。③塑料套管桩的处理深度要比水泥搅拌桩的大,前者最深可达25 m,后者一般仅适用于处理深度小于12 m的软基。

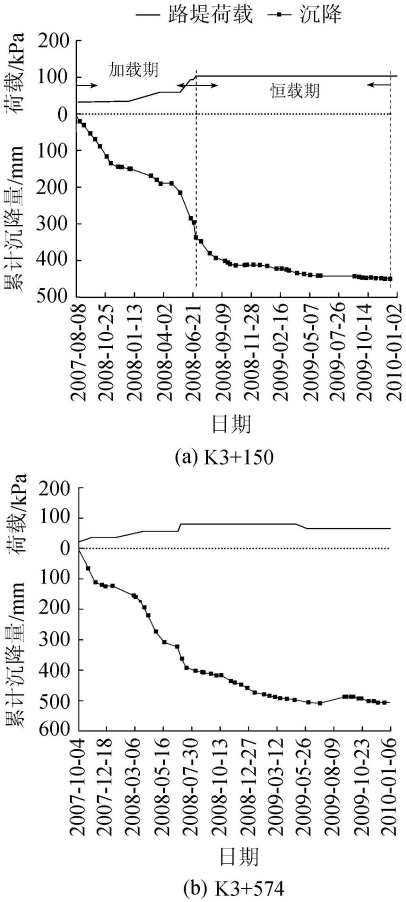


图2 水泥搅拌桩断面的荷载-时间-沉降曲线

图3为采用塑料排水板进行地基加固的某断面荷载-时间-沉降曲线,由于观测时间不够长,沉降曲线并未呈现收敛稳定的趋势。可见,采用该种地基处理方法时填土需要多次分级堆载,每次填土都能产生较大的沉降,沉降收敛速率较慢,需要长时间的

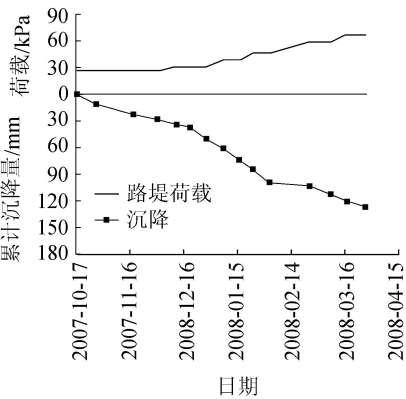


图3 塑料排水板断面的荷载-时间-沉降曲线

预压和观测数据才能得出路基的加固效果。因此,同塑料套管桩相比,排水塑料板处理方式适用于工期宽松、软土厚度较小和地质条件较好的地基,可以取得较好的加固效果。

4 结 论

- a. 在不同荷载作用下,路堤沉降主要发生在填土加载时期,预压恒载期间的沉降相对较小,反映出塑料套管桩处理软土地基具有堆载快、沉降稳定且收敛较快的特点,路堤沉降特性分析表明塑料套管桩处理软土路基的加固效果较好。
- b. 与采用水泥搅拌桩和塑料排水板的处理方式相比,塑料套管桩的承载能力较大,质量易控制,处理深度较大。
- c. 塑料套管桩是一种新型地基处理方式,存在不少亟待解决的问题,需要通过大量工程实例来分析、积累和总结塑料套管桩的应用经验,提高塑料套管桩应用的技术水平。

参考文献:

[1] 高国瑞,韩爱民. 论中国区域性土的分布和岩土性质的形成[J]. 岩土工程学报,2005,27(5):511-515.
[2] 龚晓南. 地基处理手册[M]. 3版. 中国建筑工业出版社,2008.
[3] 王晓谋,袁怀宇. 高等级公路软土地基路堤设计与施工技术[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
[4] 陈永辉,齐昌广,王新泉,等. 塑料套管混凝土桩单桩承载特性研究[J]. 中国公路学报,2012,25(3):51-59.
[5] 雍金兵,吴跃东,张彦朋,等. 某高速公路桥头路段不同软基处理加固效果分析[J]. 岩土工程学报,2010,32(增刊2):430-434.
[6] 佟建兴,胡志坚,闫明礼等. CFG桩复合地基承载力确定[J]. 土木工程学报,2005,38(7):87-91.

(收稿日期:2014-09-14 编辑:胡新宇)

