

文章编号: 0451-0712(2005)03-0080-03

中图分类号: TU472.32

文献标识码: B

# 添加剂在宁杭高速公路沿太湖高含水量软基加固土桩中的应用

张志泉

(江苏省交通规划设计院 南京市 210005)

**摘 要:** 加固土桩作为地基处理的一种手段,在高速公路工程中得到了广泛的应用,但其受含水量和有机质含量的影响较大,有时造成其成桩质量较差、初期强度较低和压缩沉降较大等后果。因此,有必要在加固土桩固化剂中掺加一定的添加剂,以确保成桩质量及压缩沉降。

**关键词:** 高速公路; 加固土桩; 添加剂; 应用

## 1 工程概况

宁杭高速公路宜兴段为全封闭、全立交、双向六车道高速公路,路基宽 34.5 m,设计行车速度 120 km/h。路线在宜兴境内沿太湖西岸通过,沿线经济活动极为频繁,穿越高速公路主线构造物较多,尽管设计采取了一系列降低主路线纵断面措施,但主线填土高度仍较高,这对地基的承载能力及压缩变形提出了较高的要求。

## 2 沿线地质概况

宁杭高速公路宜兴段地处太湖冲湖积平原,区内沟渠纵横,地质条件极为复杂。该段不良地质主要表现为:软土分布广、深度大、部分路段呈多层分布,大多呈灰色或黄灰色,软塑~流塑状态,高含水量、高孔隙比、高压缩性,天然地基强度很低,不适宜直接作为建筑物基础,对高速公路的建设产生较为不利的影响。软基处理的成功与否直接关系到宁杭高速公路的建设,并将对高速公路运营质量带来直接影响。以其中某段地基为例,该段软土埋深 0.6~1.0 m,层厚约 15 m,天然含水量 40%~73%,流塑状,孔隙比 1.03~2.09,有机质含量 11%,压缩模量 1.4~2.9。

## 3 水泥土桩添加剂的选择

众所周知,水泥土桩作为高速公路软土地基处

理的重要措施已得到广泛的应用。地质勘察阶段,自现场取回土样进行室内水泥土配合比试验,经测试 12%~18%水泥剂量下的水泥土室内试验成果不理想,因此设计考虑以水泥为基本材料,掺入不同种类的添加剂并加以对比验证,以获取最佳添加剂及最佳掺入量。本工程分别采用了土壤固化剂、复合添加剂和石膏等进行了试验性研究,为确保工程优质高效地完成奠定了坚实的基础。

### 3.1 土壤固化剂

土壤固化剂是一种以水泥为基础的胶凝性新型材料,其化学组成有主固化剂和助固化剂(激发素)。固化剂主料大多以石灰、水泥、矿渣、粉煤灰和石膏为主,激发素主要采用含活性基因的激发剂和表面活性剂三乙醇胺、聚丙烯、酰胺、氟化钠、碳酸钠等以及能与土壤活性物质起反应的氧化镁、氯化钙、氯化铁、明矾、磷酸等。该产品除具备水泥所具有性能外,还具有针对土壤的固化作用。其主要作用机理是通过一系列物化反应,吸收土体中的水份,减小土的孔隙比,提高土体密实度,从而达到土体加固的目的。本次试验的掺入量为 40~60 kg/m(12.0%~18.0%)。

### 3.2 复合添加剂

复合添加剂是一种灰白色液体,其对水泥土强度的影响主要是通过调节土壤双电层,选用高价离子,通过离子交换作用,取代粘土粒子周围的低价离

子,从而达到减小水化离子半径,减薄双电层的目的,促进土壤自身的凝聚,同时降低有机质对水泥土凝固和增强的不利影响。本次研究根据以往其他工程的经验采用的掺入比为水泥用量的 0.15%~0.3%。

3.3 石膏

石膏作为一种速凝剂对水泥桩早强和增强具有明显的作用,主要是通过水与水泥水化产物水化铝酸钙的进一步反应,生成水化硫铝酸钙针状晶体,产生骨架和微膨胀作用,并加快水化速度,促使水泥土早强。同时,石膏溶于水后产生大量Ca<sup>2+</sup>,通过离子交换改变双电层厚度,使粘土微粒絮凝,产生硫酸盐激发剂作用。本次试验根据以往其他工程的经验掺入量采用水泥用量的 3.0%。

3.4 木质磺酸钙

木质磺酸钙是水泥土桩中应用最广泛的减水剂。其功能主要为减水、缓凝、引气等作用,在水泥混凝土施工时,木钙的减水率约为10%,相应地保持原有坍落度,可提高水泥混凝土强度10%左右,或等强度节约水泥10%左右。但由于水泥土桩的原始含水量较高,减水的效果(含水率的变化)不明显。因此,除炎热的夏季施工时,掺入一定剂量的木质磺酸钙缓凝,并防止水泥浆堵管外,其他季节一般不宜掺加木质磺酸钙作为缓凝剂。

4 室内配比试验

在试验段内布置钻孔3个,钻取原状土样30个,进行室内物理力学性质试验,现场采集不同深度的扰动土,配制试样138个(分类详见表1)。

表 1 室内配方试验分类

类型	生石膏粉/%	水泥用量		复合添加剂	土壤固化剂		试块数量/根
		kg/m	%	%	kg/m	%	
I	—	40	12.0	—	—	—	9
		45	13.5	—	—	—	9
		50	15.0	—	—	—	9
II	3	40	12.0	—	—	—	9
		45	13.5	—	—	—	9
		50	15.0	—	—	—	9
III	3	40	12.0	0.15	—	—	9
		45	13.5	0.15	—	—	9
		50	15.0	0.15	—	—	9
IV	3	55	16.5	—	—	—	9
V	3	55	16.5	0.15	—	—	9
VI	3	60	18.0	—	—	—	9
VII	—	—	—	—	40	12.0	9
		—	—	—	45	13.5	9
		—	—	—	50	15.0	9
		—	—	—	60	18.0	3

室内制备的试样在规范规定的条件下产生,再进行 28 d 龄期下的无侧限抗压强度试验,其试验结果如表 2。

由试验成果显示,在水泥土中掺入一定剂量石膏和复合添加剂以及直接采用土壤固化剂能有效增强土的强度,基本满足高速公路对地基土的要求。

5 现场试验

加固土桩施工完成并经过一定龄期后,经过现场钻芯取样,进行室内无侧限抗压强度试验,试验数

据如表 3。

除检测芯样无侧限抗压强度外,还采用静载试验进行了天然地基及复合地基承载力情况的对比,下面以 SG-3-4 号加固土桩处理前、后的承载力作为例子进行比较。

根据静载试验分别得出天然地基及复合地基的 Q~S 曲线及 S~lgt 曲线,见图 1 和图 2。

根据相关规范、规程及静压板面积大小得到天然地基、复合地基的承载力基本值分别为 82 kPa、142 kPa。

表 2 室内配方试验成果

试样编号	龄期/d	生石膏粉/%	水泥用量		复合添加剂 %	土壤固化剂		抗压强度 平均值/MPa	土层类型
			kg/m	%		kg/m	%		
SG-1-4~6	28	—	40	12.0	—	—	—	0.53	淤质粘土
SG-2-4~6	28		45	13.5	—	—	—	0.34	淤质粘土
SG-3-4~6	28		50	15.0	—	—	—	0.36	淤质粘土
SG-4-4~6	28	3	40	12.0	—	—	—	1.07	粉质粘土
SG-5-4~6	28		45	13.5	—	—	—	0.83	淤质粘土
SG-6-4~6	28		50	15.0	—	—	—	1.14	淤质粘土
SG-7-4~6	28	3	55	16.5	—	—	—	0.54	淤质粘土
SG-8-4~6	28		60	18.0	—	—	—	0.53	淤质粘土
SN-1-4~6	28	3	40	12.0	0.15	—	—	1.37	粉质粘土
SN-2-4~6	28		45	13.5	0.15	—	—	1.30	淤质粘土
SN-3-4~6	28		50	15.0	0.15	—	—	1.13	淤质粘土
SN-4-4~6	28		55	16.5	0.15	—	—	0.79	有机质土
GH-1-4~6	28	—	—	—	—	40	12.0	2.28	淤质粘土
GH-2-4~6	28		—	—	—	45	13.5	3.05	粉质粘土
GH-3-4~6	28		—	—	—	50	15.0	3.69	粉质粘土

表 3 加固土桩芯样无侧限抗压强度试验成果

试样编号	龄期/d	生石膏粉/%	水泥用量		复合添加剂 %	土壤固化剂		取样部位	抗压强度 平均值/MPa
			kg/m	%		kg/m	%		
SG-3-2	28	3	50		—	—		上	0.444
								中	0.737
								下	0.268
SG-6-2	28	5	50		—	—		上	0.474
								中	0.878
								下	0.236
SN-3-2	28	3	50		—	—		上	0.606
								中	0.702
								下	4.14
SN-3-4	28	3	50		0.15	—		上	1.00
								中	0.817
								下	1.634

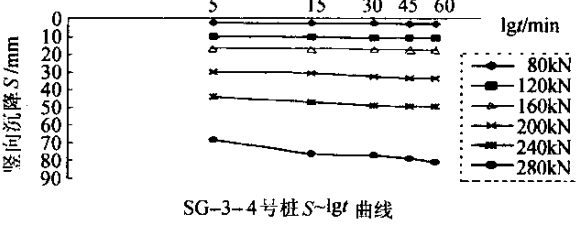
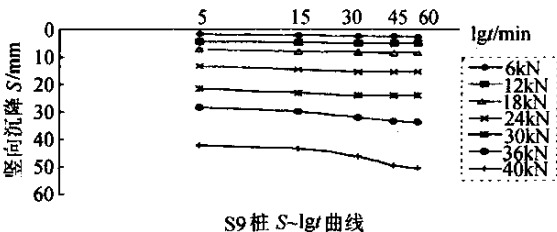
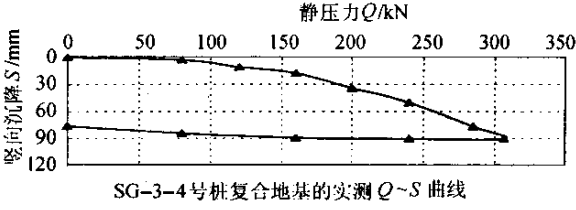
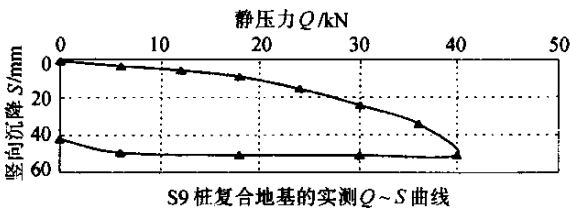


图 1 天然地基

图 2 复合地基

文章编号: 0451-0712(2005)03-0083-03

中图分类号: U412.2

文献标识码: B

# GPS 技术在宁杭高速公路勘测中的应用

李汝晓

(江苏省交通规划设计院 南京市 210005)

**摘 要:** 全球卫星定位系统(GPS)为交通工程勘测提供了快速、高精度的勘测手段。本文着重讨论了GPS 静态测量模式和实时动态(RTK)定位技术在宁杭高速公路勘测中的应用。

**关键词:** 高速公路勘测; GPS RTK 技术; 中线放样

全球卫星定位系统 GPS(Global Positioning System)是美国研制的卫星导航系统,具有全球性、全天候、连续性、实时性导航定位和定时功能,能为各类用户提供精密的三维坐标、速度和时间。GPS 以全天候、高精度、自动化、高效率等显著特点,赢得了广大测绘工作者的信赖,并成功地应用于大地测量、工程测量、航空摄影测量、工程变形监测、资源勘察等多种学科,从而给测绘领域带来一场深刻的技术革命。勘测工作是道路设计中不可或缺的重要组成部分,它为道路的设计提供必要的基础资料。随着测绘技术的发展,道路的勘测手段也发生了根本性的变化,从经纬仪偏角法,到全站仪极坐标法,自动化程度越来越高,速度越来越快,但没有改变传统的边、角测量,需要测站点、目标点通视而且架设仪器与觇标棱镜,特别是控制测量仍然要花费大量的人力、物力布设导线,测量人员没有从根本上解放出来。GPS 技术的出现,不但自动化程度进一步提高,而且大大减少了测量人员的数量与劳动,为交通工程的勘测提供了快速、高精度的勘测手段。本文将结合宁杭高速公路的勘测,讨论 GPS 在控制网的建立、中桩放样、横断面测量中的应用。

宁杭高速公路是上海至云南瑞丽国道主干线的重要组成部分。西起南京市绕城高速,经南京溧水县、常州溧阳市,向东止于无锡市苏浙交界父子岭处。该项目江苏段全长 150 多 km。该项目位于苏南南部宁镇山脉和宜兴山地,地形起伏较大,植被丰富,通视困难,用常规测量方法难以满足高速公路控制点高精度的要求。利用 GPS 定位技术快速、高效地建立了 100 多 km 的高速公路控制网。利用 GPS RTK 技术快速、准确地进行路线中桩放样和横断面测量工作,大大提高了作业效率,取得了良好的效果。

## 1 路线控制测量

### 1.1 布网方案

采用分级布网方式。首先布设 E 级 GPS 控制网,在 E 级 GPS 控制网基础上加密 F 级 GPS 控制点。E 级点均采用对点形式布设,每 4~5 km 布设一对点。点距道路中心线约 100~300 m,要求对点间必须相互通视,为施工单位使用常规方法加密控制点提供方便。F 级 GPS 控制点沿路线每隔 300~500 m 布设一点。宁杭高速公路江苏段全长 150 多 km,采

收稿日期:2005-01-10

## 6 结论

经过室内配合比试验、现场钻芯取样试验、静载试验以及现场施工的直感,在以水泥为基本材料,在水泥用量减少 5%~10% 的情况下,适当掺入水泥剂量的 3%~5% 的生石膏粉可有效提高加固土桩的强度,提高地基承载力。土壤固化剂作为一种复合材

料,是以水泥为基本材料,再掺加其他有效成份所组成的复合型材料,在本次试验中,全面取代了水泥材料。经室内外试验表明:对提高搅拌桩的强度、早强有明显的作用,特别是对类粘砂层的淤泥,作用更为明显,通过进一步验证后,有广泛推广的价值。