

文章编号: 0451-0712(2006)05-0145-03

中图分类号: U416.1

文献标识码: B

水泥粉煤灰碎石桩在沿海滩涂地基处理中的应用

张锦海

(福建省泉州市公路局 泉州市 362000)

摘要: 通过工程实例,介绍水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)在沿海滩涂地基中的施工,以及施工中常见病害的预防处治。

关键词: 复合地基; CFG桩; 软基处理

福建省沿海地区新建公路工程施工时经常遇到软土地基不良地段,尤其是在沿海滩涂地带。由于软土地基具有压缩性高、含水量大、强度低、透水性差等特点,因此必须进行加固处理以提高其承载力,保证路基的稳定性。常用的软基处理方法有浅层处治、挖除换填、抛石挤淤、塑料排水板、水泥粉喷桩、袋装砂井、砂(碎石)桩等。省道201线复线(泉州沿海大通道秀涂~白奇段)借鉴沉管灌注桩施工工艺,采用水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)对软土地基进行处理,取得了一定效果。

1 工程概况

省道201线复线(泉州沿海大通道秀涂~白奇段)路基设计宽为60m,按二级平原微丘区公路标准设计,设计车速为80km/h。该段路线总长为5.048km。路线环海岸而行,其中K1+530~K1+900、K2+100~K2+860和K2+930~K4+650段路线全部位于沿海滩涂之中,淤泥层平均厚为17.3m,路基填土高为3~5m。地基覆盖层基本为单一的淤泥层,淤泥直接外露,无硬壳层,淤泥之中无砂质土等夹层,排水固结条件差,又长期受海潮涨落影响,施工条件极为困难。通过地质勘探、取样测试,该淤泥的主要物理力学指标为:含水量在60%~70%之间、孔隙比为1.5以上、饱和度为94%、塑性指数为22.74%、液性指数为1.584、粘聚力为5.0kPa、内摩擦角不稳定,为典型的流塑状、高压缩性的土层。设计中拟订了多个处理方案进行比选,为确保工程质量、进度、工程造价的优化,经邀请有关专家研讨,对该地段淤泥层厚8m以上的软基,采用填海砂(厚

1.0m)+水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)+砂砾垫层(厚0.5m)+双层土工格栅+反压护道的综合处理方案。

2 水泥粉煤灰碎石桩处理加固软基的作用机理

水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)和桩间土一起通过褥垫层和土工格栅形成复合地基,加固软土地基的主要作用有桩体作用、挤密作用和褥垫层整体作用。

2.1 砂垫层固结排水作用

整个滩涂地带淤泥外露,施工机械无法进入,填土调平层受海水浸泡易于形成新的湿陷,难以确保工程质量。填海砂充分利用了当地资源,造价便宜,且对表面淤泥起到固结排水作用,可单独作为一结构层使用,也不受海水涨潮影响。

2.2 桩体作用

CFG桩属低标号贫水泥混凝土桩,为具有一定粘结强度的混合料。设计桩身平均强度为8MPa,单桩承载力为200kN,其强度和刚度较其他散体材料的桩体大。在荷载作用下,CFG桩的压缩性比其周围土体小。填土路基基础传给复合地基的附加应力,随地基的变形将更多地集中在桩体上,出现应力集中现象,从而起到桩体作用。

2.3 挤密作用

CFG桩借鉴沉管灌注桩施工工艺,采用振动沉管法施工。由于振动和挤压作用而使桩间土得到一定程度的挤密,CFG桩周围土体的含水量、孔隙比、压缩系数均有所减少,压缩模量有所增加。

2.4 褥垫层整体作用

由厚度为50cm砂砾石材料组成的垫层,配合

土工格栅形成整体褥垫,提高了路基整体刚度和强度,降低了桩对基础产生的应力集中,使桩间土有效接触应力增加,提高了桩间土的抗剪能力和复合地基承载力。由于土工格栅的共同工作,使群桩作用得到有效发挥,地基的不均匀沉降得到一定的平抑作用,增加了整体刚度和强度。

3 水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)的施工

水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)在平面上按正方形或梅花状布置,全断面施工,桩径一般为 0.35~0.6 m;根据淤泥深度和路基填筑高度不同,采用不同的桩间距。本路段桩径为 0.4 m,桩间距为 1.5 m 或 1.75 m。桩尖进入持力层应不少于 40 cm。为避免施工振动和挤压后影响邻桩工程质量,尽量减少邻桩断桩和缩颈病害,施工中要求采用间隔跳打方式施工。

3.1 砂垫层施工

路基两侧端应采用聚丙烯编织袋装砂予以防护,砂垫层宽度应宽出路基边坡坡脚 1.0~2.0 m,边坡坡率以 1:1.5~1:2.0 为宜。砂应选用洁净中、粗砂,含泥量不应大于 5%,并将其中植物、杂质除尽。砂垫层摊铺后适当洒水,分层压实,分层厚度宜为 15~20 cm。

3.2 CFG 桩的施工

CFG 桩的施工工艺流程如图 1 所示。

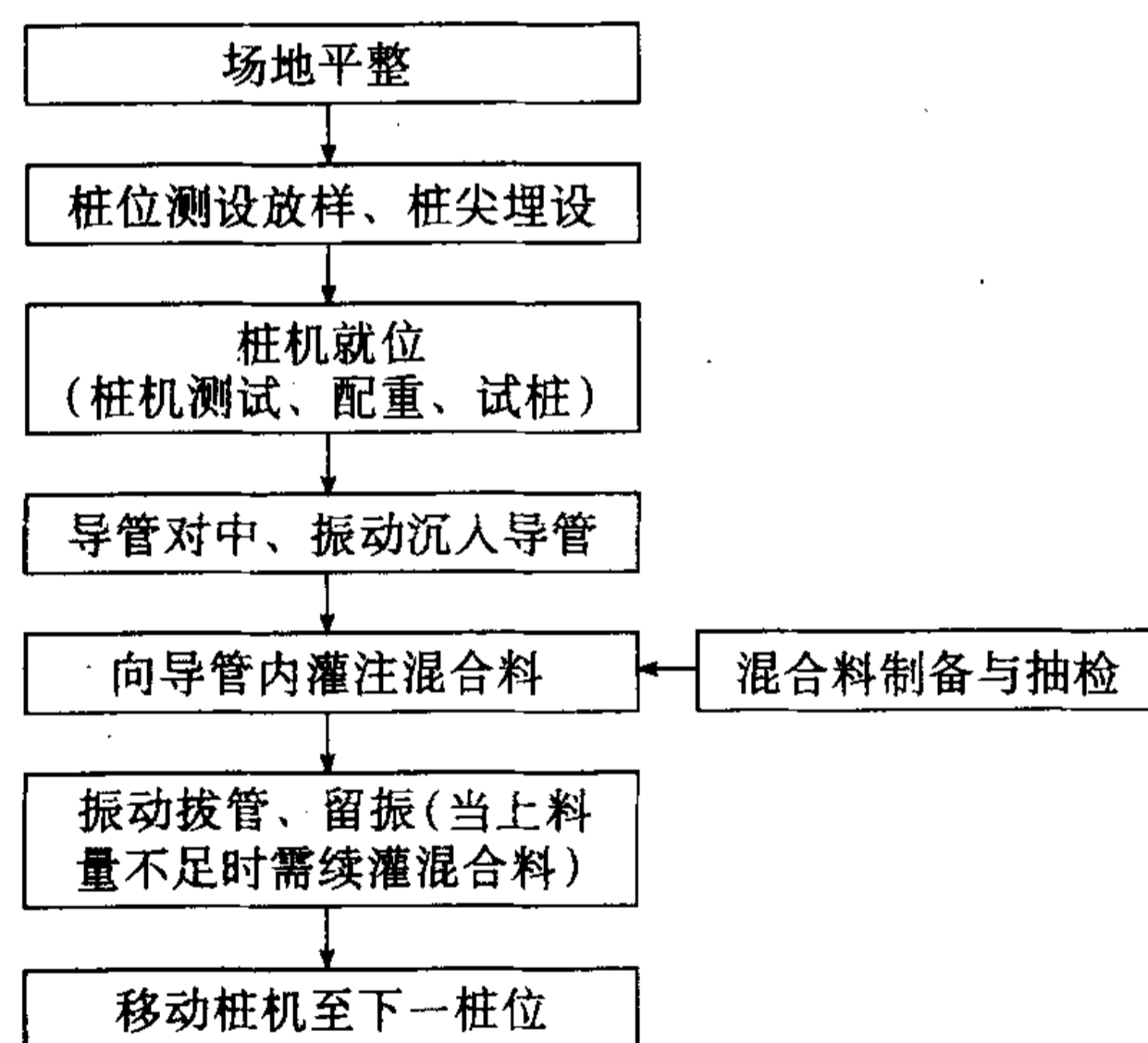


图 1 CFG 桩施工流程

3.2.1 施工前准备工作

首先应做好施工轴线测设放样和水准点复测、保护工作,埋置桩尖时要求垂直埋入地表以下 35 cm。桩机安装就位后应对桩机进行配重测试,建议按单桩承载力的 2.0 倍进行配重,对塔架和导管进行长度标记,便于校核桩长。

3.2.2 试桩

正式开工前进行试成桩,以核对地质条件是否准确,检验设备运转是否正常,工艺选择是否恰当,以及与设计数据的差异等,以便做相应调整。试桩时应注意记录导管下沉速度及突然变化时的深度,并继续振动下沉桩管 0.5 m 左右,同时核对 CFG 桩体材料用量,核定充盈系数,便于工程设计调整、工程计量,并为施工下料提供依据。

3.2.3 沉管

桩机每次就位均要求水平、稳固,调整导管使其与地面垂直,确保垂直度偏差不大于 1%,以防止斜桩和桩尖沉入导管,导致堵管现象。在沉管过程中尚应注意保持桩机稳定,严禁倾斜和错位,同时做好施工记录。

3.2.4 下料

在沉管过程中可用料斗进行投料,待沉管至设计标高后应尽快投料,直至管内混合料顶面与钢管口平齐。如上料量不足,应在拔管过程中连续用上料斗投料,以保证桩身完整及桩顶标高满足设计要求。

3.2.5 拔管

当混合料加至与钢管投料口平齐后,开动电动机,导管原地留振 10 s 左右,然后边振动边拔管。拔管速度应控制为匀速,速度一般控制在 1.0~1.5 m/min 左右。遇到淤泥或淤泥质土时,拔管速度应适当放慢,防止断桩和缩颈。

施工中应检查桩身混合料的配合比、坍落度、拔管速度、成孔深度及混合料灌入量。

3.2.6 移机就位

当导管拔出地面、确认成桩符合设计要求后,移机继续下一根桩施工。根据施工图设计文件要求,CFG 桩施工顺序为自路中心向两侧施工,且必须进行间隔跳打。间隔跳打时间宜相隔 7 d 左右,桩身强度达 70% 以上。

施工结束后,应对桩顶标高、桩位、桩体质量进行检查。

3.3 铺设褥垫层

当 CFG 桩桩基全部完成,并经无破损检测和单桩静载试验检验符合设计要求后,应在其上铺设 50 cm 厚的砂砾垫层,并在砂砾垫层顶面和底面各设置一层土工格栅。土工格栅采用 SS20 双向土工格栅,其抗拉强度纵横向为 20 kN/m,延伸率不大于 1%。土工格栅铺设时其纵轴向应与主要受力方向(即路堤横断面方向)一致,沿纵轴方向不宜有接头

缝。铺好的土工格栅每隔1.5~2.0 m用勾头钉固定于地面,以使铺好的格栅平顺并与地面密贴。相邻格栅间通过相互搭接取得加固功能的连续,搭接长度应以30~90 cm宽为宜。砂砾垫层虚铺后表面应平整,局部允许高差应不大于10 cm。施工结束后,应对褥垫层的质量进行检查。

4 施工过程中常见病害及预防处治

水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)复合地基施工时,常见病害包括桩身缩颈、断桩、灌注桩身材料时超量或拒落,以及CFG桩无法沉至设计标高等。

4.1 桩身缩颈和断桩

缩颈和断桩是指施工完成后桩身局部直径小于设计尺寸,这是CFG桩复合地基中最常见的病害之一。其主要原因为:(1)在地下水位以下或饱和淤泥及淤泥质土中沉桩时,土受强制扰动挤压,土中水和空气未能很快扩散,局部产生超孔隙水压力,当导管拔出时,桩身强度尚低,造成部分桩体缩颈;(2)在流塑状淤泥中,由于沉管产生的振动作用,使桩身材料不能顺利地灌入,被淤泥填充进来造成缩颈;(3)桩间距过小,施工时受邻桩的挤压形成缩颈;(4)施工时拔管速度过快,使桩身材料来不及下落而被软土填充;(5)桩身材料过于干硬或和易性较差,拔管时产生的摩擦力或桩身材料量较少,造成桩身材料出管的扩散性较差而形成缩颈。

施工中主要预防处治的方法有:(1)当桩间距过小时,宜采用跳打法施工,以减少桩的相互挤压影响,控制桩中心距大于3~5倍桩直径,桩身材料终凝前应避免振动和扰动;(2)沉桩时应采用“慢抽密击”或“慢抽密振”的方法,桩管上拔速度宜控制在1.0 m/min左右,对于流态淤泥,不宜多振,以边振边拔为宜;(3)调整粉煤灰的配合比,以增加桩身材料的和易性;(4)施工时,宜向管内多装混合料,借其自重抵消桩身所受的孔隙水压力,一般宜使管内材料高于地面或地下水位2.0 m以上,使之有一定的扩散力;(5)待桩身达到一定强度后,可采用逐桩静压的施工工艺,消除可能出现的断桩对复合地基承载力造成的不良影响。

4.2 桩身材料超量灌注

超量灌注指桩身灌注混合料时用料超过设计值1.3倍以上。其主要原因是在软土中成桩时,土体为中高灵敏度土,土体受到扰动后强度大大降低,由于桩身材料对孔壁的侧压力作用使孔壁压缩、桩身扩大。

施工中主要预防处治的方法是调整坍落度及粗细集料合理级配。因为较大的充盈系数直接影响工程造价。

4.3 桩身材料拒落现象

拒落现象是指桩身灌注混合料时无法顺利灌注。其主要原因有:(1)桩尖质量较差,强度不够,沉管时桩头被挤入导管内形成拒落;(2)地下水位较高时,封底混合料过干,导管下沉时间较长,在管底形成栓塞;(3)灌完桩身材料后拔管时,桩身材料不从管底流出,拔管至一定高度后才流出,造成桩下部无填充物或填充物不密实。

施工中主要预防处治的方法有:(1)应严格检查预制桩尖的强度和规格,防止桩尖在施工时被压入桩管;(2)有地下水的情况下,封底材料不宜过干,导管下沉时间不宜过长;(3)拔管时应经常检查是否有阻塞现象。

4.4 CFG桩无法沉至设计控制标高

沉管过程中导管无法达到设计控制标高的主要原因有:(1)沉管过程中遇有较厚的硬夹层、孤石等地下障碍物;(2)实际持力层标高起伏较大,超过施工机械能力,桩锤选择太小,使桩无法沉至设计要求标高;(3)振动沉桩机的振动参数(如激振力、振幅、频率等)选择不合适,或者振动力不够,导管细长比过大、刚度较差,在沉管过程中,产生弹性弯曲而使锤击或振动能量减弱,不能传到桩尖处。

施工中主要预防处治的方法有:(1)应根据工程地质条件选用合适的桩机设备和振动参数;(2)沉桩时,如因正压力不够而沉不下去时,可用增加配重或加压的办法来增加正压力;(3)导管应有一定的刚度,细长比不宜大于40。

5 结语

实践证明,由于水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)复合地基可以通过改变桩长、桩距、褥垫层厚度和桩体材料配合比来改善软土工程性质,可以最大限度地利用CFG桩的桩体作用达到控制沉降的目的,与褥垫层组成复合地基提高了软土地基承载力和稳定性,充分发挥了天然地基土的作用,并达到了有效降低工程造价的目的。软基处理后,能快速填筑路基土方,加快后续施工进度,缩短施工工期,取得良好的经济效益。尤其对于在淤泥含水量、孔隙比大的地段以及软土地基桥头等局部地段,采用CFG桩复合处治后效益更佳。