

干振碎石挤密桩在宿迁市黄泛区的应用

蔡光桃¹, 王向荣²

(1. 中国矿业大学 资源学院, 江苏 徐州 221008; 2. 江苏工贸高级技校, 江苏 徐州 221011)

摘 要:针对宿迁职业技术学院二期工程的具体的岩土工程条件,设计选用干振碎石挤密桩处理建筑场地内液化土层并提高了场地内土的地基承载力。通过对检测结果分析表明,干振碎石挤密桩对降低宿迁市黄泛区易液化土层的液化指数并提高其承载力有明显效果。

关键词:干振碎石挤密桩;宿迁市黄泛区;加固;承载力;液化指数

中图分类号:TU472.3⁺5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2004)07-0010-03

宿迁市地处我国东部大陆最重要的断裂构造带——郯庐断裂带的中段,郯庐断裂带为活动性断裂,对拟建场地的建筑物抗震有不利的影响。历史上黄河在改道前流经宿迁,沿古黄河带上部土层以厚层粉土为主,下部以粘性土和砂土为主,其地貌单元属河流相冲积平原地貌单元。

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2001)的划分,宿迁市抗震设防烈度为 8 度,设计基本地震加速度值为 0.30g,设计地震分组为第一组。为了加强抗震,在宿迁沿古黄河带的建筑物都应进行液化加固处理,而干振碎石挤密桩可以满足这个需求。

1 工程概况

宿迁职业技术学院位于江苏省宿迁市区南部,校园东南西北四个方向分别以黄河南路、下相路、饮马堤路、杨公路为界成梯形块状,其西为古黄河。学院拟建现代教育中心、教学楼、学生公寓、食堂、图书馆、实验楼、实习工厂、学生活动中心、风雨操场等重要单元建筑。建筑物处于黄泛区内。

拟建场地为古黄河多次冲淤积抬升而形成。场地内的土层按其工程地质特征可分为 10 个主层,并包括若干亚层,自上而下描述如下:

- ①耕土,灰黄色,松散,含草木根茎,平均厚度 0.27 m;
- ②粉土,土黄~灰黄色,上部稍湿~湿,下部很湿,稍密,局部中密,全场地分布,较稳定,均匀,夹有少量的②₋₁、②₋₂层粉质粘土,平均厚度 4.71 m;
- ③粉土,上部灰黄色,中下部灰~深灰色,很湿,中密~密实,局部稍密,全场地分布,较稳定,但土质

不均匀,夹有少量的③₋₁、③₋₂层粉质粘土,平均厚度 10.40 m;

④粘土,灰黄~灰色,可塑,仅分布于北区,平均厚度 1.54 m;

⑤粉质粘土,上部灰色,中下部灰黄~灰褐色,可塑,局部软塑,全场地分布,厚度变化大,土质不甚均匀,局部夹含砂质,平均厚度 5.04 m;

⑤₋₁含砂粉土,灰黄色,很湿,稍密,分布较稳定,全场地均有揭露,但土质不甚均匀,夹含砂质,厚度 1.20~4.40 m;

⑥粘土,褐色,硬~可塑,含少量铁锰结核,夹粉质粘土,分布不甚稳定,部分地段缺失,平均厚度 2.80 m;

⑦中砂,黄褐~褐黄色,很湿,中密~密实,在部分地段缺失,平均厚度 2.85 m;

⑧粉质粘土(含砂质),褐色,可塑,分布不甚稳定,土质不均匀,夹含砂质,平均厚度 1.86 m;

⑨中砂,黄褐色、灰黑色、灰黄色不等,很湿,密实,全场地分布,土质较均匀,有 8 个勘探孔穿过该层,勘探揭示该层平均厚度为 2.28 m;

⑩粘土混砂礓,黄褐色夹灰白色,硬塑,含少量砂礓。未见该层层底。

2 地基处理方案

经计算,拟建场地除局部地段为中等液化外,大部分为严重液化。拟建场地共统计 33 个标贯孔,其中严重液化孔 29 个,中等液化孔 4 个,综合判定场地液化等级为严重液化。场地上部粉土较纯,综合场地条件,本场地建议设计采用碎石挤密桩进行地

基处理。

设计的桩型为振动沉管碎石挤密桩,其中 1~35 轴桩间距为 1.2 m,弧形部位桩间距为 1.5 m,桩径 450 mm,充盈系数 1.3,等边三角形布桩。根据设计单位提供的资料 and 实际测量的数据,碎石桩的其他设计参数见表 1。

表 1 碎石桩设计参数表					
部位	地面标高 (平均)/m	有效桩顶标高 /m	桩端标高 /m	有效桩长 /m	总桩 数/根
1~19 轴			13.00	11.70	
19 轴以 东	26.00	24.70	11.00	13.70	8498
弧形部分			14.00	11.00	

3 干振碎石挤密桩加固机理及工艺关键

3.1 加固机理

干振碎石挤密桩在沉管成孔时,桩管将其部位的软土压向孔壁周围及孔底,使桩孔周围及孔底下一定范围内土的密度增大,孔隙相应减少,孔隙水不同程度被挤出,随着将碎石由桩管灌入桩孔中,不断挤密,同时又采取边拔边振边压,把碎石渐进回填到设计标高。由于复合地基中桩体压缩模量比桩间土大得多,当复合地基受到上部荷载时,已被振压密实的碎石桩其碎石本应该是松散体,受载后会侧向膨胀,此时桩周土具有明显的约束作用,这就形成了桩体与桩间土的等量压缩,应力大多集中到桩体上,桩间土所受的应力相对减小,因而复合地基的承载力与抗剪强度比天然地基要大,建筑物的压缩沉降量与不均匀沉降量也要明显减小。此外,在建上部结构时,通常在复合地基上铺设一定厚度的碎石垫层,该垫层中的碎石与垂直的桩体相互沟通,垂直的桩体形成了排水通道,碎石垫层中的石子则形成了泄水之处,从而加快了地基土的排水固结作用,复合地基的孔隙减少后,其液化指数也相应减小,同时其地基承载力也得到了提高。

3.2 工艺关键

采用干振碎石挤密桩加固地基,其加固质量的好坏与场地内的岩土工程条件及施工质量关系密切,以下主要从 4 个方面论述。

3.2.1 适用地层

干振碎石挤密桩加固地基的机理是因为土体内孔隙相应减少,孔隙水不同程度被挤出,桩周土具有明显的约束作用,形成了桩体与桩间土的等量压缩,使得复合地基的孔隙减少,液化指数减小,从而达到消除液化提高地基承载力的目的。要达到以上目的,要求场地上层的透水性要好,而且土的内摩擦角

要大。因此,地层为很纯的稍密粉砂土的场地最适宜选用干振碎石挤密桩。

3.2.2 桩机机型的选择

采用干振碎石挤密桩的地基土大都为较松散的粉土,施工时大多地面下沉,孔隙水析出地面,施工的桩基应考虑用机架质量轻又易安放的桩机。减压枕木的走管式打桩机,在遇地基下沉时,可多放置些枕木,从而减小压强,摆脱倾斜、无法施工的困境。

3.2.3 桩尖选择

现在常用的为内藏活门桩尖,这种桩尖是在平底活页式桩尖的基础上通过不断实践摸索的一种桩尖形式,这种桩尖的优点是拔管时张口大,下料畅,压管时能合拢,易反插回压,桩体密实度好,成桩速度快。目前该桩尖已被广泛应用。

3.2.4 充盈系数的控制

充盈系数控制得是否合适是碎石挤密桩处理效果好坏的关键,要保证加固后的地基得到充分均匀的密实,必须严格控制各被加固土层的密实度,根据处理土层的物理力学性质指标选择合适的充盈系数。

4 处理前后桩间土的工程特性对比

为了准确地对比和反映碎石桩处理前后桩间土工程特性的变化,挤密后对场地土层的划分仍沿用该场地勘察时的土层划分方案,使之具有较好的对应关系,以便于对比。同时,根据挤密后的实际情况和本场地的土层特点,对场地的土层进行了更细的划分,以使对比更加合理、科学:(1)由于桩顶标高以上的土层对工程没有影响,故检测中将其划为一层,不作评价;(2)检测中划分的②_A层(即勘察时的②层上部)对地基承载力有直接影响,故对其进行细分,使对比更加合理、准确;(3)检测中划分的②₀层和③_A层在勘察时未作划分,且对地基承载力影响不大,故不作对比。

根据挤密后检测的原位测试(双桥静力触探、标准贯入)资料和勘察时本场地(主教学楼)勘探点相应的原位测试资料,对地基土层的承载力、压缩模量等岩土参数进行综合评价和对比,详见表 2。

5 场地地基的液化评价

经过检测大量的标准贯入试验资料,依据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)第 4.3.4 条中公式 4.3.4—1,计算本场地中碎石桩处理深度范围内(自桩顶标高处至桩端标高处)的粉土层液

表 2 碎石桩施工前后桩间土的工程特性对比表

检测时 层 号	勘察时 层 号	锥尖阻力 q_c			侧摩阻力 f_s			标贯击数 $N_{63.5}$			承载力特征值 f_{ak}			压缩模量 E_s		
		检测时 /MPa	勘察时 /MPa	提高 幅度 /%	检测时 /kPa	勘察时 /kPa	提高 幅度 /%	检测时 /击	勘察时 /击	提高 幅度 /%	检测时 /kPa	勘察时 /kPa	提高 幅度 /%	检测时 /MPa	勘察时 /MPa	提高 幅度 /%
② _A	②层上部	3.9	2.2	77	94.9	48.8	94	6.4			160	110	45	8.0	6.0	33
②	②层中下部	8.6	3.9	121	175.0	72.6	141	17.5	7.9	122	250	125	100	13.0	7.0	86
② ₋₀		1.8			61.2						150			6.5		
② ₋₁	② ₋₁	1.3	1.0	30	58.0	43.1	46				140	90	56	5.0	4.0	25
② ₋₂	② ₋₂	1.4	0.8	75	68.0	21.7	213				145	85	71	5.0	3.5	43
③	③	13.6	8.9	53	207.0	139.0	49	25.1	11.5	118	270	160	69	15.0	10.0	50
③ _A		4.7			91.0			12.9			180			9.5		
③ ₋₁	③ ₋₁	1.6	1.1	45	71.0	25.0	184				155	100	55	6.5	4.5	44
③ ₋₂	③ ₋₂	1.5	1.2	25	61.0	31.0	97				150	110	36	6.5	4.5	44

注:表中所列的勘察时的数据仅代表本场地(主教学楼)。

化指数(I_{LE})。计算中,地下水位仍按照前期搜集的古黄河历史最高洪水位资料(江淮楼:23.50 m);宿迁市抗震设防烈度为 8 度,设计基本地震加速度值为 0.30g,设计地震分组为第一组,标准贯入锤击数

基准值为 13。
根据本次检测 results 和本场地勘察资料,本场地碎石桩处理深度范围内在处理前和处理后液化指数对比见表 3。

表 3 碎石桩处理深度范围内处理前后液化指数对比表

检测部位	检测孔数 /个	有可液化点分布 的孔数/个	处理深度 /m	液化指数 I_{LE}		
				处理前平均值	处理后范围值	处理后平均值
1~19 轴	49	10	0~13	18.98	0.05~5.62	0.36
19 轴以东	59	13	0~15	19.67	0.08~3.66	0.32
弧形部位	28	3	0~12	13.30	0.54~1.90	0.15
全场地	136	26			0~5.62	0.30

6 处理效果总评价

(1)本场地经过碎石桩挤密处理,地基土的工程特性指标均有较大幅度的提高,其中粉土的工程特性指标提高幅度较大(f_{ak} :45%~100%, E_s :33%~86%);粘性土的工程特性指标提高幅度则低于粉土(f_{ak} :36%~71%, E_s :25%~44%),这种现象符合不同类别土的特点,为正常现象。
(2)全场地共施工液化检测孔 136 个,其中有可液化点分布的检测孔共 26 个,碎石桩处理深度范围内液化指数为 0~5.62($I_{LE}>5$ 的孔数 1 个),平均值为 0.30。

(3)本场地碎石桩处理后,场地碎石桩处理深度范围内液化指数从处理前 13.30~19.67 降至 0~5.62。

在宿迁沿古黄河带的建筑物的液化加固处理过程中,干振碎石挤密桩可在液化处理的同时加固地基,而且取得较好的经济效益。

参考文献:

[1] 杨才晶. 碎石桩复合地基的成功实例[J]. 土工地基,1994,(1): 32—37.
[2] 孟宪瑞. 碎石桩在软弱地基中应用[J]. 住宅科技,1994,(10): 44.

基岩用非开挖回扩牙轮钻头取得好效果

本刊讯 国土资源部勘探技术研究所大口径钻具与钻头中心按用户要求先后研制成功了 $\varnothing 110/240$ 、230/400、350/470、390/530、470/550、520/650 mm 等多种口径的基岩用非开挖回扩牙轮钻头,中联重科、上海华航、天津大力神、大连易通等非开挖施工公司先后多次选用此种回扩钻头,在花岗岩、石英砂岩等坚硬地层钻进,取得了非常明显的使用效果,中联重科还将此种钻头出口至英国、卡塔尔等国家,无论在时效还是寿命方面其效果均优于英国原装回扩钻头。上海华航日前刚刚在青岛 9 级左右的花岗岩地层中完成了最大扩孔直径为 530 mm 的数据,213 m 的铺管施工,该工程地层硬,施工难度

大,造价 100 万元,初期他们选用了美国进口回扩钻头,由于钻头结构不合理,钻进难以正常进行,用 20 多天的时间才完成不到 100 m 的单级扩孔,严重影响了施工进度,后来选用了勘探所研制的回扩牙轮钻头,213 m 的单级扩孔均在 4~5 天内完成,在不到 20 天的时间内通过三级回扩,顺利完成了 200 多米的铺管任务,每一规格的回扩钻头单只钻头寿命均超过了 200 m,取得了十分显著的经济效益和社会效益,为国内非开挖在基岩地层中施工开了个好头。

(杨引娥 供稿)