

文章编号:1006-2106(2001)02-0127-03

孔内深层夯扩挤密桩地基的应用及设计

陈冬丽*

(铁道部第一勘测设计院,西安分院,西安 710043)

提 要:本文介绍了“孔内深层夯扩挤密桩”用于大厚度黄土、杂填土、液化土、各类软弱土、湿陷性黄土等地基处理的作用机理、设计计算方法和试验测试。该方法能有效地消除黄土的湿陷性并提高地基的强度。同时使用建筑垃圾作为夯填料能大量消纳建筑及工业垃圾,变废为宝,具有良好的经济效益和社会效益。

主题词:钻孔;夯扩挤密桩;碴土桩

中图分类号:TU528 **文献标识码:**A

“孔内深层夯扩挤密桩”具有广泛的适用性,如用于大厚度的黄土、杂填土、液化土、各类软弱土,湿陷性黄土的地基处理。近年来特别是在陕西、河南等黄土地区的大型电厂工程、多高层建筑、道路、桥梁水利等工程中得到应用,消除了黄土地基的湿陷性,提高了地基承载力,降低了地基压缩性。同时使用建筑垃圾作为夯填料它能大量消纳建筑及工业垃圾,变废为宝,具有良好的经济效益和社会效益。

1 作用机理

“孔内深层夯扩挤密桩”是基于强夯与灰土挤密桩两种方法加固理论之上。是通过机具成孔(钻孔或冲孔),再向孔内定量分层填料、用重锤(1.8~3 t)在孔内进行夯砸,使填料向孔底及孔周侧向挤压,完成对桩及桩间土的挤密作用,其中钻孔成孔,具有噪音小,无振动成孔深度大(达到20 m),完成桩径大,如钻孔直径为400 mm,夯成桩的直径可达到550~650 mm,可适应居民闹市区,邻近建筑物的施工。

“孔内深层夯扩挤密桩”加固的桩体,采用较高能量的高压夯击和动态冲、砸、挤压的强力压夯和挤密作用,桩体十分密实,在受到很大夯击能后缓慢释放,不断对桩周土施加侧向挤压力。而桩周土受到侧向强力挤密应力,成桩后也慢慢释放,对桩体产生很大的侧向约束“抱紧”作用,使桩体具有半刚半柔性的特点,对于分层地基或软硬不均土层,桩体在施工挤密过程中,会形成串珠状,这有利于桩与桩侧土的紧密结合,增大了

侧壁摩阻力,使加固后的桩与桩间土形成一个密实整体,处理后的地基刚度均匀。

目前在城市的建设中,为了变废为宝,净化人类生存环境,将建筑垃圾作为填料所形成的桩人们习惯称之为“碴土桩”。碴土桩通过桩体形成一竖向排水通道,使孔隙水压力迅速消散,加快排水,达到“固结”目的。大多数冲击的粘性土中因存在着有机物,形成微气泡约占土的总体积的1%~4%,夯击时有可能立即产生相当于此的压缩。在以后的连续夯击下,孔隙压力可能增大至接近相邻土层的重量,从而使土产生如同“砂佛”的现象。而碴土桩则形成为一竖向排水通道,加速了因超静水压力使土中多余的孔隙水排出,从而加快了土的固结。

碴土桩与原粘性土构成的复合地基,由于碴土本身强度高、碴土桩经过夯实形成密度高和直径大的桩体,因此桩体刚度较周围粘性土的刚度大、粘土应力比一般为2~5。当桩径 $D \geq 650$ mm时,复合地基的承载力可达300 kPa。

2 用料

“孔内深层夯扩挤密桩”使用的填充料很广泛,如砾石,粉煤灰、素土、灰土、建筑垃圾以及各类无机材料或它们的混合物,均可使用。对于复杂地层或有饱和软土、淤泥层地基,为保持桩体的完整性,防止因侧向土约束力太差,导致桩体变形,也可采用具有复合填料的桩体,可在软土层段填夯素混凝土料,其它土层再改填

* 收稿日期 2001-03-05 陈冬丽 工程师 女 1964年12月出生

为一般填料。

3 钻孔夯扩挤密地基的设计计算

桩的排列方法可为矩形或等边三角形,一般常采用等边三角形。如图1为等边三角形布桩,桩体的中心间距 S 即三角形的边,桩的排距 t 为三角形的高。

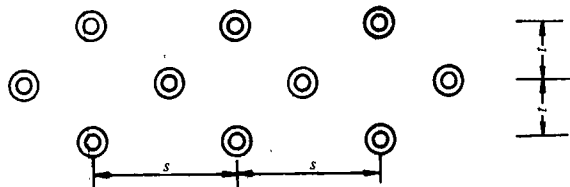


图1 等边三角形布桩

s, t 及 n ——桩的间距,排距及排距系数 $n = \frac{t}{s}$;
 d, D 及 k ——钻孔直径、夯扩直径及扩径系数 $k = \frac{D}{d}$;

面积置换率 $m = \frac{\pi D^2}{4ns^2}$ 。

根据图1单位深度每一挤密单元面积内挤密前,后土的质量不变可列出等式:

$$1 \times \left(ns - \frac{\pi}{4} d^2 \right) \rho d = 1 \times \left(ns^2 - \frac{\pi}{4} D^2 \right) \rho d_1$$

整理后得桩中心距 s 的计算公式为:

$$s = 0.952 \times \sqrt{\frac{\rho d_1 - \rho d / k^2}{\rho d_1 - \rho d}} \cdot D$$

$\rho d, \rho d_1$ ——桩间土挤密前后的平均干密度。

下面根据一实际工程进行计算。

该工程为西安安康线新丰镇一栋六层住宅楼,场地为Ⅲ级自重湿陷性黄土, $d = 0.4 \text{ m}$, $D = 0.55 \text{ m}$, $\rho d = 1.33$, $\rho d_1 = 1.6$,按等边三角形布桩,根据以上数据解:

$$k = \frac{0.55}{0.4} = 1.375$$

$$\begin{aligned} s &= 0.952 \times \sqrt{\frac{1.6 - 1.33 / 1.375^2}{1.6 - 1.33}} \times 0.55 \\ &= 1.734 \times 0.55 \\ &= 0.95 \text{ m} \end{aligned}$$

同时考虑到该场地为Ⅲ级自重湿陷性黄土,空隙比较大, S 取为 0.9 m 。

表1 地基处理前后孔隙比对比表

处理前		处理后	
干密度	空隙比	干密度	空隙比
1.33	1.024	1.6	0.705

表1为该工程处理前后干密度,空隙比的平均值,处理后的数据为试验所得,从中可看出,该工程的地基处理效果是可行的。(地基处理前后部分土工试验指标见表2)

表2 地基处理前后部分试验指标对比表

土样编号		含水量 W (%)	湿密度 g/cm ³ ρ	干密度 g/cm ³ ρ _d	饱和度 sr (%)	孔隙比 e	液限 w _l (%)	塑限 w _p (%)	压缩系数 a ₁₋₂ (MPa)	压缩模量 E _{s1-2} (MPa)	湿陷系数	自重湿陷系数
处理前	T1	15.9	1.46	1.34	29.4	1.013	24.1	15.6	0.431	4.04	0.094	0.017
	T2	15.1	1.56	1.35	41.1	0.998	24.9	15.9	0.543	4.30	0.068	0.004
	T3	15.5	1.47	1.31	30	1.063	25.5	16.2	0.332	6.23	0.101	0.022
处理后	T11	14.9	1.85	1.61	59.4	0.692	27.5	18.8	0.094	18.16	0.008	
	T22	14.1	1.84	1.62	56.2	0.687	27.4	18.8	0.094	18.01	0.009	
	T33	14.8	1.80	1.57	54.7	0.736	27.2	18.7	0.110	16.06	0.013	

如果已知桩距 s ,夯扩直径 D 及扩径系数 $k = \frac{D}{d}$,可按式验算桩间土挤密后的平均干密度 ρd_1 :

$$\rho d_1 = \frac{1.103\alpha^2 - 1}{1.103\alpha^2 - k^2} \rho d \left(\alpha = \frac{s}{d} \right)$$

桩的处理范围可参照《灰土桩和桩挤密地基设计施工及验收规程》DBJ24-2-85在基础外设保护桩,桩头应预留 $450 \sim 600 \text{ mm}$ 厚虚桩,打桩完后,开挖到设计标高,做 $300 \sim 600 \text{ mm}$ 厚灰土垫层。

此外对于桩距可根据计算并考虑地质情况,施工及经验确定,对不同的地质情况一般取 $900 \text{ mm} \sim 1200 \text{ mm}$,湿陷性黄土取小值,饱和黄土取高值。对于没有经验或大型及重要的工程,在正式施工前,应根据实际情况选择有代表性场地进行试夯,以求达到安全经济合理的方案。

4 试验测试

“孔内深层夯扩挤密桩”处理后的地基属于复合地基,其检测方法可按现行有关规范检验,对于湿陷性黄土除做静载荷试验外,还需作桩间土检验。对饱和黄土仅做载荷试验即可,确定处理后复合地基承载力。桩土桩载荷试验 $P-S$ 曲线直线段较短或没有明显的直线段,因此一般按相对沉降量法确定地基容许承载力 $(R)(S/d$ 取 $0.01 \sim 0.015)$ 。同时承载力取值时要考虑试验的最终荷载,如试验能确定出其极限荷载时,可取其极限荷载的一半,则更为安全合理。

5 结束语

“孔内深层夯扩挤密桩”夯填扩径成桩的桩径大小,往往随土质软硬而变。从桩的置换作用考虑,土质软弱时,桩径增大,反之减小,这有利于调整处理地基的均匀性。但对于消除桩间土的湿陷性时,含水量较低的土层扩径困难,而这类土层更需要夯扩挤密,以消除其湿陷性,高含水量的软弱土层虽易于夯扩,但过分的

挤压扰动对桩间土不利。因此在实际的工程中,应通过 或缺乏经验的地区,尚应通过现场试验确定。计算确定合理的桩距 S 和扩径直径 D 。对重要的工程

APPLICATION AND DESIGN ON FOUNDATION OF ENLARGED COMPACTION PILE BY TAMPING IN DEEP LAYER OF BORED HOLE

CHEN Dong-li

Xi'an Branch of the First Survey and Design Institute, Ministry of Railways

Abstract: The "enlarged compaction pile by tamping deep layer of bored hole" had been used on treatment of foundations with large thickness of loess, mixed earthfill, liquefied soil, different kinds of weak soft soil, swelling loess, etc. Their effective mechanism, design calculating methods, test and examinations are introduced in this paper. This method can eliminate the swelling property of loess effectively and raise the strength of the foundation. At the same time, a large amount of architectural and industry residues are used for tamping and filling materials. There are good economic and social benefits due to convert residues to the useful materials.

Key Words: bored hole; enlarged compaction pile by tamping; residue-soil pile

中华人民共和国国民经济和社会发展 第十个五年计划纲要(摘录之五)

——关于中西部地区的发展

西部大开发要从实际出发,积极进取,量力而行,统筹规划、科学论证,突出重点,分步实施。力争用五到十年时间,使西部地区基础设施和生态环境建设有突破性进展,科技、教育有较大发展。要开拓新思路,采用新机制,着力改善投资环境,扩大对内对外开放,大力发展多种所有制经济,积极吸引社会资金和外资参与西部开发和建设。

加快水利、交通、通信、电网及城市基础设施建设,突出抓好西电东送、西气东输、节水和开发水资源等一批具有战略意义的重点工程。加强生态建设和环境保护,保护天然林资源,因地制宜实施坡耕地退耕还林还草,推进防沙治沙和草原保护,注意发挥生态的自我修复能力。巩固和加强西部地区的农业基础。发展有特色的农牧业、绿色食品、旅游、中草药及生物制药等,推进水电、石油天然气、有色金属、钾盐、磷矿等优势资源合理开发和深度加工,加快资源优势向经济优势的转化。坚持科教先行,重点发展义务教育,大力发展职业教育,积极发展高等教育,做好人才培养、使用和引进的工作。推广应用高新技术和先进适用技术,有重点地发展高新技术产业。依托亚欧大陆桥、长江水道、西南出海通道等交通干线及中心城市,以线串点,以点带面,实行重点开发,促进西陇海兰新线经济带、长江上游经济带和南(宁)贵(阳)昆(明)经济区的形成,提高城镇化水平。国家实行重点支持西部大开发的政策措施,增加对西部地区的财政转移支付和建设资金投入,并在对外开放、税收、土地、资源、人才等方面采取优惠政策。

依据民族区域自治法,支持民族自治地区落实自治权。加大支持力度,加快少数民族和民族地区经济与社会全面发展,重点支持少数民族地区的扶贫开发、牧区建设、民族特需用品生产、民族教育和民族文化事业发展。注意支持人口较少的少数民族的发展,促进西部边疆地区与周边国家和地区开展经济技术与贸易合作,逐步形成优势互补、互惠互利的国际区域合作新格局。

充分发挥中部地区承东启西、纵贯南北的区位优势 and 综合资源优势,加快发展步伐,提高工业化和城镇化水平。巩固农业的优势地位,大力发展农业产业化经营,形成区域性、专业化、大规模的农产品生产,流通和加工基地。加快调整工业结构,改造传统产业,建设能源基地、发展有竞争力的制造业和高新技术产业,大力发展服务业。搞好大江大河大湖治理,继续加强交通、通信、仓储等基础设施建设和生态环境建设。以长江、陇海、京广、京九、京哈等沿线地区为重点,壮大沿线城市规模,充实中心城市、积极培育新的经济增长点和经济带。