

粉喷桩复合地基在建筑工程中的应用探讨

李 飞 赵永东

(盐城工学院建筑工程系,盐城,224003)

摘 要 根据工程实践及有关测试资料分析,探讨了水泥土粉喷桩的工程特性及其在本地区建筑工程中的应用实例。

关键词 粉喷桩 复合地基 工程特性

分类号 TU755

1 问题的提出

粉喷桩复合地基是利用喷粉机,将水泥粉或石灰粉等地基土在原位拌和后形成柱状、壁状或格栅状水泥土体。作为工程桩,可提高地基承载力,减少沉降,增加稳定性;作为基坑围护体,可以挡土、防止渗漏,建成防渗帷幕等。十几年来,粉喷桩不仅在工业民用建筑地基处理,而且在道路交通、市政工程等领域得到广泛应用,有些行业和地区先后制订了有关技术规范或规程。大量工程实践证明,该项技术在经济造价、施工周期及对周围环境影响等方面,具有其它地基处理无可比拟的优越性,取得了显著的经济效益和社会效益。盐城市从1996年开始将该项技术引入建筑工程软土地基处理和深基坑围护工程中,时间不长,但已经在数十幢工业民用建筑工程应用中获得成功。但是,近来该技术在某些地区出现了一些工程事故,上海、苏南等地相继暂停该项技术在工业民用建筑地基处理中的应用,从而使粉喷桩的应用面临新的探索和挑战。究其原因,其中粉喷桩的工程特性不够稳定是导致工程事故的重要原因之一。本文结合盐城地区主要软土层粉喷桩处理的工程实践和有关测试资料分析,探讨了粉喷桩的工程特性,旨在总结经验,更好地推广应用这项地基处理技术。

2 粉喷桩的基本特性

国内外大量的工程实践,使人们对粉喷桩的

基本工程特性,至少在以下几方面已经形成共识。

(1)粉喷桩水泥土的重度仅比天然软土重度增加0.5%~3.0%,对软弱下卧层不致产生附加沉降;桩体弹性模量不高,其刚性介于刚性桩与柔性桩之间,因而与土层共同作用较好,按复合地基使用更能发挥其优越性,达到预期的荷载传递效果。

(2)由于粉喷桩采用粉体作固化材料(干燥状态),与水泥浆深层搅拌相比,它不再向地基中注入附加水份,反而能充分吸收周围土中的水份,增强土体固结,使加固后地基的初期强度提高,对含水量高的软土,加固效果尤为明显。对粉砂土,还可防止砂土液化,减少沉降量。

(3)与高压喷射注浆和水泥深层搅拌法(湿法)相比,输入地基中的固化材料用量少,无浆液排出,无地面隆起现象。与灌注桩、预制桩等钢筋混凝土桩相比,可节省大量钢材,缩短了施工工期等,在各种桩型的地基处理中是最经济的一项技术。

3 盐城地区主要软土层中粉喷桩的工程特性

为了研究本地区主要软土层经粉喷桩加固后的工程特性,为粉喷桩的应用提供更为详细可靠的技术参数,我们根据有关资料和测试分析,进一步得到反映本地区粉喷桩工程特性的一些结论。

3.1 最佳掺灰比问题

粉喷桩桩身强度是决定地基加固效果的主要控制因素之一,其大小随水泥喷入量增加而提高,但研究表明,从桩身强度利用和经济角度考虑,应

该存在最佳掺灰比问题,显然不同的土质,最佳掺灰比的值也不一样。图 1、图 2 分别为某工程所做的试验结果。因此,对不同土层的粉喷桩应该进行配合比试验,确定最佳掺入比。盐城地区目前常用掺入比为 12%~15%。

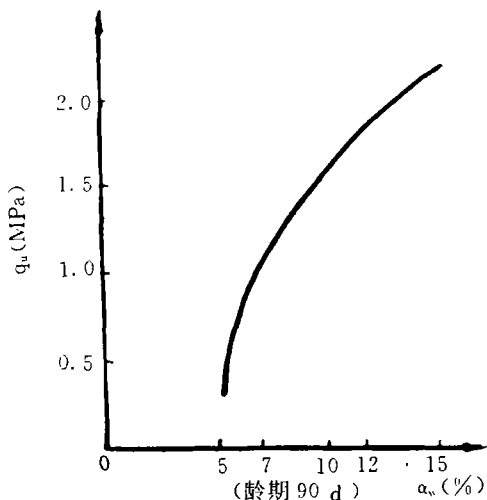


图 1 喷灰量与水泥土无侧限抗压强度关系曲线

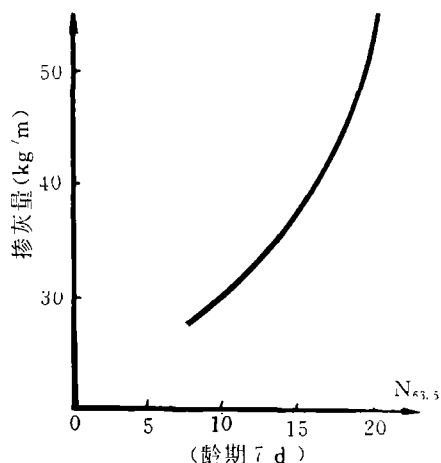


图 2 掺灰量与水泥土标贯击数关系曲线

3.2 施工工艺对桩身强度的影响

试验表明,施工工艺对桩身强度有重大影响。复搅与不复搅相比,同样掺灰量时,桩身强度能提高 60%左右;而空搅不喷灰时,对地基土几乎没有加固效果。图 3 为不同施工工艺桩身水泥土比贯入阻力对比图。

3.3 粉喷桩施工对桩间土强度的影响

粉喷桩施工对桩间土强度的影响随着桩间距减小,影响增大。这种影响在软土中尤为明显,在力学性质较好的土层中,施工后 7d 内即可恢复,而在软土中强度恢复时间较长,到 28d 时才基本恢复,而且由于喷粉作用,使桩间土也会有少量水泥粉,随时间增长水泥粉使土颗粒间胶结,因而使

桩间土的强度略有提高。这对桩身强度的发挥乃至提高复合地基承载力是有利的。图 4 为某试验不同桩距间土与原地基土标贯击数对比图。

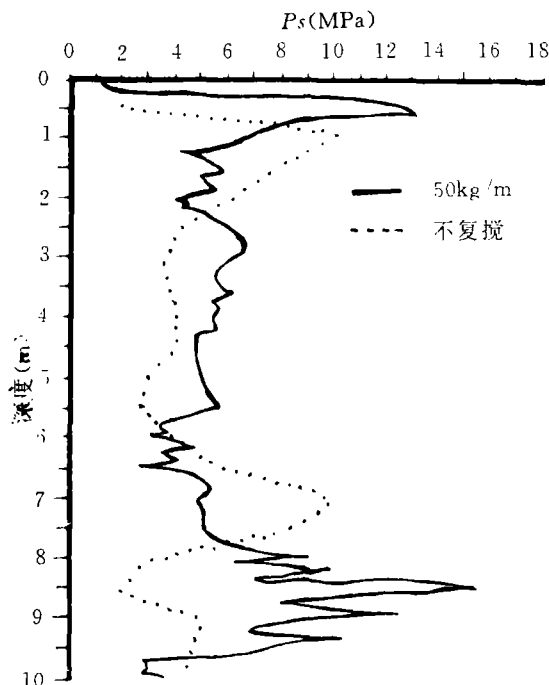


图 3 不同施工工艺桩身水泥土比贯入阻力对比图
(成桩龄期 7d)

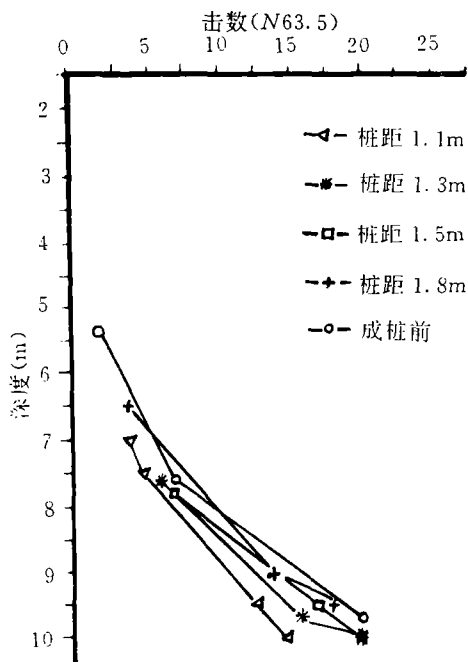


图 4 不同桩距间土与原地基土标贯击数对比图
(成桩龄期 7d)

3.4 粉喷桩桩身质量测试方法与效果

目前桩身强度测试方法主要有现场取芯试验、静力触探试验和标准贯入试验,三种方法各有特点。对现场钻孔取芯的试样,由于扰动,其抗压

强度大大低于室内试块强度,其扰动系数约为0.3~0.5。且龄期越短扰动影响越大。静力触探试验比贯入阻力可以较好地反映桩身强度的变化规律,但当龄期超过7d时,已难以贯入,因此,只能用于成桩龄期7d以内的粉喷桩桩身辅助检验。标准贯入试验能较好地评定粉喷桩桩身质量,是控制桩身质量的有效方法,其标准贯入击数 $N_{63.5}$ 与无侧限抗压强度 q_u 之间存在着某种线性相关关系,这与现有研究成果是类似的。

龄期7d:

$$q_u = 17.86 + 6.8N_{63.5} \quad (2 \leq N_{63.5} \leq 18)$$

龄期28d:

$$q_u = 286.5 + 10.6N_{63.5} \quad (15 \leq N_{63.5} \leq 30)$$

4 工程实例

4.1 某6层砖混商住楼地基处理

原设计采用钢筋砼条形基础下设单排沉管灌注桩,桩长18m左右,桩径400mm,施工时发生桩身严重下沉、喷砂等不良现象。这是由于该工程主要软土层为淤质粉质粘土夹带砂质粉土,含水量饱和,土质松软,均匀性差,压缩性高,沉管灌注桩施工时,使桩周土体扰动,强度降低,砼桩身重量大于软土重度,因此产生桩体下沉、液化现象。

后改用粉喷桩,桩长10m左右,直径600mm,掺入比15%,该复合地基设计承载力标

准值为160kPa。根据对该工程复合地基的3个点进行静载荷试验,采用慢速维持荷载法,观测方法、稳定标准及终止条件依据JGJ79-91。3根桩均加荷至360kN稳定时,加载量已达到设计值的两倍以上,终止试验时,3根桩总沉降量分别为43.71、49.34、36.43mm,因此,承载力及沉降均满足设计要求。

4.2 某高校3幢7层砖混住宅楼地基处理

三幢楼均采用粉喷桩复合地基处理,桩长10.2m,桩径600mm,水泥掺入比15%,设计要求承载力为150kN,9根桩复合地基载荷试验,加荷量均达到设计要求值的两倍(300kN),其中总沉降量最小值仅为6.32mm,最大沉降量达到46.18mm,均满足设计要求。另进行N10轻便触探试验,取 $N=37$ 击,桩身强度为470kPa,且桩身未见明显缺陷。根据经济技术方案比较,粉喷桩比沉管灌注桩可节省约30%造价,同时可大大缩短施工工期,受到建设单位的欢迎。

5 结语

粉喷桩在本地区的应用还不多,主要原因是人们对其设计理论和施工控制技术一直存在争议。本文仅对其部分工程特性作了定量或定性分析,关于粉喷桩的承载力和沉降变形问题将另文探讨。

参 考 文 献

- 1 刘景政等.地基处理与实例分析.北京:中国建筑工业出版社,1998
- 2 韩选江.地基基础新技术的理论与实践.南京:江苏科学技术出版社,1996
- 3 中华人民共和国行业标准. JGJ79-91. 建筑地基处理技术规范. 北京:中国计划出版社,1991

Practice of Dry Jet Mixing Pile Composite Foundation to Construction Engineering in Yancheng

Li Fei Zhao Yongdong

(Department of Construction Engineering of Yancheng
institute of technology, Yancheng, 224003, PRC)

Abstract In this paper, the application of this special formation to dry jet mixing pile Composite foundation is introduced with certain projects as examples. The practical results in design, construction and examination are also described.

Keywords dry jet mixing pile; composite foundation; soft soil foundation