

干喷法及湿喷法对粉喷桩单桩承载力的影响

于德国,张 彬,郑敏丽

(盘锦职业技术学院 建筑与海洋工程系,辽宁 盘锦 124000)

【摘要】通过对粉喷桩在不同施工方法、地下土体不同含水量情况下的研究,得到不同情况下的单桩承载力。并与规范公式计算结果进行对比,使规范计算结果能够更好的应用于实际工程。

【关键词】粉喷桩;施工方法;含水量;承载力

【中图分类号】TU473.1 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2014)03-0046-03

1 引言

粉喷桩加固方法可以分为干喷法或湿喷法,是通过专用的机械设备向将软土地基中局部范围内的软土注入水泥浆或者水泥,待水泥达到强度后与软土共同作用,达到地基加固的作用,承受上部荷载。虽然此项技术已经逐渐趋于成熟,但是由于我国幅员辽阔,不同地区的土质性质相差很大,不同的施工方法对于桩的性质也有影响,因此在实际应用中还要与当地具体的情况相结合,才能确保工程的安全,可靠。由于已往的文献中只是对于粉喷桩的承载力及作用机理进行分析,而并没有考虑不同的施工方法对于粉喷桩单桩承载力的影响,因此本文将对此进行研究。

2 干喷法及湿喷法的施工要点

2.1 干喷法

(1)在施工前应仔细检查机器的密封性、可靠性,管路的长度不宜大于60m,以保证成桩质量。

(2)搅拌头每旋转一周,其提升高度不得超过16mm。

(3)搅拌头的直径要进行复核检查,其磨耗量不得大于10mm。

(4)当搅拌头到达设计桩底以上1.5m时,开启喷粉机进行喷粉作业。当搅拌头提升至地面下500mm时,喷粉机应停止喷粉。

2.2 湿喷法

(1)水泥浆液到达喷浆口的出口压力不应小于10Mpa。

(2)施工前应进行水泥浆的配比,并确定需要的喷浆量,灰浆经输浆管到达搅拌机喷浆口的时间以及起吊设备提升速度等参数。

(3)所使用的水泥都应过筛,制备好的水泥浆液不得离析,泵送必须连续。

(4)搅拌机喷浆提升的速度和次数必须符合施

工工艺的要求,并应有专人记录。

(5)当水泥浆液到达出浆口后,应喷浆搅拌30s,在水泥浆与桩端土充分搅拌后,再开始提升搅拌头。

3 现场试验

3.1 试验桩的准备情况

本次实验地区位于盘锦地区。土质主要为粉质粘土,粉砂夹粉质粘土,粉质粘土粉砂互层,土质较软弱,地基承载力极低。粉喷桩作为一种地基处理技术以及一些附属建筑的基础而被广泛采用,对于一些多层建筑,也可以采用粉喷桩基础。

本次试验采用DSM系列深层搅拌桩机进行软土地基加固施工,DSM系列可实现30米成桩长度,具有较强的钻进能力。采用的桩长为12m,桩径0.5m,桩体采用P.O 42.5水泥,喷灰量为55kg/m,复搅用量为10kg/m,桩土面积置换率 $m=13.6%$,桩心距1.2m。桩周土体的平均含水率在31%左右。

3.2 试验情况

单根粉喷桩静载荷试验用圆形载荷板,载荷板直径0.56m,并将桩顶以上0.5m土层及搅拌桩顶端施工质量较差的部分用人工挖除。把桩头剔凿平整后再安放承压板,不平整处可以用同强度的水泥浆找平。为保证坑底面的平整,可以铺放3cm厚的中粗砂垫层,待坑底平整后再放载荷板,试验前要进行适当预压。反力通过现场堆载来提供,现场需要准备提供反力的堆载重量不得小于预估单桩承载力标准值的2.3倍。加载装置采用600KN千斤顶,千斤顶的中轴线要通过压板圆心。

检测荷载施加大小的装置采用连接于千斤顶及油泵上的0.4 MPa精密压力表。再通过换算表换算成施加于载荷板上的荷载。地基沉降采用百分表量测。在承压板的直径上对称放置两只百分表,百分表通过固定支架牢牢固定在基坑周围不受桩

体沉降影响的梁上。两只百分表测得沉降的平均值即为承压板中心的沉降量。通过测得应力与沉降的对应关系,即可得到粉喷桩的沉降曲线。试验分为3组,分别测试干喷法及湿喷法在28d,60d,90d的单桩承载力。

4 实验结果分析

4.1 现场实测结果分析

通过现场荷载试验得到的湿喷法在不同期龄下的P-S曲线见图1、图3、图5,干喷法在不同期龄下的P-S曲线见图2、图4、图6。

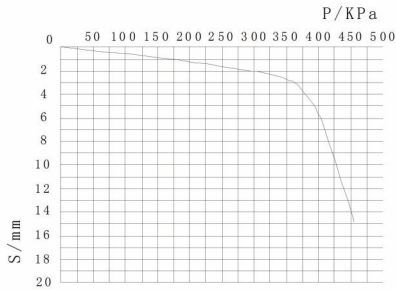


图1 单根粉喷桩28d P-S关系曲线

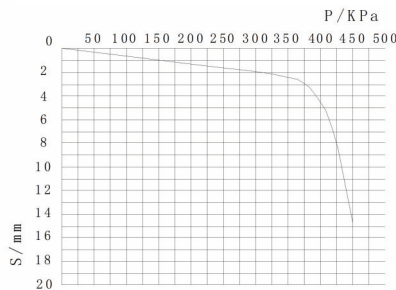


图2 单根粉喷桩28d P-S关系曲线

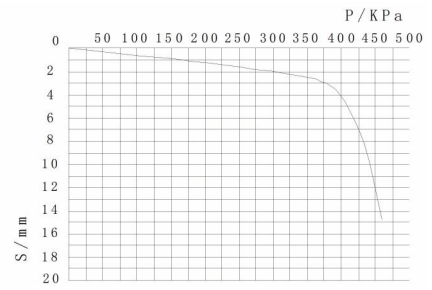


图3 单根粉喷桩60d P-S关系曲线

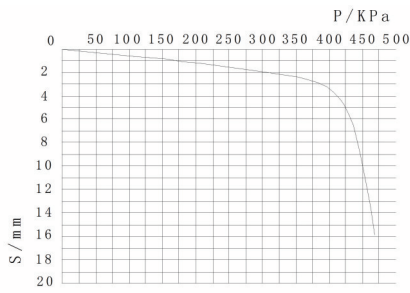


图4 单根粉喷桩60d P-S关系曲线

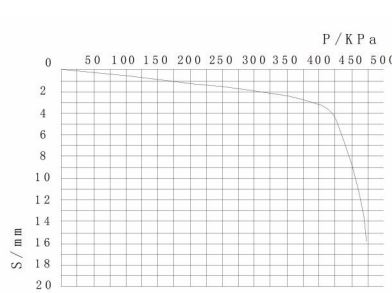


图5 单根粉喷桩90d P-S关系曲线

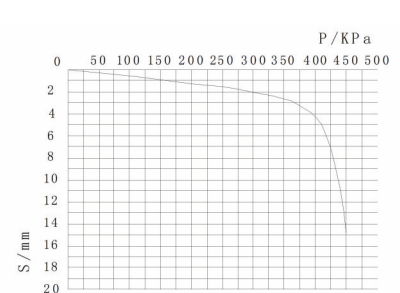


图6 单根粉喷桩90d P-S关系曲线

图1~6为粉喷桩单桩P-S曲线。桩顶的沉降量随着外荷增加而增大,且随外荷增加呈加剧趋势,P-S曲线开始段接近直线,说明在应力很小的情况下,桩身虽然为水泥与土相结合的刚性体,但是还是处于弹性变形阶段。随着荷载的增加,曲线逐渐向下弯曲,当P值超过 P_u 时,沉降开始急剧增加,桩土趋于破坏,单桩P-S曲线呈陡降型。P-S曲线上明显陡降段的起点所对应的荷载,可以看作单桩竖向极限承载力。粉喷桩单桩承载力特征值宜通过静载取得极限值除以一个安全系数K来确定,取 $K=2$,将以上各组静载荷试验的承载力值汇总在表1中得到:

表1 静载荷试验所确定的承载力

	28d承载力特征值/KPa	28d极限承载力/KPa	60d承载力特征值/KPa	60d极限承载力/KPa	90d承载力特征值/KPa	90d极限承载力/KPa
湿喷法	179.1	358.2	191.6	383.3	198.1	396.3
干喷法	186.0	372.1	196.2	392.5	201	402.1

从表1可以看出粉喷桩单桩承载力并不是在28d的时候达到它的最大值,而是在随后的60d仍有缓慢的增加,只不过是相对于前28d增加的比较缓慢。另外在相同的地质条件下,采用不同的施工方法,对粉喷桩的单桩承载力也具有一定的影响。在土的含水量大约在31%左右时,采用干喷法得到的粉喷桩单桩承载力在前期明显要略高于湿喷法得

到的承载力,但是随着期龄的增加,二者之间的差距也在逐渐减小,到90d期龄时,基本相差不多。这是由于土体含水量的存在,导致了水灰比的变化,因此应当根据地下土体含水量的多少,选择合理的水灰比,以便于粉喷桩的前期能够获得较高的承载力。

4.2 按地基处理规范计算

按照《建筑地基处理技术规范》JGJ 79-2012中7.1.6公式,可以根据地勘报告得到的数据进行理论计算,地勘报告结果见表2。

表2 场地土层物理力学性质指标

层号	岩土名称	土层厚度(m)	岩土物理力学指标			标贯试验值(N击)	建议承载力特征值(f_{ak} , KPa)	压缩模量(E_s)	极限侧阻力标准值(q_{sia} , KPa)	极限端阻力标准值(q_{pa} , KPa)
			天然孔隙比(e)	液性指数(I _L)	含水量(ω , %)					
②	粉质粘土	2	0.766	0.58	26.7	80	3.5	16		
④	粉质粘土粉砂互层	3	0.829	1.06	35.5	1.8	60	3.29	14	
⑤	粉砂夹粉质粘土	2				6.2	110	8.0	16	
⑥	粉质粘土	8	0.815	0.62	30.5	4.8	110	3.72	22	
⑦	粉质粘土夹粉砂	4	0.930	0.46	31.6	10.2	140	3.70	23	
⑦	粉砂夹粉质粘土	3				14.2	160	12.5	22	
⑧	粉细砂	5				33.7	190	20	2800	

$$R_a = u_p \sum_{i=1}^n q_{si} l_i + a q_p A_p$$

u_p 桩的周长(m)

n 桩长范围内划分的土层数

q_{si} ——桩周第*i*层土的侧阻力特征值,应按现场地勘报告确定

l_i 桩长范围内的第*i*层土的厚度(m)

q_p 桩端土端阻力特征值(KPa)

A_p 桩端的截面面积(m²);

α 为桩端土的折减系数,可取0.4~0.6。

$$R_a = u_p \sum_{i=1}^n q_{si} l_i + \alpha q_p A_p$$

$$= 3.14 \times 0.5 \times (2 \times 16 + 3 \times 14 + 2 \times 16 + 5 \times 22) + 0.5 \times 110 \times 3.14 \times 0.252$$

$$= 339.12 + 10.79 = 349.91 \text{KN}$$

4.3 试验结果与地基处理规范公式计算结果对比分析

经过规范计算公式得到的粉喷桩单桩极限承载力结果为349.91KN,而现场实测得到的28d龄期湿喷法单桩极限承载力为358.2KN,干喷法单桩极限承载力为372.1KN。两者相差分别为2.4%和6.3%,说明规范与实际检测的结果基本还是相符的。但是规范法计算结果还是比较笼统,没有明确

的区分不同施工方法以及土体不同含水量情况下,对于计算结果的影响。因此若要大量采用或需要较高的计算精度的时候,应当对公式引进一定的修正系数,以保证计算结果更加接近于实际。

5 结论

(1)本次试验土的含水量大约在31%左右,此时采用干喷法得到的单桩承载力要高于湿喷法的单桩承载力。

(2)建筑地基处理技术规范中规定当地基土的天然含水量大于30%(黄土含水量大于25%)、小于70%时主要采用干喷法。理论上应该存在一个含水量界限值,当含水量高于这一界限值时,采用干喷法施工得到的单桩承载力要高于湿喷法。反之采用湿喷法施工得到的单桩承载力要高于干喷法。

(3)当采用不同施工方法时,且土体含水量不同时,对于地基处理规范中的单桩承载力应进行适当的修正。

(4)粉喷桩由于全部在地下,因此在90d内强度一直在增长,如果采用28d抗压强度作为单桩承载力标准值,相对偏低。

注释及参考文献:

- [1]张继文.粉喷桩工程性状试验研究[J].岩土力学,2000,21(3):260-263.
- [2]冯仲仁,陈向阳,刘沐宇.粉喷桩加固软土地基的质量控制[J].岩土力学,2002,23(增):91-95.
- [3]邓永锋,刘松玉,洪振舜.粉喷桩桩周土施工效应室内模型试验研究[J].岩土工程学报,2008,30(1):143-147.
- [4]杜海金,张建新,吴冬云,等.粉喷桩单桩承载力与龄期的关系研究[J].岩土力学,2002,23(1):111-115.
- [5]中华人民共和国行业标准 建筑地基处理技术规范(JGJ 79-2012)[S]. 2012

Dry Spray Method and Wet Spray Method on the Effect of Bearing Capacity of Powder Spray Pile

YU De-guo, ZHANG Bin, ZHENG Min-li

(Department of Architecture and Ocean Engineering, Panjin Vocational and Technical College, Panjin, Liaoning 124000)

Abstract: Through the study of powder spray pile in different construction methods, the underground soil with different moisture conditions, the bearing capacity of single pile under different conditions is obtained. And the results are compared with the standard formula, the calculation results can be better applied in practical engineering.

Key words: powder jet pile; construction method; water content; bearing capacity