

60-62

中速喷浆法的研究与应用

TU 473.13

蒋红斌

(肇庆市建筑工程质量监督中心站·肇庆·526022)

利用建立室内模拟旋喷装置,对喷浆提速进行了研究。模拟试验成果及初步分析表明,适当提高喷浆速度,不会影响成桩质量。

关键词 模拟试验 酚酞法 中速喷浆 节约水泥

水泥, 桩基础, 节约

为了解决单管旋喷法成桩直径小及承载力偏低等问题,长沙冶金研究院于1990年初,成功地开发了高压旋喷双液分喷新方法。它有别于“单管法”、“二重管法”及“三重管法”。应用于广州花都市花都宾馆工程桩(主楼高23层)、长沙市银行楼工程桩(楼高18层)等;其单桩承载经静压测试均在160t以上。双液分喷法施工工序为钻孔→喷水→喷浆。因而使得浆液浪费较为严重。为此作者进行了模拟及施工试验,成功地提出了中速喷浆法。

1 模拟试验装置

模拟试验在校钻机房内进行,主要设备有XY—2型钻机、BW—150型衡阳泵、有机玻璃筒、各种胶管及现场施工用的喷浆喷头(喷嘴直径为3.0mm)。

1.1 XY—2型钻机

由于其最低正转速为65r/min,因而试验时,不可能达到20~25r/min的要求。卷扬机上提为人工提升。

1.2 有机玻璃筒

高2m,内径0.28m,外径0.30m,两端可用有机板封住,其上、下两端有阀门。

2 旋喷节约水泥研究

2.1 已施工工程水泥消耗情况

(1) 每米耗水泥见表1

表1 每米耗水泥

工程名称	进尺(m)	消耗水泥量(t)	平均米耗水泥量(kg)
韶关低铜矿	13708.5	4332	316.0
韶关中和料场	5540.1	1728.2	311.9
长沙市银行楼	7929.9	2305.5	290.7
长沙果综合楼	425.4	144.3	339.2

(2) 每立方米耗水泥用量 设所施工的旋喷桩,上部直径为0.55m,下部直径为1.0m的梯形。经过计算可得每立方米耗水泥量约为645kg/m³。

2.2 模拟试验

2.2.1 有机玻璃筒有关计算

(1) 体积

$$V = \pi R^2 h = 0.14^2 \times 2\pi = 0.123\text{m}^3$$

(2) 正常水泥用量

$$W = 645V = 645 \times 0.123 = 79.3\text{kg}.$$

2.2.2 试验内容及步骤说明

(1) 每次试验加水泥100kg,而实际输送到筒内约为70kg,因为搅拌箱水泵抽不完,故管路要占30kg。

(2) 用水泵47L/min这一档,抽满整筒时间为3'10",计算实际泵量不足40L/min。

(3) 第1次纯水泥浆试验,先往有机玻璃筒中加水到1.5m处,然后喷浆。

(4) 第2、3次粘土加水泥浆,先称取粘土放入有机管中,用水喷射使粘土分散充满整

本文1994年11月收到,王梅编辑。

个有机管,然后再喷浆。

(5)第4次,同(4)步骤,只在喷浆时,从上端投砂。

(6)每次做完试验后停顿半小时,取样。试验序号为上、中、下。上样品为离顶端0.5m处,中为1m,下是离底端0.5处,取样测试后放入模块中。

2.2.3 模拟试验数据结果(见表2)。

从表中可看出,试样比重都低于室内试验,抗压强度相应也低,这是管中粘土不够之

因。在相同条件下加砂试样强度显著提高。从试验2、3、4号可知,粘土含量对试样比重之差有一定影响,粘土多,则试样比重之差相对减少,也就是说其粘度大了,筒中颗粒下降就要慢一些,同时,从比重也可看出,整个管中的浆体还是较均匀的,说明这种提升速度是可行的。

2.2.4 模拟试验与实际施工数据(见表3)

表2 模拟试验数据表

名称	泵压 (MPa)	泵量 (L/min)	提升速度 (m/min)	提升时间 (s)	试样 比重	试样 序号	抗压强度 MPa	
							7d	28d
纯水泥浆	0.7~0.8	40	1	96	1.26	上	1.65	2.38
					1.32	中	2.13	4.00
					1.40	下	2.40	7.75
40kg 粘土 加水泥浆	0.7~0.8	40	1	112	1.36	上	1.28	3.12
					1.40	中	1.44	4.50
					1.45	下	1.79	4.75
60kg 粘土 加水泥浆	0.7~0.8	40	1	115	1.55	上	1.58	4.98
					1.56	中	1.93	5.16
					1.60	下	1.88	4.80
50kg 粘土 30kg 砂加水泥浆	0.7~0.8	40	1	110	1.58	上	2.72	9.12
					1.59	中	3.20	12.65
					1.60	下	3.17	10.28

表3 试验与实际施工数据对比表

名称	泵量 (L/min)	泵压 (MPa)	提升速度 (m/min)	转速 (r/min)	体积之比
模拟	40	0.7~0.8	1	58	1
实际	90	4.2~4.5	0.20	20	4

注:实际旋喷桩直径按0.6m计算。

根据理论公式可得出射流中心轴线上距喷嘴 x 距离处的压力 P_x :

$$P_x = (36 - 42) \frac{d_0^2}{x^2} \cdot P_0$$

式中: P_0 ——喷嘴出口处的压力值;
 d_0 ——喷嘴直径。

$$\therefore P_{x\text{模}} = (36 - 42) \frac{d_0^2}{0.14^2} \cdot \varphi^2 \cdot 0.8$$

$$P_{x\text{实}} = (36 - 42) \frac{d_0^2}{0.3^2} \cdot \varphi^2 \cdot 4.5$$

式中: φ ——喷嘴流速系数

$$\therefore \frac{P_{x\text{模}}}{P_{x\text{实}}} = \frac{0.8 \times 0.3^2}{0.14^2 \times 4.5} = 0.816$$

从计算可知,实际施工中离喷嘴0.3m处的喷射动压比模拟试验离喷嘴中心0.14m处的喷射动压高,而模拟试验时粘土能被充分搅拌均匀,再加上实际泵量是模拟的2倍以上,故而在实际工作中提升速度提高1倍,即由原来的0.2m/min,变成0.4m/min是可行的。

3 酚酞法显示水泥浆上返具体时间

3.1 酚酞指示剂

酚酞分子式 $C_{20}H_{18}O_4$,白色或带黄色的白色晶状粉末,无嗅,在空气中不稳定,不溶于水,易溶于碱性水溶液中,作为指示剂配成

0.1%的乙醇溶液,pH值变色范围,水溶液无色,8.2~9.8为紫红色。

3.2 硅酸盐水泥的水化

水泥是一种多矿物的聚集体,其主要熟料矿物组成是硅酸三钙、硅酸二钙,铝酸三钙和铁铝酸四钙等4种。在完全水化的水泥石中,水化硅酸钙占50%以上,氢氧化钙约为25%左右,其它均占比例很少;因而水泥水化后成碱性。

3.3 酚酞法显示水泥浆上返具体时间

根据雷诺数 Re ,我们可将喷浆时孔内流态分成3种,即紊流、层流和静止“爬杆”流。喷浆时先在孔底定喷3min,此时紊流段只是横向扩大,纵向高度基本不变,而层流段因得到越来越多的能量,会引起高度的增加,静止“爬杆”流段则高度减小,沿钻杆流出的是喷水时所形成的泥浆。随着喷浆时间的增加与钻杆的提升,层流段高度会继续扩大,而静止“爬杆”段则越来越短,到一定时间,沿钻杆“爬”上来的就是水泥浆体了。通过广州保税区8m、10m、12m钻孔酚酞法显示,大都为钻杆提升到钻孔深度的一半时,加酚酞于孔口,流出的流体变为紫红色,这说明水泥浆已迫

近孔口。立刻采用中速提升法,使得喷浆时间缩短,达到节约水泥之目的。

4 中速喷浆在工地应用

广州工地为围护桩施工,根据开挖深度及地层不同,工地分成20个区。

4.1 节约水泥计算

设钻孔孔深为8.0m,慢速喷浆为25cm/min,中速为35cm/min,孔底定喷3min。

(1)慢速提升喷完全孔所需时间

$$T_1 = 3 + 800/25 = 35\text{min}$$

(2)中速喷浆所需时间:

$$T_2 = 3 + 400/25 + 400/35 = 30.43\text{min}$$

可以得出中速喷浆少用4.57min,如果泵量为90L/min,则少用水泥浆 V :

$$V = 4.57 \times 90 = 411.3\text{L}$$

设水灰比为1:1,比重为 $r = 1.52$,则少用水泥量 W :

$$W = V/r = 411.3/1.52 = 270.6\text{kg}$$

4.2 施工区水泥用量对比

施工1—6区用慢速喷浆,19、20区采用中速喷浆,其水泥用量对比见表4。

表4 施工区水泥用量对比表

区号	1	2	3	4	5	6	19	20
进尺(m)	348.50	263.51	204	144.50	1205.5	323	725.7	1191.5
水泥用量(t)	80.25	64.25	48.65	33.35	279.7	76	149.15	251
每米耗水泥量(kg)	236.0	243.8	238.5	230.8	232.0	235.3	205.5	210.7

注:各区水泥消耗不计补凹槽的,一般每孔均要补100kg左右。

从上表中可以看出慢速提升每米耗水泥量要比中速提升多用30kg左右,若孔深按8m计算,则每个孔多用水泥240kg,这与上面计算相合。

4.3 质量评述

从19、20区抽芯孔 zk20-24-1, zk19-33-2 来看,全孔岩心完整,且强度高,送

地矿部广州中心试验室检验,两个淤泥地段抗压强度达到4.05MPa。相当于现场试验含40%~50%水泥的淤泥试验样强度,达到或超过前6区淤泥段抗压强度,其质量是可信的。因而中速提升喷浆在后面的施工中得到了广泛地推广。