

厦门明发国际新城夯扩桩施工经验

吴少元

(厦门地质工程勘察院, 福建 厦门 361004)

摘 要:通过对厦门明发国际新城 1424 根夯扩桩施工过程及验收结果的总结, 得出了在厦门进行夯扩桩施工时, 在施工现场、桩位控制、施工顺序安排、桩身砼投料高度等方面需注意的事项。

关键词:夯扩桩; 贯入度; 挤土桩; 静载试验; 动测试验

中图分类号: TU473.113 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-3746(2000)S1-0025-02

1 工程概况

厦门明发国际新城位于前埔厦门国际会展中心西侧, 北邻莲前路, 西邻前埔村; 一期工程为 9~12 层建筑群, 设一层地下室, 开挖后基坑深度约为 4 m, 原设计采用 $\Phi 600$ mm 大直径沉管桩及 $\Phi 450$ mm 夯扩桩(一次夯扩, 扩大头直径 ≥ 600 mm, 单桩承载力设计值 700 kN), 后由于施工过程中村民的干扰, 将大部分 $\Phi 600$ mm 大直径沉管桩更改为 $\Phi 500$ mm 夯扩桩(二次夯扩, 扩大头直径 ≥ 800 mm), 桩身砼强度等级为 C25, 单桩承载力设计值为 1000 kN。

该场地原始地貌为海滩, 后经围海填土整平。根据勘察报告, 地基各土层物理力学指标见表 1。

表 1 土层物理力学性质指标

土层	天然重度 $\gamma/(\text{kN} \cdot \text{m}^{-3})$	粘聚力 c /kPa	内摩擦角 φ /($^{\circ}$)	沉管灌注桩		厚度 /m
				极限侧阻力标 准值 q_{sk} /kPa	极限端阻力标 准值 q_{pk} /kPa	
素填土	18.9	20	15.0			1.4~5.8
砂质粘土①	19.2	25	24.0	35		0.6~6.6
中粗砂①	20.6		35.0	45		0.8~5.3
砂质粘土②	20.0	38	25.0	40		1.4~6.6
粘土	19.3	39	18.0	30		0.6~3.2
淤泥质粘土	17.9	21	7.5	15		0.7~2.8
中粗砂②	20.0		30.0	45		0.5~1.4
砂质粘土③	20.2	30	24.0	45		0.8~4.3
中粗砂③	20.0		35.0	50	3000	0.5~4.0
砂质粘土④	19.6	25	30.0	45	3200	1.2~2.6
残积砾质粘土	18.8	25	35.0	40	3500	

收稿日期: 2000-06-15

作者简介: 吴少元(1973-), 男(汉族), 福建平和人, 厦门地质工程勘察院工程师, 水文地质工程地质专业, 从事基础工程施工工作, 福建省厦门市莲前西路 192 号, (0592)5193724。

该场地地下水为潜水型, 水位埋深在 1.70~6.00 m 之间, 水位和水量与潮汐有一定的联系。根据标贯试验判定, 该场地内饱和砂土为非液化土层。无震陷等不良工程地质现象。

2 施工情况

本工程一期设计总桩数 1685 根, 其中夯扩桩 1424 根($\Phi 450$ mm 813 根、 $\Phi 500$ mm 611 根), 占 85%。由于工程量较大, 工期较短, 故安排了 3 台夯扩桩机进场施工。根据设计承载力要求及厦门地区夯扩桩施工经验, 选取 1 台 DDN40 型(锤重 4 t)、2 台 DDN30 型(锤重 3 t)夯扩桩机进行施工。

经过现场试打桩后确定, 持力层为残积土层时, $\Phi 450$ mm 夯扩桩收锤标准为: DDN30 型最后三阵击贯入度 ≤ 15 cm, DDN40 型最后三阵击贯入度 ≤ 35 cm; $\Phi 500$ mm 夯扩桩收锤标准为: DDN30 型最后三阵击贯入度为 12~15 cm, DDN40 型最后三阵击贯入度为 15~18 cm。实际施工过程中, 夯扩桩收锤标准均按要求进行严格控制。

由于本工程桩数较多, 桩位较密, 加之夯扩桩为挤土类型桩, 为了防止施工过程中的挤土效应对已放桩位造成影响, 工程施工前把控制角点引到场地外不受打桩影响的地方, 在施工过程中成立专门的测量放样班组, 采用随放样随施工的方式进行, 同时切实加强施工前的桩位复核工作。

为了确保桩身扩大头尺寸, 施工过程中对扩大头的投料高度、夯扩时外管的上拔高度、内外管的同步下沉深度均严格按设计要求进行控制, 并采用坍落度较小的混凝土进行夯扩。

由于部分地段表层场地土较软,施工过程中会造成机械倾斜而影响桩身垂直度,故对该地段表层软土进行挖除,回填碎石并压实后方进行施工。在沉管过程中,先低锤轻击,若发现桩管有倾斜现象及时拔出重打,以确保桩身垂直。

本工程设计桩数较多,桩位较密,承台类型较多,从单桩至 72 桩承台不等。在施工中,根据我们多年的施工经验,对 4 桩及 4 桩以下承台采取连续施工,对 5 桩及其以上承台采取梅花式间隔跳打方式进行施工,间距小于 4 倍桩径的相邻桩施工时间间隔为不少于 7 天。

在施工过程中,部分地段由于中粗砂层厚度较大(大于 2 m,最厚处达 4 m),夯扩桩机在施工过程中难以穿过(最后三阵击贯入度 <1 cm),最终在砂层的中上部终孔。

施工前期,原设计夯扩桩只有 $\Phi 450$ mm 一种规格,后由于施工过程中村民的干扰,将大部分 $\Phi 600$ mm 大直径沉管桩更改为 $\Phi 500$ mm 夯扩桩,从而增加了不少工作量;同时,由于 $\Phi 500$ mm 夯扩桩需进行二次夯扩,也降低了日成桩数。为了缩短工期,施工中安排 2 台夯扩桩机施工 $\Phi 500$ mm 桩,一台施工 $\Phi 450$ mm 桩。实践证明,这种安排是合理的。

3 检测结果

本工程共选取 8 根 $\Phi 450$ mm 及 7 根 $\Phi 500$ mm 夯扩桩进行静载荷试验,最大加载分别为 1250 kN 和 1750 kN,具体情况详见表 2。

表 2 夯扩桩静载试验情况

桩号	桩径/mm	有效桩长/m	沉降量/mm	持力层
39	450	13.65	4.83	残积土
259	450	10.90	6.04	残积土
277	450	12.40	5.86	残积土
403	450	12.44	9.10	残积土
496	450	11.87	9.36	残积土
S424	450	7.60	4.40	中粗砂
S515	450	8.75	7.85	残积土
S594	450	9.30	5.13	残积土
18	500	13.35	22.62	残积土
48	500	13.20	15.65	残积土
188	500	12.65	18.66	残积土
329	500	11.80	33.20	残积土
397	500	10.15	28.01	残积土
S336	500	8.6	11.08	残积土
S346	500	13.3	7.77	残积土

从表 2 可见, $\Phi 450$ mm(扩 600 mm)夯扩桩以厚度较大的中粗砂作为持力层,虽然有效桩长较短,但是承载力及变形条件均能满足 700 kN 的设计承载力要求。 $\Phi 500$ mm(扩 800 mm)夯扩桩以残积土作为持力层,在地质条件较好的情况下,承载力可以达到 1000 kN 的设计要求,但是沉降变形差异较大。

同时,本期工程共抽取 $\Phi 450$ mm 桩 209 根进行动测试验,其中 I 类桩 115 根,II 类桩 94 根,动测全部合格,优良率为 55%;抽取 $\Phi 500$ mm 桩 80 根进行动测试验,其中 I 类桩 33 根,II 类桩 47 根,均为合格,优良率为 41%。

4 存在问题

(1)本工程一期场地表层为回填土且厚度较大,部分地段未经压实及受雨水的浸泡,造成地表面层干硬而下部为流塑状的软弱夹层。施工中由于对该情况未引起足够的重视,使得在该地段施工时机械倾斜,造成部分桩身倾斜度增大。

(2)在工程开始之初,由于对桩身超灌量的控制不是很严格,桩顶超灌量过大,造成不必要的浪费;部分桩由于超灌量不足,使得内夯管直接压在钢筋笼上,造成钢筋笼弯曲、变形。

(3)由于对大面积夯扩桩施工造成的挤土效应未引起足够的重视,前期少部分桩位在施工前没有再次进行复核,使得这部分桩位偏差超出规范要求。

(4)后期土方开挖阶段,由于土方开挖单位及甲方、监理对基桩的保护不够,使得部分基桩遭受反铲机具的多次碰撞,造成基桩的刮伤、断桩。

5 几点体会

(1)对于夯扩桩施工,场地问题应引起足够的重视,以免造成施工质量及安全问题。

(2)由于夯扩桩为挤土桩,故在施工过程中应注意对桩位的控制,桩位放样时最好多设置几个控制点,以便相互进行复核,并随放随复核随施工。

(3)对于桩数少于 4 桩及 4 桩承台的夯扩桩,在施工速度较快的情况下,建议进行连续施工,而无须跳打。

(4)对于桩数为 5 桩及 5 桩以上的承台,应考虑施工过程中邻桩的相互影响,采取跳打方式进行施工,跳打时间间隔建议不少于 7 天(无掺外加剂情况下)。

(5)夯扩桩桩身砼浇灌时必须控制好投料高度,(下转第 30 页)

$$\text{流核直径 } d_0 = \frac{(\tau_0/\eta_{\text{塑}}) - (L-d)^2}{16V_f + (8/3)(D-d)\tau_0/\eta_{\text{塑}}}$$

式中: τ_0 —— 泥浆动切力值; d —— 钻杆外径; D —— 桩孔直径; $\eta_{\text{塑}}$ —— 泥浆塑性粘度; V_f —— 环形空间泥浆的上返流速。

根据经验总结出 τ_0 与 $\eta_{\text{塑}}$ 比值落在 3.60 ~ 4.78 范围较好。

(3) 不能使用分散剂, 主要原因是避免钻屑混入这种泥浆体系中后向分散变细方向发展, 而不利于钻屑在地面最大限度清除。

4 废泥浆的处理

随着社会经济的发展, 环境问题显得越来越突出, 为了防止废泥浆对城乡周围环境造成污染, 我们

还必须对废泥浆进行必要的处理。废泥浆处理问题, 我国一直十分重视, 在“七五”期间就已列为国家研究项目, 如今该项目已完成室内研究到推广应用的转化过程。我们常用处理不分散低固相泥浆的方法如下: 从孔口返出的泥浆, 首先通过振动筛分离清除粗粒钻屑, 然后进入旋流除砂器, 清除 20 ~ 30 目以细的钻屑, 再从旋流除砂器出来进入泥浆池, 经沉淀后继续使用。如果产生的废泥浆很多, 则可使部分泥浆絮凝沉淀。絮凝沉淀后, 上部的清水可作施工用水, 絮凝沉淀物可作充填物或运到指定地点排放 (见图 6)。絮凝剂一般选用 1% PHP 溶液, 这种絮凝剂絮凝速度快, 沉淀物不粘, 含水量少, 析出的清水较清洁, 可作为施工用水。

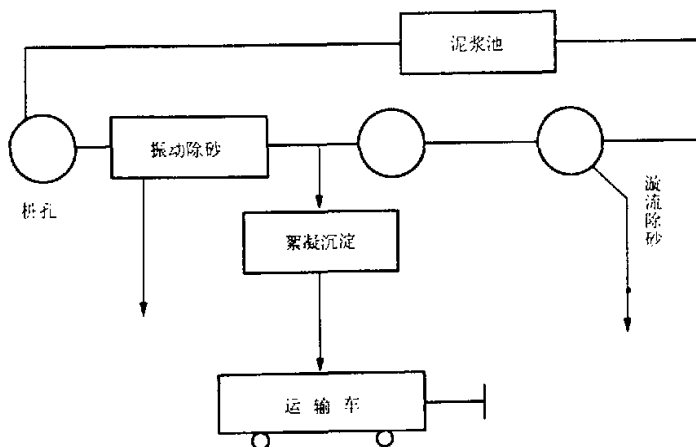


图 6 废泥浆处理示意图

参考文献:

- [1] 王果庭, 张春光. 聚丙烯酰胺不分散低固相泥浆 [M]. 北京: 地质出版社, 1980.
- [2] 张泽业. 工程施工钻技术 [M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1993.

- [3] 邵维俊, 胡忠嫒. 普通化学 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1986.
- [4] 武汉地质学院. 钻探工艺学 [M]. 北京: 地质出版社, 1980.

(上接第 26 页)

必须使得最后桩身砼面超过桩身钢筋笼的顶面, 以免内夯锤直接压在钢筋笼上而造成钢筋笼的挤压变形。

(6) 对于厚度达 2 m 以上的中粗砂层, 夯扩桩机在施工中将很难穿过, 应采取其它措施处理。无效时可与设计部门协商, 考虑在砂层中上部终孔。

(7) 对地下水水位较高的地区, 夯扩桩施工时应加强止水措施。可采用薄铁皮加干砂或水泥进行封

底止水。

(8) 在基坑土方开挖时应注意对基桩的保护, 以免施工过程中碰伤基桩, 造成断桩。

(9) 由于现有夯扩桩机绝大多数没有配备振动拔管装置, 桩身混凝土的密实性只能通过桩锤的压实及加强桩身砼搅拌质量来控制, 难以达到理想的效果, 造成桩身砼动测时 I 类桩偏少。建议配置适当功率的振动器, 以加强桩身砼的密实性, 提高桩身砼的质量。