

# 夯实水泥土桩复合地基设计与应用实例

刘丽芬 元红英

(河北农业大学校园规划处,保定 071001)

[摘 要] 本文介绍了夯实水泥土桩复合地基的设计及施工方法,并通过工程实例说明了夯实水泥土桩复合地基的设计及其应用效果。

[关键词] 水泥土桩;复合地基;设计

[中图分类号] TU473.1<sup>+</sup>2

[文献标识码] B

[文章编号] 1001-523X(2003)03-0032-02

## DESIGN AND APPLICATION OF THE COMPOSITE FOUNDATION OF RAMMED SOIL-CEMENT PILES

Liu Li-fen Yuan Hong-ying

[Abstract] In this paper, the design and construction method of the composite foundation of rammed soil-cement piles was presented. And the applied effect of the composite foundation of rammed soil-cement piles was also illustrated by a construction instance.

[Keywords] Rammed soil-cement piles; Composite foundation; Design

### 1 夯实水泥土桩复合地基的设计方法

#### 1.1 应具备的设计资料

拟建工程场地的岩土工程勘察报告中提出的主要受力层范围内各层土的物理力学性质指标;建筑物(包括构筑物)的总平面图、基础平面图,对地基承载力和变形的技术要求。

#### 1.2 基本参数

##### 1.2.1 桩径

一般采用圆形,桩径宜用 0.3~0.6 m。

##### 1.2.2 桩长

夯实水泥土桩长应根据工程地质情况、工程要求等因素确定,桩长最短不宜小于 2.5 m,最长不宜超过 10 m。当地基土相对硬层埋藏较浅时,桩端进入相对硬层,深度应大于一倍桩直径;当相对硬层埋藏较深时,宜取较大桩长。

##### 1.2.3 布桩及桩距

布桩采用正三角形、正方形形式时,桩中距可按公式(1)(2)计算:一般情况下仅在基础边线内布桩,在特殊情况下可在基础边线外布桩。桩中距一般为 2.5~3.5 倍桩径。面积较小的独立基础或较窄的条形基础,可按面积置换率确定桩数,由桩数及基础尺度确定桩距。

$$\text{正三角形时: } S_d = \sqrt{\frac{0.907}{m}} d_0 \quad (1)$$

$$\text{正方形时: } S_d = \sqrt{\frac{0.785}{m}} d_0 \quad (2)$$

式中:  $d_0$  ——桩体直径;

$S_d$  ——桩中心距离。

#### 1.2.4 配合比

水泥土混合料配合比的设计应根据工程对桩体强度的要求、土料性质、水泥品种标号确定,一般取水泥土的体积比为 1.5~1.8。

#### 1.3 设计计算

##### 1.3.1 地基承载力的确定

一级建筑物、地质条件复杂的场地或同一场地内地基处理面积较大时,复合地基承载力标准值应按现场复合地基载荷试验确定。亦可按公式(3)计算:

$$f_{sp,k} = \frac{m \cdot R_k}{A_p} + (1 - m) \cdot f_k \quad (3)$$

式中:  $f_{sp,k}$  ——复合地基承载力标准值(kPa);

$R_k$  ——单桩承载力标准值(kN);

$A_p$  ——桩体截面面积( $m^2$ );

——桩间土强度调整系数,即处理后桩间土与处理前天然地基承载力的比值,当排土成孔时可取 0.8~1.0,当挤土成孔时可取 0.95~1.10;

$f_k$  ——天然地基承载力标准值(kPa);

$m$  ——面积置换率。

##### 1.3.2 单桩承载力标准值 $R_k$ 的计算

$R_k$  应按公式(4)、(5)计算取其中较小值:

$$R_k = q_p \cdot A_p + U_p \cdot q_{si} \cdot L_i \quad (4)$$

收稿日期:2002-12-14

作者简介:刘丽芬(1965-),女,主任工程师,联系电话:0312-7521231

$$R_K = \frac{1}{3} \cdot f_{cs,k} \cdot A_p$$

(5)

式中： $q_p$  ——桩端阻力标准值 (kPa) ；  
 $U_p$  ——桩身周长 (m) ；  
 $q_{si}$  ——桩侧  $i$  层土侧摩阻力标准值 (kPa) ；  
 $L_i$  ——按土层划分的各段桩长 (m) ；  
 $f_{cs,k}$  ——夯实水泥土的标准强度 (kPa) 。

1.4 构造要求

在基底以下应铺 50 ~ 150 mm 厚的褥垫层,当桩体承担较多荷载时,褥垫层厚度取小值;反之,取大值。垫层材料可用中、粗砂、石屑或灰土。

2 施工

2.1 材料

水泥宜采用 325 号或 425 号矿渣水泥或普通硅酸盐水泥。土料宜采用粘性土、粉土、渣土,其有机物质含量不超过 5%,不得含冻土或膨胀土,使用时应过 20 ~ 25 mm 筛。混合料含水量与最佳含水量允许偏差为 2%。拌和均匀后应在两小时内用于成桩。

2.2 成孔

应优先采用机械成孔,在场地狭窄、成孔较浅、桩数较少时可采用人工洛阳铲成孔。孔径偏差为 - 20 mm;桩孔中心允许偏差为 100 mm,对条形基础沿垂直轴线方向允许偏差为 150 mm;桩孔垂直度允许偏差为 1.5%;深度不小于设计深度。

2.3 成桩

桩体夯实宜采用机械夯实,填料厚度应根据夯实设计确定,宜采用一击一填的连续成桩工艺,每击填料厚度约为 50 mm,桩体的压实系数不小于 0.93。填料前孔底必须夯实。成桩步骤:夯实孔底 填料 夯实 填料 .....封顶夯实。

3 工程实例

3.1 工程概况

河北农业大学体育看台长 133.8 m,宽 15 m,高 10.9 m。建筑面积 3800.9 m<sup>2</sup>,2 层(局部 3 层)框架结构,独立基础,基础埋深 1.5 m。

表 1 勘察地基基本情况

成因年代	土层编号	岩土名称	密度	土层厚度 $L_i$ (m)	极限侧阻力 $q_{si}$ (kPa)	地基承载力 $f_k$ (kPa)	极限端阻力 $q_p$ (kPa)
$Q^{ml}$	1	杂填土	稍密	0.3 ~ 1.7			
	2	粉土	中密-密实	3.3 ~ 3.7	50	160	
$Q^{al}$	3	粉质粘土	可塑	1.0 ~ 1.2	45	130	
	4	粉土	密实	2.1 ~ 2.8	55	170	1000
	5	粉质粘土	硬塑	3.9 ~ 4.1		180	
	6	细砂	中密			200	

3.2 夯实水泥土桩的设计

3.2.1 单桩承载力标准值  $R_k$  的计算

主体结构设计要求地基承载力  $f_{spk} = 280$  kPa,从表 1 来看,显然天然地基的承载力不够,故需要地基处理。考虑到钢筋混凝土桩基既不经济,又不便于施工,而水泥土桩复合地基经济可行,于是决定采用水泥土桩处理方案。

设计圆桩径为 400 mm,则  $A_p = 0.1256$  m<sup>2</sup>,  $U_p = 1.256$  m。由于第 1 层为杂填土,密实度不均故应挖除。第 4 层土比较密实,可以作为端承桩,故将桩长取定为  $L = 5$  m。水泥采用 325 号矿渣水泥,土料采用原状土,配合比为 1 : 6,洛阳铲成孔。

通过实验得出夯实水泥土的强度  $f_{csk} = 3000$  kPa,桩的标准侧阻力、地基标准承载力、标准端阻力,可以分别用桩的极限侧阻力、地基极限承载力、极限端阻力乘以安全系数 0.5 得出。

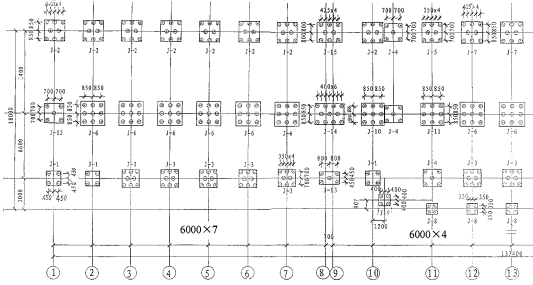


图 1 桩位布置

根据公式(4)得  $R_K = 1000 \times 0.5 \times 0.1256 + 1.256 \times (50 \times 0.5 \times 3.5 + 45 \times 0.5 \times 1.2 + 0.3 \times 55 \times 0.5) = 275.44$  kN

根据公式(5)得  $R_K = 1/3 \times 3000 \times 0.1256 = 125.6$  kN

取较小值  $R_K = 125.6$  kN

3.2.2 夯实水泥土桩面积置换率  $m$  的确定

根据地质情况,取天然地基承载力标准值  $f_k = 150$  kPa

根据公式计算(3)得:  $280 = m \times 125.6 \div 0.1256 \times 125.6 + 0.8 \times (1 + m) \times 150$  求得:  $m = 18.18\%$

按 18.18% 的置换率依次计算出每个独立基础上水泥桩的个数及间距,经计算总桩数为 583 颗,基本桩间距为 850 mm,桩布置图 1。

3.2.3 褥垫层

桩顶铺设 100 mm 厚碎石褥垫层,碎石粒径 10 ~ 20 mm,垫层宽度超出基础边线 100 mm。

3.3 经济技术分析

经按规范要求严格施工,达到 28 d 龄期后进行复合地基载荷实验检测,结果表明复合地基承载力达到了 349 kPa,完全满足结构设计要求,施工工期仅为 7 d。结算总造价仅 8.74 万元,而钢筋混凝土桩要达到同样效果最低造价 16.75 万元。而且施工期至少需要 10 d。工程现已竣工并交付使用,未发现不均匀沉降。