维普资讯 http://www.cqvip.com

第34卷 第5期
1998年9月

地质与勘探
GEOLOGY AND PROSPECTING

Vol.34 No.5
September, 1997

(13)

53-55

# 夯扩桩沉管控制贯入度计算法

TU473.14

周武阶
(冶金部中南勘察基础工程总公司·武汉·432201)

通过改造格尔谢万诺夫打桩公式,提供了夯扩桩沉管控制贯入度计算表达式,在此基础上,介绍了沉管控制贯入度在夯扩桩设计和施工中的用途,并举例验证。

关键词 沉管控制贯入度 单桩竖向极限承载力标准值 夯扩桩 闭口钢管桩

沉管控制贯入度是桩管进入持力层设计深度的最后阶段平均每一锤的贯入度,在夯扩桩勘察、设计及试桩阶段具有指导意义;在工程桩施工过程中是控制桩管入土深度的主要施工参数;而夯扩桩属摩擦端承桩,控制桩管的入土深度,使桩端准确进入设计持力层是必要的。现行的技术规定、规范还没有指明夯扩桩沉管控制贯入度的计算公式;实际计算和应用中亦比较混乱。本文根据夯扩桩目前的施工工艺,分析研究了有关资料,选择格尔谢万诺夫打桩公式计算夯扩桩的沉管控制贯入度,并对该计算公式进行了改造,使之适用于夯扩桩的具体情况。

## 1 格尔谢万诺夫打桩公式的改造

### 1.1 格尔谢万诺夫打桩公式简介

格尔谢万诺夫打桩公式适用于落锤、单动汽锤和柴油打桩机锤计算控制贯入度。夯扩桩主要使用柴油打桩机锤,沉管施工时与闭口钢管桩施工条件相近似,依此将格尔谢万诺夫打桩公式简介如下。原计算公式为:

$$e = \frac{nAQH}{KP_a(KP_a + nA)} \cdot \frac{Q + 0.2q}{Q + q} \quad (1)$$

式中:$P_a$—桩的容许承载力(10N);$e$—打桩最后阶段平均每一锤的贯入度(cm);$n$—根据桩材料和桩垫所定的系数(10N/cm$^2$),无桩垫钢桩取 $n = 50 \times 10N/cm^2$;$A$—桩身横截面积(cm$^2$);$Q$—柴油锤冲击部分重量(10N);$q$—桩重(10N),包括送桩、桩帽及锤非冲击部分的重量;$K$—安全系数,临时建筑物1.5,永久建筑物2.0;$H$—落锤高度(cm),柴油打桩机时,$H$值按下式计算:

$$H = 100\frac{W}{Q} \quad (2)$$

式中:W——次冲击能(10N·cm),见表1。

表1 柴油打桩机锤冲击能

| 锤 型 | 冲击部分重力(10N) | 最后贯入度(mm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 3 | 5 |
| $D_2-12$ | 1200 | 793 | 817 | 865 | 915 |
| $D_2-18$ | 1800 | 1180 | 1213 | 1273 | 1344 |

使用(1)式时应符合 $e \geqslant 2$ mm 及 $KP_a/A \leqslant 700N/cm^2$ 两个条件。

在上面的简介中,将原资料中使用力的单位"kg"改为"10N",特此说明。

### 1.2 (1)式的改造

把夯扩桩的内夯管和外管近似看作闭口平底钢管桩;以导杆式柴油锤为标准桩锤;按《建筑桩基技术规范》JGJ94—94的有关技术要求对(1)式进行改造。

#### 1.2.1 关于 $q$、$Q$ 和 $A$

把(1)式中的 $q$ 明确规定为外管重力、内夯管重力、柴油锤的非冲击部分重力三者之和 $P_1$(kN),(1)式中的 $Q$ 则相应更改为柴油锤冲击部分重力 $P_2$(kN);把(1)式中的 $A$ 明确规定为外管的横截面积 $A$(cm$^2$)。

#### 1.2.2 关于 $KP_a$

《建筑桩基技术规范》JGJ94—94采用以

本文1997年6月收到,王 梅编辑。

维普资讯 http://www.cqvip.com



概率理论为基础的极限状态设计法，$K$、$P_a$ 两概念已不再使用，代之以单桩竖向极限承载力标准值 $Q_{uk}$ (kN)。规范中给定的闭口钢管桩的 $Q_{uk}$ 计算公式为

$$Q_{uk} = u\Sigma q_{sik}L_i + q_{pk}A_p \qquad (3)$$

式中：$u$ —桩身周长(m)；$q_{sik}$— 静力触探比贯入阻力值估算的桩周第 $i$ 层土的极限侧阻力标准值(kPa)；$q_{pk}$ —静力触探比贯入阻力估算的极限端阻力标准值(kPa)；$L_i$— 桩穿越第 $i$ 层土的厚度(m)；$A_p$ —桩端面积($m^2$)。

相应的夯扩桩单桩竖向极限承载力标准值 $Q'_{uk}$ 计算公式为

$$Q'_{uk} = u\Sigma q_{sik}L_i + \frac{\pi}{4}D^2 q_{pk} \qquad (4)$$

式中：$D$ —桩端夯扩头平均直径(m)。

(3)式中的 $Q_{uk}$ 与(4)式中的 $Q'_{uk}$ 是不相同的概念，只能用 $Q_{uk}$ 代替 $KP_a$ 计算夯扩桩的沉管控制贯入度。

1.2.3 关于 $H$

由(2)式及表 1 可得到表 2。

表 2 $W/P_2$ 比值表

| 锤 型 | 冲击部分重力 (kN) | 最后贯入度(mm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 3 | 5 |
| $D_2-12$ | 12 | 0.661 | 0.681 | 0.721 | 0.763 |
| $D_2-18$ | 18 | 0.651 | 0.674 | 0.707 | 0.747 |

由表 2 可知，$W/P_2$ 主要受最后贯入度(沉管控制贯入度)大小的影响。目前施工中使用的桩锤及沉管控制贯入度均突破了(2)式及表 1 所列范围，使用(2)式计算 $H$ 值既不实际，也不方便。笔者建议 $W/P_2$ 取值范围为 0.7 ~ 0.8；沉管控制贯入度大时取大值，反之取小值。

1.2.4 关于 $n$、0.2

仍取 $n = 0.5kN/cm^2$；(1)式中的常数 0.2 实际上是恢复系数的二次方。对夯扩桩沉管控制贯入度而言，$n$ 及常数 0.2 是需要进一步研究和试验的计算参数。

1.2.5 关于 $e$

将沉管最后阶段一阵击(大于或等于 10 击)的贯入度算术平均值定义为夯扩桩沉管控制贯入度 $L$ (cm /10 击)。这样与实际施工状况更接近，也更合理。

1.2.6 $L \geqslant 2cm/10$ 击、$Q_{uk}/A \leqslant 0.7kN/cm^2$

夯扩桩沉管控制贯入度一般在 5 ~ 10cm /10 击，完全能满足要求。一般夯扩桩设计时也能满足 $Q_{uk} \leqslant 0.7A$ kN 要求。

改造后的格尔谢万诺夫打桩公式为：

$$L = \frac{10AnP_2H}{Q_{uk}(Q_{uk} + nA)} \cdot \frac{0.2P_1 + P_2}{P_1 + P_2} \qquad (5)$$

## 2 沉管控制贯入度在勘察、设计和施工中的用途

### 2.1 $L$ 在勘察阶段的用途

勘察报告在建议夯扩桩方案时，不但可以根据(4)式试算出 $Q'_{uk}$，而且还可以根据(3)式估算出 $Q_{uk}$，进一步求得 $L$；根据 $L$ 大小是否合适，判断夯扩桩单桩竖向承载力标准值的设计是否切实可行，为业主及设计方进行基桩方案选择提供重要依据；同时也为施工方机具的选型提供初步依据。

### 2.2 $L$ 在设计与试桩阶段的用途

夯扩桩现场试桩的主要目的之一是实测沉管控制贯入度。当实测的 $L$ 值与计算的 $L$ 值相近时，说明勘察资料比较准确，设计方案合理，桩锤选型适宜，试桩成功的把握较大。当沉管控制贯入度的实测值比计算值大得多时，说明勘察报告提供的岩土设计参数不够准确，地层变化较大，应尽快调整夯扩桩的设计及试桩方案，如修改桩型，或重新选择桩端持力层等。在这个过程中，根据信息反馈原理，可根据实测的沉管控制贯入度，反算出 $Q_{uk}$，再根据 $Q_{uk}$ 与 $Q'_{uk}$ 在同一场地近似成正比例关系的特点，估算出试桩实际的单桩竖向极限承载力标准值，为修改设计及试桩方案提供数据方面的依据。如果出现沉管控制贯入度实测值比计算值小得多时，除需要调整夯扩桩设计试桩方案(减小桩型，减少桩数等)外，还应适当增大桩锤，减小施工难度。

维普资讯 http://www.cqvip.com



### 2.3 $L$ 在施工阶段的用途

在工程桩现场管理中,严格按照沉管控制贯入度控制桩管的入土深度,是保证夯扩桩质量的重要手段之一。特别是在持力层起伏较大或持力层中有软弱夹层的地段施工时,一旦出现沉管控制贯入度实测值过大时,应及时通知业主及设计院,会同勘察单位及时补充勘察,找准持力层深度,增减桩长,使桩端准确进入设计持力层。

## 3 算例

### 3.1 工程概况

武汉市青山区某综合楼共7层,框架结构。基桩采用夯扩桩,设计桩长大于15.50m;桩径为426mm;夯扩头平均直径及扩高均为0.80m。要求单桩竖向极限承载力标准值≥1200kN,由3根试桩的单桩静载荷试验确定。桩身设计了构造钢筋笼;混凝土强度等级为C20。桩端持力层为稍密粉细砂层。

### 3.2 沉管控制贯入度的计算

试桩及施工均使用DDJG25-X柴油锤,锤冲击部分重力25kN,柴油锤总重力45kN。试桩时外管重力16.3kN;内夯管重力0.2kN。桩长按16.00m。根据(3)、(4)式:

$$Q_{uk} = u\sum q_{sik}Li + q_{pk}A_p \approx 703(\text{kN})$$

$$Q'_{uk} = u\sum q_{sik}Li + \frac{\pi}{4}D^2 q_{pk} \approx 1341\ \text{kN}$$

设计取单桩竖向承载力标准值1200kN。

根据(5)式,取 $H=75$cm,有:

$$L = \frac{10nAP_2H}{Q_{uk}(Q_{uk}+nA)}\cdot\frac{0.2P_1+P_2}{P_1+P_2} \approx 8\ \text{cm}/10\text{击}$$

现场试桩实测沉管控制贯入度为9cm/10击,比计算值稍大。将实测 $L$ 值代入(3)式,计算得到 $Q_{uk}$ 为644kN,依此估算试桩的单桩竖向极限承载力标准值 $Q'_{uk}$:

$$Q'_{uk} = 1341\times 644/703 = 1228\ \text{kN}$$

计算结果比设计值略大,试桩可望成功。

3根试桩的单桩静载荷试验结果分别是1320 kN;1200 KN;1200 KN。单桩竖向极限承载力标准值为1240kN。由此验证了夯扩桩沉管控制贯入度计算法是合理可靠的。

### 3.3 施工中利用 $L$ 值对持力层变化的监控

本项目在施工后期,发现场地西部(临近长江)地层变化较大,沉管控制贯入度均超过10cm/10击。经与业主及设计院协商后,原勘察单位进行了补充静力触探勘察,发现持力层顶面向下倾斜较大,且含有软弱夹层。为此设计院增加了桩长,以满足沉管控制贯入度。实际施工中增加桩长3m~5m。竣工后,高应变检测结果证实,这一带单桩竖向极限承载力标准值与其他地段无显著差异。

## CALCULATION OF PENETRATION CONTROLLED BY IMMERSED TUBE FOR RAMMER-REAMED PILE

Zhou Wujie

A calculation formulation of penetration controlled by immersed tube for rammer-reamed pile was proposed by means of revising Geer Xiefanuofu piling formular, and its use in the designing and construction of rammer-reamed pile was introduced.

**Key words** penetration controlled by immersed tube, standard value for vertical ultimate bearing capacity of single pile, rammer-reamed pile, closed steel pile

第一作者简介:

周武阶 男,1962年生,1989年毕业于中国地质大学水文地质与工程地质系水文地质专业,工程师。现任冶金部中南勘察基础工程总公司武汉勘察院技术工程部主任,主要从事桩基施工和岩土勘察工作。

通讯地址:武汉市黄陂县横店卫生街1号 中南勘察基础工程总公司武汉勘察院

邮政编码:432201