

(12)

剪应力

表面沉降

计算

61/63

由深处剪应力引起的表面沉降

徐永福

编译

TU 433

1 加固带上的剪应力

由于加固带与土间的相互作用,可能有四种类型的剪应力。恒定不变的剪应力

$$\tau(x) = \tau_0 \quad (1a)$$

这种剪应力代表了加固带整体滑动的固定的剪切阻力。加固带在整体滑动过程中,如果正应力随着离中心的距离呈线性变化,或者是中心距的指数函数,则对应的剪应力为:

$$\tau(x) = \tau_0(1 - |x|/l_s) \quad (1b)$$

$$\tau(x) = \tau_0[1 - (|x|/l_s)^n] \quad (1c)$$

三角形分布的剪应力是对 Binquet 和 Lee 所提出的剪应力的线性近似(见附图)

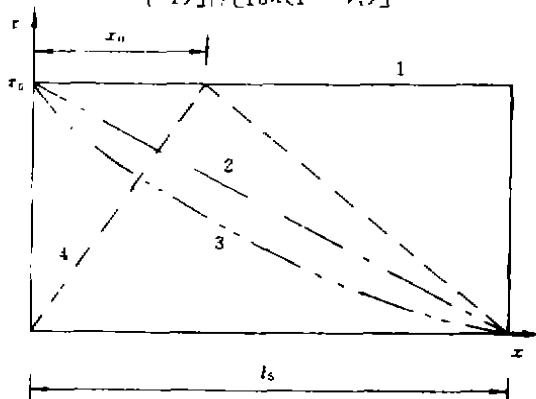
$$\begin{aligned} \tau(x) &= \tau_0|x|/l_s, \quad 0 \leq x \leq x_0 \\ &= \tau_0[1 - (|x_0| - |x|)/(l_s - |x_0|)] \\ &\quad x_0 < x < l_s \end{aligned} \quad (1d)$$

2 表面沉降的计算公式

Mindlin 给出了由深 C 处的水平力 Q 引起任意一点 $A(x, y, z)$ 的垂直位移 ρ_z

$$\rho_z = Q \cdot C \cdot I_z / G, \quad (2)$$

式中 $I_z = \{(z-1)/R_1^3 + (3-4\gamma_1)(z-1)/R_2^3 - 6z(z+1)/R_3^3 + 4(1-\gamma_1)(1-2\gamma_1)/[R_2(R_2+z+1)]\}/[16\pi(1-\gamma_1)]$



附图 加固带上的剪应力类型

$R_1^2 = X^2 + Y^2 + (Z-1)^2$; $R_2^2 = X^2 + Y^2 + (Z+1)^2$; $X = x/c$; $Y = y/c$; $Z = z/c$. x, y, z 是点 A 的坐标,坐标原点是力 Q 在地表面的投影, y 轴是加固带的延伸方向, z 轴是垂直于表面延向深处. G, γ_1 分别是土的剪切模量和泊松比. I_z 是无量纲项,取决于 γ_1 和标准化距离.

假定剪应力作用在深度为 z_0 的 $2l_s \times 2b$ 的长方形上,长方形关于 y 轴对称,与 x 轴的距离为 S_s . 长方形上的剪应力 τ_j (单元的面积)引起表面上沿 x 轴的任意一点 i 的沉降量为

$$\rho_{zj} = \tau_j \cdot dA(X_i - X_j)$$

$$(-Z/R^3 + (1-2\gamma_1)/[R(R+Z_0)])/4\pi G, \quad (3)$$

式中 dA 是单元 j 的面积, $Z_0 = z_0/B$. 将(3)式在深处长方形面积上积分,得到剪应力引起地表 i 点的总沉降. 设基础的宽度为 $2B$, 则基础在剪应力作用下的沉降为

$$\rho_z(x_i) = \tau_0 \cdot B \cdot I_n / G, \quad (4)$$

式中 τ_0 是深度的函数,由于积分是在 $x-y$ 平面上进行的,对于某一特定深度, τ_0 是常数. I_n 是一个无量纲的系数,取决于剪应力、距离 X 、土的泊松比和荷载面的宽度 (b_s/B)、长度 (l_s/B) 和深度 (z_0/B).

3 计算结果

3.1 地表上沿 x 轴的系数 I_n 是距离 $X(x/c)$ 和土的泊松比 γ_1 的函数. 对于所有的 γ_1 值, I_n 从 0 开始增加,达到最大值后减小,并表现出负值,在远处 ($X \rightarrow \infty$) 趋近于 0. 对于不透水的土 ($\gamma_1 = 0.5$),在整个距离上 I_n 值为正. I_n 的最大值从 0.05 ($\gamma_1 = 0.1$) 到 0.03 ($\gamma_1 = 0.5$),达到最大值的 X 从 0.5 ($\gamma_1 = 0.1$) 增加到 0.7 ($\gamma_1 = 0.5$). 随着 γ_1 的减小,产生负 I_n 的 X 值减小.

3.2 $x_s = 0$ 处的沉降系数 I_n 在某个 l_s/B 值处达到最大值,然后随着 l_s/B 增加而减少. 对于第一种类型的剪应力, I_n 在 $l_s/B = 1.75$ 时达到最大值 0.012. 当距离 $x > 3c$ 且 $\nu_s = 0.3$ 时,深处的水平力引起了表面沉降. 对于第二、三种类型 (下转第 63 页)

泥浆,用一个与剪切无关的粘度作完整地描述。通常假设水力学会曲线图适用于所有的离心泵和流体。这种假设是有争议的。

b. 不沉淀的非重力泥浆存在着更大的困难,通常的方法是借助现有的相似用途或设法在泵的内部确定一个近似的剪切速度,从而得出一个粗略估计的近似粘度。通常的方法是和生产厂家一起并通过试验来设计非重力用途泵。

c. 沉淀泥浆一般用实验对比颗粒的大小,密度和浓度通常以图的形式对比。一般液体的比重是不计算的,这里假设液体是水。注意对沉淀泥浆,“粘度”规定是无意义的。

回转排液泵,当精确测定回转排液泵时,就需要有下面对基本系统数据组的调整。

a. 降低叶轮转速,以允许磨损微粒存在,这个速度的降低是通过把磨损作用减少到最小,给定一个合适的使用寿命,可以要求减少到 50%。

b. 降低叶轮转速要考虑到泥浆流动参数(“粘度”),注意这里假设大多数的应用涉及准均匀的不沉淀泥浆,“粘度”对它们有意义。一般地处理沉淀泥浆时,考虑到降低回转排液泵没有导槽是合适的。

c. 降低叶轮转速,以降低 $NPSH_R$ 。

d. 由于振动(即加速水头损失)增加 $NPSH_A$ 。

许多生产厂家(在它们的技术说明书上)包括了考虑粘度(也就是速度/粘度)的泵降低曲线图,这样,在处理重力流体或泥浆时,降低泵的特性曲线就比较容易了。

然而,非重力流体不能用单个的粘度值来描述。应该用与高速剪切渗透路径有关的近似粘度估计容量和效率。适应从现有的处理一个相同液体的泵上得到。当情况不是这样时,必须估计一个近似的粘

度。目前这基本上属于推测,但有些厂商(如 Robbins 和 Myers)估计了他们泵的剪切速度,这就为近似粘度提供了精确估计。

往复泵,决定特性计量泵的主要因素是泥浆粘度,泵的运转必须慢得足以使增压腔完全注满,并且使阀门每一次都全部关闭,许多厂家都把“粘度”降低曲线包括在他们的文献中,这也只适用于重力泥浆。非重力沉淀泥浆降低基本是根据过去的经验进行推测。

对于所有的其它往复泵,可认为是没有相关的数据适合于泥浆特性所要求的降低资料,这种降低是以最大的部件寿命和最大的容积效率为根据的。

同时,在这个阶段仍然最好要向往复泵的厂家询问。厂家凭着他们的经验能够进行必要的降低和设计计算。

一般而言,从水的特性来降低泥浆泵特性的方法最好以实验为依据。在最坏的情况下,似乎是依据感觉和推测,必须做的一项工作,就是估计泵内部的近似剪切速率,这将便于对处理非重力泥浆泵的客观量度。

泵的许多问题起因于,①不了解泥浆流的特性和它与泵之间的相互作用;②用户向厂家询问时,忽略了一些数据资料;③对泵的技术要求是以最坏的情况为基础的,而不是成组的相互一致的最坏情况的数据;④缺少保养,不正确的安装,或者未能针对具体条件选择泵。

参考文献

- 1 Wonnacott G. Pump selection for slurry transport. World Pumps, april 1993;22~27

(收稿日期:1994-12-02)

(上接第 61 页)的剪应力,在 $x > 3c$ 处的剪应力很小,因此 I_{κ} 在峰值以后减小不是很明显。第四种类型的剪应力值比较小,因此 I_{κ} 值比第一、二、三种类型剪应力的值小。

3.3 当 $S_y < B$ 时,影响系数 I_{κ} 随着深度比 z_0/B 增加而增加,并在达到最大值后减小。 S_y/B 的值比较大时, I_{κ} 随着 z_0/B 逐渐增加。 $S_y/B=0$ 时,原点处的沉降量最大。随着 S_y 的增加,荷载面对表面沉降的影响减小。

3.4 在靠近荷载的地方产生沉降,对于所有的泊松比,沉降量在 $X=0.5 \sim 0.8$ 范围内达到最大值。

参考文献

- 1 Madhav M R, Pichumani N K. Surface settlement due to shear stresses at depth. J. of Geotechnical Engineering, 1994,120(7):1205~1210
- 2 Birquet J, Lee K L. Bearing capacity analysis of reinforced earth slabs. J. Geotech Engrg. ASCE, 1975, 101(12):1257~1276

(收稿日期:1994-12-12)