维普资讯 http://www.cqvip.com

第11卷第2期　　土　工　基　础　　Vol.11 No.2
1997年6月　　Soil Eng. and Foundation　　Jun. 1997

油罐罐底沉降对环墙受力的影响

徐　斌　　高大钊
(同济大学地下建筑与工程系　上海　200092)

摘　要　分析油罐环墙－筏板基础、由于罐底沉降而引起的环墙土压力变化。一方面液重水平分量对环墙产生了附加弯矩，另一方面"反拱"效应增大了土侧压力系数，并讨论了两种因素与油罐内径的关系

关键词　浅仓、锅底沉降、"反拱"效应

1　前言

目前，油罐基地的建设正在沿海各地大规模地展开，对油罐基础的研究也逐步走向成熟。但由于油罐基础类型繁多，已有的许多计算计算方法不能面面俱到。这里，我们试图探讨图1所示的环墙基础。

油罐罐底是很薄的钢板，厚度一般在10～12 mm，可作为完全柔性的薄板处理。对油罐荷载的分配多是这样的：液体荷重均匀分布在垫层上，而油罐罐体自重则作为线荷载均匀分布在环墙上(图1)。对于土压力的计算则出现了各种不同的模式。笔者在此提出一种考虑油罐罐底沉降(俗称"锅底沉降")的土压力计算模式，以供同行参考。

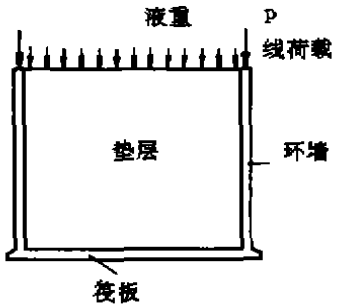


图1

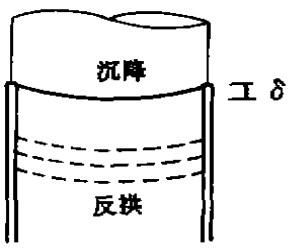


图2

2　基本概念

我们可以把环墙－筏板结构看成一个"贮仓"，当 $H>D$ 时为深仓，$H<D$ 时为浅仓。一般油罐的直径 $D>>H$，作为浅仓处理。如果出现深仓情形，可参考文献[1]。

一般的浅仓计算中，不考虑填料与仓壁之间摩擦力的影响。但由于油罐基础"锅底沉降"

收稿日期：1996－04－25

维普资讯 http://www.cqvip.com

的存在，我们认为这一摩擦力不能忽略。与深仓被填料形成正向拱作用不同，此处填料对环墙产生向上的摩擦力，类似一个反向拱，这是我们研究的出发点(图2)。

在"锅底"上，液重为法向应力，由于"锅底沉降"的存在，液重会分解出水平分量，它使得筏板产生额外的弯矩。D 越大，则该附加弯矩越显著，以致不可忽视。

3 液重水平分量的计算

油罐底板受液体荷重的影响，形成"锅底沉降"。一般认为，此时钢底板的形状为一抛物曲面，在对称面上，为图3所示的抛物线，δ 为中心沉降值。

在图3所示坐标系下，该抛物线方程为

$$Z=\delta\left(1-\frac{4}{D^2}r^2\right) \tag{1}$$

于是

$$\tan\theta=-\frac{\mathrm{d}Z}{\mathrm{d}r}=\frac{8\delta}{D^2}r$$

由于在罐底板上，液重 q 为法向应力。则液重水平分量为：

$$Q=\int_0^{\frac{D}{2}}q\sin\theta\mathrm{d}r=\int_0^{\frac{D}{2}}q\cdot\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{D^2}{8\delta r}\right)^2}}\mathrm{d}r=\frac{qD}{8\delta}\left(\sqrt{16\delta^2+D^2}-D\right) \tag{2}$$

令 $\frac{D}{\delta}=\alpha$，则(2)式可写为

$$Q=\frac{1}{8}qD\left(\sqrt{16+\alpha^2}-\alpha\right) \tag{3}$$

当 $\alpha\geqslant 40$ 时，上公式可简单地写成：

$$Q=\frac{1}{\alpha}qD \tag{4}$$

可见 D 越大，Q 越显著。对目前 D 在50 m以上的油罐，该水平分量还是有相当影响的，可酌情予以考虑。由于 δ 较小，一般保守起见，可认为竖向 q 不变，不再作竖向分解。

4 "反拱"效应对土压力分布的影响

在推导土压力公式之前，我们引进杨森公式[1]的三点假设，即：

(1)仓内填料不可压缩；

(2)从填料表面算起向下任意深度 y 处的垂直压力在整个水平断面面积 F 上是均匀分布的；

(3)不考虑筏板影响，即假设筏板无限深(对于筏板对土压力分布的影响，目前尚未有成熟的理论)。

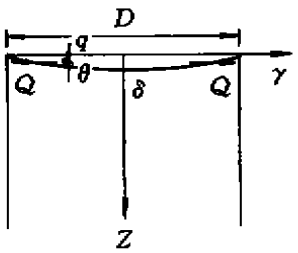


图3

在任意深度 y 处取一厚度为 dy 的单元体，其受力情况如图4，其中 q_1 为仓壁水平侧压

维普资讯 http://www.cqvip.com

力，q_y 为垂直压力，则由片体受力的平衡条件得

$$rFdy + Fq_y - F(q_y + dQ_y) + udyq_y Kf = 0 \tag{5}$$

整理得

$$dy = \frac{dq_y}{r + fK\frac{u}{F}q_y} \tag{6}$$

对此微分式在 $y=0$、$q_y=q$ 的边界条件下进行积分，得

$$q_y = e^{\frac{y}{h_0}}(h_0 r + q) - h_0 r = (1-m)q - mh_0 r \tag{7}$$

这里

$$h_0 = \frac{F}{fKu} = \frac{\frac{1}{4}\pi D^2}{fK\pi D} = \frac{D}{4Kf}$$

$$m = 1 - e^{\frac{r}{h_0}}$$

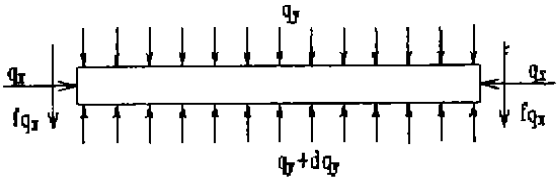


图 4

公式(5)、(6)、(7)中，

r 为填料重度(kN/m³)；

q 为填料表面上的液重(kN/m³)；

F 为"贮仓"横断面面积(m²)，$F=\frac{\pi}{4}D^2$；

D 为油罐内径(m)；

u 为"贮仓"内壁周长(m)，$u=\pi D$；

f 为填料与仓壁间摩擦系数，$f=\tan\delta$；

δ 为填料与仓壁之间的摩擦角(度)，可取 $\delta=(\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2})\varphi$；

φ 为填料的内摩擦角(度)；

K 为土侧压力系数。

于是

$$q_1 = Kq_y$$

某一实例：$q=20$ t/m²，$r=18$ kN/m³，$D=20$ m，$H=1.4$ m。取 K 为静止侧压力系数 0.5，$\varphi=30°$(取 $\delta=12°$)，则考虑"反拱"效应与不考虑"反拱"效应的土压力分布图如图 5 所示。

另外，"反拱"效应与油罐半径的关系。假设其他条件同上例，单独考虑 D 的变化。如图 6 所示，这里纵坐标表示环墙底部土压力考虑"反拱"效应与不考虑"反拱"效应的应力比，从中可明显看出应力比随 D 增加而急剧减小的趋势。

这里的土侧压力系数 K 取值按文献[1]的建议，考虑到环墙壁的刚度，取作静止侧压力系数。

维普资讯 http://www.cqvip.com

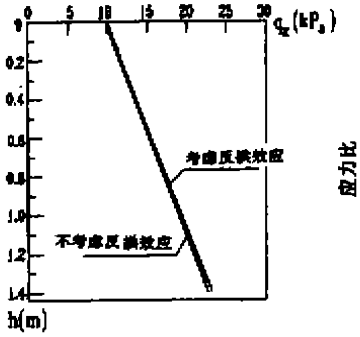


图 5

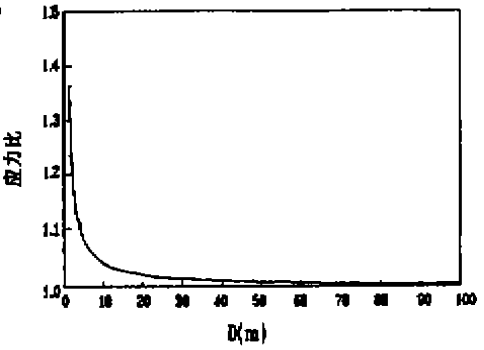


图 6

5 结语

以上只是对环墙基础土压力的计算作了理论上的分析，实际情况是很复杂的，我们很难获得有关油罐环墙土压力分布的实际数据以资对照；另外，筏板的影响此处予以忽略，故推导结果仅供计算时参考，并提供一种有益的思路。

参 考 文 献

1 陈万佳主编.港口水工建筑物.人民交通出版社.1989

2 高大钊.浙江乍浦石油化工基础、沥青基地基础设计说明书.1995

The Effect of Settement of Oil Tank Base on the ring Wall

Xu Bin *Gao Taichao*

(Underground Costruction and Eng. dept. of Tongji University Shanghai 200092)

ABSTRACT This thesis analyses oil soil pressure varing with settlement of tank base in designment of ringwall and base-slab foundation. Two factorsare taken into account, horizantal part of liquid weight and "contra-arch" effect, the relationship between and oil tank diameter also discussed.

Key words shallow barn, tank base settlement, "contra-arch" effect