

长壁园池的计称

长壁园池的计算

(一)开口园池

江苏工业学院图书馆
藏书章

緒 論

关于园水池的计算，国内流行好几种方法，其中园柱壳图表法，因查表简便，计算结果与巴氏法相同，在工程设计中，获得广泛采用。该法仅用于等壁厚园池，且园池形状系数 H^2/Dt 间隔较大。

我们按巴氏理论，提出另一种方法，并编制了图表，不论等壁厚或变壁厚园池均可使用。园池形状系数以 H/S 表示，其间隔较小。

本文只讨论界限为 $2.6 \leq H/S < 15$ 的长壁园池*，在给水排水工程中，这类园池最为常见。我们在对等壁厚和变壁厚园池进行详尽分析之后，指出两者内力变化规律及其相互联系，推荐一整套实用计算图表和公式。

有些教科书指出，池壁最大环拉力距底端约三分之一高度处，这一错误概念，早为文献〔6〕所澄清。著者通过对 $2.6 \leq H/S < 15$ 开口园池的研究，得出池壁最大环拉力位置的变化幅度为：

等壁厚园池 $X/H = 0.5769 \sim 0.1001$

变壁厚园池 $X/H = 0.5769 \sim 0.2335$

本文未讨论温度变化，地基沉陷及地震荷载对园池内力的影响。

最后，在附录—2中列入 H/S 与 H^2/Dt 对照表，以便读者将本法与园柱壳图表法作比较。

* 本文根据弹性地基梁理论，当 $H/S \geq 2.65$ 时，池壁两端边界力互不影响，将 2.65 取为 2.6 编表。 巴氏原著取 2.5。

目 录

绪论

第一章 变壁厚园池的计算

第一节 变壁厚园池的巴氏公式..... (1)

第二节 变壁厚园池的直接计算公式..... (2)

第二章 等壁厚园池的计算

第一节 等壁厚园池的巴氏公式..... (4)

第二节 等壁厚园池的直接计算公式..... (5)

第三章 园池实用计算法

第一节 等壁厚园池..... (6)

第二节 变壁厚园池..... (7)

表 1 等壁厚园池三角形荷重作用下底固定顶自由的系数表..... (11)

表 2 等壁厚园池矩形荷重作用下底固定顶自由的系数表..... (21)

表 3 等壁厚园池三角形荷重作用下底铰接顶自由的系数表..... (31)

表 4 等壁厚园池梯形荷重作用下底铰接顶自由的 K_m 系数表..... (41)

表 5 等壁厚园池矩形荷重作用下底铰接顶自由的 K_t 系数表..... (51)

表 6 Ψ' 值..... (55)

表 7 变壁厚园池三角形荷重作用下底固定顶自由 K_m 系数表..... (57)

表 8 变壁厚园池三角形荷重作用下底固定顶自由 K_2 系数表..... (59)

表 9 Ψ'' 值..... (61)

表 10 变壁厚园池矩形荷重作用下底固定顶自由 K_m 系数表..... (62)

表 11 变壁厚园池矩形荷重作用下底固定顶自由 K_2 系数表..... (63)

表 12 变壁厚园池底铰接顶自由 a/b 值表..... (65)

第四章 实例

附录一 寻墨尔系数表..... (67)

附录二 H/S 与 H^2/Dt 换算表..... (68)

107-2-16

第一章 变壁厚园池的计算

第一节 变壁厚园池的巴氏公式

在水池底部作一切口（图1-1），并取切口处的弯矩 M_1 和切力 Q_1 作为未知数，由于所讨论的问题是轴对称的，故切口上之任何地方 M_1 及 Q_1 皆相等。

根据切口处的变形条件，可成立下列两个力法典型方程式：

$$\left. \begin{aligned} \delta_{11}M_1 + \delta_{12}Q_1 &= \delta_1 g \\ \delta_{21}M_1 + \delta_{22}Q_1 &= \delta_2 g \end{aligned} \right\} \quad (1-1)$$

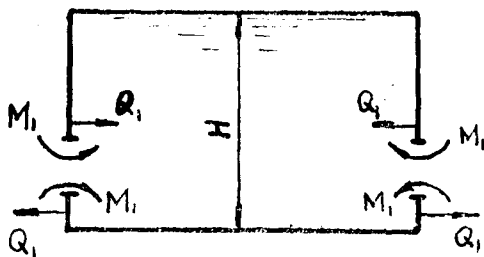


图 1-1

上列方程式中，弹性变形系数及荷重项均表示切口两边壁和底的相对变位，故它们由壁的变位和底的变位所组成。当池壁在底处为刚性嵌固时，由于 $M_1=1$ 及 $Q_1=1$ 的作用，底端转角的 EJ 倍可写为：

$$\left. \begin{aligned} \delta_{11} &= S_1/a \\ \delta_{12} &= S_1^2/2a \end{aligned} \right\} \quad (1-2)$$

由于 $M_1=1$ 及 $Q_1=1$ 的作用，底端径向位移的 EJ 倍为：

$$\left. \begin{aligned} \delta_{21} &= S_1^2/2a \\ \delta_{22} &= bS_1^3/2a \end{aligned} \right\} \quad (1-3)$$

（1-2）及（1-3）式中：

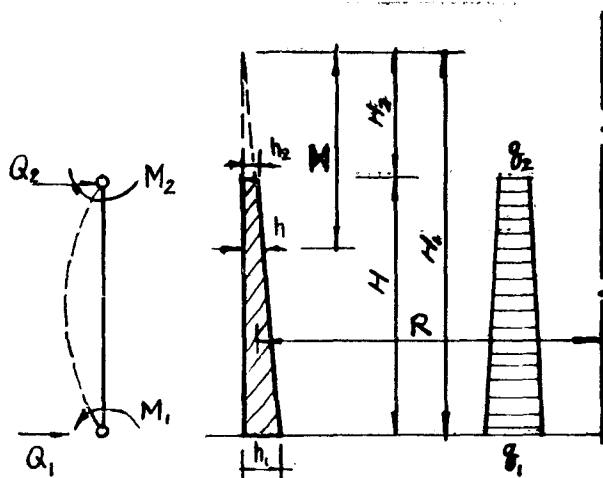
$$a = 1 - 1.25 S_1/H_1$$

$$b = 1 - 0.25 S_1/H_1$$

在梯形荷重作用下，荷重项的 EJ 倍为：

$$\left. \begin{aligned} \delta_{11}g &= S_1^4/4H \cdot (q_1 h_2/h_1 - q_2) \\ \delta_2 g &= S_1^4/4 \cdot q_1 \end{aligned} \right\} \quad (1-4)$$

方程式采用的符号(图1-2)其意义如下:



R ——池壁中间高度处的平均半径。

h ——池壁厚度,底端为 h_1 ,顶端为 h_2 。

Q_1 及 Q_2 ——边缘切力,底端为 Q_1 ,顶端为 Q_2

M_1 及 M_2 ——边缘弯矩,底端为 M_1 ,顶端为 M_2

g_1 及 g_2 ——边缘水平荷重,底端为 g_1 ,顶端为 g_2

S_1 及 S_2 ——边缘刚性特征,底端为 $S_1 = 0.76\sqrt{h_1 R}$,顶端 $S_2 = 0.76\sqrt{h_2 R}$,应用弹性地基上无限长梁理论,巴氏导得沿壁高变化的弯矩及环向拉力之公式为:

$$M_x = M_1 \eta_1 + (M_1 + S_1 Q_1) \eta_2 \quad (1-5)$$

$$T_z = T_{20} + 4R/\delta_1^4 \cdot (M_1 \delta_{12} \eta_2 - (M_1 \delta_{12} + Q_1 \delta_{22}) \eta_1) \quad (1-6)$$

式中: $T_{20} = qR$ ——转动环向拉力。

η_1 及 η_2 随 $\varphi = X/S$ 的不同查附录-1

下列方向的边缘力采用正号(+):

M_1 或 M_2 ——向壳体边缘内转动。

Q_1 或 Q_2 ——沿壳体主径向内作用。

第二节 变壁厚园池的直接计算公式

按巴氏法计算变壁厚园池,首先要用力法方程式(1-1)解出未知数 M_1 及 Q_1 ,然后代入公式(1-5)及(1-6)求得池壁弯矩和环向拉力。

我们根据巴氏理论,考虑到园池的边界条件,推导出变壁厚园池内力直接计算公式。

(一) 底端固定, 顶端自由

解力法方程式 (1-1) 得:

$$M_1 = (\delta_{12} \delta_{2g} - \delta_{22} \delta_{1g}) / (\delta_{12} \delta_{21} - \delta_{11} \delta_{22}) \quad (1-7)$$

$$Q_1 = (\delta_{11} \delta_{2g} - \delta_{21} \delta_{1g}) / (\delta_{11} \delta_{22} - \delta_{12} \delta_{21}) \quad (1-8)$$

在梯形荷重作用下, 底端固定, 顶端自由, 变壁厚园池的边缘力可得公式 (1-2) 至 (1-4) 各系数代入公式 (1-7) 及 (1-8) 中求得:

$$M_1 = q_1 S_1^3 / 4 \cdot [(h_2/h_1 - q_2/q_1)b/H - 1/S_1] a / (b-1/2) \quad (1-9)$$

$$Q_1 = q_1 S_1^2 / 2 \cdot [1/S_1 - (h_2/h_1 - q_2/q_1)1/2H] a / (b-1/2) \quad (1-10)$$

当荷重为三角形时:

$$q_1 = \gamma H; \quad q_2 = 0.$$

代入公式 (1-9) (1-10) 得:

$$M_1 = \gamma S_1^3 / 4 \cdot (bh_2/h_1 - H/S_1) a / (b-1/2) \quad (1-11)$$

$$Q_1 = \gamma S_1^2 / 2 \cdot (H/S_1 - h_2/2h_1) a / (b-1/2) \quad (1-12)$$

当荷重为矩形时:

$$q_1 = q_2 = p$$

代入公式 (1-9) 及 (1-10) 得:

$$M_1 = S_1^3 p / 4 \cdot [(h_2/h_1 - 1)b/H - 1/S_1] a / (b-1/2) \quad (1-13)$$

$$Q_1 = S_1^2 p / 2 \cdot [1/S_1 - (h_2/h_1 - 1)1/2H] a / (b-1/2) \quad (1-14)$$

在三角形荷重作用下, 底端固定, 顶端自由, 变壁厚园池的池壁弯矩和环向拉力, 可将公式 (1-11) (1-12) (1-2) (1-3) 代入公式 (1-5) 及 (1-6) 求得:

$$M_x = \gamma S_1^3 / 4 \cdot [(bh_2/h_1 - H/S_1)\eta_3 + 2(H/S_1 - h_2/2h_1)\eta_2] a / (b-1/2) \quad (1-15)$$

$$T_2 = \gamma R H \left\{ 1 - X/H - [1/2(S_1 bh_2/Hh_1 - 1)\eta_4 + (1 - S_1 h_2/2Hh_1)b\eta_1] 1/(b-1/2) \right\} \quad (1-16)$$

在矩形荷重作用下, 底端固定, 顶端自由, 变壁厚园池的池壁弯矩和环向拉力, 则以公式 (1-13) (1-14) (1-2) (1-3) 代入公式 (1-5) 及 (1-6) 求得:

$$M_x = p S_1^3 / 4 \left\{ [(h_2/h_1 - 1)b/H - 1/S_1]\eta_3 + 2[1/S_1 - (h_2/h_1 - 1)1/2H]\eta_2 \right\} a / (b-1/2) \quad (1-17)$$

$$T_2 = p R \left\{ 1 - [(h_2/h_1 - 1)bS_1/2H - 1/2]\eta_4 \cdot 1/(b-1/2) - [1 - (h_2/h_1 - 1)S_1/2H]b\eta_1 \cdot 1/(b-1/2) \right\} \quad (1-18)$$

(二) 底端铰接, 顶端自由

当池壁底端为铰接或部分铰接时, 根据切口处的变形条件, 其力法方程式为:

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= 0 \\ \delta_{22}Q &= \delta_{2g} \end{aligned} \right\} \quad (1-19)$$

以(1-3)及(1-4)式中变形系数 δ_{22} 及 δ_{2g} 代入上式解得:

$$Q_1 = a/b \cdot S_1 q_1 / 2 \quad (1-20)$$

当池壁底端为部分铰接时, 将(1-20)式乘以铰接系数 m 予以修正:

$$Q_1 = m \cdot a/b \cdot S_1 q_1 / 2 \quad (1-21)$$

于是在梯形荷重作用下, 考虑铰接系数的变壁厚园池的池壁内力可由下式计算:

$$M_x = m \cdot a/b \cdot S_1^2 q_1 / 2 \cdot \eta_2 \quad (1-22)$$

$$T_2 = T_{20} - m q_1 R \eta_1 \quad (1-23)$$

铰接系数 m 的物理意义就是约束池壁径向滑动的程度。每种连接形式的 m 值, 须通过试验按下式确定:

$$m_1 = 1 - \delta_{tp} / \delta_{2g} \quad (1-24)$$

式中: δ_{tp} ——池壁与底板有一定连接约束时的径向位移。

δ_{2g} ——池壁底端自由滑动时的径向位移。

底端为理想铰接取 $m=1$, 公式(1-22)及(1-23)可改写为:

$$M_x = a/b \cdot S_1^2 q_1 / 2 \cdot \eta_2 \quad (1-25)$$

$$T_2 = T_{20} - q_1 R \eta_1 \quad (1-26)$$

底端为自由滑动取 $m=0$, 此时, 池壁不产生弯矩, 只有环向拉力 $T_2 = T_{20}$ 在三角形荷重(液压)作用下:

$$T_2 = \gamma R (H - X) \quad (1-27)$$

当荷重为三角形(液压)时以 $q_1 = \gamma H$ 代入(1-25)及(1-26)式得:

$$M_x = a/b \cdot \gamma H S_1^2 / 2 \cdot \eta_2 \quad (1-28)$$

$$T_2 = \gamma H R [1 - X/H - \eta_1] \quad (1-29)$$

当荷重为矩形时, 以 $q_1 = p$ 代入(1-25)及(1-26)式得:

$$M_x = a/b \cdot p S_1^2 / 2 \cdot \eta_2 \quad (1-30)$$

$$T_2 = p R (1 - \eta_1) \quad (1-31)$$

第二章 等壁厚园池的计算

第一节 等壁厚园池的巴氏公式

在等壁厚的情况下, 即当 $h_1 = h_2$ 及 $H_1 = \infty$ 时得:

$$\left. \begin{aligned} \delta_{11} &= S \\ \delta_{12} &= \delta_{21} = S^2 / 2 \\ \delta_{22} &= S^3 / 2 \\ \delta_{1g} &= S^4 / 4H \cdot (q_1 - q_2) \\ \delta_{2g} &= q_1 S^4 / 4 \end{aligned} \right\} \quad (2-1)$$

式中: $S=0.76\sqrt{hR}$

力法联立方程式为:

$$\left. \begin{aligned} SM_1 + S^2/2 \cdot Q_1 &= S^4/4H \cdot (q_1 - q_2) \\ S^2/2 \cdot M_1 + S^3/2 \cdot Q_1 &= q_1 S^4/4 \end{aligned} \right\} \quad (2-2)$$

沿池壁高变化的弯矩及环向拉力, 按下列决定:

$$M_x = M_1 \eta_1 + (M_1 + SQ_1) \eta_2 \quad (2-3)$$

$$T_2 = T_{20} + 2R/S^2 \cdot [M_1 \eta_2 - (M_1 + SQ_1) \eta_1] \quad (2-4)$$

第二节 等壁厚园池的直接计算公式

根据上节巴氏公式, 考虑到池壁底端的边界条件, 可以用解决变壁厚园池相同的方法, 来推导等壁厚园池的直接计算公式; 但是这一程序无需进行, 因为等壁厚是变壁厚的特殊情况, 我们可以从第一章中相当简便地得到等壁厚园池的直接计算公式。

(一) 底端固定 顶端自由

等壁厚 $h_1 = h_2$, $a = b = 1$, $S_1 = S$

代入 (1-15) 及 (1-16) 式得三角形荷重 (液压) 作用下, 园池的池壁内力为:

$$M_x = \gamma HS^2/2 \cdot [\eta_2 - (1 - S/H) \eta_1] \quad (2-5)$$

$$T_2 = \gamma RH [1 - X/H - \eta_1 - (1 - S/H) \eta_2] \quad (2-6)$$

以相同条件代入 (1-17)、(1-18) 式, 得矩形荷重作用下, 园池的池壁内力为:

$$M_x = -pS^2/2 \cdot (\eta_1 - \eta_2) = -pS^2/2 \cdot \eta_4 \quad (2-7)$$

$$T_2 = pR [1 - \eta_1 - \eta_2] = pR(1 - \eta_3) \quad (2-8)$$

(二) 底端铰接、顶端自由

在梯形荷重作用下, 考虑铰接系数的等壁厚园池的池壁弯矩按下式确定:

$$M_x = mS^2 q_1/2 \cdot \eta_2 \quad (2-9)$$

当底端为理想铰接时, 等壁厚园池的池壁弯矩为:

$$M_x = S^2 q_1/2 \cdot \eta_2 \quad (2-10)$$

当荷重为三角形 (液压) 时:

$$M_x = \gamma HS^2/2 \cdot \eta_2 \quad (2-11)$$

当荷重为矩形时:

$$M_x = pS^2/2 \cdot \eta_2 \quad (2-12)$$

等壁厚园池的池壁环向拉力公式, 不论底端固定或铰接, 均与变壁厚园池的池壁环向拉力对应公式相同。

第三章 园池实用计算法

园池内力直接计算公式, 特别是变壁厚园池公式, 不便于实际应用, 但是借助这些公

式, 我们可以研究园池内力变化规律, 拟定实用计算法。

第一节 等壁厚园池

(一) 底固定、顶自由

(1) 在三角形荷重作用下:

弯矩公式 (2-5) 及环拉力公式 (2-6) 可简化为:

$$M_x = K_m \gamma H^3 \quad (3-1)$$

$$T_2 = K_t \gamma R H \quad (3-2)$$

式中: K_m ——弯矩系数, 查表-1

K_t ——环拉力系数, 查表-1

根据 H/S 及 φ 值不同, 由表-1 可以很方便求得园池沿壁高各点弯矩及环向拉力。设计人员感兴趣的是, 池壁最大负弯矩, 最大正弯矩, 最大环向拉力以及它们的位置。

最大负弯矩发生在 $\varphi=0$ (池壁底端) 其系数值按 H/S 不同由表-1 查得。

最大正弯矩发生在 $\varphi=1.5$, 当 $H/S=2.6-15$ 时, 其位置变动在 $X/H=0.5769-0.1001$ 之间。著者推荐最大正弯矩按下式计算:

$$\left. \begin{array}{ll} H/S=2.6 \sim 5.8 & +\max M = +0.061 \gamma h R H \\ H/S=5.8 \sim 15 & +\max M = +0.060 \gamma h R H \end{array} \right\} \quad (3-3)$$

最大环向拉力发生在 $\varphi=1.5-2.5$, 当 $H/S=2.6-15$ 时, 其位置 $X/H=0.5769-0.1668$, 最大环向拉力系数由表-1 查得。

(2) 在矩形荷重作用下:

弯矩公式 (2-7) 及环向拉力公式 (2-8) 可简化为:

$$M_x = K_m p H^2 \quad (3-4)$$

$$T_2 = K_t p R \quad (3-5)$$

式中: K_m ——弯矩系数 查表-2

K_t ——环拉力系数 查表-2

最大负弯矩发生在 $\varphi=0$ (池壁底端), 其系数值按 H/S 查表-2

最大正弯矩发生在 $\varphi=1.5$, 当 $H/S=2.6-15$ 时, 其位置 $X/H=0.5769-0.1001$, 著者推荐最大正弯矩按下式计算:

$$+\max M = +0.0597 p h R \quad (3-6)$$

最大环向拉力发生在 $\varphi=1.5-2.5$, 当 $H/S=2.6-15$ 时, 其位置 $X/H=0.5769-0.1668$ 最大环向拉力系数查表-2。

(二) 底铰接, 顶自由

(1) 在三角形荷重作用下:

弯矩公式 (2-11) 及环向拉力公式 (1-29) 可改写为:

$$M_x = K_m \gamma H^3 \quad (3-1)$$

$$T_2 = K_t \gamma R H \quad (3-2)$$

此时, 系数 K_m , K_t 由表-3查得

最大正弯矩发生在 $\varphi=1.0$ 处, 当 $H/S=2.6\sim 15$ 时, 其位置 $X/H=0.3846\sim 0.0667$ 。著者推荐最大正弯矩按下式计算:

$$+ \max M = +0.0894 \gamma h R H \quad (3-7)$$

最大环向拉力, 发生在 $\varphi=1.0\sim 2.0$, 当 $H/S=2.6\sim 15$ 时, 其位置 $X/H=0.3846\sim 0.1334$, 最大环向拉力系数查表-3。

(2) 在矩形荷重作用下:

弯矩公式(2-12)及环向拉力公式(1-31)可改写为:

$$M_x = K_m p H^2 \quad (3-4)$$

$$T_2 = K_t p R \quad (3-5)$$

式中: K_m 为弯矩系数, 查表-4

K_t 为环拉力系数, 查表-5

最大正弯矩发生在 $\varphi=1.0$ 处, 当 $H/S=2.6\sim 15$ 时, 其位置 $X/H=0.3846\sim 0.0667$ 。著者推荐最大正弯矩按下式计算:

$$+ \max M = +0.0653 p h R \quad (3-8)$$

最大环向拉力发生在 $\varphi=1.5$, 当 $H/S=2.6\sim 15$ 时, 其位置 $X/H=0.5769\sim 0.1001$ 。最大环向拉力按下式计算:

$$T_2 = +0.9842 p R \quad (3-9)$$

第二节 变壁厚园池

变壁厚园池亦可如同等壁厚园池一样编制表格, 以计算沿池壁各点的内力, 由于此时, K_m 及 K_t 不仅是 H/S_1 的函数, 而且是 h_2/h_1 的函数, 这样就使编表工作量相当巨大, 同时不利于节约篇幅。

对于变壁厚园池的池壁弯矩, 控制值是最大负弯矩和最大正弯矩, 我们从这两个控制值求得池壁弯矩。

对于环向拉力可以将变壁厚的问题简化为类似等壁厚的公式, 读者在使用时并不困难。

(一) 底固定, 顶自由

(1) 在三角形荷重作用下:

根据巴氏力法方程式, 等壁厚园池池壁底端弯矩为:

$$M_1 = \gamma S_1^3 / 2 \cdot (1 - H/S_1) \quad (3-10)$$

将上式与公式(1-11)比较, 得变壁厚园池池壁底端弯矩为:

$$M_1 = \psi' \gamma S_1^3 / 2 \cdot (1 - H/S_1) \quad (3-11)$$

式中: $\psi' = 0.5a(bh_2/h_1 - H/S_1) \div (b-1/2)(1-H/S_1)$ (3-12)

ψ' 值大于1, 列于表-6

(3-11)式表明: 变壁厚园池最大负弯矩可按等壁厚解乘以修正系数 ψ' 计算。

读者利用表-1及表-6, 很容易求得变壁厚园池池壁底端最大负弯矩。

最大正弯矩系数列于表-10最大正弯矩发生在 $\varphi=1.5$ 处最大正弯矩按下式计算:

$$+ \max M = K_m \gamma H^3 \quad (3-13)$$

环向拉力可将变壁厚问题简化为类似等壁厚的公式

$$T_2 = K_t \gamma R H \quad (3-14)$$

$$\text{式中: } K_t = 1 - X/H - (\eta_1 + K_1 \eta_2) \quad (3-15)$$

K_1 由表-8查得, X/H 值由表-5查得, $\eta_1 \eta_2$ 由附录-1查得。

(2) 在矩形荷重作用下:

变壁厚园池池壁底端弯矩为:

$$M_1 = -\psi'' S_1^2 p / 2 \quad (3-16)$$

$$\text{式中: 修正系数 } \psi'' = -0.5a \cdot [(h_2/h_1 - 1)bS_1/H - 1] / (b - 1/2) \quad (3-17)$$

ψ'' 值大于1, 列于表-9

读者利用表-2及表-9, 可求得变壁厚园池池壁底端最大负弯矩。

最大正弯矩系数 K_m 列于表-10, 最大正弯矩按下式计算:

$$+ \max M = K_m p H^2 \quad (3-18)$$

环向拉力由下式计算:

$$T_2 = K_t p R \quad (3-19)$$

$$\text{式中: } K_t = 1 - (\eta_1 + K_2 \eta_2) \quad (3-20)$$

K_2 由表11查得, $\eta_1 \eta_2$ 由附录-1查得

(二) 底铰接, 顶自由

(1) 在三角形荷重作用下:

弯矩按下式计算:

$$M_x = a/b \times \gamma H S_1^2 / 2 \times \eta_2 \quad (3-22)$$

上式与(2-11)比较, 可见等壁厚园池池壁弯矩乘以 a/b 即得变壁厚园池池壁弯矩, a/b 值列于表-12

环向拉力与等壁厚园池池壁环向拉力相同

(2) 在矩形荷重作用下:

弯矩按下式计算:

$$M_x = a/b \cdot p S_1^2 / 2 \cdot \eta_2 \quad (3-23)$$

上式与(2-12)比较, 可见等壁厚园池池壁弯矩乘以 a/b 即得变壁厚园池池壁弯矩, a/b 值列于表-12

环向拉力与等壁厚园池池壁环向拉力相同。

第四章 实 例

例一: 一无盖园形水池, 池壁底端固定, 池壁厚 $h=13\text{CM}$, 水池高度 $H=4.5\text{M}$ 园水池壁中心线半径 $R=12.25\text{M}$ 试计算池壁的内力。

解: 按上端自由, 下端固定计算。

池壁的刚性特征 $S=0.76\sqrt{hR}=0.76\sqrt{12.25\times 0.13}=0.96$

$H/S=4.5/0.96=4.68$ (以4.7计算)

查表一由插入法得池壁最大内力系数为:

$$K_m = -0.0179 \quad K_m = +0.0048 \quad K_t = +0.5338$$

则 $-M_{max} = 0.0179 \times 1 \times 4.5^3 = -1.6311T-M$ 作用在池壁底端

$+M_{max} = +0.0048 \times 4.5^3 = +0.4374T-M$ 作用在距池底0.3193H处即1.437M处。

$+T_{max} = +0.5338 \times 1 \times 12.25 \times 4.5 = +29.43T$ 作用在距池底0.4267H处即1.92M处。

沿池壁各点的环向拉力及竖向弯矩略。

例二: 一无盖圆形水池, 池壁底端为杯槽式联接, $h=13\text{CM}$, $H=4.5\text{M}$, $R=12.25\text{M}$ 试求池壁内力。

解: 按上端自由, 下端铰接计算:

$S=0.96$, $H/S=4.68$ (以4.7计算)

查表三 由插入法得池壁最大内力系数为:

$$K_m = +0.0007 \quad K_t = +0.6649$$

则 $+M_{max} = +0.0007 \times 1 \times 4.5^3 = +0.6378T-M$ 作用在距池底0.2129H处即0.958M处,

$T_{max} = +0.6649 \times 1 \times 12.25 \times 4.5 = +36.65T$ 作用在距池底0.3193H处即1.437M处,

沿池各点的环向拉力及竖向弯矩略。

例三: 一无盖圆形水池, 池壁上端厚 $h_2=8$ 公分, 下端厚 $h_1=16$ 公分, 池高 $H=5\text{M}$, 池壁中心处平均半径 $R=4.56\text{M}$ 试求水池内力

解: 按上端自由, 下端固定变壁厚计算

$$S_1 = 0.76\sqrt{h_1 R} = 0.76\sqrt{0.16 \times 4.56} = 0.65$$

$$H/S_1 = 5/0.65 = 7.7 \quad h_2/h_1 = 0.08/0.16 = 0.5$$

查表一插入得 $K_m = -0.0074$ 查表六得修正系数 $\psi' = 1.1704$

查表七插入得 $K_m = +0.002437$

查表八插入得 $K_1 = 0.876$ 则 $K_t = 1 - X/H - (\eta_1 + 0.876\eta_2)$

由公式得 $-M_{max} = -0.0074 \times 1.1704 \times 1 \times 5^3 = -1.097T-M$ 作用在底端

$+M_{max} = +0.002437 \times 1 \times 5^3 = 0.3046T-M$ 作用在 $\varphi=1.5$ 处即0.13H处(0.65M处)

$$T = K_t \gamma R H = 22.8 K_t \quad \text{数值列如下表}$$

φ	η_1	η_2	X/H	$1-X/H$	$\eta_1 + 0.876\eta_2$	$\frac{1-X/H-(\eta_1+0.876\eta_2)}{(\eta_1+0.876\eta_2)}$	$22.8K_t(T)$
1.0	0.1988	0.3096	0.1299	0.8701	0.47	0.4001	9.12
1.5	0.0158	0.2226	0.1949	0.8051	0.2108	0.5943	13.55

2	-0.0564	0.1231	0.2698	0.7302	0.0514	0.6788	15.48
2.5	-0.0658	0.0491	0.3248	0.6752	-0.0238	0.6990	15.94
3	-0.0493	0.00703	0.3798	0.6202	-0.0431	0.6633	15.12
3.5	-0.0283	-0.01059	0.4431	0.5569	-0.0376	0.5945	13.56

表中可见最大环拉力的位置在 $\varphi=2.5$ 处即0.3248H处 (即距池底1.624M处)
最大环拉力 $T=15.94$ 吨

参考文献:

1. 钢筋混凝土及砧石结构 (第四分册) “工程结构”教材选编小组 中国工业出版社
2. 钢筋混凝土结构字下册 中国工业出版社
3. 钢筋混凝土结构字下册 萨哈诺夫斯基 中国工业出版社
4. 结构设计手册 (内部资料) 华东市政工程设计院
5. 结构设计手册 第二册 水池及板 中南给水排水设计院
6. 土木工程学报 第9卷第五期 1963年
7. 给排水标准图集 钢筋混凝土蓄水池 (整体式) 设计 施工及选用说明 (初稿)
上海市市政工程设计院 72年11月

说明: 表1、2、3、4、5、7、10插图中符号改为 $K_m, K_t, K_q, q_1, q_2, P$ 。

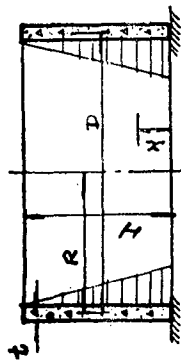
三角形荷重
底固定 頂自由

$$M_x = K_M \gamma H^3$$

$$T = K_T \gamma R H$$

$$Q = K_Q \gamma H^2$$

表 1



H/S	2.6			2.8			3.0			3.2		
	K _m	K _t	X/H	K _m	K _t	X/H	K _m	K _t	X/H	K _m	K _t	X/H
0	-0.0455	0	0	-0.0410	0	0	-0.0371	0	0	-0.0336	0	0
1.0	+0.0139	+0.2261	0.3846	+0.0116	+0.2451	0.3571	+0.0099	+0.2615	0.3333	+0.0085	+0.2758	+0.3125
1.5	+0.0158	+0.2703	0.5769	+0.0136	+0.3054	0.5357	+0.0118	+0.3358	0.5	+0.0104	+0.3624	+0.4888
2.0	+0.0117	+0.2114	0.7692	+0.0102	+0.2631	0.7142	+0.0089	+0.3077	0.6666	+0.0079	+0.3468	+0.6250
2.5	+0.0066	+0.0741	0.9615	+0.0058	+0.1414	0.8928	+0.0052	+0.1998	0.8333	+0.0046	+0.2507	+0.7813
3.0	+0.0028	-0.1088	1.1538	+0.0025	+0.0265	1.0713	+0.0022	+0.0447	0.9999	+0.0020	+0.1070	+0.9375
3.5										+0.0004	-0.0728	+1.0938
K _q	+0.3106			+0.2933			+0.2777			+0.2636		

H/S	3.4			3.6			3.8			4.0		
	K _m	K _t	X/H	K _m	K _t	X/H	K _m	K _t	X/H	K _m	K _t	X/H
0	-0.0307	0	0	-0.0279	0	0	-0.0255	0	0	-0.0235	0	0
1.0	+0.0074	+0.2881	0.2947	+0.0064	+0.2998	0.2778	+0.0056	+0.3100	0.2631	+0.0050	+0.3190	0.25
1.5	+0.0092	+0.3851	0.4421	+0.0082	+0.4067	0.4167	+0.0073	+0.4255	0.3947	+0.0066	+0.4422	0.375
2.0	+0.0071	+0.3802	0.5894	+0.0063	+0.4119	0.5556	+0.0057	+0.4395	0.5262	+0.0052	+0.4641	0.5
2.5	+0.0042	+0.2945	0.7368	+0.0037	+0.3358	0.6945	+0.0034	+0.3718	0.6578	+0.0031	+0.4040	0.625
3.0	+0.0018	+0.1603	0.8841	+0.0016	+0.2108	0.8334	+0.0015	+0.2548	0.7893	+0.0014	+0.2940	0.75
3.5	+0.0004	+0.0043	1.0315	+0.0004	+0.0637	0.9723	+0.0004	+0.0996	0.9209	+0.0003	+0.1541	0.875
4.0				-0.0002	-0.0892	1.1112	-0.0002	-0.0302	1.0524	-0.0002	+0.0224	1.000
K _q	+0.2512			+0.2392			+0.2285			+0.2187		

H/S	4.2			4.4			4.6			4.8		
	Km	Kt	X/H	Km	Kt	X/H	Km	Kt	X/H	Km	Kt	X/H
0	-0.0216	0	0	-0.0200	0	0	-0.0186	0	0	-0.0172	0	0
1.0	+0.0045	+0.3272	0.2381	+0.0040	+0.3347	0.2273	+0.0037	+0.3415	0.2174	+0.0033	+0.3478	0.2083
1.5	+0.0060	+0.4574	0.3572	+0.0055	+0.4712	0.3410	+0.0050	+0.4839	0.3261	+0.0046	+0.4955	0.3125
2.0	+0.0047	+0.4864	0.4762	+0.0043	+0.5067	0.4546	+0.0040	+0.5253	0.4348	+0.0036	+0.5423	0.4166
2.5	+0.0028	+0.4331	0.5953	+0.0026	+0.4596	0.5683	+0.0024	+0.4839	0.5435	+0.0022	+0.5061	0.5208
3.0	+0.0013	+0.3297	0.7143	+0.0012	+0.3620	0.6819	+0.0011	+0.3916	0.6522	+0.0010	+0.4189	0.6249
3.5	+0.0003	+0.2030	0.8334	+0.0003	+0.2409	0.7956	+0.0003	+0.2757	0.7609	+0.0003	+0.3076	0.7291
4.0	-0.0001	+0.0702	0.9524	-0.0001	+0.1135	0.9092	-0.0001	+0.1533	0.8696	-0.0001	+0.1898	0.8332
4.5	-0.0003	-0.0608	1.0715	-0.0002	+0.0121	1.0229	-0.0002	+0.0326	0.9783	-0.0002	+0.0736	0.9374
5.0							-0.0002	-0.0839	1.0870	-0.0002	-0.0383	1.0415
Kq	+0.2097			+0.2014			+0.1937			+0.1866		