

文章编号:1005-0523(2001)02-0063-05

地基内竖向三角形荷载引起的土中应力公式

陈 翥, 蒋 嵘

(苏州城建环保学院, 苏州 215011)

摘要:以明德林解答为依据,系统推导了作用在半无限弹性体(地基)内部的矩形面积上三角形分布荷载引起的土中应力分量的计算表达式¹⁹。

关键词:半无限体;应力;矩形面积;三角形荷载

中图分类号: TU 431 **文献标识码:** A

0 引言

在地基沉降计算时,必须求出地基中由外荷载引起的附加应力¹⁹。目前,工程中仍以布辛奈斯克或弗拉芒解答为依据计算土中附加应力,也即视外荷载作用于半无限弹性体(地基)表面¹⁹。实际上建筑物基础总是具有一定埋深的,上部结构荷载是通过基础传递到地基内部而并不直接作用在地表面,所以以布亲奈期斯克或弗拉芒解答为依据计算得到的土中附加应力与实际工程情况存在一定差异,而且这种差异随着基础埋深的增大而更加明显,这也许是地基沉降的理论计算值与实际观测值存在不符的原因之一¹⁹。1936年美国学者明德林导得了半无限弹性体内部集中力引起的土中应力分量计算公式^{[1] 19}。1957年以来,我国学者以明德林解答为依据,导得了竖向发布荷载下的土中竖向应力计算公式和竖向矩形分布荷载引起的土中应力分量的计算公式^{[2][3] 19}。本文在上述研究的基础上,系统推导了半无限弹性体内部矩形面积上竖向三角形分布荷载引起的土中应力分量计算公式¹⁹。

1) 半无限弹性体内部竖向集中力引起的土中应力分量计算公式

如图 1 所示,明德林推导得到了作用于半无限弹性体内部竖向集中力引起的土中应力分量计算表达式,分别写为如下:

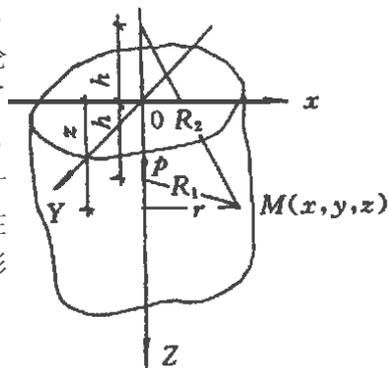


图 1 土体内集中力作用下的土中应力

$$\sigma_x = \frac{P}{8\pi(1-\mu)} \left\{ \frac{(1-2\mu)(z-h)}{R_1^3} - \frac{(1-2\mu)(z-h)}{R_2^3} + \frac{3(z-h)^3}{R_1^5} + \frac{3(3-4\mu)z(z+h)^2 - 3h(z+h)(5z-h)}{R_2^5} + \frac{30zh(z+h)^3}{R_2^7} \right\} \quad (1)$$

$$\sigma_y = \frac{P}{8\pi(1-\mu)} \left\{ -\frac{(1-2\mu)(z-h)}{R_1^3} + \frac{3x^2(z-h)}{R_1^5} - \frac{(1-2\mu)[3(z-h) - 4\mu(z+h)]}{R_2^3} + \frac{3(3-4\mu)x^2(z-h) - 6h(z+h)[(1-2\mu)z - 2\mu h]}{R_2^5} + \frac{30zhx^2(z+h)}{R_2^7} + \frac{4(1-\mu)(1-2\mu)}{R_2(R_2+z+h)} \left(1 - \frac{x^2}{R_2(R_2+z+h)} - \frac{x^2}{R_2^2} \right) \right\} \quad (2)$$

$$\sigma_z = \frac{P}{8\pi(1-\mu)} \left\{ -\frac{(1-2\mu)(z-h)}{R_1^3} + \frac{3y^2(z-h)}{R_1^5} - \frac{(1-2\mu)[3(z-h) - 4\mu(z+h)]}{R_2^3} \right\}$$

收稿日期:2000-09-08

作者简介:陈翥(1962-),男,苏州城建环保学院副教授¹⁹。

$$+ \frac{3(3-4\mu)y^2(z-h) - 6h(z+h)[(1-2\mu)z-2\mu]}{R_2^5} + \frac{30zhy^2(z+h)}{R_2^7} + \frac{4(1-\mu)(1-2\mu)}{R_2(R_2+z+h)} \left(1 - \frac{y^2}{R_2(R_2+z+h)} - \frac{y^2}{R_2^2}\right) \quad (3)$$

$$\tau_y = \frac{Pxy}{8\pi(1-\mu)} \left\{ \frac{3(z-h)}{R_1^5} + \frac{3(3-4\mu)(z-h)}{R_2^5} - \frac{4(1-\mu)(1-2\mu)}{R_2^2(R_2+z+h)} \left(\frac{1}{R_2+z+h} + \frac{1}{R_2} \right) + \frac{30zh(z+h)}{R_2^7} \right\} \quad (4)$$

$$\tau_z = \frac{Py}{8\pi(1-\mu)} \left\{ \frac{1-2\mu}{R_1^3} - \frac{1-2\mu}{R_2^3} + \frac{3(z-h)^2}{R_1^5} + \frac{3(3-4\mu)z(z+h) - 3h(3z+h)}{R_2^5} + \frac{30zh(z+h)^2}{R_2^7} \right\} \quad (5)$$

$$\tau_x = \frac{Px}{8\pi(1-\mu)} \left\{ \frac{1-2\mu}{R_1^3} - \frac{1-2\mu}{R_2^3} + \frac{3(z-h)^2}{R_1^5} + \frac{3(3-4\mu)z(z+h) - 3h(3z+h)}{R_2^5} + \frac{30zh(z+h)^2}{R_2^7} \right\} \quad (6)$$

$$\text{式中 } R_1 = \sqrt{x^2 + y^2 + (z-h)^2};$$

$$R_2 = \sqrt{x^2 + y^2 + (z+h)^2};$$

p —— 作用于半无限弹性体内部的集中力;

h —— 集中力作用深度;

μ —— 土的泊松比;

x, y, z —— 分别为所求应力点在 x 轴、 y 轴及 z 轴上的坐标值^[13]

2) 半无限弹性体内部矩形面积上竖向三角形分布荷载引起的土中应力分量计算公式

如图 2(a) 所示, 具有一定埋深的矩形偏心受荷基础, 当基底附加应力为三角形分布时, 可利用明德林基本解答推导出其引起的在地基土中任一点的附加应力分量计算公式, 尽管由于基坑开挖后其边界条件不完全符合三角形分布荷载作用在地基内部时的边界条件, 但外荷载是在基础修筑完成、基坑回填后才逐渐全部作用在土体中的[如图 2(b) 所示], 此时可以近似认为边界条件符合三角形分布荷载作用在地基内部时的边界条件, 因此以明德林基本解答为依据推导得到的三角形分布荷载引起的土中应力分量计算公式, 可近似应用于工程实际计算中

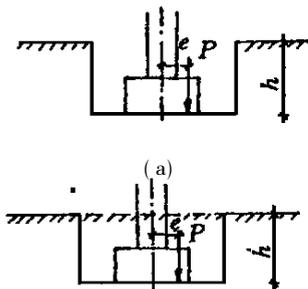


图 2 基础修筑前后的基坑情况

(a) 修筑前(中); (b) 修筑后

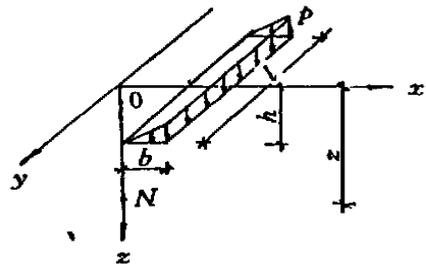


图 3 土体内矩形面积上三角形分布荷载

作用下的土中应力

对于半无限弹性体内部矩形面积上竖的三角形分布荷载, 如图 3 所示, 其引起的矩形面积压力强度为零过角点下某一深度处 N 点的应力分量计算公式, 可对式(1)~式(6)在矩形面积范围内积分求得, 即:

$$\begin{aligned} \sigma &= \int \int \frac{px}{8\pi(1-\mu)b} \left\{ \frac{(1-2\mu)(z-h)}{R_1^3} - \frac{(1-2\mu)(z-h)}{R_2^3} + \frac{3(z-h)^3}{R_1^5} \right. \\ &\quad \left. + \frac{3(3-4\mu)z(z-h)^2 - 3h(z+h)(5z-h)}{R_2^5} + \frac{30zh(z+h)^3}{R_2^7} \right\} dx dy \\ &= \frac{p}{8\pi(1-\mu)} \left\{ \frac{(1-2\mu)(z-h)}{b} \left[\ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (z-h)^2}}{z-h} - \ln \frac{l + \sqrt{b^2 + l^2 + (z-h)^2}}{b^2 + (z-h)^2} \right] - \frac{(1-2\mu)(z-h)}{b} \right. \\ &\quad \left[\ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (z+h)^2}}{z+h} - \ln \frac{l + \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}}{b^2 + (z+h)^2} \right] + \frac{(z-h)^3}{b} \left[\frac{l}{(z-h)^2} - \frac{l}{l^2 + (z-h)^2} \right] - \frac{l}{b^2 + (z-h)^2} \right. \\ &\quad \left. + \frac{(3-4\mu)z(z+h)^2 - h(z+h)(5z-h)}{b} \left[\frac{l}{(z+h)^2} - \frac{l}{l^2 + (z+h)^2} \right] - \frac{l}{b^2 + (z+h)^2} \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{2zh(z+h)^3}{b} \left\{ \frac{l(z+h)^2 + 2l[l^2 + (z+h)^2]}{(z+h)^4 [l^2 + (z+h)^2]^2} - \frac{l[b^2 + (z+h)^2] + 2l[b^2 + l^2 + (z+h)^2]}{[b^2 + (z+h)^2]^2 [b^2 + l^2 + (z+h)^2]^{3/2}} \right\} \\
\sigma_x = & \int_0^b \int_0^h \frac{px}{8\pi(1-\mu)b} \left\{ -\frac{(1-2\mu)(z-h)}{R_1^3} + \frac{3x^2(z-h)}{R_1^5} - \frac{(1-2\mu)[3(z-h) - 4\mu z + h]}{R_2^3} \right. \\
& + \frac{3(3-4\mu)x^2(z-h) - 6h(z+h)[(1-2\mu)z - 2\mu h]}{R_2^5} + \frac{30zhx^2(z+h)}{R_2^7} + \frac{4(1-\mu)(1-2\mu)}{R_2(R_2+z+h)} \\
& \left. \left(1 - \frac{x^2}{R_2(R_2+z+h)} - \frac{x^2}{R_2^2} \right) \right\} dx dy \\
= & \frac{p}{8\pi(1-\mu)} \left\{ \frac{(1-2\mu)(z-h)}{b} \left[\ln \frac{l + \sqrt{b^2 + l^2 + (z-h)^2}}{b^2 + (z-h)^2} - \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (z-h)^2}}{z-h} \right] \right. \\
& + \frac{z-h}{b} \left[2 \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (z-h)^2}}{z-h} - 2 \ln \frac{l + \sqrt{b^2 + l^2 + (z-h)^2}}{b^2 + (z-h)^2} - \frac{b^2 l}{[b^2 + (z-h)^2] \sqrt{b^2 + l^2 + (z-h)^2}} \right] \\
& - \frac{(1-2\mu)[2(z-h) - 4\mu z + h]}{b} \left[\ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (z+h)^2}}{z+h} - \ln \frac{l + \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}}{b^2 + (z+h)^2} \right] + \frac{3+4\mu(z-h)}{b} \left[2 \ln \right. \\
& \left. \frac{l + \sqrt{l^2 + (z+h)^2}}{z+h} - 2 \ln \frac{l + \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}}{b^2 + (z+h)^2} - \frac{b^2 l}{[b^2 + (z+h)^2] \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}} \right] - \frac{2h(z+h)[(1-2\mu)z - 2\mu h]}{b} \\
& \left[\frac{l}{(z+h)^2} - \frac{l}{l^2 + (z+h)^2} - \frac{l}{[b^2 + (z+h)^2] \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}} + \frac{2zh(z+h)}{b} \frac{b^2 l^3}{[b^2 + (z+h)^2]^2 [b^2 + l^2 + (z+h)^2]^{3/2}} \right] \\
& + \frac{2l}{(z+h)^2} - \frac{[5b^2 + 2(z+h)^2]l}{[b^2 + (z+h)^2] \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}} + \frac{4(1-\mu)(1-2\mu)}{b} \left[\ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (z+h)^2}}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} \right. \\
& \left. - \ln \frac{[b^2 + l^2 + (z+h)^2 + z+h]}{l^2 + (z+h)^2} + (z+h) \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (z+h)^2}}{z+h} - (z+h) \ln \frac{l + \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}}{b^2 + (z+h)^2} \right] \left. \right\} \\
\end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned}
\sigma_y = & \int_0^b \int_0^h \frac{py}{8\pi(1-\mu)b} \left\{ -\frac{(1-2\mu)(z-h)}{R_1^3} + \frac{3y^2(z-h)}{R_1^5} - \frac{(1-2\mu)[3(z-h) - 4\mu z + h]}{R_2^3} \right. \\
& + \frac{3(3-4\mu)y^2(z-h) - 6h(z+h)[(1-2\mu)z - 2\mu h]}{R_2^5} + \frac{30zhy^2(z+h)}{R_2^7} + \frac{4(1-\mu)(1+2\mu)}{R_2(R_2+z+h)} \left(1 - \frac{y^2}{R_2(R_2+z+h)} - \frac{y^2}{R_2^2} \right) \left. \right\} dx dy \\
= & \frac{p}{8\pi(1-\mu)} \left\{ \frac{(1-2\mu)(z-h)}{b} \left[\ln \frac{l + \sqrt{b^2 + l^2 + (z-h)^2}}{b^2 + (z-h)^2} - \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (z-h)^2}}{z-h} \right] + \frac{z-h}{b} \left[\frac{l}{b^2 + l^2 + (z-h)^2} \right. \right. \\
& - \frac{l}{l^2 + (z-h)^2} - \ln \frac{l + \sqrt{b^2 + l^2 + (z-h)^2}}{b^2 + (z-h)^2} + \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (z-h)^2}}{z-h} \left. \right] - \frac{(1-2\mu)[3(z-h) - 4\mu z + h]}{b} \left[\ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (z+h)^2}}{z+h} \right. \\
& - \ln \frac{l + \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}}{b^2 + (z+h)^2} \left. \right] + \frac{(3-4\mu)(z-h)}{b} \left[\frac{l}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} \right. \\
& - \frac{l}{l^2 + (z+h)^2} - \ln \frac{l + \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}}{b^2 + (z+h)^2} + \ln \frac{l + \sqrt{l^2 + (z+h)^2}}{z+h} \left. \right] \\
& - \frac{2h(z+h)[(1-2\mu)z - 2\mu h]}{b} \left[\frac{l}{(z+h)^2} - \frac{l}{l^2 + (z+h)^2} - \frac{l}{[b^2 + (z+h)^2] \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}} \right] \\
& + \frac{10zh(z+h)}{b} \left[\frac{b^2 + (z+h)^2}{l^2} - \frac{z+h}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} - \frac{[b^2 + (z+h)^2]^{3/2}}{5l^2 [b^2 + l^2 + (z+h)^2]^{3/2}} + \frac{(z+h)^3}{5l^2 [l^2 + (z+h)^2]^{23/2}} \right. \\
& + \frac{1}{5[b^2 + (z+h)^2]} - \frac{1}{5(z+h)^2} \left. \right] + \frac{4(1-\mu)(1-2\mu)}{b} \left[\frac{l}{z+h} \left(\frac{1}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} - \frac{1}{l^2 + (z+h)^2} \right) \right. \\
& \left. + \frac{l[l^2 + (z+h)^2]}{(z+h)^2} \ln \frac{[b^2 + l^2 + (z+h)^2 + z+h]}{l^2 + (z+h)^2} - \frac{l + \sqrt{l^2 + (z+h)^2}}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} \right] \left. \right\} \\
\end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned}
\tau_{xy} = & \int_0^b \int_0^h \frac{pxy}{8\pi(1-\mu)b} \left\{ \frac{3(z-h)}{R_1^5} + \frac{3(3-4\mu)(z-h)}{R_2^5} - \frac{4(1-\mu)(1-2\mu)}{R_2^2(R_2+z+h)} \left(\frac{1}{R_2+z+h} + \frac{1}{R_2} \right) + \frac{30zh(z+h)}{R_2^7} \right\} dx dy \\
= & \frac{p}{8\pi(1-\mu)} \left\{ \frac{z-h}{b} \left[\ln \frac{b + \sqrt{b^2 + (z-h)^2}}{z-h} - \ln \frac{b + \sqrt{b^2 + l^2 + (z-h)^2}}{l^2 + (z-h)^2} - \frac{b}{b^2 + (z-h)^2} + \frac{b}{b^2 + l^2 + (z-h)^2} \right] \right. \\
& \left. + \frac{3(3-4\mu)(z-h)}{R_2^5} - \frac{4(1-\mu)(1-2\mu)}{R_2^2(R_2+z+h)} \left(\frac{1}{R_2+z+h} + \frac{1}{R_2} \right) + \frac{30zh(z+h)}{R_2^7} \right\} dx dy \\
\end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
 & + (3-4\mu) \frac{z-h}{b} \left[\ln \frac{b + \sqrt{b^2 + (z+h)^2}}{z+h} - \ln \frac{b + \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}}{l^2 + (z+h)^2} - \frac{b}{b^2 + (z+h)^2} + \frac{b}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} \right] \\
 & - \frac{4(1-\mu)(1-2\mu)}{b} \left[(z+h) \ln \frac{b + \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}}{l^2 + (z+h)^2} - (z+h) \ln \frac{b + \sqrt{b^2 + (z+h)^2}}{z+h} + 2l \tan^{-1} \ln \frac{bl \left[\frac{l^2 + (z-h)^2}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} - \frac{-(z+h)}{l^2 + (z+h)^2} \right]}{l \left[\frac{l^2 + (z-h)^2}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} + \frac{l^2 + (z+h)^2}{l^2 + (z+h)^2} \right]} \right] \\
 & + 2zh(z+h)b^2 \left[\frac{1}{(z+h)^2 [b^2 + (z+h)^2]^{3/4}} - \frac{1}{[l^2 + (z+h)^2] [b^2 + l^2 + (z+h)^2]^{3/4}} \right] \} \quad (10)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \tau_z = & \int \int \frac{pxy}{8\pi(1-\mu)b} \left\{ \frac{1-2\mu}{R_1^3} - \frac{1-2\mu}{R_2^3} + \frac{3(z+h)^2}{R_1^5} + \frac{3(3-4\mu)z(z+h) - 3h(3z+h)}{R_2^5} + \frac{30zh(z+h)^2}{R_2^7} \right\} dx dy \\
 = & \frac{p}{8\pi(1-\mu)} \left\{ \frac{1-2\mu}{b} \left[\frac{1}{b^2 + (z-h)^2} - (z-h) - \frac{1}{b^2 + l^2 + (z-h)^2} + \frac{1}{l^2 + (z-h)^2} \right] - \frac{1-2\mu}{b} \left[\frac{1}{b^2 + (z+h)^2} - (z+h) \right. \right. \\
 & \left. \left. - \frac{1}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} + \frac{1}{l^2 + (z+h)^2} \right] + \frac{(z-h)^2}{b} \left[\frac{1}{b^2 + l^2 + (z-h)^2} - \frac{1}{l^2 + (z-h)^2} + \frac{1}{z+h} - \frac{1}{b^2 + (z-h)^2} \right] \right. \\
 & \left. + \frac{(3-4\mu)z(z+h) - h(3z+h)}{b} \left[\frac{1}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} - \frac{1}{l^2 + (z+h)^2} + \frac{1}{z+h} - \frac{1}{b^2 + (z+h)^2} \right] \right. \\
 & \left. + \frac{2zh(z+h)^2}{b} \left[\frac{1}{[b^2 + l^2 + (z+h)^2]^{3/4}} - \frac{1}{[l^2 + (z+h)^2]^{3/4}} + \frac{1}{(z+h)^3} - \frac{1}{[b^2 + (z+h)^2]^{3/4}} \right] \right\} \quad (11)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \tau_x = & \int \int \frac{px^2}{8\pi(1-\mu)b} \left\{ \frac{1-2\mu}{R_1^3} - \frac{1-2\mu}{R_2^3} + \frac{3(z-h)^2}{R_1^5} + \frac{3(3-4\mu)z(z+h) - 3h(3z+h)}{R_2^5} + \frac{30zh(z+h)^2}{R_2^7} \right\} dx dy \\
 = & \frac{p}{8\pi(1-\mu)} \left\{ \frac{1-2\mu}{b} \left[l \ln \frac{b + \sqrt{b^2 + l^2 + (z-h)^2}}{l^2 + (z-h)^2} - (z-h) - \tan^{-1} \frac{bl}{(z-h) \sqrt{b^2 + l^2 + (z-h)^2}} \right] - \frac{1-2\mu}{b} \left[l \ln \frac{b + \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}}{l^2 + (z+h)^2} \right. \right. \\
 & \left. \left. - (z+h) \tan^{-1} \frac{bl}{(z+h) \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}} \right] + \frac{(z-h)^2}{b} \left[\frac{b}{b^2 + l^2 + (z-h)^2} + \frac{1}{z-h} \tan^{-1} \frac{bl}{(z-h) \sqrt{b^2 + l^2 + (z-h)^2}} - \frac{b}{l} \frac{b^2 + l^2 + (z-h)^2}{b^2 + (z-h)^2} \right] \right. \\
 & \left. + \frac{(3-4\mu)z(z+h) - h(3z+h)}{b} \left[\frac{b}{l} \frac{b^2 + l^2 + (z+h)^2}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} + \frac{1}{z+h} \tan^{-1} \frac{bl}{(z+h) \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}} - \frac{b}{l} \frac{b^2 + l^2 + (z+h)^2}{b^2 + (z+h)^2} \right] \right. \\
 & \left. + \frac{2zh(z+h)^2}{b} \left[\frac{1}{(z+h)^3 \tan^{-1} \frac{bl}{(z+h) \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}} - \frac{bl}{(z+h) \sqrt{b^2 + l^2 + (z+h)^2}} - \frac{b}{l^3} \frac{b^2 + l^2 + (z+h)^2}{b^2 + l^2 + (z+h)^2} - \frac{b^3}{l[l^2 + (z+h)^2][b^2 + l^2 + (z+h)^2]^{3/4}} \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{bl^2 + 3(z+h)^2}{l^3(z+h)^2 [b^2 + (z+h)^2]} \frac{b^2 + l^2 + (z+h)^2}{[b^2 + l^2 + (z+h)^2]^{3/4}} - \frac{2b[b^2 + l^2 + (z+h)^2]^{3/4}}{l^3 [b^2 + (z+h)^2]^{3/4}} \right] \right\} \quad (12)
 \end{aligned}$$

式中 p —— 三角形分布荷载的最大压力强度；

b, c —— 分别为矩形面积压力强度变化方向上的边长和另一方向上的边长；

其余符号意义同前¹⁹。

3) “布氏”与“明氏”应力公式计算结果比较

工程设计计算中,地基的竖向位移是最为关心的问题之一,下面就“明氏”与“布氏”公式的土中竖立应力计算结果作一比较¹⁹。

表1 “明氏”与“布氏”公式竖向应力计算结果

基础埋深 h (m)	“明氏”公式			“布氏”公式		
	应力点到基底距离(m)			应力点到基底距离(m)		
	1	2	3	1	2	3
4	0.04444 p	0.0358 p	0.0321 p			
8	0.0452 p	0.0379 p	0.0357 p	0.06221 p	0.0770 p	0.0675 p
12	0.0347 p	0.0318 p	0.0293 p			

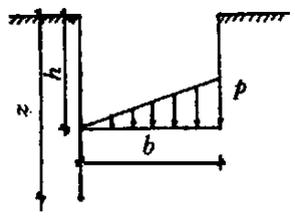


图4 土中应力计算简图

当基础埋深分别为 $h=4\text{ m}$ 、 8 m 、 12 m 时,对图4中矩形面积(荷载变化方向边长 $b=2\text{ m}$,另一方向边长 $l=4\text{ m}$)压力为零边角点 1 m 、 2 m 、 3 m 处的竖向附加应力用“明氏”和“布氏”公式分别求样,计算结果列于表1¹⁹。对表1数据分析比较可知,随着基础埋深的增大,用“明氏”和“布氏”公式计算的竖向应力结果差异越大¹⁹。如当基础埋深为 8 m 时,用“明氏”公式计算矩形面积压力为零边角点下 1 m 、 2 m 、 3 m 处的竖向附加应力要分别比用“布氏”公式计算的相应点的竖向附加应力减小 27% 、 50.8% 、 47.1% ,当基础埋深为 12 m 时,

前走比后者分别减小 44.1%、50.7%、58.7%、56.6%¹⁹。

4 结语

本文以明德林解答为依据,系统推导了半无限弹性体内部矩形面积上竖向三角形分布荷载引起的矩形面积压力强度为零边角点下某一深度处应力分量的计算表达式(对于非矩形面积压力强度为零边下任意点的由上述荷载引起的应力分量,可由叠加原理求得),计算结果表明,考虑基础埋深比不考虑基础埋深求得的竖向附加应力为小¹⁹。

参考文献:

- [1] Mindlin R Force at a point in the inferior of a semi-infinite solid·Physics, 1936, 195~202
- [2] 徐志英.以明德林公式为根据的地基中垂直应力的计算公式[J].土木工程学报,1957(4).485~497
- [3] 袁聚之,等.竖向均布荷载作用在地基内部时的土中应力公式[J].上海力学,1995(3),213~221

Formulas of Stresses in Soil Subjected to Triangle Distributing Load on Rectangular Area Beneath the Surface of Ground

CHEN Su, JIAN Rong

(Suzhou Institute of Urban Construction and Environmental Protection, Suzhou 215011, China)

Abstract: Based on Mindlins solutions, the formulas of soil stresses produced by triangle distributing load which acts on rectangular area benenth the surface of ground are systematically presented.

Key words: semi-infnit elastic solid; stress; rectangular area; triangle distributing load