

文章编号: 1000-7598-(2005) 10-1617-06

基于统一强度理论的地基极限承载力公式

范 文¹, 白晓宇¹, 俞茂宏²

(1. 长安大学 地质工程与测绘工程学院, 西安 710054 2. 西安交通大学 建筑工程与力学学院, 西安 710049)

摘 要: 现有的地基临塑荷载及极限承载力公式均以 Mohr-Coulomb 强度理论为基础建立的, 没有考虑中间主应力的效应, 其计算结果一般偏小, 没有充分发挥土体强度潜能。基于统一强度理论考虑中间主应力的影响, 以 Terzaghi 公式的假设与原理为基础, 导出地基极限承载力公式的一般形式, 太沙基地基极限承载力公式是其特例。由于考虑中间主应力的影响, 计算的地基承载力比太沙基地基极限承载力要大, 可发挥土体的强度潜能, 得到一系列的解答。

关 键 词: 强度理论; 统一强度理论; 极限承载力; 中间主应力

中图分类号: TU 456

文献标识码: A

Formula of ultimate bearing capacity of shallow foundation based on unified strength theory

FAN Wen^{1,2}, BAI Xiao-yu¹, YU Mao-hong²

(1. College of Geological Engineering and Geomatics, Chang'an University, Xi'an 710054, China;

2. School of Civil Engineering and Mechanics, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: Based on Mohr-Coulomb strength theory, the effect of intermediate principal stress is ignored by the critical pressure and the formula of ultimate bearing capacity of shallow foundation, so its results are usually smaller than real values and that the potential of soil's strength is not fully utilized. From unified strength theory that considers the effect of intermediate principal stress, the common formula of ultimate bearing capacity of foundation was deduced and the unified solutions was obtained. The formula of Terzaghi ultimate bearing capacity of foundation is the specific case of the unified formula. Through changing parameter of unified strength theory, a series of solutions can be obtained. The results indicate that bearing capacity of foundation is greater than Terzaghi ultimate bearing capacity of foundation because of the effect of intermediate principal stress.

Key words: strength theory; unified strength theory; ultimate bearing capacity; intermediate principal stress

1 引 言

由于现有的地基极限承载力公式的计算没有考虑中间主应力的影响, 而实践表明中间主应力对土体的屈服和破坏有较大的影响^[1~10], 为此许多学者进行了这一方面的有益探讨。俞茂宏于 1991 年提出的统一强度理论^[5], 考虑了中间主应力的影响, 用一个统一的力学模型和统一而简单的数学表达式表述材料的强度性质。文献[6]运用统一强度理论按塑性区扩展深度确定地基承载力。文献[7]运用双剪强度准则推导了太沙基地基极限承载力公式。文献[8~10]对三向应力状态下条形地基极限承载力进行了比较深入地研究。本文建立了统一强度理论

的平面应变形式及据此按太沙基公式假定与方法推导出地基极限承载力公式的一般形式, 文献[1]与文献[7]的公式是本文的特例。

2 平面应变问题的统一强度理论

理论上已经证明, Mohr-Coulomb 强度准则和双剪强度准则分别界定了外凸型强度准则的下限和上限。俞茂宏所提出的双剪统一强度理论则不仅能覆盖外凸型强度准则上下限间的所有区域, 还可用于非外凸型的情况, 图 1 为统一强度理论在三轴应力和平面应力状态下的强度极限线。在岩土力学和工程中, 一般规定压应力为正、拉应力为负, 则统一强度理论可表述成如下形式^[5]:

收稿日期: 2004-04-23

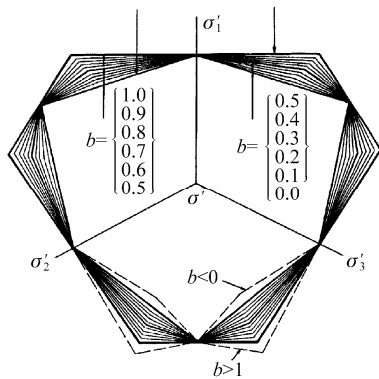
修改稿收到日期: 2004-07-03

基金项目: 国家自然科学基金资助研究项目 (No.59924033); 国土资源部岩土工程开放研究实验室资助项目 (No.KF011)。

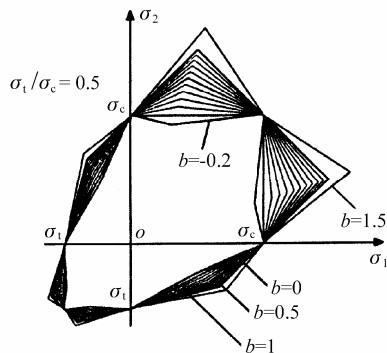
作者简介: 范文, 男, 1967 年生, 博士, 教授, 主要从事地质工程和岩土工程方面的教学和科研工作

$$\left. \begin{aligned} F &= \alpha \sigma_1 - \frac{b\sigma_2 + \sigma_3}{1+b} = \sigma_t, \quad \sigma_2 \leq \frac{\sigma_3 + \alpha \sigma_1}{1+\alpha} \\ F' &= \frac{\alpha}{1+b} (b\sigma_2 + \sigma_1) - \sigma_3 = \sigma_t, \quad \sigma_2 \geq \frac{\sigma_3 + \alpha \sigma_1}{1+\alpha} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式中 b 为统一强度理论参数; $\sigma_t = \frac{2c_0 \cos \varphi_0}{1 + \sin \varphi_0}$ 为拉伸强度极限; $\alpha = \frac{\sigma_t}{\sigma_c} = \frac{1 - \sin \varphi_0}{1 + \sin \varphi_0}$ 为材料拉压强度比; c_0, φ_0 为岩土体的凝聚力和内摩擦角。



(a) 三轴应力状态下强度极限线



(b) 平面应力状态下强度极限线

图 1 统一强度理论在三轴应力和平面应力状态下的强度极限线

Fig.1 Strength loci of the unified strength theory under triaxial and plane stress states

当 $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ 时, 引入双剪应力状态参数 $\mu'_r = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3} = \frac{s_2 - s_3}{s_1 - s_3}$ 分析中间主应力 σ_2 的效应, 则有:

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{(1 - 2\mu'_r)(\sigma_1 - \sigma_3)}{2} \quad (2)$$

与统一强度理论判别式比较, 得:

$$\text{当 } \mu'_r \leq \frac{1 - \sin \varphi_0}{2} \text{ 时,}$$

$$\sigma_1 = \frac{(1 + \sin \varphi_0)(1 + b - b\mu'_r)}{(1 + b)(1 - \sin \varphi_0) - b\mu'_r(1 + \sin \varphi_0)} \sigma_3 + \frac{2(1 + b)c_0 \cos \varphi_0}{(1 + b)(1 - \sin \varphi_0) - b\mu'_r(1 + \sin \varphi_0)} \quad (3)$$

$$\text{令 } \sigma_1 = \frac{1 + \sin \varphi_t}{1 - \sin \varphi_t} \sigma_3 + \frac{2c_t \cos \varphi_t}{1 - \sin \varphi_t} \quad (4)$$

将式 (3) 与式 (4) 比较得:

$$\left. \begin{aligned} \sin \varphi_t &= \frac{(1 + b) \sin \varphi_0}{1 + b(1 - \mu'_r) - b\mu'_r \sin \varphi_0}; \\ c_t &= \frac{(1 + b)c_0 \cos \varphi_0 \cot \left(45^\circ + \frac{\varphi_t}{2} \right)}{1 + b(1 - \mu'_r) - (1 + b + b\mu'_r) \sin \varphi_0} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

当 $\mu'_r \geq \frac{1 - \sin \varphi_0}{2}$ 时,

$$\sigma_1 = \frac{(1 + b)(1 + \sin \varphi_0) - b(1 - \mu'_r)(1 - \sin \varphi_0)}{(1 - \sin \varphi_0)(1 + b\mu'_r)} \sigma_3 + \frac{2(1 + b)c_0 \cos \varphi_0}{(1 - \sin \varphi_0)(1 + b\mu'_r)} \quad (6)$$

同理, 将式 (4) 与式 (6) 比较得:

$$\left. \begin{aligned} \sin \varphi_t &= \frac{(1 + b) \sin \varphi_0}{1 + b\mu'_r + b(1 - \mu'_r) \sin \varphi_0}; \\ c_t &= \frac{(1 + b)c_0 \cos \varphi_0}{(1 + b\mu'_r)(1 - \sin \varphi_0) \tan \left(45^\circ + \frac{\varphi_t}{2} \right)} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

根据任意给出的 c_0 与 φ_0 来分析 φ_t , c_t 与 μ'_r 及 b 的关系, 如图 2、图 3 所示。

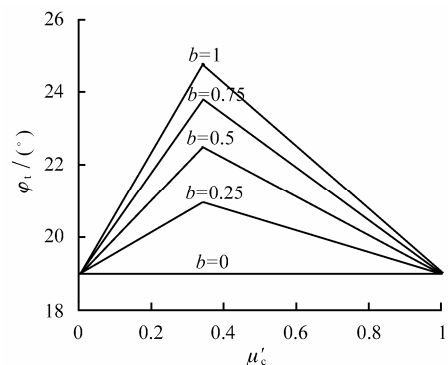
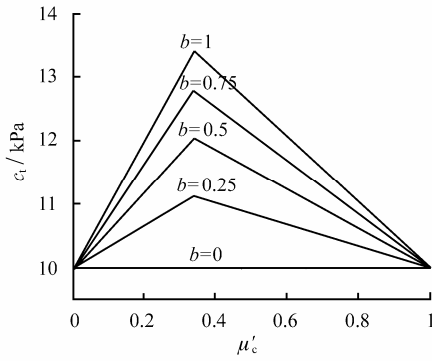


图 2 φ_t 与 μ'_r 的关系图

Fig.2 Variation of φ_t with change of intermediate stress

图 3 c_t 与 μ'_t 的关系图Fig.3 Variation of c_t with change of intermediate stress

由图 2、图 3 可知, 当 b 一定时中间主应力 σ_2 对强度的影响具有区间性。

为了计算方便, 按文献[5]的方法令 $\sigma_2 = \frac{m}{2}(\sigma_1 + \sigma_3)$, $0 \leq m \leq 1$ 。代入式 (1), 并将 α 和 σ_t 的表达式代入得:

$$\text{当 } \sigma_3 \leq \sigma_2 \leq \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin \varphi_0 \text{ 时,}$$

$$[2(1 - \sin \varphi_0)(1 + b) - bm(1 + \sin \varphi_0)]\sigma_1 - (bm + 2)(1 + \sin \varphi_0)\sigma_3 = 4(1 + b)c_0 \cos \varphi_0 \quad (8)$$

$$\text{当 } \sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin \varphi_0 \text{ 时,}$$

$$(bm + 2)(1 - \sin \varphi_0)\sigma_1 + [bm(1 - \sin \varphi_0) - 2(1 + b)(1 + \sin \varphi_0)]\sigma_3 = 4(1 + b)c_0 \cos \varphi_0 \quad (9)$$

令 $m = 1$ 时, 式 (8) 与式 (9) 表达的双剪应力圆见图 4。由图可知, 极限应力摩尔圆随中间主应力的变化具有区间性, 且随 b 的增大而增大, 随着 b 的增大材料的强度潜能发挥的愈充分。则当

$\sigma_3 \leq \sigma_2 \leq \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin \varphi_0$ 时, 据式 (4)、式 (8) 可得:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1 + \sin \varphi_t}{1 - \sin \varphi_t} &= \frac{(bm + 2)(1 + \sin \varphi_0)}{2(1 - \sin \varphi_0)(1 + b) - bm(1 + \sin \varphi_0)}; \\ \frac{2c_t \cos \varphi_t}{1 - \sin \varphi_t} &= \frac{4(1 + b)c_0 \cos \varphi_0}{2(1 - \sin \varphi_0)(1 + b) - bm(1 + \sin \varphi_0)} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

由式 (10) 可得:

$$\sin \varphi_t = \frac{b(m-1) + (bm+b+2)\sin \varphi_0}{2+b-b\sin \varphi_0}, \text{ 则}$$

$$\varphi_t = \arcsin \frac{b(m-1) + (bm+b+2)\sin \varphi_0}{2+b-b\sin \varphi_0} \quad (11)$$

$$c_t = \frac{2(1+b)c_0 \cos \varphi_0}{\sqrt{A(bm+2)(1+\sin \varphi_0)}} \quad (12)$$

其中 $A = [2(1+b)(1 - \sin \varphi_0) - bm(1 + \sin \varphi_0)]$ 。

$$\tan \varphi_t = \frac{b(m-1) + (bm+b+2)\sin \varphi_0}{\sqrt{(2+b-b\sin \varphi_0)^2 - [b(m-1) + (bm+b+2)\sin \varphi_0]^2}} \quad (13)$$

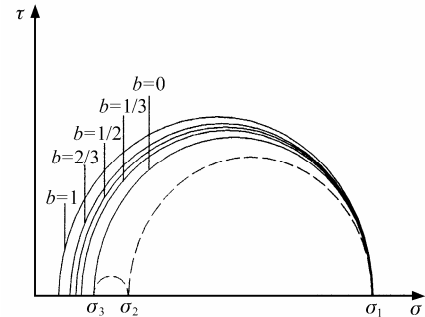
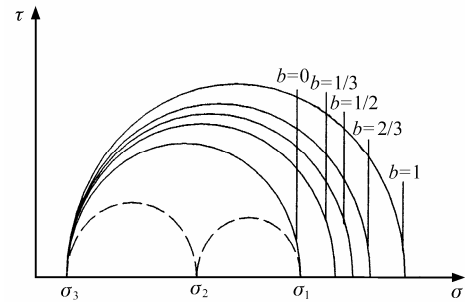
(a) $\sigma_3 \leq \sigma_2 \leq \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin \varphi_0$ (b) $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin \varphi_0$

图 4 统一强度理论下的双剪应力圆

Fig.4 Double shear stress circles of the unified strength

当 $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin \varphi_0$ 时, 据式

(7) 可得:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1 + \sin \varphi_t}{1 - \sin \varphi_t} &= \frac{2(1+b)(1 + \sin \varphi_0) - bm(1 - \sin \varphi_0)}{(bm + 2)(1 - \sin \varphi_0)}; \\ \frac{2c_t \cos \varphi_t}{1 - \sin \varphi_t} &= \frac{4(1+b)c_0 \cos \varphi_0}{(bm + 2)(1 - \sin \varphi_0)} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

由式 (14) 可得:

$$\left. \begin{aligned} \sin \varphi_t &= \frac{b(1-m) + (bm+b+2)\sin \varphi_0}{2+b+b\sin \varphi_0}; \\ \varphi_t &= \arcsin \frac{b(1-m) + (bm+b+2)\sin \varphi_0}{2+b+b\sin \varphi_0} \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

$$\left. \begin{aligned} c_t &= \frac{2(1+b)c_0 \cos \varphi_0}{\sqrt{B(bm+2)(1-\sin \varphi_0)}}; \\ \tan \varphi_t &= \frac{b(m-1)+(bm+b+2)\sin \varphi_0}{\sqrt{(2+b+b\sin \varphi_0)^2 - [b(m-1)+(bm+b+2)\sin \varphi_0]^2}} \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

其中 $B = [2(1+b)(1+\sin \varphi_0) - bm(1-\sin \varphi_0)]$ 。

可由式 (16) 求土压力、地基承载力及边坡稳定等问题。

3 地基极限承载力公式

假设基础底面粗糙, 当地基发生整体剪切破坏时基底以下有一部分土体将随基础一起移动而始终处于弹性状态, 该部分土体称为弹性楔体。弹性楔体的边界 ab 为滑动边界的一部分, 并假定与水平面的夹角为 ψ ; 滑动区由对数螺线 bc 为边界的径向剪切区 II 和朗肯被动区 III 组成, 滑动区域范围内的所有土体均处于塑性平衡状态, 同时不考虑基底以上基础两侧土体的抗剪强度的影响, 而用均布超载 $q = \gamma D$ 来代替, 相应参数如图 5 所示^[1]。则滑动区对数螺线曲线表示为

当 $\sigma_2 \leq \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin \varphi_0$ 时,

$$r = r_0 e^{\theta \tan \varphi_t} = r_0 e^{\frac{\theta [b(m-1) + (bm+b+2)\sin \varphi_0]}{\sqrt{(2+b+b\sin \varphi_0)^2 - [b(m-1) + (bm+b+2)\sin \varphi_0]^2}}} \quad (17)$$

当 $\sigma_2 \geq \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin \varphi_0$ 时,

$$r = r_0 e^{\theta \tan \varphi_t} = r_0 e^{\frac{\theta [b(1-m) + (bm+b+2)\sin \varphi_0]}{\sqrt{(2+b+b\sin \varphi_0)^2 - [b(1-m) + (bm+b+2)\sin \varphi_0]^2}}} \quad (18)$$

式中 r_0 为起始矢径; θ 为任一矢径 r 与起始矢径 r_0 的夹角。

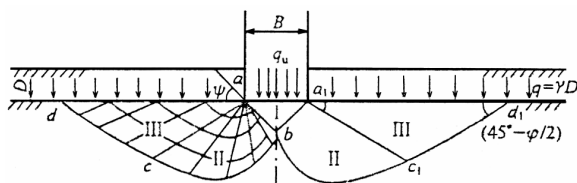


图 5 粗糙基底地基破坏模式图

Fig.5 Destruction model of rough footing of foundation

根据基本假定, 由图 6 中的弹性楔体的平衡条件可得整体剪切破坏时的极限荷载:

$$Q_u = 2P_p \cos(\psi - \varphi) - \frac{1}{4} \gamma B^2 \tan \psi + cB \tan \psi \quad (19)$$

其中

$$P_p \cos(\psi - \varphi) = P_{py} = P_{p\gamma} + P_{pc} + P_{pq} \quad (20)$$

即

$$P_{py} = \frac{1}{8} \gamma B^2 \tan^2 \psi k_{p\gamma} + \frac{1}{2} cB \tan \psi k_{pc} + \frac{1}{2} qB \tan \psi k_{pq} \quad (21)$$

式中

$$\left. \begin{aligned} k_{pc} &= \frac{\cos(\psi - \varphi)}{\sin \psi \sin \varphi} \left[e^{\left(\frac{3\pi}{2} + \varphi - 2\psi\right) \tan \varphi} (1 + \sin \varphi) - 1 \right]; \\ k_{pq} &= \frac{\cos(\psi - \varphi)}{\sin \psi} e^{\left(\frac{3\pi}{2} + \varphi - 2\psi\right) \tan \varphi} \tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

$k_{p\gamma}$ 为 γ 项的被动土压力系数, 须通过试算确定。

当 $\sigma_2 \leq \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin \varphi_0$ 时,

$$q_u = \frac{Q_u}{B} = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + q N_q + c_t N_c \quad (23)$$

式中 c_t 意义同式 (12)。

当 $\sigma_2 \geq \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \sin \varphi_0$ 时,

$$q_u = \frac{Q_u}{B} = \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + q N_q + c_t N_c \quad (24)$$

式中 c_t 意义同式 (16)。 N_γ, N_c, N_q 为承载力系数:

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \tan \psi (\tan \psi k_{p\gamma} - 1) \quad (25)$$

$$\left. \begin{aligned} N_c &= \frac{\cos(\psi - \varphi) \left[e^{\left(\frac{3\pi}{2} + \varphi - 2\psi\right) \tan \varphi} (1 + \sin \varphi) - 1 \right]}{\cos \psi \sin \varphi} + \tan \psi; \\ N_q &= \frac{\cos(\psi - \varphi)}{\cos \psi} e^{\left(\frac{3\pi}{2} + \varphi - 2\psi\right) \tan \varphi} \tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

3.1 假定基底完全粗糙时

此时 $\psi = \varphi$ 时, N_γ, N_c, N_q 相应变为

$$\left. \begin{aligned} N_\gamma &= \frac{1}{2} \tan \varphi (\tan \varphi k_{p\gamma} - 1); \\ N_c &= \frac{1}{\sin \varphi \cos \varphi} \left[e^{\left(\frac{3\pi}{2} - \varphi\right) \tan \varphi} (1 + \sin \varphi) - 1 \right] + \tan \varphi = \\ &\quad (N_q - 1) \cot \varphi; \\ N_q &= \frac{1}{2 \cos^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right)} e^{\left(\frac{3\pi}{2} - \varphi\right) \tan \varphi} \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

结合太沙基经验公式，有 $N_\gamma = 1.8(N_q - 1)\tan\varphi$ 。

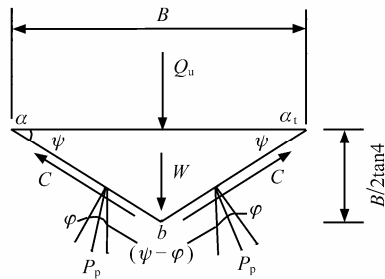


图 6 弹性楔体受力状态
Fig.6 Mechanical model of elastic wedge

3.2 假定基础完全光滑时

此时弹性楔体成为朗肯主动区，整个滑动区由朗肯主动区 I、径向剪切区 II 和朗肯被动区 III 组成，

如图 7^[11]所示。则 $\psi = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2}\varphi$ ，这时有

$$\left. \begin{aligned} N_\gamma &= \frac{1+\sin\varphi}{2\cos\varphi} \left(\frac{1+\sin\varphi}{\cos\varphi} k_{p\gamma} - 1 \right); \\ N_c &= \frac{1+\sin\varphi}{\sin\varphi\cos\varphi} [e^{\pi\tan\varphi}(1+\sin\varphi) - 1 + \sin\varphi] = \\ &= (N_q - 1)\cot\varphi; \\ N_q &= \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right) e^{\pi\tan\varphi} \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

结合经验公式，同样有 $N_\gamma = 1.8(N_q - 1)\tan\varphi$ 。

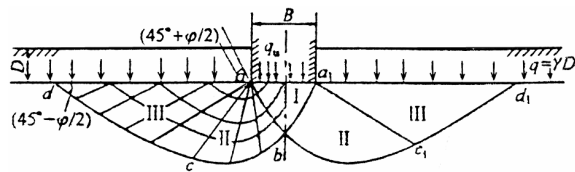


图 7 完全光滑基底破坏模式图
Fig.7 destruction model of completely smooth footing of foundation

4 算 例

为了便于比较，选用文献[7]的算例，有一宽为 4 m 的条形基础，埋深 3 m，地基为均质粘性土，重度 $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$ ，固结不排水抗剪强度指标为 $c_0 = 20 \text{ kPa}$ ， $\phi_0 = 22^\circ$ 。取 $m=1$ 时，统一强度理论参数 $b=0, 0.25, 0.75, 1.0$ 时，计算结果见表 1、表 2。由计算结果可知，太沙基公式及文献[7]公式为本文公式当 $b=0$ 时和 $b=1.0$ 时的特例。

表 1 基底完全粗糙时的极限承载力

Table 1 The ultimate load of completely rough footing of foundation

承载力	$m=1$			
	$b=0$	$b=0.25$	$b=0.75$	$b=1.0$
N_γ	5.96	7.74	10.92	12.30
N_c	20.27	22.62	26.34	27.84
N_q	9.19	10.86	13.64	14.79
q_u / kPa	1 175.46	1 425.31	1 849.40	2 027.83

表 2 基底完全光滑时的极限承载力

Table 2 The ultimate load of completely smooth footing of foundation

承载力	$m=1$			
	$b=0$	$b=0.25$	$b=0.75$	$b=1.0$
N_γ	4.96	6.41	8.98	10.10
N_c	16.88	18.74	21.67	22.84
N_q	7.82	9.17	11.40	12.32
q_u / kPa	988.51	1 190.84	1 531.78	1 674.89

5 结 语

由统一强度理论推导出考虑中间主应力的太沙基地基极限承载力公式的一般形式，得到了具有广泛意义的统一解，太沙基极限承载力公式是文中公式的特例。计算结果表明：

(1) 考虑中间主应力影响的地基极限承载力比太沙基极限承载力要大，参数 b 取值不同时得到一系列的解见表 1、表 2 和图 8、图 9。

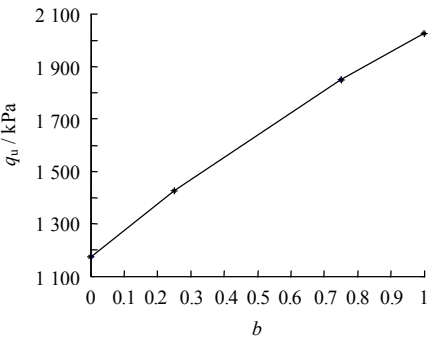


图 8 基底完全粗糙时的地基极限承载力
Fig.8 Ultimate bearing capacity when foundation is absolutely coarse

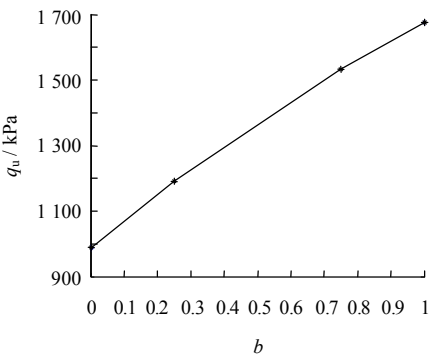


图 9 基底完全光滑时的地基极限承载力
Fig.9 Ultimate bearing capacity when foundation is absolutely smooth

(2)考虑基底粗糙时极限承载力要大于基底完全光滑时的极限承载力。

(3)统一强度理论在解决平面问题时,还需对该理论在 σ - τ 平面上的强度表达形式进行深入研究,以便于在工程中能更好的应用。

参考文献

- [1] 太沙基. 理论土力学[M]. 徐志英译. 北京: 地质出版社, 1960.
- [2] 张学言. 岩土塑性力学[M]. 天津: 天津大学出版社, 2004.
- [3] 俞茂宏, 廖红建, 张永强. 本构模型从单剪到三剪到双剪到统一[J]. 岩石力学与工程学报, 1998, 17(增): 739—743.
YU Mao-hong, LIAO Hong-jian, ZHANG Yong-qiang. From single-shear to tri-shear to twin to unification[J]. **Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering**, 1998, 17(supp.1): 739—743
- [4] 俞茂宏, 咎月稳, 范文. 20世纪岩石强度理论的发展[J]. 岩石力学与工程学报, 2000, 19(5): 545—550.
YU Mao-hong, ZAN Yue-wen, FAN Wen. Advances in strength theory of rock in 20th century[J]. **Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering**, 2000, 19(5): 545—550.
- [5] 俞茂宏. 双剪理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [6] 范文, 林永亮, 秦玉虎. 基于统一强度理论的地基临界荷载公式[J]. 长安大学学报(地球科学版), 2003, 25(9): 48—51.
FAN Wen, LIN Yong-liang, QIN Yu-hu. Formula for critical load of foundation based on the unified strength theory[J]. **Journal of Chang'an University (Earth Science Edition)**, 2003, 25(9): 48—51.
- [7] 周小平, 黄煜斌, 丁志诚. 考虑中间主应力的太沙基地基极限承载力公式[J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(10): 1 554—1 556.
ZHOU Xiao-ping, HUANG Yu-bin, DING Zhi-cheng. Influence of intermediate principal stress on the formula of Terzaghi ultimate bearing capacity of foundations[J]. **Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering**, 2002, 21(10): 1 554—1 556.
- [8] 周小平, 王建华. 考虑中间主应力影响时条形地基极限承载力公式[J]. 上海交通大学学报, 2003, 37(4): 552—555.
ZHOU Xiao-ping, WANG Jian-hua. Influence of intermediate principal stress on the ultimate bearing capacity of foundations[J]. **Journal of Shanghai Jiaotong University**, 2003, 37(4): 552—555.
- [9] 周小平, 王建华, 张永兴. 三向应力状态下条形地基极限承载力计算方法[J]. 重庆建筑大学学报, 2002, 24(6): 28—32.
ZHOU Xiao-ping, WANG Jian-hua, ZHANG Yong-xing. Calculation of the ultimate bearing capacity of foundation under triaxial compressive loading[J]. **Journal of Chongqing Jianzhu University**, 2002, 24(6): 28—32.
- [10] 范文. 岩土工程结构强度理论研究[博士学位论文 D]. 西安: 西安交通大学, 2003.
- [11] 卢廷浩. 土力学[M]. 南京: 河海大学出版社, 2002.

第九届全国岩石动力学学术会议在宜昌三峡大学召开

由中国岩石力学与工程学会岩石动力学专业委员会主办、三峡大学及湖北省防灾减灾重点实验室承办的“第九届全国岩石动力学学术会议”于2005年8月14日至18日在宜昌三峡大学隆重召开,来自全国高等院校、科研院所、工程管理与施工单位 and 国内知名仪器设备厂商等单位的代表共150多人出席了本次会议。三峡大学校领导出席会议并致词。

开幕式在三峡大学求索报告厅举行,会议主题为“西部大开发建设中的岩石动力学问题”。中国工程院周丰峻院士等著名学者为大会作特邀报告。与会代表就我国岩石动力学研究成果与进展进行交流,并就工程建设中存在的岩石动力学问题进行了广泛而深入地讨论。晚上在葛洲坝宾馆香格里拉大厅举行的学术论坛,会议组织者将会议办成一个自由敞开式的会场,学术报告者可上报告席作演讲,也可在席下自由交谈,中间还伴有民乐演奏,气氛热烈祥和,开创了学术交流与音乐相结合的先河。

本次会议共收到学术论文135篇,经严格评审有71篇论文选登在《岩石力学与工程学报》2005年增刊上。会前与会代表参观了三峡大学校园建设,会后考察了三峡水利枢纽工程。

(黄理兴供稿)