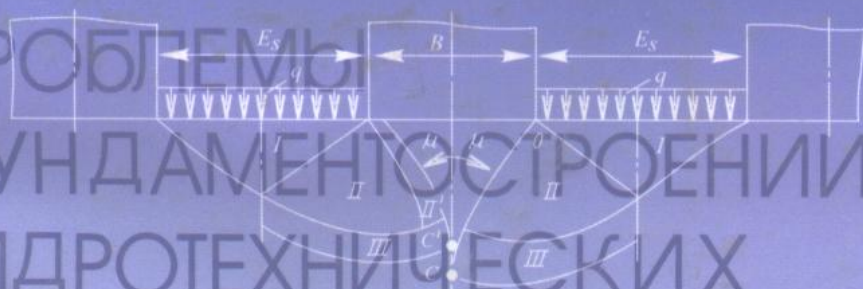


水工建筑物的 地基基础问题选

(波兰) З·戴彼茨基 著

要明伦 译 李成乾 校

ИЗБРАННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ
ФУНДАМЕНТОСТРОЕНИЯ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ



天津大学出版社

V223
D16
414756

水工建筑物地基基础问题选

Э. 戴彼茨基 著

(Э. ДЕМБИЦКИЙ)

要明伦 译

李成乾 校



00414756

天津大学出版社

著作权合同登记

图字 02 - 97 - 529 号

水工建筑物的地基基础问题选

Э·戴彼茨基 著

(Э·ДЕМБИЦКИЙ)

要明伦 译

李成乾 校

*

天津大学出版社出版

(天津大学内)

邮编:300072

河北省昌黎县印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本:850×1168 毫米^{1/32} 印张:13^{1/4} 字数:345 千

1998 年 1 月第一版 1998 年 1 月第一次印刷

印数:1—500

ISBN 7-5618-1001-6

TU·109 定价:18.00 元

内容提要

本书是波兰Э·戴彼茨基(Э·ДЕБЕЦКИЙ)教授的一本专著。全书共分八章,主要讲述作用于水工建筑物上的土压力计算的最新理论和方法,以及土坡稳定、地基承载力、地下建筑稳定分析等方法;还对水工建筑物特殊型式的板桩、锚碇等问题进行了专门论述。

为了工程实际应用,书中给出了大量表格和曲线,还给出了相应于计算理论和方法的算例。

本书可供建筑类专业,特别是水利专业本科高年级学生和研究生使用,也可供相应专业从事科研和设计施工的工程技术人员参考。

作者的话

水工建筑物基础是非常特殊的,但又是一般建筑基础的扩展。因此,在拟定编写这本专题学术著作时,决定编入基础工程中的特殊问题,以便能在计算地面建筑物时应用。这本专著大部分篇幅讲述了作用于建筑物上的荷载计算及地基承载力的计算。对于水工建筑结构来说,板桩、锚碇装置、特殊形式的挡土墙,都表现出它的最显著特点。

此外,书中还编入土坡和地下结构物的稳定性问题。

编写本书的目的,主要是阐明计算和解题的新方法,评价它们在一般理论中的作用。这种解决问题的途径,是为了计算主动、被动土压力,确定地基和锚碇结构的承载力,分析支撑建筑的稳定性等,并确定地基承载力以及支撑建筑、角形挡土墙合理的安全系数。

为使书中叙述的复杂理论在工程实践中尽可能便于应用,每一章中都给出计算所必需的表格和曲线。此外,还有算例。

在正文和算例中,所有单位都采用国际单位制。

本书是1974年波兰《科学》出版社出版的波兰文本《水工建筑物地基基础问题选》一书的修订和补充。与波兰文本比较,只有四、五、八章保持不变,一、二章有所修改和扩充,六、七两章除修改外,还补充了相应于新解题方法的表格和曲线。

作者非常感谢工程科学硕士B·П·阿冯纳思耶夫(В. П. АФАНАСЬЕВ)对俄文版出版的大力帮助。

9 · 戴彼茨基

目 录

第一章 主动土压力	(1)
§ 1.1 概述	(1)
§ 1.2 土压力理论	(3)
§ 1.3 静止土压力	(3)
§ 1.4 处于弹性阶段的土压力	(5)
§ 1.5 土的极限平衡状态	(14)
§ 1.6 作用在刚性挡土墙上处于极限平衡状态的土压力	(18)
§ 1.7 成层土的土压力	(44)
§ 1.8 作用在折线形挡土墙背上的土压力	(50)
§ 1.9 作用在平面尺寸为圆形的刚性围墙上的土压力 ^{〔8〕}	(55)
§ 1.10 筒仓塔和围堰上的土压力 ^{〔7〕}	(69)
§ 1.11 土压力算例	(74)
参考文献	(79)
第二章 被动土压力	(81)
§ 2.1 概述	(81)
§ 2.2 极限平衡状态下的土压力	(82)
§ 2.3 朗肯土压力计算方法	(110)
§ 2.4 应用库仑方程计算土压力	(113)
§ 2.5 “少参数”法确定土压力	(114)
§ 2.6 假设曲线滑动面的计算方法	(123)

§ 2.7	成层土的土压力	(128)
§ 2.8	“激励”土压力	(130)
§ 2.9	轴对称条件下作用在墙上的土压力	(131)
§ 2.10	作用在筒仓建筑物壁上的松散介质的压力	(134)
§ 2.11	土压力算例	(139)
参考文献		(142)
第三章	土坡稳定	(144)
§ 3.1	概述	(144)
§ 3.2	极限平衡方法	(144)
§ 3.3	假定不同滑动面的计算方法	(151)
参考文献		(170)
第四章	板桩计算的新方法	(172)
§ 4.1	概述	(172)
§ 4.2	单锚板桩的叶恩诺模图算法	(173)
§ 4.3	列姆别尔托夫计算方法	(181)
§ 4.4	杜拉柏和巴尔 ^[10] 计算方法	(186)
§ 4.5	罗菲 ^[7] 计算方法	(194)
§ 4.6	板桩拉杆的计算	(196)
参考文献		(202)
第五章	锚碇计算	(204)
§ 5.1	概述	(204)
§ 5.2	锚碇板和墙的计算	(204)
§ 5.3	垂直上拔力作用的基础板的承载力	(215)
§ 5.4	倾斜锚碇板的承载力 ^[5]	(219)
参考文献		(237)
第六章	埋入土中结构的稳定性	(238)
§ 6.1	概述	(238)
§ 6.2	静荷载作用下埋入砂土中柱状结构的稳定性	

.....	(239)
§ 6.3 静荷载作用下埋入粘性土中柱状结构的稳定性	(249)
§ 6.4 静荷载作用下埋入土(粘性与无粘性)中基础的 稳定性	(256)
参考文献	(279)
第七章 极限平衡状态下的地基承载力	(280)
§ 7.1 概述	(280)
§ 7.2 底面水平的浅埋深基础	(282)
§ 7.3 偏心倾斜荷载作用的两侧压力不等的底面水平 的基础	(311)
§ 7.4 偏心倾斜荷载底面倾斜的基础	(317)
§ 7.5 边坡地基上的基础	(329)
§ 7.6 非均质地基上的基础	(348)
§ 7.7 柱状基础	(383)
§ 7.8 多排基础下的地基承载力	(386)
§ 7.9 安全系数	(392)
参考文献	(394)
第八章 特殊型式的挡土墙	(396)
§ 8.1 概述	(396)
§ 8.2 有水平锚碇板的挡土墙	(396)
§ 8.3 柯依纳型挡土墙	(398)
§ 8.4 锚碇挡土墙	(401)
§ 8.5 水平拱式挡土墙	(401)
§ 8.6 壳体式挡土墙	(402)
§ 8.7 扶壁式不全高直墙建筑物	(404)
§ 8.8 有卸荷板的墙	(404)
§ 8.9 角型挡土墙的稳定性的稳定性	(405)

参考文献.....	(414)
-----------	-------

第一章 主动土压力

§ 1.1 概述

作用于挡土墙上的土压力与许多因素有关,其中最主要的有:挡土墙本身的结构特征(倾斜、几何特性、变形);地基土与墙后填土的物理、力学性质(容重、粘结力、内摩擦角、密实度、含水量等);墙的垂直位移、水平位移以及转动。

百余年来,尽管有过众多关于影响土压力因素的研究,但仍不能准确地计算。然而可以充分肯定,已能确定影响土压力因素的特性及其量级。

土力学理论表明,挡土墙后的土体可能出现无数个平衡面。但其中只有两个具有特殊性,即它们给出最大和最小的土压力值。这两种极限状态本身,差别十分显著,可在5~10倍的界限内变化。所以只能说土压力是估算值,而不是准确值。

土体的各种平衡状态,与土体前面挡土墙的位移有关。墙无任何位移时,土体平衡状态形成静止土压力。静止土压力向主动土压力转化与挡土墙位移间的关系,表示在图1.1中^[12]。图中采用如下符号: E_c 、 E_H 、 E_o ,分别为主动、静止、被动土压力; $+e$ 、 $-e$,分别为挡土墙向着和背离土体的位移。

道纳特(Донат)与太沙基(Терцаги)关于挡土墙位移与土压力关系的研究,揭示了挡土墙位移的最小值。对于高度为 h 的挡土墙,当填密实的砂时,产生主动土压力的最小位移为 $0.0036h$;而填不密实的砂时,最小位移为 $0.003h$ 。对于5~20m高的挡土墙,

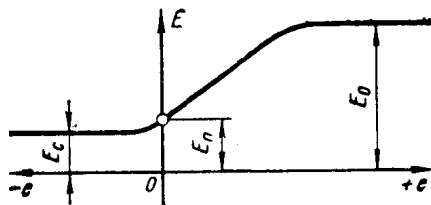


图 1.1 土压力与挡土墙位移关系图

如取 $0.005h$ 的位移, 位移量的数值大致为 $2.5 \sim 10\text{cm}$ 。由此可见, 柔性挡土墙, 多形成主动土压力。同样地, 刚性很大的扶壁式挡土墙, 不可能得到形成主动土压力值的足够位移。在此情况下, 作用于挡土墙上的土压力, 将大于主动土压力, 实际上等于静止土压力。因此, 土压力状态与墙的刚度有关。

还须指出挡土墙地基的性质及其变形条件所起的重要作用。对此问题的研究表明, 越坚实的地基, 作用于支撑建筑物上的土压力就越大。可以相信, 作用在挡土墙上的实际主动土压力值, 处于 OA 和 OA' 两条直线(图 1.2)之间。直线 OA 对应于最小主动土压力, 而直线 OA' 对应于最大土压力的界限值。位于变形地基上的柔性墙, 土压力分布曲线 OB' 接近直线 OA ; 而位于岩基上的刚性墙, 实际的土压力分布曲线 OB 接近直线 OA' 。静止土压力分布曲线将处于中间位置。

确定土压力必须用土的抗剪强度指标, 有两种表达方式。

应力状态用总应力 σ 确定时, 内摩擦角以 Φ_u 表示, 粘结力以 c_u 表示(这种应力状态, 适用于土体为弹性状态的情况);

应力状态用有效应力 σ' 确定时, 以 Φ' 表示内摩擦角, c' 表示粘结力(用于土体为塑性状态的情况)。

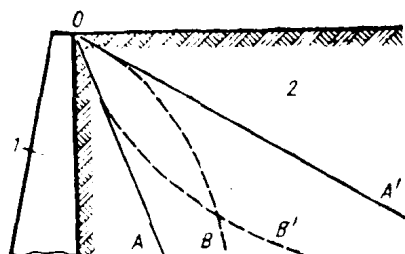


图 1.2 作用于挡土墙上的土压力分布图
1—挡土墙；2—散粒体

§ 1.2 土压力理论

作用于挡土墙上的主动土压力问题，可按下面的其中一种原则研究：

土介质在弹性变形范围内工作；

土介质处于塑性阶段；

挡土墙后的填土视为整体，它沿滑动面发生滑动；

以试验研究所得数据。

在本章中，基于土介质处于弹性和塑性阶段，来研究作用在挡土墙上的主动土压力问题。

§ 1.3 静止土压力

处于平衡状态的挡土墙，当其位移为零时，作用在它上面的土压力，称为静止压力。道纳特于 1891 年引用了《静止土压力》的概念。静止土压力值，可用计算主动土压力的公式确定，只需将主动土压力系数换成静止土压力系数。静止土压力系数 λ_0 ，由土体变形等于零时的主应力比确定，即

$$\lambda_s = \frac{v}{1-v} \quad (1.1)$$

式中 v ——土的泊松比。

从太沙基(1920 年和 1921 年)开始,许多研究者从事静止土压力系数的测定工作。表 1.1 中给出了一些土类的测定结果。

同时还有一些以分析为依据的确定静止土压力系数 λ_s 的建议,主要有:

罗韦(Рове)公式

$$\lambda_s = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\Phi'}{2} \right) \quad (1.2)$$

式中 Φ' ——有效内摩擦角。

亚基(Яки)公式

$$\lambda_s = 1 - \sin \Phi_u \quad (1.3)$$

式中 Φ_u ——内摩擦角。

某些人建议确定粘土和砂土静止土压力系数的公式为

$$\lambda_s = \frac{1 - \sin \Phi_u}{\cos \Phi_u} \quad (1.4)$$

式(1.4)的计算结果,大于亚基公式和式(1.1)求得的数据,它假定土体为弹性体,并且是在各向受压条件下得到的。式(1.4)只能定出系数 λ_s 的近似值。这些数值列于表 1.2 中。表中的数据,只在土的泊松系数与内摩擦角之间存在一定关系的情况下才能应用。尚须指出,所列系数 λ_s ,往往大于土体处于塑性状态下确定的系数值。因此,以往用经典公式计算土压力时,当土体处于极限状态(塑性状态)时,其结果是十分错误的。

静止土压力系数 λ_s

表 1.1

土的种类与状态	静止土压力系数	测定者
砂		
松散的	0.40	太沙基
	0.43~0.45	纳依杰尔
密实的	0.40	毕肖普
	0.50	太沙基
密实的、湿的	0.37	毕肖普
非常密实的	0.80	太沙基
与密实度无关的	0.50	千伯达列夫
粘性土(淤泥和粘土)	0.70~0.75	太沙基
	0.48~0.66	毕肖普
	0.40~0.65	泰比尔
含大量淤泥的填土,且与填土的方法、填土的压实及固结有关	0.50~0.40	И. 柯斯太特 Г. 生德列拉特

以泊松系数 ν 为函数的静止压力系数 λ_s 参考值 表 1.2

ν	λ_s	ν	λ_s	ν	λ_s
0.50	1.00	0.40	0.67	0.30	0.43
0.45	0.82	0.35	0.54	0.25	0.33

§ 1.4 处于弹性阶段的土压力

1.4.1 自重产生的压力

处于弹性阶段的土压力,在墙位移非常小的情况下出现,即尚未形成主动土压力的时候。这种土压力数值,近似地等于静止土压力。它根据布辛内斯克-弗拉曼(Буссинеск-Фламан)方程计算。假定

墙后土体是均质的、各向同性的、弹性的、无粘性的($\gamma \neq 0, \Phi \neq 0, c = 0$)。计算中图 1.3 取墙背相对于竖直面的倾斜角为 β , 填土自由表面与水平面的夹角为 ϵ 。因墙与土之间存在摩擦力, 土压力的合力与墙背面法线的夹角为 α , 它变化在零度至土的内摩擦角角度的范围内。墙高用 h 表示, l 表示墙背的长度, M 为土压力合力的作用点, 它位于从墙顶算起 $2/3$ 墙高处。在填土的自由表面上没有任何荷载。

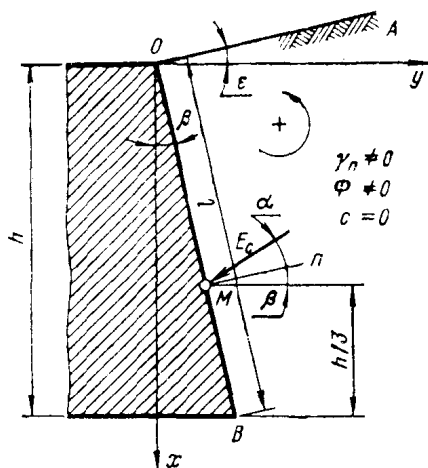


图 1.3 处于弹性阶段的土压力图

取反时针方向为角的正方向。按下式计算总土压力

$$E_c = \frac{1}{2} \gamma \lambda h^2 \quad (1.5)$$

式中 γ ——土的容量;

h ——墙高。

处于弹性阶段的土压力系数 λ 可由下式求得:

$$\lambda = f(\Phi, \beta, \epsilon)$$

弹性阶段 $\beta = \epsilon = 0 (\phi_u = \alpha)$ 时
布辛内斯克-弗拉曼方法土压力系数 λ 表 1.3

$\Phi, ^\circ$	21	24	27	30	33	36	39	42	45
λ	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.24	0.21	0.19

表 1.3 给出的是填土表面水平 ($\epsilon = 0$)、墙背直立 ($\beta = 0$) 时的土压力系数值。土压力合力的倾角 α 等于土的内摩擦角 Φ 。

$\phi_u = 21^\circ$ 时的系数 λ 表 1.4

角 $\beta (^\circ)$	角 $\epsilon (^\circ)$					
	0	5	10	15	20	21
0	0.44 $\alpha = \Phi_u$	0.47 Φ_u	0.51 Φ_u	0.59 Φ_u	0.76 Φ_u	0.93 Φ_u
5	0.47 $\alpha = \Phi_u$	0.51 Φ_u	0.56 Φ_u	0.64 Φ_u	0.83 Φ_u	1.03 $20^\circ 40'$
10	0.51 $\alpha = \Phi_u$	0.55 Φ_u	0.61 Φ_u	0.70 Φ_u	0.93 $20^\circ 55'$	1.14 $19^\circ 50'$
15	0.55 $\alpha = \Phi_u$	0.60 Φ_u	0.67 Φ_u	0.76 Φ_u	1.04 $20^\circ 25'$	1.27 $18^\circ 30'$
20	0.60 $\alpha = \Phi_u$	0.67 Φ_u	0.75 Φ_u	0.84 $20^\circ 0'$	1.15 $19^\circ 10'$	1.38 $16^\circ 35'$
25	0.67 $\alpha = \Phi_u$	0.74 Φ_u	0.86 Φ_u	1.00 $20^\circ 30'$	1.31 $18^\circ 0'$	1.58 $14^\circ 55'$

$\Phi_u = 24^\circ$ 时的系数 λ

表 1.5

角 $\beta(^{\circ})$	角 $\varepsilon(^{\circ})$					
	0	5	10	15	20	24
0	0.39 $\alpha = \Phi_u$	0.42 Φ_u	0.45 Φ_u	0.51 Φ_u	0.60 Φ_u	0.91 Φ_u
5	0.42 $\alpha = \Phi_u$	0.46 Φ_u	0.50 Φ_u	0.56 Φ_u	0.67 Φ_u	1.03 23°40'
10	0.46 $\alpha = \Phi_u$	0.50 Φ_u	0.55 Φ_u	0.62 Φ_u	0.75 Φ_u	1.15 22°40'
15	0.51 $\alpha = \Phi_u$	0.56 Φ_u	0.62 Φ_u	0.70 Φ_u	0.85 Φ_u	1.30 21°10'
20	0.57 $\alpha = \Phi_u$	0.62 Φ_u	0.69 Φ_u	0.80 Φ_u	0.95 Φ_u	1.42 19°20'
25	0.63 $\alpha = \Phi_u$	0.70 Φ_u	0.79 Φ_u	0.91 23°45'	1.11 22°30'	1.64 17°15'

 $\Phi_u = 27^\circ$ 时的系数 λ

表 1.6

角 $\beta(^{\circ})$	角 $\varepsilon(^{\circ})$						
	0	5	10	15	20	25	27
0	0.35 $\alpha = \Phi_u$	0.38 Φ_u	0.41 Φ_u	0.45 Φ_u	0.51 Φ_u	0.64 Φ_u	0.89 Φ_u
5	0.39 $\alpha = \Phi_u$	$\alpha = 0.42$ Φ_u	0.45 Φ_u	0.50 Φ_u	0.57 Φ_u	0.72 Φ_u	1.01 26°35'
10	0.43 $\alpha = \Phi_u$	0.46 Φ_u	0.50 Φ_u	0.56 Φ_u	0.65 Φ_u	0.83 27°30'	1.61 25°30'
15	0.47 $\alpha = \Phi_u$	0.52 Φ_u	0.57 Φ_u	0.64 Φ_u	0.74 Φ_u	0.96 26°35'	1.32 23°55'
20	0.53 $\alpha = \Phi_u$	0.58 Φ_u	0.65 Φ_u	0.73 Φ_u	0.84 Φ_u	1.08 25°25'	1.46 21°50'
25	0.60 $\alpha = \Phi_u$	0.66 Φ_u	0.74 Φ_u	0.85 26°50'	0.99 26°0'	1.28 23°45'	1.71 19°30'