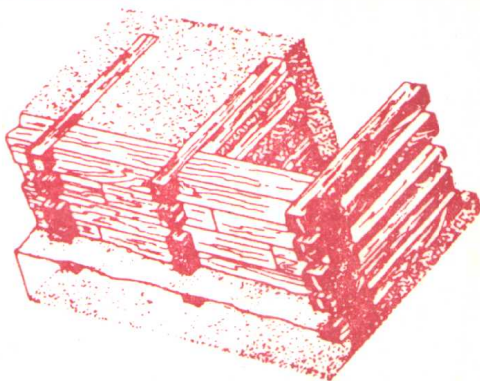
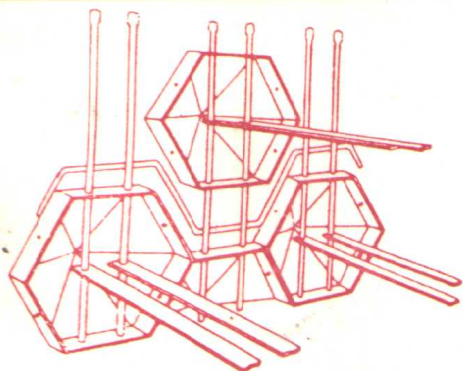
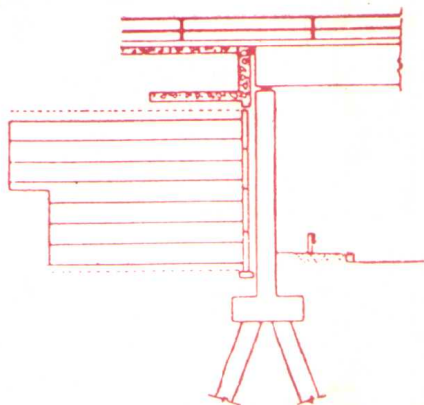
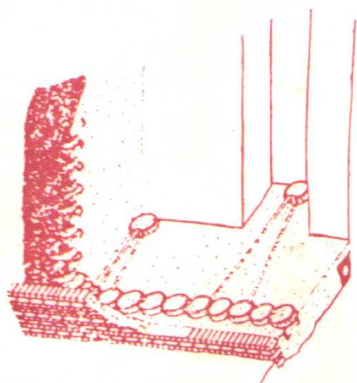


土体加固的设计与施工

[英]科林·琼斯 著

杨运来 译

张咸恭 审校



科学技术文献出版社

TU472
Q-719

土体加固的设计与施工

[英]科林·琼斯 著

杨运来 译

张咸恭 审校

科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

Jones 教授的《土体加固的设计与施工》(1985 年出版, 1988 年修订版)一书, 实用价值很高, 曾先后被译成日文、俄文出版。该书重点论述了土体加固技术的应用与实践。对土体加固的设计过程与工程分析、施工方法与设备、加固材料的性质与选择、成本核算、加固土体与其结构的耐久性, 以及施工中遇到的问题均做了具体阐述; 专章列举了不同类型的工程实例, 并附以大量(300 多幅)精美的图片。凡此, 对我国大规模工程建设的地基处理、土体加固的设计与施工均有较大的借鉴意义。本书可供土木工程、工程地质、岩土工程等方面的工程技术人员和教学科研人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

土体加固的设计与施工 / (英) 琼斯 (Jones, C.) 著; 杨运来译; 张咸恭审校. - 北京: 科学技术文献出版社, 1994. 6
书名原文: Earth Reinforcement and Soil Structures
ISBN 7-5023-2028-8

I. 土…

II. ①琼…②杨…

III. ①地基处理-设计 ②地基处理-工程施工

IV. TU472

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路 15 号 邮政编码 100038)

北京京南印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1994 年 6 月第 1 版 1994 年 6 月第 1 次印刷

开本: 850×1168 毫米 1/32 10.75 印张 269 千字

科技新书目: 306—531 印数: 1—1000 册

定价: 13.40 元

序

近几年来，土体力学加固在土木工程界引起广泛的兴趣与思考。简洁的原理与所获得的经济效益，对被经济问题所困扰的设计工程师来讲是很有吸引力的，而在结构方面产生了新设想和新观点的可能性则给工程师们以思索和想象的余地。

土体力学加固及其结构在某些方面的应用已经取得了令人瞩目的发展，在其它方面也取得了一定的进展。虽然理论研究已达到了很深刻的地步，但其动力及主要的发展却来源于最初的实践者、政府研究机构及材料供应商。材料供应商为发展土体加固筋提供了条件，并从中获得了利益。

对任何技术的接受及广泛的应用，都需要完整的规范、可以应用的技术标准以及参考实例。在土体力学加固领域已经有了这方面的技术规范。现在这门学科被认为是一个正在迅猛发展的重要领域，其发展速度不可避免地导致了对这方面信息的需求。此书的目的就在于架起一座沟通这方面信息的桥梁。

本书概述了土体力学加固的基本原理与方法，以便在内容上满足工程师和研究生的需要。此书在理论方面有一定的深度，但其重点是放在该学科的具体实践方面。其中对设计分析、经济核算、施工细节、材料及耐久性均做了较深刻的论述。

J. A. Gaffney

高级英帝国勋位爵士

理学博士

英国工程师协会特别会员

英国土木工程师协会主席

本书作者Colin JFP Jones先生是理学硕士、哲学博士、土木工程师、英国土木工程师协会特别会员、纽卡斯尔大学岩土工程专业教授。

符 号 说 明

a		比例参数。
a_r	m^2	加固筋单元横截面积。
$a_{s,i}$	m^2/m	每米长结构中,第 i 层加固筋与结构表面平行的横截面积,如为格网加固筋,则为每米长结构中纵隔的横截面积。
b	m	受荷带状加固筋与结构表面垂直的接触区宽度;基础、地基宽度或洞穴跨度。
c		理论剪切带。
c'	kN/m^2	有效应力条件下,结构中填料的内聚力。
c'_i	kN/m^2	有效应力条件下,填料与加固筋粘结力。
c_u	kN/m^2	不排水抗剪强度。
d	m	格网或锚状加固筋纵隔的直径。 条形荷载接触区中心线与结构后面的垂直距离。
e	m	作用力偏心距。 垂直于结构顶端接触面中心线上的偏心距。
g		重力加速度常数。
h	m	加固土楔体高度。 结构中所设断面或单元土的深度。
h_i	m	第 i 层加固筋以上被加固的土体厚度。
h_c	m	临界深度。
h_t	m	从结构趾(坡角)算起的高度。
n		加固筋有效层数。
P		无量纲结合面面积参数。

pH		水溶液酸度值。
q	kN/m^2	基础在加固地基土体上的平均接触压力。
q_0	kN/m^2	基础在未加固地基土体上的平均接触压力。
q_r		承载力系数。
t	m	带状加固筋单个部件的厚度, 钢护面厚度或锚板厚度。
u	m	基础下加固筋深度。
v		体积应变。
w	kN/m	结构施加于地基土的每米宽荷重。
w_s	kN/m^2	结构顶面均布超载。
x		变量。
$\frac{x}{x}$		剪切位移量。
y		变量。
$\frac{y}{y}$		垂直位移量。
$A_{d..}$		光谱加速度。
A_R	m^2	一个加固筋的总表面面积。
A_s	m^2	一个加固筋部件作用下的临界面面积。
B	m	加固筋或地锚单个部件宽度。
B'	m	堤的半有效宽。
C_u		不均匀系数。
D	m	基础建基面深度。
D_t		动荷载。
D_p		土动压力。
E	kN/m^2	弹性模量。
E_p	mV	铂电极电势。
E_r	mV	氧化还原电势。
E_s	kN/m^2	土体加固筋弹性模量。
F_1	kN/m	结构顶面, 沿宽度为 b 条形分布的剪切力, 每米宽的值。

F_A	kN	允许抗拔阻力。
F_F	kN	格网加固筋摩擦阻力。
F_p	kN	格网加固筋横隔抗拔阻力。
F_R	kN	格网加固筋的锚阻力。
FS		安全系数。
F_i	kN	单个地锚抗拔阻力。
F_T	kN	一个格网加固筋的总抗拔阻力。
H	m	加固结构或填料的总高度。
H_c	m	结构的临界高度(能量法)。
ΔH	m	单层加固筋的作用带。
I		经验刚度系数。
I'		设计刚度系数。
I_0	A	电极间电流强度。
I_T	m ³	加固筋横隔面积二阶矩。
K_a		主动土压力系数。
K_c		临界水平加速度。
K_0		静止土压力系数。
K_m		抗震设计系数。
K_p		被动土压力系数。
L	m	加固筋长度或埋置长度。
		底层加固筋与结构表面的垂直长度。
L_A	m	地锚长度。
L_0	m	加固筋有效长度。
L_i	m	第 <i>i</i> 层加固筋与结构表面的垂直长度。
L_{ip}	m	第 <i>i</i> 层加固筋在预破裂面外的长度。
LL		液限。
L_m	m	土锚钉结构基底长。
L_n	m	土锚钉长度。
L_R	m	加固筋长度。

L_s	m	加固筋弹性拉伸变形。
L_{sp}	m	滑坡面长。
M_i	kNm/m	作用在结构上每米长的外荷, 在第 i 层加固筋水平截面中心所产生的弯矩。
M_{eff}		土体结构效率。
M_s		所用土体抗剪强度百分比。
M_o	kNm/m	结构上每米长所受翻转力矩。
N_o		泰沙基条形基础承载力系数。
P	kN/m	作用于加固土体上的每米长回填土侧压力。
P_a	Ω/cm	土体电阻的量值。
P_{at}	kN/m ²	加固筋基本允许轴向抗拉应力。
P_A	kN	地锚抗拔阻力。
P_B	kN	地锚锚面受力。
P_f	kN	三角形地锚中粒状填土顶部及底部因摩擦而产生的抗拔阻力。
PI		塑性指数。
P_i	m/m	每米宽结构中, 第 i 层加固筋上下水平宽度之和; 对格网加固筋, 则为每米宽结构中格网的宽度。
P_R	kN	加固力。
P_a	kN	无粘性填土中锚杆所产生的抗拔阻力。
P_u	kN/m	每米长极限抗拔阻力。
R	Ω	电阻。
R_A	Ω	阳极电阻。
R_c	Ω	阴极电阻。
R_F	kN/m	每米长挡土墙抗滑抵抗力。
R_o	kNm/m	每米长结构翻转抵抗力。
S		土的抗剪强度。
S_{av}		土堤的平均抗剪强度。

S_E	m	加固筋或土锚钉的有效间距。
S_h	m	加固筋或土锚钉的水平间距。
S_i	kN/m	作用于结构顶面, 宽度为 b , 条形分布的垂直荷载, 每米宽的值。
S_v	m	加固筋或土锚钉的垂直间距。
S_m	kN	岩土格网或岩土格网垫的抗剪阻力。
T	kN/m	由固定加固土楔体的各层加固筋所抵抗的每米宽总拉力(楔体分析)。 振动周期。
T'	kN/m ²	单元加固筋中的拉应力。
T_{ad}	kN	加固筋的抗拉粘结力。
T_f	kN/m	单位长度的摩擦阻力。
T_F	kN/m	由作用于结构顶面的水平剪切力所产生的, 被固定加固土楔体的加固筋所抵抗的每米宽拉力(楔体分析)。
T_{fi}	kN/m	由作用于结构顶面的水平剪切力所产生的, 被第 i 层加固筋所抵抗的每米宽拉力。
T_{hi}	kN/m	第 i 层加固筋以上加固土体所产生的每米宽拉力。
T_i	kN/m	第 i 层加固筋所抵抗的最大总拉力(每米宽)。
T_{max}	kN/m	底层加固筋或所考虑的加固筋上的最大拉力(每米宽)。
T_{mi}	kN/m	由弯矩 M_i 所产生的每米宽拉力。 M_i 由外荷产生。
T_{Si}	kN/m	由结构顶部外荷(S_i)所产生的每米宽拉力。
T_{wi}	kN/m	由结构顶部的均布超载所产生的每米宽拉力。
T_1		加固土体结构的第一基本周期。
T_2		加固土体结构的第二基本周期。
U_{ext}		土压力所作的外功(能量法)。

V	m	相邻加固层间的垂直距离。
W	kN/m	土结构每米宽的总重量。
W_1	kN/m	库仑破裂楔土体重量。
X_m		地震位移。
Z	m	残余侧压力有效深度。基础下第 i 层加固筋深度。
a, β		零拉伸方向。
a'		表示 μ 与 $\tan \phi'$ 成比例关系的系数。
a''		函数。
β'	度	预破裂面与垂直面夹角。
β''		函数。
γ		剪切应变。
γ	kN/m ³	结构中填料容重。
γ		剪切应变率。
δ_h		在荷载作用下土的侧向应变。
δ_r		加固筋的应变。
δ_θ		土中沿 θ 方向的应变。
δ_v		荷载作用下的轴向压缩应变。
δ_x		单元长度 $d(x)$ 的加固筋应变。
ε		线应变。
ε_1		最大主应变。
ε_3		最小主应变。
ε_r		沿加固筋方向土的横向应变。
$\dot{\varepsilon}_1$		最大主应变率。
$\dot{\varepsilon}_3$		最小主应变率。
$\dot{\varepsilon}_\theta$		法向应变率。
$\dot{v}$		体积应变。
$\dot{v}$		体积应变率。
ν		泊松比。

τ	kN/m^2	剪应力。
σ	kN/m^2	法向应力。
σ_H	kN/m^2	土体单元上的侧应力。
σ_v	kN/m^2	土体单元上的垂直应力。
σ'_v	kN/m^2	垂直外荷。
σ_1		最大有效主应力。
σ_3		最小有效主应力。
ϕ	度	摩尔-库仑内摩擦角。
ϕ'	度	有效应力下土的内摩擦角。
μ		填料与加固筋之间的摩擦系数。
μ^*		表观摩擦系数。
μ_t		加固土与地基土间的摩擦系数。
μ_{ws}		均布超载与结构顶面间摩擦系数。
η		库仑楔体与表面相交位置(锚定分析)。

目 录

序	(I)
符号说明	(II)
第一章 导言	(1)
第二章 发展历史	(4)
2.1 古代结构	(4)
2.2 现代结构	(7)
第三章 应用范围	(11)
3.1 概述	(11)
3.2 桥梁工程	(11)
3.3 坝	(14)
3.4 堤	(15)
3.5 地基	(17)
3.6 公路	(19)
3.7 住宅	(23)
3.8 工业	(24)
3.9 军事	(26)
3.10 管道工程	(26)
3.11 铁路	(26)
3.12 根桩系统	(27)
3.13 体育运动建筑	(27)
3.14 码头、海岸防波墙及水道结构	(28)
3.15 地下建筑	(30)
第四章 理论	(31)
4.1 概述	(31)

4.2	一般理论	(35)
4.3	影响加固土体功能与特性的因素	(40)
4.4	设计理论	(57)
4.5	地震效应	(81)
4.6	矿区塌陷	(86)
4.7	重复荷载	(88)
第五章	材料	(90)
5.1	概述	(90)
5.2	土、填料	(90)
5.3	加固筋	(99)
5.4	护面	(107)
第六章	设计与分析	(109)
6.1	设想	(109)
6.2	初步设计	(109)
6.3	分析	(115)
6.4	计算机辅助设计与分析	(142)
第七章	施工	(148)
7.1	概述	(148)
7.2	施工方法	(148)
7.3	加固筋系统	(156)
7.4	人力与机械设备	(157)
7.5	施工速度	(158)
7.6	损坏与腐蚀	(159)
7.7	压实	(159)
7.8	畸变	(159)
7.9	后勤	(162)
7.10	施工顺序	(162)
第八章	施工细节	(164)
8.1	概述	(164)

8.2	地基	(164)
8.3	排水	(171)
8.4	护面	(179)
8.5	桥台与桥面支座	(196)
8.6	加固筋与加固筋连接	(200)
第九章	成本与经济	(206)
9.1	经济优越性	(206)
9.2	成本估算	(207)
9.3	总成本	(209)
9.4	成本分配	(210)
9.5	成本差额	(212)
9.6	综合预算	(213)
第十章	耐久性	(217)
10.1	概述	(217)
10.2	腐蚀	(218)
10.3	影响加固筋与护面腐蚀的施工因素	(223)
10.4	腐蚀参数的量测	(227)
10.5	目前所用加固材料的耐久性	(234)
第十一章	实例	(244)
11.1	导言	(244)
11.2	实例 1——直面挡土墙设计	(244)
11.3	实例 2——加固土体桥台设计	(260)
11.4	实例 3——土堤基础下地基垫设计	(289)
第十二章	发展近况	(295)
12.1	概述	(295)
12.2	锚固土体	(295)
12.3	张力膜	(299)
12.4	三维加固筋	(305)
12.5	施工技术	(305)

12.6 施工细节.....	(308)
术语英汉对照.....	(314)

第一章 导 言

土体力学加固的基本原理比较容易掌握，而且已被人们应用了几个世纪。现在，人们之所以对这门学科又产生了极大的兴趣，应部分地归功于亨利维达尔(Henri Vidal)在发展“土体力学加固”(“Reinforced Earth”)中所作的开创性工作。“土体力学加固”现在已被广泛地用作描述这类结构形式的术语。土体力学加固的基本特征，其在土木工程领域中独特的优势在于它能降低成本、易于施工，加之结构简单，因而引起了人们的关注。

由于技术和商业上的成功——这已被实践者所证实，人们对这门学科的认识与兴趣正在不断提高。土体力学加固这个概念也引起了学术界的注意，因为这门学科包含了大量的理论知识，这就导致了大学和科研部门开展这方面的研究与发展工作。土体力学加固现已被认为是岩土工程领域中的一个独立学科。

有人认为，土体力学加固现代概念的发展速度还应该更快一些，然而在具体工作中，其关键因素不一定是先进的理论概念，而是设计标准、规范及技术的发展，没有这些就不能建造出经济有效的结构物。现代土体力学加固的创始者认识到了这一点，始终坚持可靠性和建立控制质量的防治方法。现在已确立的设计规范及标准是切实可行的，而且技术发展也达到了工程界能普遍接受的程度。

本书的目的在于帮助工程师解决一些在设计和施工中所出现的问题，为学术研究工作提供有关本学科的全面论述。本书是通过一个整体结构来介绍这门学科的，每一章都相对独立，但又是按一定的次序编排的。

为了了解古代文明、前人及开拓者对这门学科所作的贡献，

第二章简要地介绍了土体力学加固及其结构的发展简史。第三章列举了新近应用的实例，通过这些例子说明其应用范围。第三章所举的例子旨在说明，当土体力学加固及其结构尤其是与其它技术相结合时，可以应用于其它许多方面。

近几年，与土体力学加固相关的理论取得了长足的发展。虽然人们对这门学科各个方面及其应用还没有全面的认识，但早期的开拓者及应用者所确立的基本的原理有所了解，后来又得到了肯定与发展。基于实际工作的需要，本书尽力对这门学科的理论作一总体的介绍，并有所侧重。

土与加固筋之间的相互作用是这门学科的一个关键问题。第五章介绍了影响该相互作用的材料性质，同时也介绍了应用于力学加固土体结构的其它材料的性质。

按照实际工作的系统过程与要求，把设计及分析部分与理论部分分开考虑。在介绍具体的分析方法之前，首先阐述了理想化与概念化设计在初步确定土体力学加固方案时的重要性。与理论一样，分析过程也取得了很大的进展。本书的内容覆盖了主要设计体系的基础，并提供了详细的设计过程。这些过程可以应用于解决一系列结构问题。对于解决不同问题的具体设计过程，要通过对具体工程的分析判断来解决，因而本书回避了这方面的内容。

土体力学加固结构的成功，既取决于对理论的正确理解，也取决于优良的施工技术。有效可行的施工体系的发展是这门学科打开成功之门的钥匙，否则土体力学加固及其结构只能是有兴趣的纸面学术游戏。第七章论述了一套总的施工指标，而第八章则详述了已被实践证明是成功的施工细节。应该强调的是，当合同规定、材料、经费等条件发生变化时，就不能应用原来的施工细节。对于整个设计来说，工程的分析判断是很关键的。

也许最有争议的是第九章的内容——成本与经济核算。显然，市场与金融状况是经常变化的，因此任何所计划的土体力学