

墩式基础技术

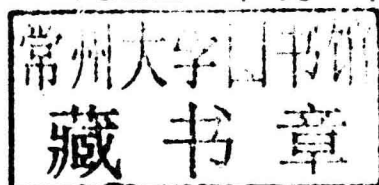
刘忠昌 单 明 著



東北大學出版社
Northeastern University Press

墩式基础技术

刘忠昌 单明 著



东北大学出版社

·沈阳·

©刘忠昌 单明 2010

图书在版编目(CIP)数据

墩式基础技术 / 刘忠昌, 单明著. — 沈阳: 东北大学出版社, 2010.5
ISBN 978-7-81102-818-8

I. ①墩… II. ①刘…②单… III. ①墩式基础 IV. ①TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 092191 号

内容提要

作者通过现场试验、理论分析, 全面、系统、深入地研究了墩式基础的受力机理、适用条件、竖向和水平承载特性。根据大量的试验、测试数据资料, 分析了不同地基(砂土、碎石土、粉土、黏性土等)条件下墩式基础的破坏特点和影响承载力的因素, 提出了单墩竖向、水平承载力的经验公式, 给出了承载力调整系数。通过系统研究, 制定了墩式基础的勘察、设计与检测技术要点。

此外, 通过对比分析黏性土地基浅基础平板载荷试验和单墩竖向静载试验结果, 发现两者承载力均随基础宽度增大呈降幂函数衰减的规律。

本书可作为勘察、设计、施工、检测、监理等单位技术人员及高校土木工程专业师生参考用书。

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph@neupress.com Web: <http://www.neupress.com>

印 刷 者: 沈阳市市政二公司印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 170mm×240mm

印 张: 8 字 数: 152 千字

出版时间: 2010 年 5 月第 1 版

印刷时间: 2010 年 5 月第 1 次印刷

责任编辑: 王兆元 石玉玲 责任校对: 王延霞

封面设计: 唐敏智 责任出版: 杨华宁

ISBN 978-7-81102-818-8

定 价: 37.00 元

作者简介

刘忠昌 男, 1963 年 3 月出生于沈阳, 籍贯山东莱阳, 1981—1984 年在东华理工大学水文地质与工程地质专业学习, 获学士学位。2008 年毕业于东北大学结构工程专业获博士学位, 毕业后在辽宁省建筑设计研究院岩土工程公司工作至今, 从事岩土工程勘察、设计、施工、检测、技术咨询及科研工作。1995 年晋升高级工程师, 2001 年晋升教授级高级工程师。现担任辽宁省建筑设计研究院副总工程师及岩土公司总工程师。2003 年通过注册岩土工程师考核。任中国岩石力学与工程学会东北分会副理事长、中国建筑学会岩土工程勘察分会理事、辽宁省土木建筑学会岩土工程勘察分会理事、辽宁省超限高层抗震审查委员会委员、沈阳市岩土工程学会委员会委员兼秘书。

1995 年获辽宁省青年先进(科技)工作者荣誉称号, 2009 年获第五批辽宁省省级优秀专家荣誉称号。在工作中结合科研实践, 撰写相关学术论文 40 余篇, 在国家级核心刊物上发表论文 9 篇。作为主要完成人先后 5 次参加辽宁省建筑地基基础与桩基础检测方面地方标准的编制工作。主持省级和大型企业课题 10 多项, 其中主持的“墩式基础技术研究及工程应用”获辽宁省科学技术进步二等奖(2009); 作为第二完成人参加研编的沈阳市“建筑地基基础技术规范”和辽宁省“建筑基桩及复合地基技术测试研究”成果获辽宁省科学技术进步二等奖。作为项目负责人主持的“东北电管局大楼”和“沈阳市府恒隆广场发展项目塔楼—桩基检测”工程获辽宁省优秀工程勘察一等奖, “喜来登酒店”、“沈阳桃仙国际机场航站楼扩建”等四工程勘察获辽宁省优秀工程勘察二等奖; 作为工程负责人承担了沈阳乐天世界、沈阳裕景中心等超限高层建筑群(高度 200~400m)的岩土工程勘察工作。

单明 男, 1960 年 11 月生, 沈阳市人, 教授级高级工程师、国家一级注册结构工程师、辽宁省建筑设计研究院副总工程师。1984 年 7 月毕业于沈阳建筑大学建筑工程系, 一直在辽宁省建筑设计研究院从事结构设计工作, 作为结构专业负责人完成沈阳市

政府办公大楼增层抗震加固、营口开发区中心医院门诊病房楼、沈阳市骨科医院门诊病房楼、辽宁医学院附属第一医院病房楼、沈阳中润科技城、辽宁省图书馆、中电投蒙东能源集团生产指挥中心、沈阳御龙逸城住宅区等几十项大型复杂工程设计。

营口开发区中心医院门诊病房楼、东北抗联史实陈列馆两项工程，获建设部优秀设计三等奖、省优秀设计一等奖；沈阳恒隆市府广场发展项目塔楼桩基础检测，获省优秀勘察一等奖。

作为主要完成人完成的“墩式基础技术研究及工程应用”等课题，获辽宁省科技进步二等奖；作为第一作者在全国中文核心期刊上发表论文十余篇，包括《地下水源热泵抽取和回灌地下水对建筑物沉降影响的研究》《营口开发区中心医院门诊病房楼结构设计的几个关键问题》《东北某政府大楼采用摩擦阻尼器进行抗震加固的研究》《取消高规中高宽比限值的建议》等，作为主要起草人完成了《建筑地基基础技术规范》《预应力混凝土管桩基础技术规程》《封底混凝土小型空心砌块建筑技术规程》等辽宁省地方标准的编制工作。

序

墩式基础(亦简称墩基础)是介于无筋扩展基础(刚性基础)和人工挖孔桩基础之间的新型基础形式。墩基础主要适用于砂土、碎石土地基和岩石地基,也可用于粉土、黏性土地基。由于具有承载能力高、施工质量可靠、施工速度快及基础工程造价低等优点,墩基础在辽宁省的多层砌体结构建筑中得到了广泛应用。

刘忠昌博士从生产一线到科学研究,在岩土工程专业已从业 25 年,尤其在岩土工程检测领域勇于创新、深入试验研究并积累了丰富经验。在总结了多年的工程实践和测试研究结果的基础上,已发表 40 余篇论文,主持的科研项目多次获辽宁省科学技术进步奖;主持的建筑工程勘察及桩基检测项目多次获辽宁省优秀工程勘察奖。作为主要完成人多次参加辽宁省建筑地基基础与桩基础检测方面地方标准的编制工作。作者曾获得辽宁省省级优秀专家等荣誉称号。针对黏性土地基,作者通过对不同压板尺寸的静载荷试验结果,分析总结了地基承载力随基础宽度增大而呈降幂函数衰减的规律,类似于墩基础。

教授级高工单明从事建筑结构设计工作近 30 年,设计了数十项大型复杂工程,其设计作品曾获建设部、辽宁省优秀设计奖,作为第一作者发表学术论文十余篇,作为主要完成人完

成的“墩式基础技术研究及工程应用”课题获辽宁省科技进步二等奖。

作者在本书中详尽地归纳了各种地基条件下大量墩式基础的试验研究结果，并进行了深入的理论分析工作，提出了墩基础设计计算公式、勘察要求、施工要点及检测方法，形成了墩式基础完整的技术体系，为墩基础的推广应用提供了技术保证。

本书是深基础与浅基础之间的创新型基础研究和应用的好书，相信会对广大土木工程、岩土工程工作者有所助益。

前 言

墩式基础(简称墩基础)作为一种创新型基础,在工程中已广泛应用多年,并取得了较好的经济效益和社会效益。墩基础适用于7层以下砌体结构建筑,当场地地基土埋深3.0m左右有较好的稳定土层时,墩基础比浅基础或桩基础更为经济合理。

本书是作者对墩基础方面技术研究的总结,通过大量的原位测试结果,分析了墩基础的受力机理,提出了墩基础在不同持力层条件下的承载力计算公式,给出了承载力调整系数,得出了地基承载力与动力触探击数的相关关系,并从理论上对墩基础进行了深入研究,确保墩基础技术的先进和安全可靠。根据测试结果,对墩基础质量验收提出了不同于其他桩基础的检测方法。

本书包括以下内容:绪论;墩式基础竖向承载力试验研究;墩基础水平承载力试验研究;墩基础极限承载力计算;墩基础设计;墩基础的检测与应用。本书是一本实用性较强的技术资料,希望能对从事墩基础工程设计、施工、检测、监理等工作的人员有所帮助,同时也可作为高等院校土木工程专业的参考书或选修课教材。

本书的部分内容来源于辽宁省自然科学基金(20092011)、教育部留学回国科学研究基金(20071108-3)、中央高校基本科研业务专项奖金(N090401008;N090101001)的研究成果,还参考了国内外大量文献和实践资料,为此对有关著作者深表谢意。

在本书著写过程中,得到了东北大学朱浮声教授和王述红副教授的无私指导和帮助。在墩基础技术研究初期,

辽宁省建筑设计研究院的唐昆仑、张平两位专家作出了一定的贡献。在项目试验与资料整理期间，舒昭然高级工程师等同事做了大量工作。在此一并致谢！

限于篇幅及作者水平，书中缺点及不当之处在所难免，敬请专家、同行和读者批评指正。

作 者

2010 年 3 月

书中符号及其意义

符 号	单 位	意 义
d	m	桩或墩的直径
s	mm	沉降量
L	mm	墩间距
H	m	墩入土深度
D	mm	墩底直径
f_{ak}	kPa	地基承载力特征值
R_a	kN	单墩竖向承载力特征值
K		地基承载力影响系数
β		地基承载力调整系数
A_D	m^2	墩底横截面面积
η_d		墩基础埋深的地基承载力修正系数
γ_0	kN/m^3	墩基础底面以下土的重度
q_{si}	kPa	墩周土的摩阻力标准值
α		墩周阻力调整系数
l_i	m	按土层划分的各段墩长
μ_p	m	墩身周边长度
q_u'	kPa	极限承载力
q_u''	kPa	土的自重 γ 所引起地基承载力
c	kPa	土的黏聚力
γ	kN/m^3	土体的重度
k_0		土的静止侧压力系数
δ	(°)	基础侧面与土之间的摩擦角
φ	(°)	内摩擦角

N_γ		Vesic 承载力系数
H_k	kN	相应于荷载效应标准组合时, 作用于墩顶处的水平力
x_0	mm	水平位移
Q	kN	承载力特征值
R_{Ha}	kN	单墩水平承载力特征值
η		墩周土水平抗力调整系数
P	kN	持力层强度
σ_0	kPa	静止土压力
σ_a	kPa	主动土压力
σ_p	kPa	被动土压力
σ_{acr}	kPa	主动极限土压力
σ_{pcr}	kPa	被动极限土压力
δ	mm	土体位移
δ_{acr}	mm	土体主动极限位移
δ_{pcr}	mm	土体被动极限位移
f		墩土之间的摩擦系数
σ	kPa	墩基础所受的土压力
G	kPa	土的剪切模量
E	kPa	土的变形模量
ν		土的泊松比
q_0	kPa	地基中膨胀区平均超载压力
L	m	基础长度
N_c, N_q		承载力系数
σ	kN	法向应力
τ	kN	切向应力
M_{σ_p}	kN·m	被动土压力 σ_p 对点 A 的力矩
S	m ²	面积

a	m	方形基础边长
R_a	kN	单墩竖向抗压承载力特征值
I_s		未经尺寸修正的点荷载强度指数
D_c	mm	等效岩心直径
L	mm	完整桩的波长
T	s	桩底反射波的到达时间
L_i	m	桩身缺陷部位
T_i	s	反射波的到达时间
V_{pm}	m/s	平均波速

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 墩式基础的研究背景和意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 墩式基础试验和理论研究的意义	2
1.2 墩式基础的研究现状	3
1.3 墩式基础试验和理论研究的主要内容	9
第 2 章 墩式基础竖向承载力试验研究	10
2.1 引 言	10
2.2 墩基础竖向承载力试验方法	11
2.2.1 竖向承载力试验装置	11
2.2.2 慢速维持荷载法	12
2.3 墩基础竖向承载力试验过程	13
2.3.1 砂土、碎石土地基单墩竖向承载力试验	13
2.3.2 黏性土、粉土地基单墩竖向承载力试验	15
2.3.3 墩端地基承载力的修正	17
2.3.4 墩基础破坏的特点	19
2.3.5 墩基础竖向承载力经验公式	21
2.4 墩底地基土压力分布试验研究	26
2.4.1 墩底地基土压力试验概况	26
2.4.2 墩底压力试验结果分析	29
2.5 墩基础竖向承载力分析	30
2.5.1 竖向荷载作用下墩基础破坏模式	30
2.5.2 持力层的尺寸效应	30
2.5.3 墩端阻力的折减	32
2.5.4 墩基础竖向承载力公式	32
2.6 本章小结	38

第3章 墩基础水平承载力试验研究	40
3.1 墩基础水平承载力试验方法	40
3.1.1 概 述	40
3.1.2 水平承载力静载试验方法	40
3.2 墩基础水平承载力试验研究	42
3.2.1 单墩水平承载力试验	42
3.2.2 试验结果分析	44
3.2.3 单墩水平承载力经验公式	45
3.3 墩底地基土压力分布试验研究	47
3.3.1 试验概况	47
3.3.2 墩底压力试验结果分析	49
3.4 墩基础水平承载力分析	50
3.4.1 基本假定	50
3.4.2 土压力计算	51
3.4.3 墩基础水平力的计算	52
3.5 本章小结	52
第4章 墩基础极限承载力计算	54
4.1 墩基础破坏模式	55
4.2 地基承载力基本理论	56
4.3 圆形基础竖向承载力研究	58
4.3.1 基本假定	59
4.3.2 黏聚力、基础两侧土超载引起的极限承载力	60
4.3.3 土自重所引起的基础承载力	63
4.3.4 计算实例	64
4.4 方形基础竖向承载力研究	65
4.4.1 基本假定	65
4.4.2 不考虑土的自重	66
4.4.3 不考虑土的黏聚力	69
4.5 黏性土地基浅基础承载力的宽度修正	69
4.5.1 浅层平板载荷试验	70

4.5.2 承载力宽度修正	72
4.5.3 沉降计算	73
4.5.4 地基承载力设计取值	74
4.6 本章小结	75
第 5 章 墩基础设计	77
5.1 墩基础勘察规定	77
5.2 墩基础设计一般规定	77
5.2.1 一般规定	77
5.2.2 适用条件	78
5.2.3 地梁设计的一般规定	78
5.3 墩基础设计方法	79
5.3.1 单墩竖向抗压承载力	79
5.3.2 单墩水平承载力	79
5.4 墩基础设计实例	80
5.4.1 墩底为砂土时墩基础设计实例	80
5.4.2 墩底为基岩时墩基础设计实例	83
5.4.3 墩底为黏性土时墩基础设计实例	83
第 6 章 墩基础的检测与应用	88
6.1 墩基础检测	88
6.1.1 概 述	88
6.1.2 持力层触探试验	88
6.1.3 岩石点荷载试验	89
6.1.4 单墩竖向抗压静载试验	93
6.1.5 应力反射波法	97
6.1.6 墩基础检测数量规定	102
6.1.7 检测结果分析	103
6.1.8 经济分析	103
6.2 墩基础应用	103
6.2.1 墩基础与浅基础的区别	103
6.2.2 墩基础与挖孔桩的区别	104

6.2.3 墩基础适用范围	104
6.2.4 墩基础在工程中的应用	105
6.2.5 经济分析	105
6.3 本章小结	106
参考文献	107

第1章 绪 论

1.1 墩式基础的研究背景和意义

1.1.1 研究背景

目前,我国正处于基本建设高速发展、科技迅速进步的阶段,人民生活水平不断提高,物质文化要求也达到了新的高度。随着我国国民经济和工程建设事业的蓬勃发展,各种各样的建筑形式不约而同地出现,有万丈高楼,有地下铁道,更有跨海过江的桥梁。随之而来的,地基、基础问题愈来愈引起人们关注,出现了适应不同地质条件的基础形式。

常用的建筑物基础有如下4种形式。

(1) 无筋扩展基础:系指由砌块、毛石、混凝土或毛石混凝土等材料组成的墙下条形基础或柱下独立基础。无筋扩展基础适用于7层以下的民用建筑。

(2) 扩展基础:将上部结构传来的荷载,通过侧边扩展成一定底面积,使作用在基底的压力等于或小于地基土的允许承载力,而基础内部的应力应同时满足材料本身的强度要求。扩展基础分柱下钢筋混凝土独立基础和墙下钢筋混凝土条形基础。

(3) 筏形基础:分为梁板式和平板式两种类型,其选型应根据工程地质上部结构体系柱距、荷载大小及施工条件等因素来确定。

(4) 桩基础:由设置于岩土层中的桩和联结桩顶端的承台组成的钢筋混凝土结构。按桩径大小分为:大直径桩($d \geq 0.8\text{m}$),中等直径桩($0.4\text{m} \leq d < 0.8\text{m}$)和小直径桩($d < 0.4\text{m}$)。按成桩工艺分为:钻孔灌注桩、沉管灌注桩、冲孔灌注桩、正反循环成孔灌注桩、螺旋钻孔灌注桩、夯扩桩、锤击式预制桩、静压式预制桩以及人工挖孔灌注桩。按成孔后的挤土效应又分为:挤土桩(如预制桩、沉管灌注桩)和非挤土桩(如螺旋钻孔桩、人工挖孔桩)。按桩受力条件又分为:摩擦桩和端承桩。

各种桩基类型都有其一定的适用范围,并取决于场地工程地质水文地质条件、上部结构形式及荷载的大小等。另外,有些桩基础还受建筑物周边环境及