

基础工程

JICHU
GONGCHENG

冯忠居 主编
陈祥宝 主审



人民交通出版社



Jichu Gongcheng

基 础 工 程

冯忠居 主编
陈祥宝 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要介绍公路桥梁常用的各种基础的设计理论、计算方法及施工技术,同时介绍了基础工程施工质量控制及检验方法、地基加固方法和特殊地基与地震地区的基础工程的基本内容。

本书可作为公路工程、桥梁工程等专业函授大学本专科的教材,也可作为土木建筑类的函授及相关专业的教材,对有关专业的工程技术人员也有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

基础工程 / 冯忠居主编. —北京: 人民交通出版社,
2001.6

ISBN 7-114-03976-X

I.基... II.冯... III. 公路桥—桥梁基础—桥梁
工程 IV.U448.143.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 042475 号

基 础 工 程

冯忠居 主编

陈祥宝 主审

正文设计:彭小秋 责任校对:刘晓方 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:14.25 字数:354 千

2001 年 8 月 第 1 版

2001 年 8 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—5000 册 定价:25.00 元

ISBN 7-114-03976-X

U • 02895

前 言

本书是根据《基础工程》教材编写大纲并参考《基础工程》课程基本要求编写的。全书共分七章,分别叙述了基础工程设计所需的基本资料及其设计特点、扩大基础的设计与施工、桩基础的设计与施工、沉井基础的设计与施工、基础工程施工质量控制及检验方法、地基加固、特殊地基及地震地区的基础工程等内容,书后附录列出了桩基础内力计算的有关参数。

本书在遵循“公路工程、桥梁工程等专业函授大学本专科教学计划”的前提下,根据函授教学以自学为主的特点,除了对一些基本概念着重叙述以外,对常见基础的设计计算理论与方法也作了详细介绍。为便于学生掌握所学内容,针对每一章的特点,编写了详细、典型的例题,并在每章后附有学习要求和思考题与习题。

本书由长安大学公路学院冯忠居编写第一、四章,赵伟封编写第二章,冯忠居、赵伟封编写第三章,张永清编写第五章及附表,姜蓉编写第六章,姜蓉、冯忠居编写第七章。全书由冯忠居主编,陈祥宝主审。

由于编写时间和编写水平所限,本书缺点及不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2001年5月于西安

目 录

第一章 基础工程设计常用资料及设计原则	1
第一节 概述	1
第二节 基础工程设计和施工所需的资料及计算荷载的确定	3
第三节 基础工程设计计算的基本原则及方法	6
第二章 天然地基上扩大基础	8
第一节 浅基础的类型及构造	8
第二节 天然地基上扩大基础的施工	11
第三节 基础埋置深度的选择及刚性扩大基础尺寸的拟定	18
第四节 天然地基上刚性扩大基础的计算与验算	22
第五节 天然地基上刚性扩大基础设计的修改措施	29
第六节 天然地基上刚性扩大基础设计计算步骤与算例	31
第三章 桩基础	36
第一节 概述	36
第二节 桩和桩基础的类型	37
第三节 桩基础的施工	41
第四节 单桩轴向荷载的传递机理	55
第五节 桩基础的承载力	60
第六节 桩基础设计	72
第七节 承台的计算	83
第八节 基桩内力和位移的计算	84
第四章 沉井基础	109
第一节 概述	109
第二节 沉井的类型和构造	109
第三节 沉井的施工	114
第四节 沉井的设计与计算	117
第五节 沉井基础计算示例	131
第五章 基础工程质量控制及检验方法	142
第一节 扩大基础工程质量控制及检验方法	142
第二节 桩基础工程质量控制及检验方法	144
第三节 沉井基础工程质量控制及检验方法	148
第六章 地基加固	150
第一节 概述	150
第二节 换土垫层法	151
第三节 挤(压)密法	153

第四节 排水固结法	159
第五节 化学加固法	164
第六节 复合地基	169
第七章 特殊地基及地震地区上的基础工程	173
第一节 软土地基上的基础工程	173
第二节 湿陷性黄土地基上的基础工程	179
第三节 冻土地区上的基础工程	184
第四节 地震地区上的基础工程	191
附表	202
主要参考书目	219
课程教学计划	220

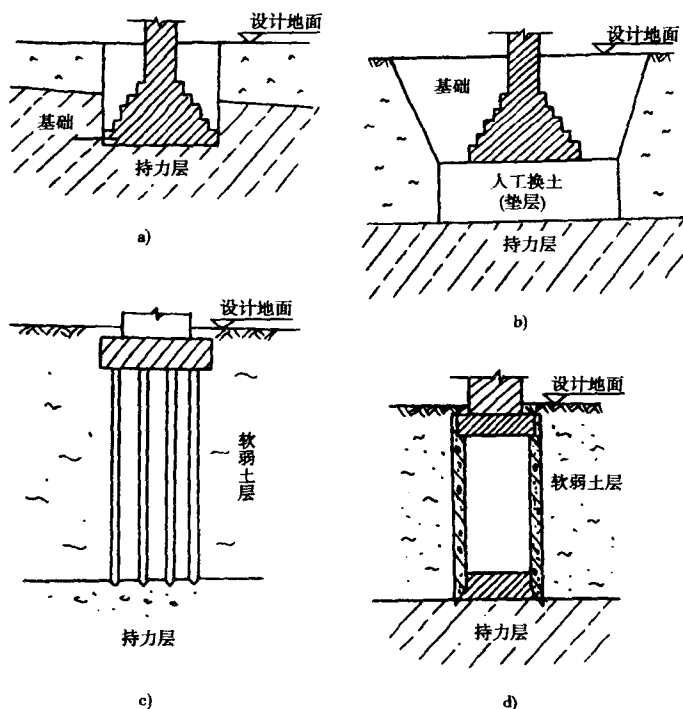


图 1-2 地基基础类型

a)天然扩大基础;b)人工换土基础;c)桩基础;d)沉井基础

工程实践表明：结构物的地基与基础的设计和施工质量的优劣，对整个结构物的质量和正常使用起着决定性的作用。基础工程是隐蔽工程，如有缺陷，较难发现，也较难弥补和修复，而这些缺陷往往直接影响整个结构物的使用甚至安全；基础工程的进度，常决定着整个结构物的工程进度；基础工程的造价，通常在整个结构物造价中占相当大的比例，尤其是在复杂的地质条件下或在深水中修建基础更是如此。因此，对基础工程必须做到精心设计、精心施工。

本课程向公路与城市道路工程专业和桥梁工程专业的学生系统地介绍桥梁、道路及其他人工构造物地基与基础的有关设计基本理论、计算方法和施工要点。同时，也涉及基础工程质量控制、监测方法与特殊地基上的基础工程等内容。

在学习中，应理解问题的实质，掌握原理，搞清方法步骤，其中天然地基浅基础、桩基础和沉井基础，应较全面掌握其设计基本理论和计算方法。教材中所述的理论和方法，虽多以桥梁的基础工程问题举例说明，但一般也适用于道路及其他土建工程的有关基础工程问题。

本课程的内容涉及的相关学科较多，因而要求具备较广泛的基础课与专业课知识，如工程地质、土质学与土力学、桥涵水文、材料力学、结构力学、结构设计原理和桥梁工程等，在学习中应注意紧密联系。

《基础工程》是一门比较年轻的学科，地基土又是自然历史的产物，具有复杂性、易变性及分散性，因此，为使基础工程问题得到切合实际的、合理的和完善的解决，除需要丰富的理论知识外，还需要有较多的工程实践知识。在学习时应注意理论与实际相结合，通过各个教学环节，紧密结合工程实践，提高对理论的认识，增加处理基础工程问题的能力。

第二节 基础工程设计和施工所需 的资料及计算荷载的确定

地基与基础设计方案的确定及计算中有关参数的选用,都需要根据当地的地质条件、水文条件、上部结构型式、荷载特性、材料情况及施工要求等因素全面考虑。施工方案和方法也应该结合设计要求、现场的地形条件、地质条件、施工技术设备、施工季节、气候和水文等情况来研究确定,因此,应在事前通过详细的调查研究,充分掌握必要的、符合实际情况的资料。现对桥梁基础工程所需资料及计算荷载的确定作简要介绍。

一、基础工程设计和施工需要的资料

桥梁的地基与基础在设计与施工开始之前,除了应掌握有关全桥的资料,包括上部结构型式、跨径、荷载、墩台结构等及有关的桥梁设计和施工技术规范外,还应注意地质、水文资料的搜集和分析,重视土质和建筑材料的调查与试验。主要应掌握地质、水文、地形等资料,其中各项资料内容可根据桥梁工程的规模、重要性及桥位工程地质、水文条件的具体情况和设计阶段决定取舍。资料取得的方法和具体规定可参阅工程地质、土质学与土力学及桥涵水文等有关教材、手册和规范。

(一)桥位平面图、拟建上部结构及墩台型式、总体构造及有关设计资料

大中型桥梁基础在进行初步设计时,应该掌握经过实地测绘和调查取得的桥位(包括桥头引道)地形、地物、洪水位、河道主河槽和河床位置等资料,及绘成的地形平面图(比例为1:500~1:5000),测绘范围应根据桥梁工程规模、重要性和河道情况确定。若桥址有不良工程地质现象,如滑坡、崩塌和泥石流等以及河道弯曲、主流会合、河岔、河心滩和活动砂洲等,均应在图上示出。

桥梁上部结构的型式、跨径和墩、台的结构形式、高度、平面尺寸对地基与基础设计方案的选择及具体的设计计算都有很大的制约作用,如超静定结构的上部结构对地基、基础的沉降有较严格的要求;上部结构自重、墩台自重及活载是地基基础的主要荷载,除了特殊情况,基础工程的设计荷载标准、等级应与上部结构一致。

(二)桥位工程地质勘测报告及桥位地质纵剖面图

这是对桥位地质构造进行工程评价的主要资料,它包括河谷的地质构造,桥位及附近地层的岩性,如地质年代、成因、层序、分布规律及其工程性质(产状、构造、结构、岩层完整及破碎程度、风化程度等),以及覆盖层厚度和土层变化关系等资料,应说明建桥地点一定范围内各种不良工程地质现象或特殊地貌如溶洞、冲沟、陡崖等的成因、分布范围、发展规律及其对工程的影响(小型桥梁及地质条件单一的地点、勘测报告可以省略)。

(三)地基土质调查试验报告

在进行施工图设计时,应该掌握地基土层的类别及物理力学性质,它是在工程地质勘察时通过调查、钻(挖)取各层地基土足够数量的原状土(岩)样,用室内或原位试验方法得到各层土的物理力学指标如:粒径级配、塑性指数、液性指数、天然含水量、容重、孔隙比、抗剪强度指标、压缩特性、渗透性指标以及必要时的荷载试验、岩石抗压强度试验等结果,并应将这些结果编制成表,在绘制成的土(岩)柱状剖面图中予以说明。

因为需要根据土质调查试验报告评定各土层的强度和稳定性,报告中应有各层土的颜色、

结构、密实度和状态等的描述资料,对岩石还应包括有关风化、节理、裂隙和胶结质等情况的说明。地基土质调查资料还应包括地下水及其随季节升降的标高,在冰冻地区应掌握土层的冻结深度、冻融情况及有关冻土力学数据。

如地基内遇到湿陷性黄土、多年冻土、软粘土、含大量有机质土或盐碱土、膨胀土时,对这些土层的特性还应有专门的试验资料,如湿陷性指标、冻土强度、可溶盐和有机质含量等。

(四)水文调查资料

设计桥梁墩台基础,要有通过计算和调查取得比较可靠的设计冲刷深度的资料,了解设计洪水频率的最高洪水位、低水位和常年水位及流量、流速、流向变化情况,河流的下蚀、侧蚀和河床的稳定性,架桥地点河槽、河滩、阶地淹没情况,并应注意收集河流变迁情况和水利设施与规划。在沿海地区尚应了解潮汐、潮流有关资料及对桥梁的影响,还应有河水及地下水侵蚀的检验资料。

二、计算荷载的确定

桥梁的地基与基础承受着整个建筑物的自重及所传递来的各种荷载,作用在地基与基础上的计算荷载有各种不同的特性,各种荷载出现的机率也不相同,因此需将作用荷载进行分类,并将实际可能同时出现的荷载组合起来,确定设计时的计算荷载。

(一)荷载分类与计算

为了便于设计时应用,将作用在桥梁及道路构造物上的各种荷载,根据其性质分为恒载、可变荷载和偶然荷载三类。

1. 恒载(永久荷载)

指长期作用的荷载和作用力,包括结构物的自重、土重及土的自重产生的侧向压力、静水压力与浮力,预应力结构中的预应力,超静定结构中因混凝土收缩徐变和基础变位而产生的影响力。

2. 可变荷载

指经常作用而作用位置可移动和量值可变化的荷载,按其对结构物的影响程度可分为活载(基本可变荷载)和其他可变荷载两部分。活载包括汽车荷载及其引起的冲击力、离心力、土侧压力、人群荷载和平板挂车或履带车及其引起的土侧压力。其他可变荷载包括汽车制动力、风力、冰压力、流水压力及支座摩阻力。

3. 偶然荷载

偶然荷载是指在特定条件下才可能出现的较强大的荷载,如地震荷载、船只或漂浮物的冲击力及施工荷载。

以上各种荷载及作用力的计算方法在规范中均有具体规定,《桥梁工程》和《土质学与土力学》教材中也有介绍,可查阅。

对在水下的土中结构物和地基土的浮力计算,目前许多学者的研究结果仍有较大的分歧。从安全角度出发,基础工程设计时对浮力的计算作如下处理:

①置于透水性地基上的桥梁墩台基础,当验算稳定性时应考虑采用设计水位时水的浮力;当计算基底应力时可仅考虑低水位(包括地面水和地下水)时水的浮力或不考虑水的浮力;

②置于不透水性地基(密实粘性土地基,较完整、裂隙较少的岩石地基)上,且基底与地基接触良好的桥梁墩台基础,可不考虑水的浮力;

③当不能肯定地基是否透水时,应以透水和不透水两种情况与其他荷载组合,取其最不

利者；

④作用在桩基承台底面的浮力,应考虑全部底面积;但桩嵌入岩层并灌注混凝土者,在计算承台底面浮力时应扣除桩的截面积。

水对水下墩台与基础或土的固体颗粒的浮力作用,可采用墩台与基础的圬工浮容重或土的浮容重来反映。圬工的浮容重等于圬工容重减去水的容重,土的浮容重可以根据土质勘测资料得到的物理性质指标,如土的天然容重、土的天然含水量、土粒容重或土的饱和容重来计算。

(二)荷载组合原则

按照各种荷载特性及出现的机率不同,在设计计算时应考虑各种可能出现的荷载组合,一般有以下几种:

组合 I 由恒载中的一种或几种,与一种或几种活载(平板挂车或履带车除外)相组合。如该组合中不包括混凝土收缩、徐变及水的浮力引起的影响力时,习惯上也称为主要组合;

组合 II 由恒载中的一种或几种,与活载中的一种或几种(平板挂车或履带车除外)及其他可变荷载的一种或几种相组合;

组合 III 由平板挂车或履带车与结构物自重、预应力、土重及土侧压力中的一种或几种相结合;

组合 IV 由活载(平板挂车或履带车除外)的一种或几种与恒载的一种或几种与偶然荷载中的船只或漂流物撞击力相组合;

组合 V 施工阶段验算荷载组合,包括可能出现的施工荷载,如结构重、脚手架、材料机具、人群、风力和拱桥单向推力等;

组合 VI 由地震力与结构重、预应力、土重及土侧压力中的一种或几种组合。

组合 II、III、IV、V、VI 习惯上也称为附加组合。当组合 I 中包括混凝土收缩、徐变及水的浮力引起的荷载效应时也称为附加组合。因为附加组合中考虑的荷载的出现机率比主要组合小些,设计时不必要求过大的安全储备,因此,当按容许应力法计算时,设计规范在取安全系数时均比主要组合小些,地基的容许承载力均允许提高一定数值。在地基与基础的设计计算中,应分别在各种组合的荷载作用下,进行各项验算,计算结果均应分别满足设计规定的要求。

为使设计比较合理,切合实际情况,在荷载的组合中,有些荷载不需同时考虑,如:

1. 考虑汽车制动力时,不计支座摩阻力、流水压力、冰压力;考虑支座摩阻力时不计汽车制动力。

2. 考虑冰压力时,除不计制动力外,还不计流水压力;同样,考虑流水压力时,也不计汽车制动力和冰压力;

3. 地震力、船只或漂浮物撞击力、施工荷载三者不同时考虑,它与恒载和可变荷载的组合方法,参阅各种抗震规范中的具体规定。

为保证地基与基础在强度、稳定性和变形方面满足要求,应结合结构物所在地区的各种条件和结构特性,根据上述各种荷载组合方法,按其可能出现的最不利荷载组合情况进行验算。所谓“最不利荷载组合”,就是指组合起来的荷载,应产生相应的最大力学效能,例如用容许应力法设计时产生的最大应力;滑动稳定验算时产生最小的抗滑动安全系数等。因此不同的验算内容将由不同的最不利荷载组合控制设计,应分别考虑。

通常情况下,不经过计算是较难判断哪一种荷载组合为最不利,必须用分析的方法,对各种可能的最不利荷载组合进行计算后,才能得到最后的结论。由于活载(车辆荷载)的排列位

置在纵横方向都是可变的,它将影响着各支座传递给墩台及基础的荷载的分配数值,以及台后由车辆荷载引起的土侧压力大小等,因此车辆荷载的排列位置往往对确定最不利荷载组合起着支配作用,对于不同验算项目(强度、偏心距及稳定性等),可能各有其相应的最不利荷载组合,应分别进行验算。

此外,许多可变荷载其作用方向在水平投影面上常可分解为纵桥向或横桥向,因此一般也需按此两个方向进行地基与基础的计算,并考虑其最不利荷载组合,比较出最不利者来控制设计计算。桥梁的地基与基础大多数情况下为纵桥向控制设计,但对于有较大横桥向水平力(风力、船只撞击力和水压力等)作用时,也需进行横桥向计算,可能为横桥向控制设计。

第三节 基础工程设计计算的基本原则及方法

地基、基础、墩台和上部结构是共同工作且相互影响的,地基的任何变形都必定引起基础、墩台和上部结构的变形;不同类型的基础也会影响上部结构的受力和工作;上部结构的力学特征也必然对基础的类型与地基的强度、变形和稳定条件提出相应的要求,地基和基础的不均匀沉降对于超静定的上部结构影响较大,较小的基础沉降差就会引起上部结构产生较大的内力。同时合理的地基、墩台结构型式也具有调整地基基础的受力,改善位移情况的能力。因此,基础工程应紧密结合上部结构、墩台特性和要求进行;上部结构的设计也应充分考虑地基的特点,把整个结构物作为一个整体,考虑其整体作用和各个组成部分的共同作用。全面分析结构物整体和各组成部分的设计可行性、安全性和经济性;把强度、变形和稳定性紧密的与现场条件、施工条件结合起来,全面分析,综合考虑。

一、基础工程设计计算的原则

基础工程设计计算的目的是设计出安全、经济和可行的地基与基础,以保证结构物的安全和正常使用。因此,基础工程设计计算的基本原则是:

1. 基础底面的压力小于地基的容许承载力;
2. 地基与基础的变形值小于结构物容许的沉降值;
3. 地基与基础整体稳定性应得以保证;
4. 基础本身的强度满足要求。

地基与基础方案的确定主要取决于地基土层的工程性质与水文地质条件、荷载特性、上部结构的结构形式及使用要求,以及材料的供应和施工技术等因素。方案选择的原则是:力求使用上安全可靠、施工技术上简便可行和经济上合理。因此,必要时应作不同方案的比较,从中选出较为适宜与合理的设计方案和施工方案。

二、基础工程的设计方法

我国在 20 世纪 80 年代建筑结构工程设计中已采用以概率理论为基础的概率极限状态设计方法,如《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTJ 023—94)以分项系数描述设计表达式代替原来的以总安全系数的设计表达式,从而对计算结果赋以概率的含义,对结构设计结果的可靠度有科学的预测。

我国现行的地基基础设计规范,除个别的已采用概率极限状态设计方法(如 1996 年 7 月颁布的《建筑桩基技术规范》JGJ 94—94)外,桥涵地基基础设计规范等均还未采用极限状态设

计,致使地基基础设计与上部结构设计在荷载计算、材料强度、结构安全度等方面不协调。

我国桥涵地基基础设计规范尚未采用极限状态设计,主要原因是岩土设计参数的概率特性比上部结构材料要复杂得多,需要大量的测试与分析工作,以积累足够的数据和经验。国外有些国家已建立地基按半经验半概率的分项系数极限状态设计标准,我国这方面起步较晚,在地基设计中采用按极限状态设计的理论仍处于研究阶段。

学 习 要 求

本章应掌握地基与基础、天然地基和人工地基、深基础和浅基础、最不利荷载组合等基本概念;熟悉地基与基础的分类、荷载的分类及荷载组合等内容;了解基础工程设计与施工所需的基本资料及其设计计算的原则与方法。

思 考 题

1. 何谓地基与基础,各包括哪几类?
2. 地基与基础方案选择的原则是什么?
3. 基础工程设计与计算时常用的资料有哪些?
4. 基础工程设计计算时对浮力的考虑有哪些要求?
5. 何谓最不利荷载组合?

第二章 天然地基上扩大基础

第一章中已经指出,地基可分为天然地基和人工地基,基础按其埋置深度可分为浅基础和深基础。浅基础不同于深基础;从施工角度看,浅基础在开挖基坑过程中的排水问题和坑壁稳定问题比较容易解决,只是在特殊条件时才比较复杂;从设计角度来看,由于浅基础的侧面土为回填土,土的结构已扰动破坏,设计时可不考虑其侧面的土抗力,而深基础设计时则需考虑侧面土的影响。

在进行建筑物设计时,有三种地基基础设计方案可供比选,即天然地基上的浅基础、天然地基上的深基础及人工地基上的浅基础。原则上应先考虑天然地基上的浅基础,因为其施工简单、造价低,一般采用明挖基坑、砌筑基础的施工方法,故又称为明挖基础。

第一节 浅基础的类型及构造

一、浅基础的常用类型

天然地基浅基础,根据受力条件及构造可分为刚性基础和柔性基础两大类。当基础在外力(包括基础自重)作用下,基底承受着强度为 σ 的地基反力,基础的悬出部分(图 2-1 中 b) $a-a$ 断面左端),相当于承受着强度为 σ 的均布荷载的悬臂梁,在荷载作用下, $a-a$ 断面将产生弯曲拉应力和剪应力。基础圬工具有足够的截面使材料的容许应力大于由地基反力产生的弯曲拉应力和剪应力时, $a-a$ 断面不会出现裂缝,这时,基础内不需配置受力钢筋,这种基础称为刚性基础(图 2-1b)。它是桥梁、涵洞和房屋等建筑物常用的基础类型。

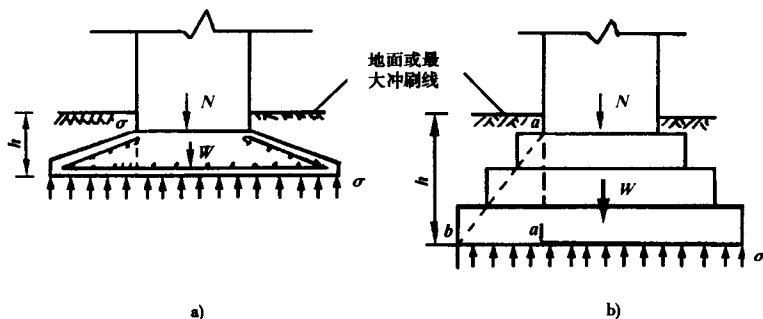


图 2-1 基础类型

a) 柔性基础; b) 刚性基础

基础应具有承受荷载、抵抗变形和适应环境影响(如地下水侵蚀和低温冻胀等)的能力,即要求基础具有足够的强度、刚度和耐久性。基础材料应满足这些技术要求,并与上部结构相适应。刚性基础常用的材料有混凝土、粗料石或片石,其标号可按表 2-1 选用。

(1) 混凝土。这是修筑基础最常用的材料。它的抗压强度高,耐久性和抗冻性比较好,可

浇筑成任意形状的砌体。如在混凝土中掺入不多于砌体体积 25% 的片石,即为片石混凝土。对于大体积混凝土基础,采用片石混凝土,可节约水泥用量。

(2)粗料石或片石。要求石料外形大致方整,厚度约 20~30cm,宽度和长度分别为厚度的 1.0~1.5 和 2.5~4.0 倍,砌筑时应错缝。片石常用于小桥涵基础,石料厚度不小于 15cm,砂浆标号见表 2-1。

刚性基础材料最低标号				表 2-1
混 凝 土	粗 料 石	片 石	水泥砂浆	
15	25	25	5	

刚性基础的材料便宜,施工简便,稳定性好,能承受较大的荷载,只要地基强度能满足要求,它是桥梁和涵洞等结构物首先考虑的基础形式。它的主要缺点是自重较大,在实际应用上也受到一定限制。

基础在基底反力作用下,在 $a-a$ 断面产生的弯、拉应力若超过了基础圬工材料的容许值,为了防止 $a-a$ 断面开裂甚至断裂,必须在基础中配置足够数量的钢筋,这种基础称为柔性基础(图 2-1a)。

柔性基础主要是用钢筋混凝土浇筑。它的整体性能较好,抗弯刚度较大,适用于有较大偏心荷载作用、地基土层较软弱、地下水位较高、基础埋深又受到一定限制等情况。

二、浅基础的构造

(一)刚性扩大基础(图 2-2)

由于地基土的强度比墩台圬工的强度低,故基底的平面尺寸都需要稍大于墩台平面尺寸,即做成扩大基础,以满足地基强度要求。其平面形状常为矩形,立面形状为矩形或台阶形(图 2-1b)。为了从构造上来防止 $a-a$ 截面发生弯曲拉裂破坏,可通过控制基础悬出长度与基础厚度的比值 $\frac{ab}{aa}$ 不大于容许值,来保证 $a-a$ 截面

处的弯曲拉应力不大于材料的容许值。由于 $\frac{ab}{aa} = \tan \alpha$, 通常将称 α 为刚性角,故设计时也常用 $\alpha \leq [\alpha]$ 作为控制条件, $[\alpha]$ 称为容许刚性角。 $[\alpha]$ 的数值与基础所用的圬工材料强度有关。根据实验,常用的基础材料的 $[\alpha]$ 的值可按下面提供的数值取用:

- 砖、片石、块石、粗料石砌体,当用 5 号以下砂浆砌筑时, $[\alpha] = 30^\circ$;
- 砖、片石、块石、粗料石砌体,当用 5 号以上砂浆砌筑时, $[\alpha] = 35^\circ$;
- 混凝土浇筑时, $[\alpha] = 40^\circ$ 。

基顶外缘与墩(台)身底边缘的距离称为襟边,其作用一方面是扩大基底面积增加基础承载力,同时也便于调整基础施工时在平面尺寸上可能发生的误差,也是为了支立墩、台身模板的需要。其值应视基底面积的要求、基础厚度及施工方法而定。桥梁墩台基础襟边最小值为 20~30cm。

基础较厚(超过 1m 以上)时,可将基础的剖面浇砌成台阶形,以减少基础自重,节省材料。每层台阶高度 t_i 通常为 0.50~1.00m,一般情况各层台阶宜采取相同厚度。每个台阶宽度 c_i

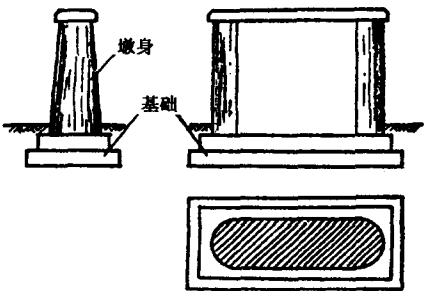


图 2-2 刚性扩大基础

与厚度 t_i 应保持在一定比例内,使 $\frac{c_i}{t_i} \leq \text{tg}[\alpha]$ 。

(二)单独和联合基础(图 2-3)

单独基础是立柱式桥墩和房屋建筑常用的基础形式之一。它可以是刚性基础如图 2-3 中 a)、b)、d), 也可以是柔性基础, 如图 2-3 c)。它的纵横剖面均可砌筑成台阶式, 柔性基础剖面也可浇筑成锥形。当柱下单独基础用石或砖砌筑时, 则在柱子与基础之间用混凝土墩连接。

当柱荷载较大或地基条件较差时,如采用单独基础,则可能出现过大的沉降;或者当柱距较小而地基承载力较低,如采用单独基础,则相邻基础之间的净距很小且相邻荷载影响较大。此时,为了满足地基基础设计要求,必须扩大基础平面尺寸,而扩大的结果使相邻的二柱基础在平面上相接甚至重叠时,则可将它们连在一起成为联合基础(图 2-3b)。

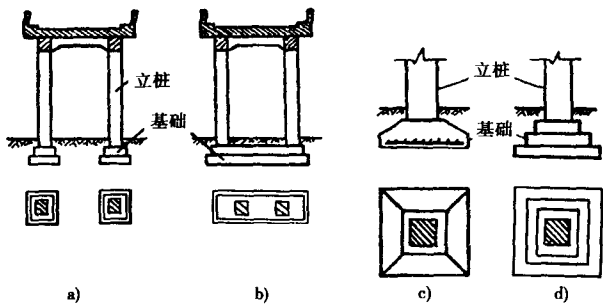


图 2-3 单独和联合基础

(三)条形基础

条形基础用于墙下或柱下,墙下条形基础(图 2-4)是挡土墙下或涵洞下常用的基础形式。在横剖面可以是矩形或将一侧筑成台阶形。如挡土墙很长,为了避免在沿墙长方向因沉降不匀而开裂,可根据土质和地形予以分段,设置沉降缝。有时为了增强桥柱下基础的承载能力,将同一排若干个柱子的基础联合起来,也就成为柱下条形基础(图 2-5)。其构造与倒置的 T 形截面梁相类似,沿柱子排列方向的剖面可以是等截面的,也可以是如图 2-5 所示那样在柱位处加腋的。在桥梁基础中,它一般是做成刚性基础,个别的也可做成柔性基础。

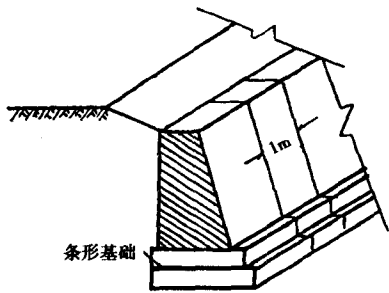


图 2-4 墙下条形基础

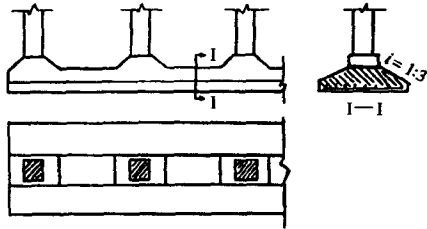


图 2-5 柱下条形基础

房屋建筑中,如果地基松软且在两个方向分布不均,需要基础两向均具有一定的刚度来调整不均匀沉降时,则可在柱网下沿纵横两向均设置钢筋混凝土条形基础,从而形成柱下交梁基础(图 2-6),也称为十字型基础。

(四)筏板基础

这是房屋建筑中常用的基础形式。

当柱下交梁基础底面积占建筑物平面面积的比例较大,或者建筑物在使用上有要求时,可以在建筑物的柱、墙下方做成筏板(片筏)基础。它在构造上好像倒置的钢筋混凝土楼盖,并可分为平板式和梁板式两种(图 2-7)。

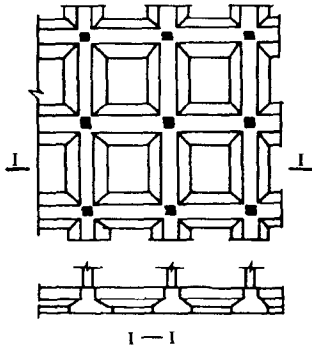


图 2-6 柱下交梁基础

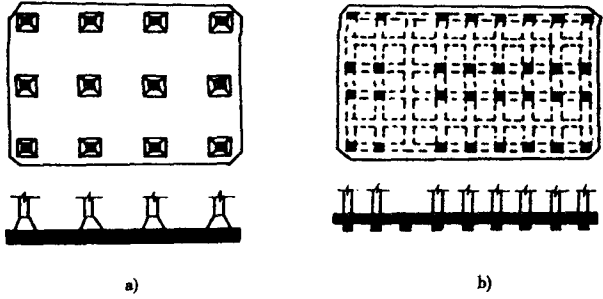


图 2-7 筏板基础

(五)箱形基础

箱形基础常用于房屋建筑中。它是由钢筋混凝土顶板、底板及纵横隔墙组成的整体空间结构(图 2-8)。箱形基础内的空间常用作地下室。

以上仅对较常见的浅基础形式的构造作了概括介绍,在实践中必须因地制宜地选用。

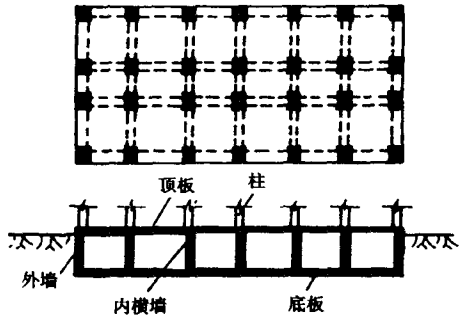


图 2-8 箱形基础

第二节 天然地基上扩大基础的施工

扩大基础的施工一般采用明挖的方法进行。其施工工序为:开挖基坑、基坑支护、基坑排水或降低水位、基底处理与基础砌筑等。如基坑开挖后,坑壁能保持稳定不塌,可不设支撑,而采用放坡开挖。但实际上常因坑深土松,甚至还有地下水或坑顶荷载,放坡又受到用地或施工条件限制,则需要各种坑壁支护。在基坑开挖过程中有渗水时,则需要在基坑四周挖边沟和集水井以便排除基坑积水。基坑的尺寸一般要比基础底面尺寸每边大 0.50~1.0m,以便设置基础模板和砌筑基础。