

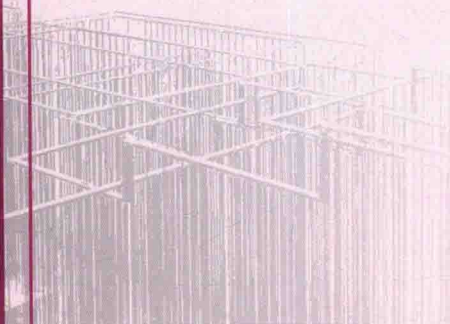
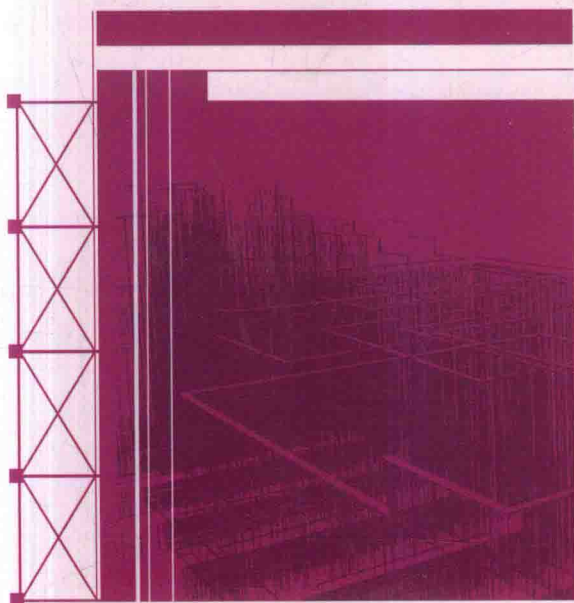
全国建设工程质量检测鉴定岗位人员培训教材

建筑地基与基础检测

中国土木工程学会工程质量分会检测鉴定专业委员会 组织编写

卜良桃 谭 玮 侯 琦 主编
崔士起 主审

JIANZHU DIJI YU JICHU JIANCE



中国建筑工业出版社

全国建设工程质量检测鉴定岗位人员培训教材

建筑地基与基础检测

中国土木工程学会工程质量分会 组织编写
检测鉴定专业委员会

卜良桃 谭 玮 侯 琦 主编
崔士起 主审



中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑地基与基础检测/卜良桃,谭玮,侯琦主编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2017. 7
全国建设工程质量检测鉴定岗位人员培训教材
ISBN 978-7-112-20958-3

I. ①建… II. ①卜…②谭…③侯… III. ①地基-基
础(工程)-质量检验-岗位培训-教材 IV. ①TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 161977 号

本书对房屋建筑工程地基与基础检测进行了论述,对地基基础检测、土工试
验、土工合成材料主要试验、地基基础现场检测、桩基检测技术、基础施工监测
等进行阐述。

本书编写依据,除相关行政法律、法规和文件外,主要依据我国现行的相关
标准,其中包括:地基基础检测鉴定依据现行规范《建筑地基基础工程施工质量
验收规范》GB 50202、《建筑地基检测技术规范》JGJ 340、《建筑基桩检测技术规
范》JGJ 106 等相关检测设备的技术标准。

本书依据现行检测鉴定规范编制而成。内容全面、详实,理论性、实践性强,
本书可作为从事土木工程结构检测、鉴定工程技术人员的培训教材或参考书。

责任编辑:王 治
责任设计:谷有稷
责任校对:焦 乐 王雪竹

全国建设工程质量检测鉴定岗位人员培训教材

建筑地基与基础检测

中国土木工程学会工程质量分会 组织编写
检测鉴定专业委员会
卜良桃 谭 玮 侯 琦 主编
崔士起 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)
各地新华书店、建筑书店经销
北京科地亚盟排版公司制版
北京君升印刷有限公司印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:17¼ 字数:441千字

2017年11月第一版 2017年11月第一次印刷

定价:49.00元

ISBN 978-7-112-20958-3
(30573)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

为了适应我国建筑和市政基础设施工程检测技术人员的上岗培训和继续教育的需要,根据现行国家标准《房屋建筑和市政基础设施工程质量检测技术管理规范》GB 50618 的规定,编写了这套《全国建设工程质量检测鉴定岗位人员培训教材》。《建筑地基与基础检测》是该系列培训教材之一。

建筑地基与基础现场检测技术是从事建筑地基与基础检测的技术人员必须学习和掌握的主要专业技术之一。《建筑地基与基础检测》培训教材的编写目的是:通过理论和实践教学环节的学习,使学员获得建筑地基与基础检测方面的基本知识和基本技能,能熟练从事建筑地基与基础常规检测活动中的全部工作。其主要培训目标是:

1. 通过学习建筑地基与基础检测的基本方法和技术,使学员获得从事地基与基础检测工作所必需的工程检测方面的专业知识,并熟悉需要遵守的基本行政法规。
2. 学习并掌握建筑地基与基础检测活动所涉及的各种仪器、仪表的正确使用方法及主要技术性能。
3. 学习并掌握建筑地基与基础检测活动中各种检测数据的正确量测、记录和整理方法。
4. 通过学习,使从事的检测工作符合相关标准要求,养成严谨的工作作风,确保检测过程和结果的科学性、准确性和真实性,并注意个人职业道德修养的提高。
5. 现场检测工作完成后,能根据检测结果,撰写一般的检测报告。

《建筑地基与基础检测》培训教材的编写依据,除相关行政法律、法规和文件外,主要依据我国现行的相关技术标准,其中包括现行规范《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202、《建筑地基检测技术规范》JGJ 340、《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 等相关检测设备的技术标准。

本书对建筑地基与基础检测内容进行了论述,对地基基础检测、土工试验、土工合成材料主要试验、地基基础现场检测、桩基检测技术、基础施工监测等进行了阐述。

本书由卜良桃、谭玮、侯琦主编,参编人员有:贺亮、刘尚凯、周云鹏、于丽、滕道远、刘婵娟。湖南宏力土木工程检测有限公司提供了工程实例,在此表示感谢,本书也引用了部分书籍、杂志上的相关文献,在此谨表衷心感谢。

由于参编人员的经验和水平有限,加之时间仓促,错误和不足之处在所难免,恳请同行、专家提出批评指正。

目 录

第 1 章	地基基础检测内容	1
1.1	地基基础工程检测内容	1
1.2	地基基础工程检测方法	1
1.3	练习题	2
1.4	参考答案	2
第 2 章	土工试验	3
2.1	样品制备	3
2.1.1	试样制备	3
2.1.2	试样饱和	5
2.2	密度试验	8
2.2.1	环刀法	8
2.2.2	蜡封法	9
2.2.3	灌水法	10
2.2.4	灌砂法	11
2.3	含水率试验	12
2.3.1	电热干燥箱烘干法	13
2.3.2	酒精燃烧法	13
2.3.3	微波炉法	14
2.3.4	炒干法	14
2.3.5	红外线法	14
2.4	土粒密度试验	15
2.4.1	密度瓶法	15
2.4.2	浮称法	16
2.4.3	虹吸筒法	17
2.5	颗粒分析试验	18
2.5.1	筛分法	18
2.5.2	密度计法	19
2.5.3	移液管法	21
2.6	界限含水率试验	21
2.6.1	液、塑限联合测定仪法	22
2.6.2	碟式仪法	22
2.6.3	圆锥仪法	23
2.6.4	搓条法	24

2.6.5	收缩皿法	24
2.7	渗透试验	25
2.7.1	ST-55 型渗透仪法	25
2.7.2	玻璃管法	26
2.7.3	70 型渗透仪法	29
2.7.4	渗压仪法	30
2.8	固结试验	31
2.8.1	标准固结试验	32
2.8.2	先期固结压力确定方法	33
2.8.3	固结系数确定方法	34
2.8.4	回弹模量和再压缩模量确定方法	35
2.8.5	快速固结试验	36
2.8.6	应变控制加荷固结试验	36
2.9	直接剪切试验	37
2.10	三轴压缩试验	39
2.10.1	不固结不排水试验	43
2.10.2	固结不排水试验	44
2.10.3	固结排水试验	45
2.10.4	一个试样多级加荷三轴压缩试验	45
2.11	无侧限抗压强度试验	46
2.12	击实试验	46
2.13	承载比试验	48
2.14	练习题	50
2.15	参考答案	52
第 3 章	土工合成材料主要试验	54
3.1	物理性能试验	54
3.1.1	单位面积质测量定	54
3.1.2	土工织物厚度测定	54
3.1.3	织物长度和幅宽的测定	55
3.1.4	有效孔径试验(干筛法)	56
3.2	力学性能试验	57
3.2.1	宽条拉伸试验	57
3.2.2	接头/接缝宽条拉伸试验	59
3.2.3	条带拉伸试验	61
3.2.4	梯形撕破强力试验	62
3.2.5	顶破强力试验	63
3.2.6	刺破强力试验	63
3.2.7	落锥穿透试验	64
3.2.8	直剪摩擦特性试验	66

3.3	水力性能试验	68
3.3.1	垂直渗透性能试验 (恒水头法)	68
3.4	耐久性能试验	69
3.4.1	抗氧化性能试验	69
3.4.2	抗酸、碱液性能试验	70
3.5	练习题	71
3.6	参考答案	73
第4章	地基基础现场检测	77
4.1	概述	77
4.1.1	地基承载力的确定方法	77
4.1.2	地基原位测试	77
4.2	静力载荷试验	78
4.3	十字板剪切试验	82
4.4	原位土体剪切试验	83
4.5	静力触探试验	84
4.6	圆锥动力触探试验	85
4.7	标准贯入试验	86
4.8	旁压试验	87
4.9	波速测试	88
4.10	练习题	91
4.11	参考答案	92
第5章	桩基检测技术	95
5.1	桩的基本知识	95
5.1.1	桩的分类	95
5.1.2	桩的承载机理	96
5.1.3	桩基检测概述	99
5.2	低应变法检测基桩完整性	104
5.2.1	仪器设备	104
5.2.2	适用范围	106
5.2.3	现场操作	107
5.2.4	检测数据分析与判定	113
5.3	声波透射法检测基桩的完整性	114
5.3.1	仪器设备	115
5.3.2	检测技术	120
5.3.3	混凝土声学参数与检测	122
5.4	基桩的完整性检测——钻芯法	138
5.4.1	概述	138
5.4.2	钻芯法仪器设备	140
5.4.3	检测技术	142

5.4.4	现场检测方法	143
5.4.5	芯样试件制作与抗压试验	146
5.4.6	检测数据分析与评价	148
5.4.7	质量评价与报告编写	148
5.5	基桩高应变法检测	149
5.5.1	高应变法	149
5.5.2	仪器设备	150
5.5.3	现场检测	151
5.6	桩的静载试验	154
5.6.1	单桩静载试验的基本要求	154
5.6.2	单桩竖向抗压静载试验	156
5.6.3	单桩竖向抗拔静载试验	159
5.6.4	单桩水平静载试验	161
5.7	成孔质量检测	162
5.7.1	成孔工艺、常见问题及原因	162
5.7.2	成孔检测	165
5.8	单桩竖向静载荷试验检测工程实例	167
5.8.1	工程概况	167
5.8.2	试验步骤	167
5.8.3	试验结果	168
5.9	浅层平板载荷试验工程实例	171
5.9.1	工程概况	171
5.9.2	检测方法与原理	172
5.9.3	试验结果	172
5.10	基桩低应变法检测工程实例	178
5.10.1	工程与地质概况	178
5.10.2	低应变法检测	178
5.10.3	检测结果	178
5.11	练习题	189
5.12	参考答案	190
第6章	基础施工监测	193
6.1	基础施工监测概述	193
6.1.1	基础施工监测的目的与意义	193
6.1.2	基础施工监测的主要内容与要求	194
6.2	沉降监测技术	201
6.2.1	概述	201
6.2.2	精密水准测量	202
6.2.3	精密三角高程测量	206
6.2.4	液体静力水准测量	207

6.3	水平位移监测技术	210
6.3.1	概述	210
6.3.2	交会法	212
6.3.3	精密导线法	212
6.3.4	全站仪极坐标法	213
6.3.5	视准线法	214
6.3.6	引张线法	216
6.3.7	垂线测量法	219
6.3.8	激光准直测量	221
6.4	倾斜监测技术	224
6.4.1	概述	224
6.4.2	基础差异沉降法	224
6.4.3	投点法	224
6.4.4	测水平角法	225
6.4.5	前方交会法	225
6.4.6	任意点置镜方向交会法	225
6.4.7	利用铅垂线进行倾斜观测	228
6.5	应力应变监测技术	229
6.5.1	概述	229
6.5.2	锚索(杆)应力监测	231
6.5.3	土钉内力监测	232
6.5.4	支撑内力监测	233
6.5.5	围护墙内力监测	234
6.5.6	围檩内力监测	234
6.5.7	立柱内力监测	234
6.5.8	建筑结构梁应力监测	234
6.5.9	应变监测	235
6.6	深层水平位移监测技术	235
6.6.1	概述	235
6.6.2	围护体系深层水平位移监测	236
6.6.3	土体深层水平位移监测	239
6.7	土体分层垂直位移监测技术	239
6.7.1	概述	239
6.7.2	坑外分层垂直位移监测技术	240
6.7.3	坑内分层垂直位移监测技术	241
6.8	水工、土工监测技术	242
6.8.1	概述	242
6.8.2	坑外、内地下水位监测	242
6.8.3	土压力监测	244

6.8.4	孔隙水压力监测	244
6.9	裂缝监测与现场巡视	246
6.9.1	概述	246
6.9.2	裂缝监测	246
6.9.3	现场巡视	249
6.10	监测技术进展	250
6.10.1	GPS 在变形监测中的应用	250
6.10.2	安全监测自动化技术应用	256
6.10.3	监测技术其他方向的进展	259
6.11	监测数据分析与整理	261
6.11.1	监测资料的整编	261
6.11.2	监测资料的分析	263
6.11.3	变形监测数学模型	266
6.12	信息化监测与预警	267
6.12.1	信息化监测与成果提交	267
6.12.2	监测预警	268
6.13	练习题	269
6.14	参考答案	271
参考文献		274

第1章 地基基础检测内容

1.1 地基基础工程检测内容

现行国家标准《房屋建筑和市政基础设施工程质量检测技术管理规范》GB 50618 有关地基基础工程检测包含如下内容:

1. 土工试验;
2. 土工合成材料检测 (土工布、土工膜、排水板、排水带等);
3. 地基及复合地基承载力检测;
4. 桩的承载力检测;
5. 桩身完整性检测;
6. 锚杆锁定力检测;
7. 程控质量检测;
8. 基础施工监测。

1.2 地基基础工程检测方法

1. 土工试验: 密度试验、含水率试验、密度试验、颗粒分析试验、界限含水率试验、渗透试验、固结试验、直接剪切试验、三轴压缩试验、击实试验、承载比试验、导热系数试验、比热容试验、反复直接剪切试验、三轴基床系数试验、自由膨胀率试验、膨胀率试验、收缩试验、黄土湿陷性试验、湿化试验、盐渍土溶陷性试验、自然休止角试验、砂的相对密度试验、毛管水上升高度试验、静止侧压力系数试验、静弹性模量试验、振动三轴试验、共振柱试验、有机质含量试验、易溶盐全量试验、中溶盐石膏试验、难溶盐石膏试验、土的化学成分分析试验、阳离子交换试验、硫化物试验、pH 值试验、氧化还原电位试验、极化曲线试验、质量损失试验、电阻率的测定、土的分散性试验等 40 多项试验。

2. 土工合成材料检测: 单位面积测定、厚度测定、有效孔径测定、条带拉伸试验、握持拉伸试验、撕破强力试验、顶破强力试验、刺破强力试验、垂直渗透试验、老化 (抗紫外线) 试验、塑料排水带 (板) 芯带压屈强度与通水量试验等。

3. 地基及复合地基承载力检测: 浅层平板荷载试验, 深层平板荷载试验, 岩基荷载试验, 复合地基荷载试验, 静力触探试验, 动力触探试验, 标准贯入试验等。

4. 桩的承载力检测: 竖向抗压静载试验, 竖向抗拔静载试验, 水平静载试验, 高应变变法检测。

5. 桩身完整性检测: 声波透射法、低应变法、钻芯法、高应变法检测。

6. 锚杆锁定力检测: 循环加、卸载法 (基本试验) 检测, 直接加、卸载法 (验收试

验)检测。

7. 成孔质量检测:桩孔位置、孔深、孔径、垂直度、沉渣厚度、泥浆指标等。

8. 基础施工检测:地表沉降、深层(分层)沉降、地表水平位移、深层(分层)水平位移、土(岩体)压力、孔隙水压力等。

1.3 练习题

(一) 单项选择题

1. 下列哪项不是桩的承载力检测的内容()。

- A. 竖向抗压静载试验
- B. 水平抗拔静载试验
- C. 水平静载试验
- D. 高应变法检测

2. 桩身完整性检测包括声波透射法、低应变法、()、高应变法检测。

- A. 回弹法
- B. 超声回弹法
- C. 拔出法
- D. 钻芯法

(二) 多项选择题

1. 成孔质量检测的内容除孔径、孔深外,还包括()。

- A. 桩孔位置
- B. 垂直度
- C. 沉渣厚度
- D. 泥浆指标
- E. 桩孔数量

(三) 简答题

地基基础工程检测包含哪些内容?

1.4 参考答案

(一) 单项选择题

1. B 2. D

(二) 多项选择题

1. ABCD

(三) 简答题

地基基础工程检测包含哪些内容?

- (1) 土工试验;
- (2) 土工合成材料检测(土工布、土工膜、排水板、排水带等);
- (3) 地基及复合地基承载力检测;
- (4) 桩的承载力检测;
- (5) 桩身完整性检测;
- (6) 锚杆锁定力检测;
- (7) 程控质量检测;
- (8) 基础施工监测。

第2章 土工试验

2.1 样品制备

2.1.1 试样制备

野外取回的土样是有土样皮密封的原状态样品或是非原状态的大样品，样品可能是原状样，也可能是扰动样。野外送到实验室的土样不能直接用在试验，必须根据试验项目要求，制作成试验项目所需的样品，所以试验前进行样品制备是土工试验的第一步。

试验制备适用于原状、扰动的土样和尾矿样。

根据力学性质试验项目要求，原状土样同一组试样间的密度差值不宜大于 $0.03\text{g}/\text{cm}^3$ ；扰动土样同一组试样的密度与要求的密度差值不宜大于 $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ ，一组试样的含水率与要求的含水率差值不宜大于 1%。试样制备称量精度应为试样质量的 1/1000。对不需要饱和，且不立即进行试验的试样，应存放在保湿器内备用。

1. 仪器设备

试验制备所需的主要仪器有：切土工具、环刀、土样筛、天平、粉碎土工具、击样器（图 2-1）、压样器（图 2-2）。还有辅助仪器、包括电热干燥箱、保湿器、塑料袋、过滤设备、喷水器、启盖器等。

2. 原状土样的试样制备步骤

（1）将土样筒按标明的上下方向放置，剥去蜡皮和胶带，用启盖器取掉上下盖，将土样从筒中取出放正。

（2）检查土样结构，当确定已受扰动或取土质量不符合规定时，不应制备力学性质试验的试样。

（3）用修土刀清除与土样筒接触部位的土，整平土样两端。无特殊要求时，切土方向应与天然层次垂直。

（4）用修土刀或钢丝锯将土样削成略大于环刀直径的土柱。对较软的土，应先用钢丝锯将土样分段。对松散的土样，可用布条将周围扎护。

（5）将环刀内壁涂一薄层凡士林，刃口向下放在土样上，再将压环套在环刀上，将环刀垂直插入土中，边压边将环刀外壁余土削去，直至土样露出环刀为止，取下压环，削去环刀两端余土，并用平口刀修平，修平时不应在试样表面反复涂抹。擦净环刀外壁后称量。

（6）紧贴环刀选取代表性试样测定含水率、密度、

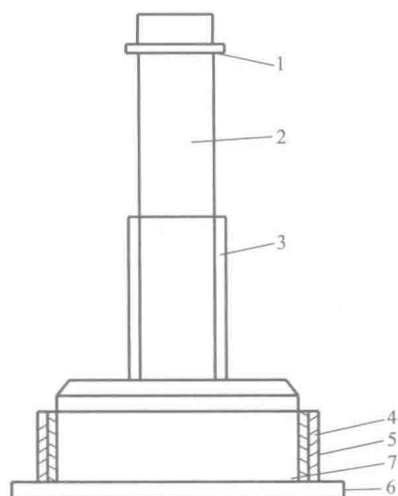


图 2-1 击样器

1—定位环；2—导杆；3—击锤；

4—击样器；5—环刀；6—底座；7—试样

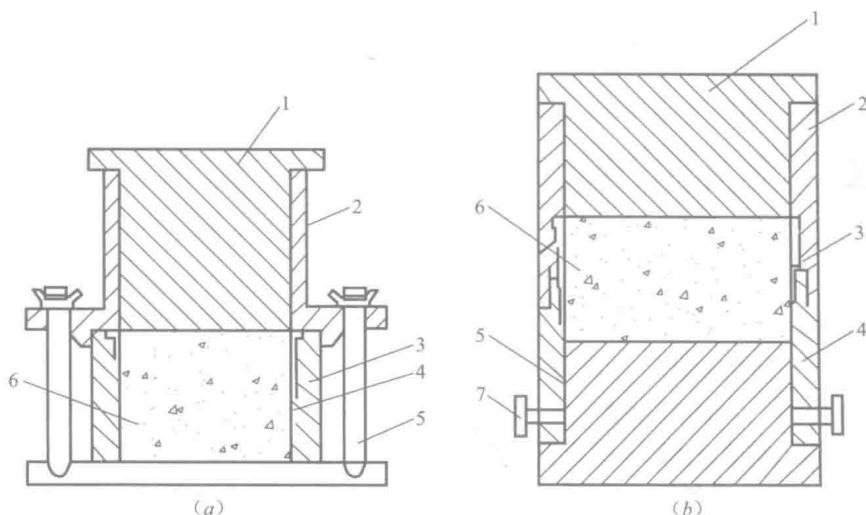


图 2-2 压样器

(a) 单向; (b) 双向

(a) 1—活塞; 2—导筒; 3—互环; 4—环刀; 5—拉杆; 6—试样

(b) 1—上活塞; 2—上导筒; 3—环刀; 4—下导筒; 5—下活塞; 6—试样; 7—销钉

颗粒分析、界限含水率等试验项目的取样，应按扰动土试验的试验制备规定进行。

(7) 在切削试验时，应对土的初步分类、土样的结构、颜色、气味、包含物、均匀度和稠度状态进行描述。对于有夹层的土样，取样时应具有代表性和均一性。

3. 扰动土试样的试样制备步骤

(1) 从土样筒或包装袋中取出土样，并描述土的初步分类、土样的颜色、气味包含物和均匀程度。

(2) 对保持天然含水率的扰动土，应将土样切成碎块，拌合均匀后，选取代表性土样测定含水率。

(3) 对均质和含有机质的土样，宜采取天然含水率状态下代表性土样，进行颗粒分析、界限含水率试验进行试样制备。对非均质土应根据试验项目取足够数量的土样，置于通风处晾干至可碾散为止。对砂土和进行密度试验的土样宜在温度 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$ 下烘干，对有机质含量超过 5% 的土，应在温度 $65\sim 70^{\circ}\text{C}$ 下烘干。

(4) 将风干或烘干土样放在橡皮板上用木槌碾散，对不含砂砾的土样宜用粉土器碾散，再用四分法选取代表性试样，供各项试验备用。

(5) 当土样含有粗、细颗粒，且粗颗粒较软、较脆，碾散时易引起颗粒破碎时，应按下列湿土制备步骤进行：

1) 将土样拌合均匀，测定含水率，取代表性土样，称土样质量，将其放入水盆内，用清水浸没，并用搅拌棒搅动，使土样充分浸润和分散。

2) 将分散后的土液通过孔径 0.5mm 的筛，边冲洗边过筛，直至筛上无粒径小于 0.5mm 的颗粒为止。

3) 将粒径小于 0.5mm 的土液，经澄清或用过滤设备将大部分水分去掉，晾干后供颗粒分析、界限含水率试验备用。

4) 将粒径大于 0.5mm 的土样, 在温度 105~110℃ 下烘干, 供筛分法备用。

4. 扰动土击实法试验制备步骤

(1) 试样的数量视试验项目而定, 应有备用试样 1~2 个。

(2) 将碾散的风干土样通过孔径 2mm 或 5mm 的筛, 取筛下足够试验用的土样, 充分拌合均匀, 测定含水率。并将土样放入保湿器或塑料袋中保存备用。

(3) 称取制备试样所需质量的风干土, 根据要求的含水率, 制备试样所需的加水量应按式 (2-1) 计算, 结果应精确至 1g。

$$m_w = \frac{m_0}{1 + w_0 \times 0.01} (w_1 - w_0) \times 0.01 \quad (2-1)$$

式中 m_w ——制备试样所需的加水量 (g);

m_0 ——湿土质量 (g);

w_0 ——试样的含水率 (%);

w_1 ——试样要求的含水率 (%).

(4) 将土样平铺于橡皮板上或瓷盘内, 用喷水器均匀地喷洒所需的加水量, 充分拌合均匀并放入保湿器或塑料袋中浸润, 浸润时间宜为 24h。

(5) 将浸润后的试样拌合均匀, 测定含水率, 当与要求的含水率相差超过 1% 时, 应增减土中水分。

(6) 根据击实筒面积, 选略大于环刀高度的数值, 计算体积。根据要求的干密度, 制备试样所需的湿土质量应按式 (2-2) 计算, 结果应精确至 1g。

$$m_0 = (1 + 0.01w_0)V \times \rho_d \quad (2-2)$$

式中 ρ_d ——试样的干密度 (g/cm³);

V ——试样体积 (cm³).

(7) 称取所需质量的湿土, 全部倒入击实筒, 击实至预定高度, 用推土器将试样推出。将试验用的环刀放在试样上切取试样。

5. 扰动土压样法试样制备步骤

(1) 根据环刀的容积和要求的干密度, 环刀内所需的湿土质量应按式 (2-2) 计算;

(2) 称取略多于计算质量的湿土, 放入预先装好环刀的压样器中, 整平土样表面, 以静压力通过活塞将土样压入环刀内;

(3) 取出带试样的环刀, 两端用平口刀修平后称量。

2.1.2 试样饱和

将制备好的试样根据野外条件或试验要求需进行饱和, 试样饱和根据土样的透水性能, 分为浸水饱和法、毛细管饱和法和抽气饱和法。浸水饱和法适用于粗粒土; 毛细管饱和法适用于较易透水和结构较弱的黏性土、黏性尾矿、粉土和尾粉土; 抽气饱和法适用于不易透水的黏性土和黏性尾矿。浸水饱和法可直接在仪器内浸水饱和。

1. 仪器设备

试样饱和所需的主要仪器设备有: 平列式饱和器 (图 2-3)、重叠式饱和器 (图 2-4、图 2-5)、真空饱和装置 (图 2-6、图 2-7)、天平、橡皮管、管夹、水槽等。

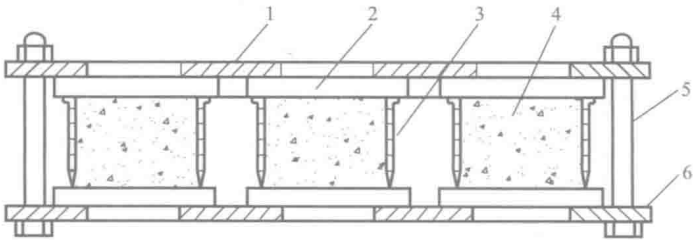


图 2-3 并列式饱和器

1—上夹板；2—透水板；3—环刀；4—试样；5—拉杆；6—下夹板

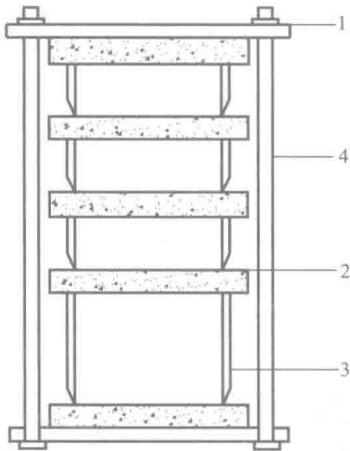


图 2-4 重叠式饱和器构造示意图

1—夹板；2—透水板；3—环刀；4—拉杆

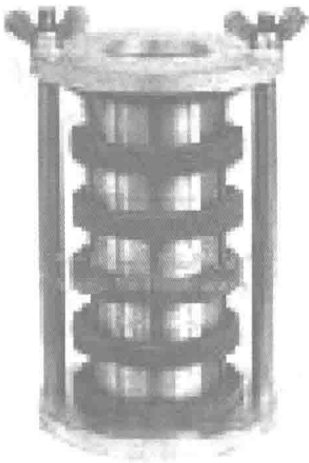


图 2-5 重叠式饱和器实物图

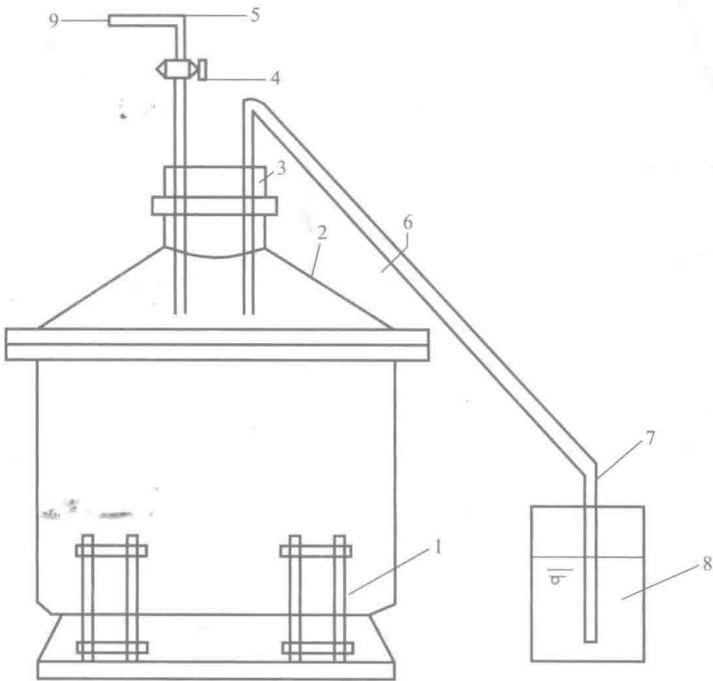


图 2-6 真空饱和装置构造示意图

1—饱和器；2—真空缸；3—橡皮塞；4—二通阀；5—排气管；6—管夹；7—引水管；8—盛水器；9—接抽气机

2. 毛细管饱和法步骤

(1) 在平列式饱和器下夹板各圆孔上, 依次放置稍大于环刀直径的透水板、滤纸、带试样的环刀、滤纸和稍大于环刀直径的透水板。将饱和器上夹板盖好后, 拧紧拉杆上端的螺母, 将各个环刀在上、下夹板间夹紧。

(2) 将装好试样的饱和器放入水槽并注水, 水面不宜超过试样高度。静置 24~72h, 使试样充分饱和。

(3) 取出饱和器, 松开螺母, 取出带试样的环刀, 擦干外壁, 取掉滤纸, 称环刀和试样的质量, 并计算试样的饱和度。

(4) 试样的饱和度应按式 (2-3) 计算, 结果应精确至 1%。

$$S_r = \frac{(\rho_{sr} - \rho_d)G_s}{\rho_d \cdot e} \times 100 \quad (2-3)$$

式中 S_r ——试样的饱和度 (%)；

ρ_{sr} ——试样饱和后的密度 (g/cm^3)；

G_s ——土粒密度；

e ——试验的孔隙比。

试验的孔隙比 e 应按下式计算, 结果应精确至 0.01:

$$e = \frac{\rho_w G_s (1 + 0.01w)}{\rho} - 1 \quad (2-4)$$

式中 ρ_w ——水的密度 (g/cm^3)；

ρ ——试验密度 (g/cm^3)；

w ——试验初始含水率 (%)。

(5) 当试样的饱和度小于 95% 时, 应延长浸泡时间。

3. 抽气饱和法步骤

(1) 在重叠式饱和器下夹板的正中, 依次放置稍大于环刀直径的透水板、滤纸、带试样的环刀、滤纸及稍大于环刀直径的透水板, 如此顺序重复, 由下向上重叠至拉杆高度, 将饱和器上夹板盖好后, 拧紧拉杆上端的螺母, 将各个环刀在上、下夹板间夹紧。

(2) 将装好试样的饱和器放入真空缸内, 盖好缸盖。启动真空泵, 抽去缸内及试样中气体, 当真空压力表读数接近一个当地大气压力值且时间不低于 1h 时, 微开进水管夹, 使清水由引水管呈滴状注入真空缸内。在注水过程中, 应调节管夹, 使真空压力表的数值保持不变。

(3) 待饱和器完全被水淹没后, 关闭真空泵, 打开排气阀, 使空气进入真空缸内。静置 10h 使试样充分饱和。

(4) 打开真空缸盖, 从饱和器内取出带试样的环刀, 擦干外壁, 去掉滤纸, 称环刀和

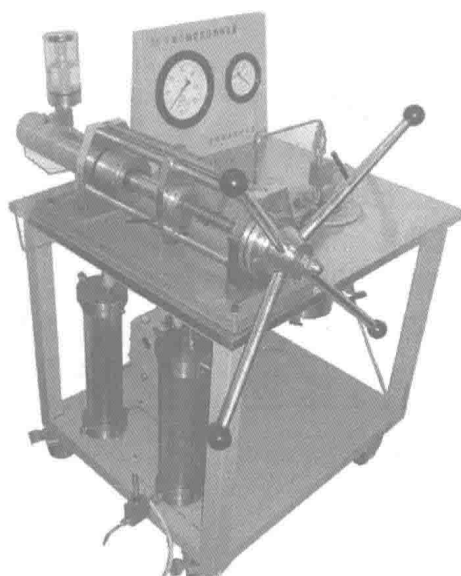


图 2-7 真空饱和装置实物图