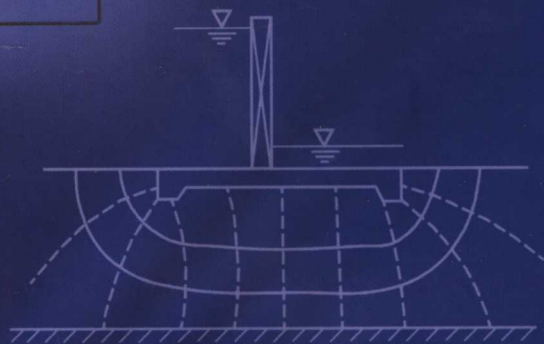
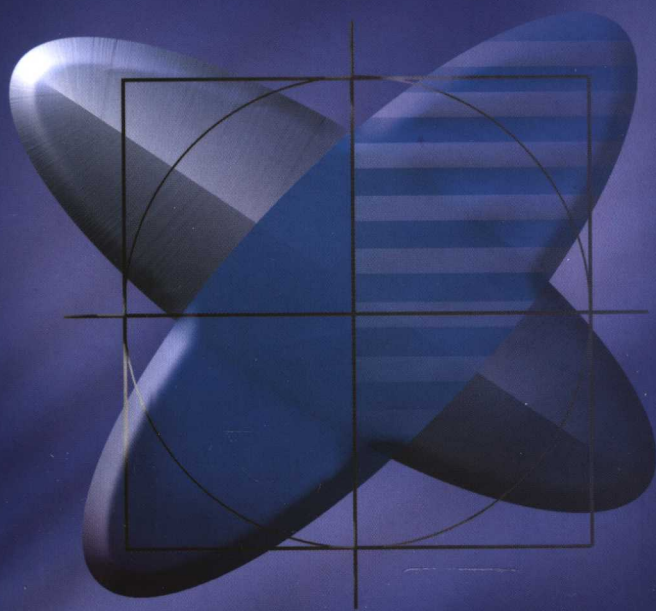


全国水利水电类高职高专统编教材

土工试验与 土力学教学指导

王玉珏 主编



黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是全国水利水电类高职高专统编教材,是根据全国水利水电高职教研会制定的《土工试验与土力学教学指导》课程教学大纲编写完成的,是学习《土力学》(务新超主编,黄河水利出版社出版)的配套教材。全书分土工试验和土力学教学指导两篇内容,第一篇主要介绍各种常规土工试验的方法步骤、试验成果整理和学习思考题,以便于学生掌握土工试验技能;第二篇主要研究了土力学每章中的学习基本要点、考核知识点、考点分析、典型计算例题、相关题型等内容。

本书适于高职高专学校水利水电工程、农田水利、道路桥梁及工业与民用建筑等土木工程类相关专业学生学习复习使用,也可供函授、自学考试人员参考,同时也是有关专业工程技术人员有益的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土工试验与土力学教学指导/王玉珏主编. — 郑州:
黄河水利出版社, 2004. 10 (2006. 6 重印)
全国水利水电类高职高专统编教材
ISBN 7 - 80621 - 836 - X
I. 土… II. 王… III. ① 土工试验 - 高等学校:
技术学校 - 教学参考资料 ② 土力学 - 高等学校: 技术
学校 - 教学参考资料 IV. TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 099847 号

出 版 社: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码: 450003

发行单位: 黄河水利出版社

发行部电话: 0371 - 6026840

传真: 0371 - 6022620

E-mail: yrcp@public.zz.ha.cn

承印单位: 黄河水利委员会印刷厂

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 12.75

字数: 295 千字

印数: 4 101—7 100

版次: 2004 年 10 月第 1 版

印次: 2006 年 6 月第 2 次印刷

书号: ISBN 7 - 80621 - 836 - X/TU·47

定价: 20.00 元

前 言

本书是根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,以及由全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,报水利部批准,用中央财政安排的“支持示范性职业技术学院建设”项目经费组织编写的水利水电类全国统编教材。

为配合土力学课堂理论教学和试验教学,帮助学生加深对土力学课程基本概念、基本理论的理解,掌握土工试验的方法与试验成果的整理,方便学生自学,我们编写了这本配套学习指导教材。

本书是学习《土力学》(务新超主编,黄河水利出版社出版)的配套教材。全书的名词、术语、符号均按《土工试验规程》(SL237—1999)及《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2002)中的有关规定确定。

全书分为土工试验和土力学教学指导两篇内容。第一篇土工试验,主要内容为土样制备、含水率试验、密度试验、比重试验、颗粒分析试验、界限含水率试验、击实试验、渗透试验、剪切试验、固结试验;第二篇土力学教学指导,主要是就土的物理性质及工程分类、土的渗透性、土中应力、土的压缩性及地基变形、土的抗剪强度、土压力、土坡的稳定性分析、地基承载力、地基与基础设计、桩基础、软土地基处理及特殊土等十一章内容,分析其学习基本要点、基本概念、基本原理和基本方法,研究了各章的考核点、题型,并备有典型例题和相关题型。便于学生系统复习,抓住重点,解决难点。

全书由黄河水利职业技术学院王玉珏主编,黑龙江水利专科学校孙晓明主审。参加编写工作的人员有:黄河水利职业技术学院孙其龙(编写第一篇土工试验)、王玉珏(编写第二篇的第一、三、七、九、十一章)、务新超(编写第二篇的第四、五、六章)、沈阳农业大学高等职业技术学院祁孝珍(编写第二篇的第二、八、十章)。

由于编者水平有限,不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2004 年 8 月

目 录

前 言

第一篇 土工试验

一、土样制备	(1)
二、含水率试验	(5)
三、密度试验	(6)
四、比重试验	(7)
五、颗粒分析试验	(9)
六、界限含水率试验	(13)
七、击实试验	(17)
八、渗透试验	(19)
九、剪切试验	(23)
十、固结试验	(30)

第二篇 土力学教学指导

第一章 土的物理性质及工程分类	(34)
一、学习基本要求	(34)
二、考核知识点	(35)
三、考点分析	(36)
四、典型计算例题	(43)
五、相关题型	(46)
第二章 土的渗透性	(49)
一、学习基本要求	(49)
二、考核知识点	(49)
三、考点分析	(50)
四、典型计算例题	(56)
五、相关题型	(58)
第三章 土中应力	(64)
一、学习基本要求	(64)
二、考核知识点	(64)
三、考点分析	(65)

四、典型计算例题·····	(71)
五、相关题型·····	(75)
第四章 土的压缩性及地基变形 ·····	(78)
一、学习基本要求·····	(78)
二、考核知识点·····	(78)
三、考点分析·····	(79)
四、典型计算例题·····	(91)
五、相关题型·····	(96)
第五章 土的抗剪强度 ·····	(100)
一、学习基本要求·····	(100)
二、考核知识点·····	(100)
三、考点分析·····	(101)
四、典型计算例题·····	(109)
五、相关题型·····	(111)
第六章 土压力 ·····	(114)
一、学习基本要求·····	(114)
二、考核知识点·····	(114)
三、考点分析·····	(116)
四、典型计算例题·····	(123)
五、相关题型·····	(126)
第七章 土坡的稳定性分析 ·····	(129)
一、学习基本要求·····	(129)
二、考核知识点·····	(129)
三、考点分析·····	(129)
四、典型计算例题·····	(134)
五、相关题型·····	(135)
第八章 地基承载力 ·····	(138)
一、学习基本要求·····	(138)
二、考核知识点·····	(138)
三、考点分析·····	(139)
四、典型计算例题·····	(145)
五、相关题型·····	(147)
第九章 地基、基础设计 ·····	(151)
一、学习基本要求·····	(151)
二、考核知识点·····	(151)
三、考点分析·····	(152)
四、典型计算例题·····	(161)
五、相关题型·····	(168)

第十章 桩基础	(171)
一、学习基本要求	(171)
二、考核知识点	(171)
三、考点分析	(172)
四、典型计算例题	(181)
五、相关题型	(185)
第十一章 软土地基处理及特殊土	(188)
一、学习基本要求	(188)
二、考核知识点	(188)
三、考点分析	(188)
四、相关题型	(193)
参考文献	(195)

第一篇 土工试验

土力学是一门实践性很强的专业技术基础课程,它是利用力学知识和土工试验技术来研究土的强度、变形、渗透等规律性的一门学科。土工试验是土力学理论教学的重要实践环节,通过试验可以培养学生理论联系实际、独立思考、增强思维的能力,同时加深对理论知识及土工试验原理的理解,掌握土工试验操作技能,提高学生的动手能力及分析问题、解决问题的能力。土工试验部分是依据中华人民共和国国家标准《土工试验方法标准》(GB/T50123—1999)和水利部发布的《土工试验规程》(SL237—1999)编写的,根据教学大纲要求安排以下试验项目。

一、土样制备

(一)目的要求

(1)扰动土样在试验前必须经过制备程序,包括土的风干、碾碎、过筛、匀土、分样、储存以及制备试样等过程。

(2)土样制备程序应视不同的试验而异,故土样制备前应拟定土工试验计划。

(3)对封闭原状土样除小心搬运和妥善存放外,在试验前不应开启,尽量使土样少受扰动。

(二)仪器设备

(1)细筛:孔径 5、2、0.5 mm。

(2)洗筛:孔径 0.075 mm。

(3)台秤:称量 10~40 kg,最小分度值 5 g。

(4)天平:称量 1 000 g,最小分度值 0.1 g;称量 200 g,最小分度值 0.01 g。

(5)碎土器:磨土机。

(6)击样器:如图 1-1-1 所示。

(7)压样器:如图 1-1-2 所示。

(8)饱和器:如图 1-1-3 所示。

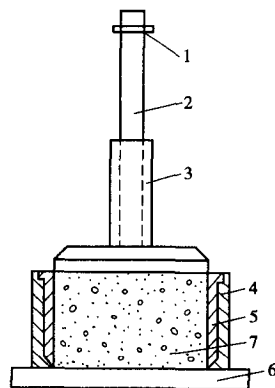
(9)抽气设备(真空饱和装置):如图 1-1-4 所示。

(10)其他:烘箱、干燥器、保湿器、研钵、木碾、橡皮板、切土刀、钢丝锯、凡士林、喷水设备等。

(三)制备程序

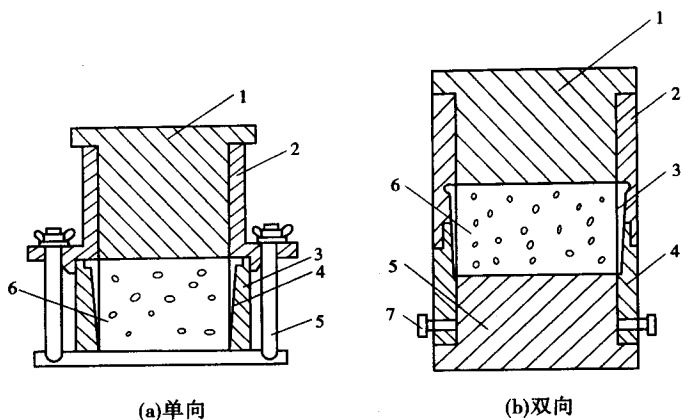
1. 原状土试样制备

(1)开启试样:将土样筒按标明的上下方向放置,小心开启包装皮,观察原状土的颜色、气味、结构、夹杂物和均匀性等其他情况,并作原状土开土记录。



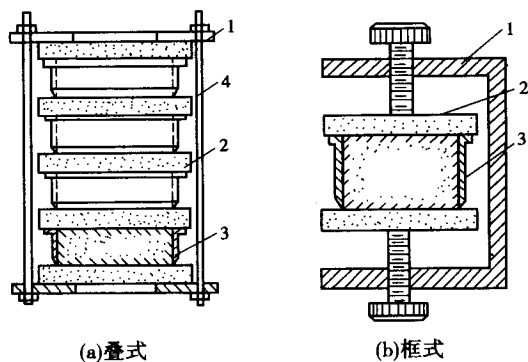
1—定位环;2—导杆;3—击锤;4—击样筒;
5—环刀;6—底座;7—试样

图 1-1-1 击样器



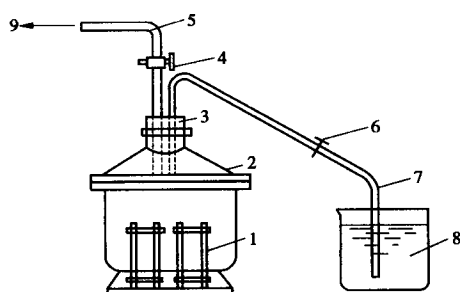
1—活塞; 2—导筒; 3—护环; 1—上活塞; 2—上导筒; 3—环刀;
4—环刀; 5—拉杆; 6—试样; 4—下导筒; 5—下活塞; 6—试样; 7—销钉

图 1-1-2 压样器



1—夹板; 2—透水板; 3—环刀; 4—拉杆

图 1-1-3 饱和器



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

图 1-1-4 真空饱和装置

(2)切取试样:环刀切取试样(根据密度试验要求切取)。切削过程中应细心观察土样的情况,并描述它的层次、气味,有无杂质、裂缝等。

(3)剩余试样:环刀切削的余土可做土的物理性试验,切取试样后剩余的原状土样,应用蜡纸封好,置于保湿器内,以备补做试验之用。

(4)试样存放:视试样本身及工程要求,决定试样是否进行饱和,如不立即进行试验或饱和时,则将试样保存于保湿器内。

2. 扰动土试样制备

(1)描述土样:将扰动土样进行土样描述,如颜色、土类、气味及夹杂物等,取代表性土样测含水率。

(2)碾散过筛:将块状扰动土在橡胶板上用木碾或用碎土器碾散(勿压碎颗粒,如含水率较大时,可先风干),碾散后的土样需过筛。做物理性试验的土样如液限、塑限等过 0.5 mm 筛;物理性及力学性试验土样过 2 mm 筛;击实试验过 5 mm 筛。过筛后用四分对角取样法取出足够数量的代表土样,分别装入玻璃缸,标以标签(标签应注明工程名称、土样编号、过筛孔径、用途、制备日期及试验人员等),以备各项试验之用。对风干土,需测定风干含水率。

(3)加水浸润:根据试验所需的土量与含水率,计算加水量,然后将水均匀喷洒于土样上,充分拌匀后装入盛土容器内盖紧,润湿一昼夜。试样制备数量根据工程和设计的要求,视试验项目需要而定。

(4)试样制备:视工程实际情况,分别采用击样法、压样法和击实法。

①击样法:根据环刀的容积及所要求的干密度,制备湿土样。将湿土倒入预先装有环刀的击样器内,用击实方法将土击入环刀内,击实到所需密度,称环刀、土总质量。

②压样法:按规程称出所需的湿土质量。将湿土倒入预先装好环刀的压样器内,拂平土样表面,以静压力将土样压紧到所需密度,称环刀、土总质量。

③击实法:结合击实试验中的击实程序,将土样击实到所需密度,用推土器推出,环刀取土,并测出土样含水率。

3. 试样饱和

土的孔隙被水填充的过程称为饱和。当孔隙被水充满时的土,称为饱和土,试样饱和视土的性质可选用浸水饱和法、毛管饱和法及真空抽气饱和法。

1) 浸水饱和法

一般粗粒土可直接采用浸水饱和法,此法是将试样直接在仪器内浸水饱和。

2) 毛管饱和法

较易透水的黏性土,渗透系数 $k > 10^{-4}$ cm/s 时,采用毛管饱和法较为方便,应按下列步骤进行:

(1)安装试样:选用框式饱和器(见图 1-1-3(b)),在装有试样的环刀上、下面放滤纸和透水板,装入饱和器内,并旋紧螺母。

(2)毛细饱和:将装好试样的饱和器放入水箱中,注入清水,水面不宜将试样淹没,能使土中气体得以排出。关箱盖,浸水时间不得少于两昼夜,借土的毛细管作用使试样饱和。

(3)检验饱和情况:试样饱和后,取出饱和器,松开螺母,取出环刀,擦干外壁,称环刀和试样的总质量,并计算试样的饱和度。当饱和度低于95%时,应继续饱和。

3)真空抽气饱和法

不易透水的黏性土,渗透系数 $k \leq 10^{-4}$ cm/s 时,可采用真空抽气饱和法。

(1)安装试样:选用叠式或框式饱和器(见图 1-1-3)和真空饱和装置(见图 1-1-4)。在叠式饱和器下夹板的正中,依次放置透水板、滤纸、带试样的环刀、滤纸、透水板,以这样顺序重复,由下向上重叠到拉杆高度,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)抽气饱和:将装有试样的饱和器放入真空缸内,真空缸和盖之间涂一层凡士林,盖紧。将真空缸与抽气机接通,启动抽气机,当真空压力表读数接近一个大气负压力值时,继续抽气(抽气时间不少于1h),微开管夹,使清水徐徐注入真空缸,在注水过程中真空压力表读数宜保持不变。待水淹没饱和后停止抽气,开管夹使空气进入真空缸,静止一段时间(细粒土宜为10h),使试样充分饱和。

(3)检验饱和情况:试样饱和后,打开真空缸,从饱和器内取出带环刀的试样,擦干外壁,称环刀和试样的总质量,同时计算试样的饱和度。当饱和度低于95%时,应继续抽气饱和。

(四)计算

(1)试验所需干土质量计算公式为:

$$m_s = \frac{m}{1 + 0.01\omega_0} \quad (1-1-1)$$

式中 m_s ——干土质量,g;

m ——风干土质量,g;

ω_0 ——风干含水率(或天然含水率),%。

(2)根据试验所需含水率,制备试样时所加水量为:

$$m_w = \frac{m}{1 + 0.01\omega_0} \times 0.01(\omega' - \omega_0) \quad (1-1-2)$$

式中 m_w ——土样制备所需加水的质量,g;

m ——风干含水率时的土样质量,g;

ω_0 ——土样的风干含水率,%;

ω' ——土样所要求含水率,%。

(3)根据环刀的容积及要求的干密度,所需湿土质量为:

$$m_0 = (1 + 0.01\omega_0)\rho_d V \quad (1-1-3)$$

式中 m_0 ——所需湿土质量,g;

ρ_d ——试样的干密度,g/cm³;

ω_0 ——风干含水率(或天然含水率),%;

V ——环刀容积,cm³。

思考题

(1)什么是原状土?什么是扰动土?碾散土样为什么要在橡胶板上用木碾或胶头研

钵碾散？

(2)如何对试验土样进行状态描述？

二、含水率试验

(一)概述

(1)土的含水率是指土中水的质量与土颗粒质量的比值,用百分数表示。

(2)试验目的是测定土的含水率,以了解土的含水情况,提供计算土的干密度、孔隙比、液性指数、饱和度等项指标,是土的一个重要的基本物理指标。

(3)试验方法有烘干法(室内试验标准方法)、酒精燃烧法、比重法、核子测定含水率法(现场)等。

(二)仪器设备(烘干法)

(1)烘箱:保持温度 105~110 ℃ 的自动控制电热恒温烘箱,或其他能源烘箱。

(2)天平:称量 200 g,最小分度值 0.01 g。

(3)其他:干燥器、称量盒等。

(三)操作步骤

(1)称湿土:选取具有代表性的试样 15~30 g(砂土应多取些),放入称量盒内(查盒号),立即盖好盒盖,称出(盒+湿土)质量,准确到 0.01 g。

(2)烘土:打开盒盖,将盒盖扣在盒底,放入烘箱中在温度 105~110 ℃ 下烘至恒重,烘土时间对黏质土不少于 8 h,砂类土不少于 6 h;对有机质含量超过干土 10% 的土,温度应控制在 65~70 ℃ 的恒温下烘至恒量。然后取出,盖好盒盖,放在干燥器内冷却至室温。

(3)称干土:从干燥器内取出试样,称出(盒+干土)质量,准确至 0.01g。

(四)计算

含水率的计算公式为:

$$\omega = \left(\frac{m_0}{m_s} - 1 \right) \times 100\%$$

式中 ω ——含水率,%,计算精确至 0.1%;

m_0 ——湿土质量,g;

m_s ——干土质量,g。

本试验需要进行两次平行测定,取其算术平均值,允许平行差值见表 1-2-1。

表 1-2-1 含水率测定的允许平行差值

含水率 (%)	允许平行差值 (%)
<10	0.5
10~40	1.0
>40	2.0

(五)试验记录

试验记录格式见表 1-2-2。

表 1-2-2 含水率试验记录计算表

工程名称_____土样说明_____试验日期_____

试 验 者_____计 算 者_____校 核 者_____

土样 编号	盒号	盒质量 (g)	盒 + 湿土 质量(g)	盒 + 干土 质量(g)	水分质量 (g)	干土质量 (g)	含水率 (%)	平均含水率 (%)
		(1)	(2)	(3)	(4) = (2) - (3)	(5) = (3) - (1)	(6) = $\frac{(4)}{(5)}$	(7)

注:在现场测试可采用酒精燃烧法,即用酒精(纯度>95%)将称量盒内的试样淹没,并使酒精在试样中充分混合均匀,然后点燃酒精,到火焰熄灭再注入酒精,反复燃烧 3 次,得干土质量,即可计算含水率。

思考题

- (1)含水率试验时烘箱温度为什么要求保持在 105~110℃? 试验时两次平行测定的允许平行差值是多少?
- (2)什么是无机土? 有机质超过 10% 的土烘干时应注意什么问题?
- (3)你是如何理解土及土颗粒的概念的?

三、密度试验

(一)概述

- (1)土的密度是指土的单位体积的质量。
- (2)试验目的是测定土的密度,以了解土的疏密状态,供换算土的其他物理性质指标、工程设计及施工质量控制之用。密度是土的一个重要基本物理指标。
- (3)试验方法有环刀法、蜡封法、灌砂法或灌水法(现场)等。

(二)仪器设备(环刀法)

- (1)环刀:内径 61.8 mm 和 79.8 mm,高度 20 mm。
- (2)天平:称量 500 g,最小分度值 0.1 g。
- (3)其他:切土刀、钢丝锯、玻璃板、凡士林等。

(三)操作步骤

(1)切取土样:取环刀并在环刀内壁涂一薄层凡士林,刃口向下放在土样上,然后将环刀垂直下压,并用切土刀沿环刀外侧切削土样,边压边削至土样高出环刀,根据试样的软硬采用钢丝锯或削土刀整平环刀两端土样。

(2)试样称量:擦净环刀外壁,称(环刀 + 土)的总质量(实验室查取环刀的质量及容积)。

(四)计算

土的密度计算公式为:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V}$$

式中 ρ_0 ——试样的密度, g/cm³;
V——环刀容积, cm³;
 m_0 ——湿土质量, g。

本试验需进行两次平行测定, 平行差值不得大于 0.03 g/cm³, 取两次测值的算术平均值。

(五)试验记录

试验记录见表 1-3-1。

表 1-3-1 密度试验(环刀法)记录计算表

工程名称		土样说明		试验日期			
试验者		计算者		校核者			
土样 编号	环刀 号	环刀 + 土质量 (g)	环刀质量 (g)	土质量 (g)	环刀容积 (cm ³)	密度 (g/cm ³)	平均密度 (g/cm ³)
		(1)	(2)	(3) = (1) - (2)	(4)	(5) = $\frac{(3)}{(4)}$	(6)

注:(1)当土样坚硬、易碎或含有粗颗粒不易修成规则形状,采用环刀法有困难时,可采用蜡封法,即将需测定的试样,称重后浸入融化的石蜡中,使试样表面包上一层蜡膜,分别称(蜡 + 土)在空气中及水中的质量,已知蜡的密度,通过计算便可求得土的密度。
(2)在野外现场遇到采用环刀取土困难,不能取原状土样时,一般可采用灌砂法进行现场密度测定,即在测定地点挖一圆土坑,称挖出的土质量,然后将事先标定的均匀颗粒的风干标准砂(知道密度)轻轻灌入土坑,利用砂去置换试坑体积,从而计算出土的密度。

思考题

- (1)什么是土的干密度、湿密度、饱和密度?
- (2)环刀取样时为什么要将环刀外侧土样边压边削? 为什么取土后常用玻璃片盖住环刀并要求短时间内称量?

四、比重试验

(一)概述

(1)土颗粒的比重是土在温度 105~110 ℃下烘至恒量时土粒质量与同体积 4 ℃纯水质量的比值。

(2)试验目的是测定土粒比重,为计算土的孔隙比、饱和度以及其他物理力学试验提供必要的数据,是土的基本物理性质指标之一,也是评价土类的主要指标。

(3)试验方法按照土粒径大小不同,分别采用比重瓶法(适用粒径 $d < 5 \text{ mm}$ 的土)、浮称法或虹吸法(适用粒径 $d \geq 5 \text{ mm}$ 的各类土)等。

(二)仪器设备(比重瓶法)

(1)比重瓶:容量 50 mL 或 100 mL,分长颈和短颈两种。

(2)天平:称量 200 g,最小分度值 0.001 g。

(3)其他:恒温水槽、砂浴、烘箱、纯水或中性液体(如煤油等)、温度计、筛子、漏斗、滴管等。

(三)操作步骤

(1)取样称量:取通过 5 mm 筛的烘干土样 15 g(若用 50 mL 的比重瓶,可取干土 10 g),用玻璃漏斗装入洗净烘干的比重瓶内,称出(瓶+土)质量,精确至 0.001 g。

(2)煮沸排气:将已装有干土的比重瓶中注入半瓶纯水,轻轻摇动比重瓶,并将比重瓶放在砂浴上煮沸,煮沸时间自悬液沸腾时算起,砂土不小于 30 min,黏土不小于 1 h,煮沸时应注意不使悬液溢出瓶外。

(3)注水称量:如系短颈比重瓶,将纯水注入比重瓶近满,待瓶内悬液温度稳定及瓶上部悬液澄清,塞好瓶塞,使多余水分从瓶塞的毛细管中溢出;如系长颈比重瓶,注水至略低于瓶的刻度处,可用滴管调整液面恰至刻度处(以弯液面下缘为准);待瓶内悬液温度稳定,擦干瓶外壁的水,称出(瓶+水+土)总质量,称量后立即测出瓶内水的温度。

(4)查取质量:根据测得的温度,从温度与(瓶+水)质量关系曲线中查取瓶、水质量(实验室提供)。

(四)计算

计算公式如下:

$$G_s = \frac{m_s}{m_1 + m_s - m_2} G_{wt}$$

式中 G_s ——土粒的比重,精确至 0.001;

m_s ——干土质量,g;

m_1 ——瓶、水质量,g;

m_2 ——瓶、水、土总质量,g;

G_{wt} —— t °C 时纯水的比重,精确至 0.001,见表 1-4-1。

本试验须同时进行两次平行测定,取其算术平均值,以两位小数表示,其平行差不得大于 0.02。

表 1-4-1 不同温度时水的比重(近似值)

水温(°C)	4.0~12.5	12.5~19.0	19.0~23.5	23.5~27.5	27.5~30.5	30.5~33.5
水的比重	1.000	0.999	0.998	0.997	0.996	0.995

(五)试验记录

试验记录见表 1-4-2。

注:(1)当土中含有可溶盐、亲水性胶体物质或有机质时,须用中性液体(如煤油)测定,采用真空抽气法排气。

(2)砂土煮沸容易使砂粒跳出,可采取真空抽气法排气。

表 1-4-2 比重试验(比重瓶法)记录计算表

工程名称 _____ 土样说明 _____ 试验日期 _____											
试验者 _____ 计算者 _____ 校核者 _____											
土样编号	比重瓶编号	温度 (℃)	水的 比重	瓶 质量 (g)	瓶、土 总质量 (g)	干土 质量 (g)	瓶、水总 质量 (g)	瓶、水、 土总质量 (g)	与土粒同体 积的水质量 (g)	土粒 比重	平均值
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
						(4) - (3)			(5) + (6) - (7)	(5)/(8) × (2)	

思考题

- (1)比重测定中悬液为什么要放在砂浴上煮沸? 时间有什么要求?
- (2)说出各类土粒比重的一般数值范围。

五、颗粒分析试验

(一)概述

(1)土中各粒组的相对含量(土中各种粒组占土粒总质量的百分数),称为土的颗粒级配。

(2)试验目的是测定于土中各粒组占该土总质量的百分数,以了解土粒的颗粒级配情况,为土的分类、概略地判断土的工程性质及建材选料提供依据。

(3)试验方法有筛析法(适用于 $0.075\text{ mm} < d \leq 60\text{ mm}$ 的土);密度计法或移液管法(适用于 $d < 0.075\text{ mm}$ 的土)等。

(二)筛析法

1. 仪器设备

- (1)分析筛:孔径为 10、5、2、1.0、0.5、0.25、0.1、0.075 mm。
- (2)天平:称量 500 g,最小分度值 1 g;称量 200 g,最小分度值 0.01 g。
- (3)摇筛机:筛析过程中能上下震动。
- (4)其他:瓷盘、毛刷、白纸、木碾、橡皮板等。

2. 操作步骤

- (1)取土:从风干碾散的土样中,用四分对角法取代表性的试样 500 g。

(2)摇筛:将试样放入依次叠好筛的最上层筛中进行筛析,或用摇筛机震摇,震摇时间一般为 10~15 min。

(3)称量:由最大孔径筛开始,顺序将各筛取下,在白纸上用手轻叩摇晃,如仍有砂粒漏下应继续轻叩摇晃,至无砂粒漏下为止。漏下的砂粒应全部放入下级筛内,并将留在各筛上的土分别称量,准确至 0.1 g。

3. 计算及制图

(1)计算小于某粒径试样质量占试样总质量的百分数的公式如下:

$$X = \frac{m_A}{m_B} \times 100\% \tag{1-5-1}$$

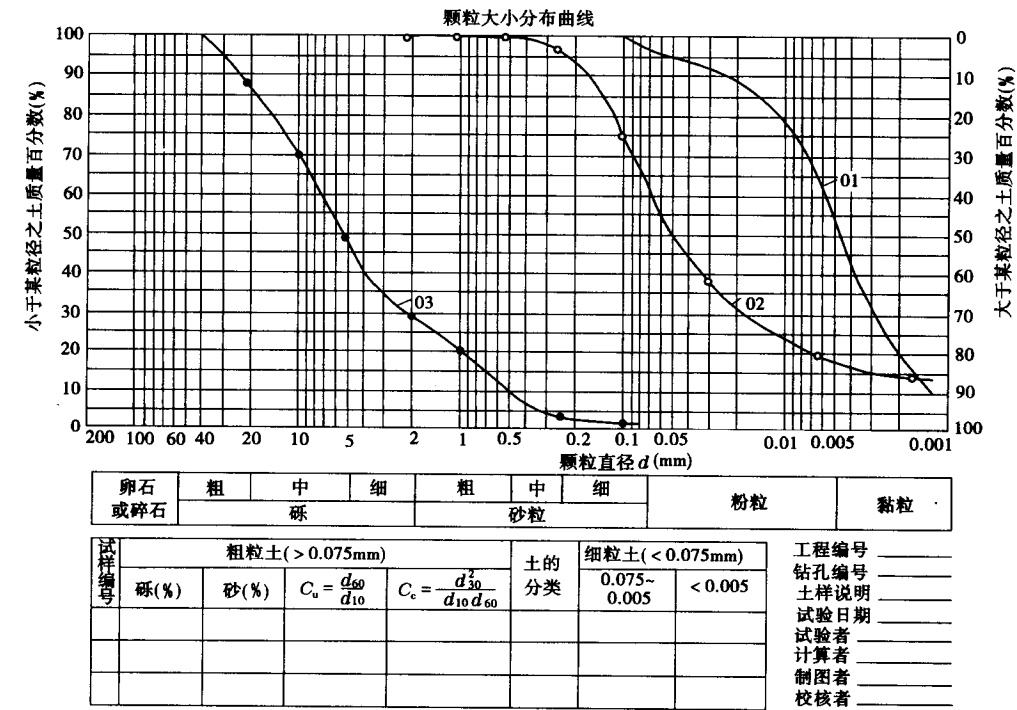
式中 X——小于某粒径试样质量占试样总质量的百分数, %;

m_A ——小于某粒径的试样质量, g;

m_B ——所取试样的总质量, g。

各筛上及筛底盘上的试样质量总和与原来筛前试样总质量之差不得大于试样总质量的 1%。

(2)以小于某粒径试样质量占试样总质量的百分数 X(%)为纵坐标,以粒径 d(mm)为横坐标(对数值),在单对数坐标纸上绘制颗粒大小分布曲线(见图 1-5-1)。



01、02、03分别表示3个土样的颗粒大小分布曲线

图 1-5-1 颗粒大小分布曲线

(3)按下式计算不均匀系数 C_u 、曲率系数 C_c :

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (1-5-2)$$

$$C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \times d_{60}} \quad (1-5-3)$$

式中 d_{10} 、 d_{30} 、 d_{60} ——颗粒级配曲线纵坐标上小于某粒径含量为 10%、30%、60% 时所对应的粒径值, d_{10} 称为有效粒径, d_{60} 称为限制粒径(见图 1-5-1)。

4. 试验记录

试验记录见表 1-5-1。

表 1-5-1 颗粒大小分析试验(筛析法)记录计算表

工程名称_____土样说明_____试验日期_____

试验者_____计算者_____校核者_____

筛号	孔径 (mm)	留筛土质量 (g)	累计留筛土质量 (g)	小于该孔径土质量 (g)	小于该孔径土质量百分数 (%)
	10				
	5				
	2				
	1				
	0.5				
	0.25				
	0.1				
	0.075				
底盘总计					

(三)密度计法

1. 仪器设备

- (1)密度计:甲种密度计刻度为 5~50,最小分度单位为 0.5。
- (2)量筒:容积为 1 000 mL。
- (3)洗筛:孔径为 0.075 mm。
- (4)洗筛漏斗:上口直径大于洗筛直径,下口直径略小于量筒内径。
- (5)天平:称量 1 000 g,最小分度值 0.1 g;称量 200 g,最小分度值 0.01 g。
- (6)搅拌器:轮径 50 mm,孔径 3 mm。
- (7)煮沸设备:附冷凝管装置。
- (8)分散剂:浓度为 4% 的六偏磷酸钠或其他分散剂。
- (9)其他:温度计、研钵、烧杯、锥形瓶、秒表等。