



哈尔滨工程大学
HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY

课程设计

课程名称： 土木工程实验

设计题目： 土木工程材料实验报告

学生姓名： 杨铭远

准考证号： 030123100133

实验一 材料基本物理性质实验-密度实验（李氏比重瓶法）

一、实验意义和目的

在土木工程各类建筑物中，材料要受到各种物理、化学、力学因素单独及综合作用。因此，对土木工程材料性质的要求是严格和多方面的。材料基本性质的实验项目较多如密度，表观密度，孔隙率和吸水率等，对于各种不同材料及不同用途，测试项目及测试方法视具体要求而有一定差别。通过此项实验，使学生掌握材料的基本物理性质及其测试原理和方法。

二、实验原理

本实验以石料为例，介绍材料的几种常用物理性能实验方法。其基本性质包括密度，表观密度，孔隙率和吸水率等。石料密度是指石料矿质单位体积(不包括开口与闭口孔隙体积)的质量。表观密度是指石料在干燥状态下包括孔隙在内的单位体积固体材料的质量。形状不规则石料的毛体积密度可采用静水称量法或蜡封法测定;对于规则几何形状的试件，可采用量积法测定其体积密度。孔隙率是指材料的体积内，孔隙体积所占的比例。吸水性是指材料与水接触吸收水分的性质，当材料吸水饱和时，其含水率称为吸水率。

三、实验装置和仪器

李氏比重瓶、烘箱、干燥器、天平、恒温水槽、游标卡尺等

四、实验方法和步骤

(1) 将石料试样粉碎、研磨、过筛后放入烘箱中，以 $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的温度烘干至恒重。烘干后的粉料储放在干燥器中冷却至室温，以待取用。

(2) 在李氏瓶中注入煤油或其他对试样不起反应的液体至突颈下部的零刻度线以上，将李氏比重瓶放在温度为 $(t\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 的恒温水槽内(水温必须控制在李氏比重瓶标定刻度时的温度)，使刻度部分浸入水中，恒温 0.5 小时。记下李氏瓶第一次读数 V_1 (准确到 0.05mL，下同)。

(3) 从恒温水槽中取出李氏瓶，用滤纸将李氏瓶内零点起始读数以上的没有煤油的部分仔细擦净。

(4) 取 100g 左右试样,用感量为 0.001g 的天平(下同)准确称取瓷皿和试样总质量 m_1 。用牛角匙小心将试样通过漏斗渐渐送入李氏瓶内(不能大量倾倒,因为这样会妨碍李氏瓶中的空气排出,或在咽喉部分形成气泡,妨碍粉末的继续下落),使液面上升接至 20mL 刻度处(或略高于 20mL 刻度处),注意勿使石粉粘附于液面以上的瓶颈内壁上。摇动李氏瓶,排出其中空气,至液体不再发生气泡为止。再放入恒温水槽,在相同温度下恒温 0.5 小时,记下李氏瓶第二次读数 V_2 。

(5) 准确称取瓷皿加剩下的试样总质量 m_2 。

(6) 石料试样密度按下式计算(精确至 0.01g/cm³):

$$\rho_t = \frac{m_1 - m_2}{V_1 - V_2} \quad (\text{g/cm}^3)$$

式中:

ρ_t 石料密度, g/cm³;

m_1 实验前试样加瓷皿总质量, g;

m_2 实验后剩余试样加瓷皿总质量, g;

V_1 李氏瓶第一次读数, mL (cm³);

V_2 李氏瓶第二次读数, mL (cm³)。

(7) 以两次实验结果的算术平均值作为测定值,如两次实验结果相差大于 0.02g/cm³ 时,应重新取样进行实验。

五、实验感悟

误差分析

1. 读数误差,在李氏瓶读数时,仰视俯视凹液面最低处的误差,“俯大仰小”天平读数、温度计读数时难以避免的误差

2. 试验条件控制的误差,包括李氏瓶的恒温,还有试样在漏斗中可能有一定的残留,李氏瓶壁上可能会附着有气泡。

3. 环境湿度会使测试样质量时环境难以确保绝对干燥。

实验二 集料实验

一、实验意义和目的

通过实验使学生掌握测定混凝土用集料技术的方法、熟悉有关规范、根据实验数据能够做出能否用其配制混凝土以及配制后对混凝土所能产生的技术、经济效果的判断;目取得配制混凝土所需的骨料实验数据。

二、实验原理

砂的颗粒级配,即表示砂大小颗粒的搭配情况。砂的粗细程度,是指不同粒径的砂粒混合在一起后的总体的粗细程度,通常有粗砂、中砂与细砂之分。在配制混凝土时,这两个因素(砂的颗粒级配和砂的粗细程度)应同时考虑。控制砂的颗粒级配和粗细程度有很大的技术经济意义,它们是评定砂质量的重要指标。用级配区表示砂的颗粒级配,用细度模数表示砂的粗细。

砂的近似密度,堆积密度及含水率是其基本性质指标,同时也是配制混凝土所需的重要指标。

三、实验装置和仪器

实验筛、托盘天平、烘箱、容量瓶、台秤、磅秤、振动台等。

四、试验方法与步骤

1、取样方法及数量

细集料的取样应按批进行,每批总量不宜超过 400m³ 或 600t。在料堆取样时,取样部位应均匀分布。取样前应将取样部位表层铲除,然后由各部位抽取大致相等的试样共 8 份,组成一组试样。实验时需按四分法分别缩取各项实验所需的数量,其步骤是:将每组试样在自然状态下于平板上拌匀,并堆成厚度约为 2cm 的圆饼,在饼上划两垂直直线把饼分成大致相等的四份,取其对角的两份重新照上述四分法缩取,直至缩分后试样量略多于该项实验所需的量为止。试样缩分也可用分料器进行。

2、细骨料筛分析

用于筛分析的试样应先筛除大于 10mm 颗粒,并记录其筛余百分率。如试样含泥量超过 5%,应先用水洗。然后将试样充分拌匀,用四分法缩分至每份不少于 550g 的试样两份,在 105±5℃ 下烘干至恒重,冷却至室温后备用。然后取下套筛,按孔径大小顺序逐个在清洁的浅盘上进行手筛,直至每分钟的筛出量不超过试样总量的 0.1% 时为止。通过的颗粒并入下一号筛中一起过筛。按此顺序进行,至各号筛全部筛完为止。筛分析实验应采用两个试样进行平行实验,并以其

实验结果的算术平均值作为测定值。如两次实验所得细度模数之差大于 0.20，应重新进行实验。

实验三 水泥混凝土实验

一、实验意义和目的

混凝土配合比实验是一个高度综合的实验，是对土木工程材料知识的综合检验和运用，通过该实验可以检查学生对土木工程材料知识的掌握程度。同时混凝土配合比实验是一个设计性实验，要求学生根据工程实际设计要求确定原材料的品种及规格、初步配合比和实验检验项目。锻炼学生选材和用材的能力、锻炼学生独立工作的能力。

二、实验原理

混凝土配合比设计是根据实测的原材料的物理、力学指标，通过计算和实验确定各组成材料的比例，从而使配制出的混凝土满足工程设计和施工要求。因为影响混凝土性质的因素很多，目前还没有建立起各影响因素与混凝土和易性和强度、耐久性之间的严格的数学力学表达式，因此混凝土配合比设计往往是首先通过经验数据和经验公式初步估计一个配合比，然后通过实验检验和调整配合比，使最终确定的配合比满足工程要求。

三、实验基本步骤

1. 原材料实验:检验原材料是否合格，确定原材料的物理力学参数，为混凝土配合设计和实验提供原始数据；

2. 初步配合比计算。根据经验数据和经验公式，计算初步配合比。这样可以减少实验次数和实验的盲目性。

3. 试配调整，确定基准配合比。按初步配合比称量配料，按规定方法拌制混凝土，实测其流动性并观察其粘聚性和保水性。根据实测结果，分析原因、调整配比，直到满足和易性要求为止，确定满足和易性要求配合比——基准配合比。

4. 在基准配合比的基础上，制作混凝土标准试件，标准养护 28 天后，按标准方法检测其强度，根据强度检测结果确定满足强度和耐久性要求的配合比——实验室配合比。

5. 在实验室配合比的基础上，根据现场砂石实际含水情况，调整材料用量，在满足水泥用量和水灰比不变的前提条件下，确定施工配合比。

四、实验内容

1. 水泥测试：水泥细度试验、水泥标注稠度用水量试验、水泥凝固时间试验、水泥体积安定性试验、水泥胶砂强度试验。
2. 混凝土拌合物试验：混凝土拌合物拌制、拌合物和易性试验、表观密度试验
3. 混凝土立方体抗压强度试验

实验四 钢筋实验

一、实验意义和目的

是为了加深对钢筋受拉的应力-应变特性的认识;加深对屈服强度、抗拉强度和伸长率的认识;确定实验钢筋的钢号。

二、实验原理

抗拉强度是建筑钢材最重要的性能之一。由拉力实验测定的屈服点、抗拉强度和伸长率是钢材抗拉性能的主要技术指标。钢材的受拉性能，可通过低碳钢受拉时的应力-应变图阐明。低碳钢在常温和静载条件下，要经历四个过程，即弹性阶段、塑性阶段、应变强化阶段和颈缩断裂。钢材的抗拉性能通过伸长率等指标来反应。

冷弯性能是指钢材在常温下承受弯曲变形的能力，是建筑钢材的重要工艺性能。钢材的冷弯性能指标用试件在常温下所能承受的弯曲程度表示。按规定的弯曲角和弯心直径进行实验时，试件的弯曲处不发生裂缝、断裂或起层，即认为冷弯性能合格。

三、试验装置和仪器

万能实验机、游标卡尺、支承辊、弯心等。

四、实验基本步骤

- 1、拉伸试验

试件制作和准备

屈服点和抗拉强度测定

伸长率测定

2、冷弯试验

冷弯试件

半导向弯曲

导向弯曲

实验五 沥青实验

一、试验目的

1、沥青的延度是规定形状的试样在规定温度下，以一定速度受拉伸至断开时的长度，以 cm 表示。

2、沥青的软化点是试样在规定尺寸的金属环内，上置规定尺寸和质量的钢球，放于水(或甘油)中，以 $(5 \pm 0.5) \text{ } ^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速度加热，至钢球下沉达规定距离(25.4mm)时的温度，以 $^\circ\text{C}$ 表示。

3、沥青的针入度是在规定温度和时间内，附加一定质量的标准针垂直贯入试样的深度以 0.1mm 表示。

二、试验装备

1、延度仪、试模、试模底板、恒温水浴、温度计、砂浴或其他加热炉具。

2、针入度仪、盛样皿、平底玻璃皿、秒表、盛样皿盖

3、石棉网、平刮刀、环夹、耐热玻璃烧杯、金属支架、钢球、式样环、钢球定位环

三、主要材料

1、甘油滑石粉隔离剂(甘油与滑石粉的质量比 2:1)。

2、新煮沸过的蒸馏水。

四、实验基本步骤

1、沥青延度试验

试件制作和准备

开动延度仪同时进行拉伸

拉断时读取延度仪数

2. 沥青软化点试验

试件制作和准备

加热

读取温度，确定软化点

沥青针入度试验

试件制作和准备

将试样置于针入度平台

开动秒表，指针 5s 时试验读数

注意事项：

① 将沥青试样注入试皿时，不应留有气泡。若有气泡，可用明火将其消掉，以免影响结果的正确性。

② 在灌模时应使试样高出试模，以免试样冷却后欠模。

③ 在刮模时，应将沥青与试模刮为齐平，尤其是试模中部 不应有低凹现象。