

中华人民共和国地质矿产部

土工试验规程

DT-92

主编单位:地质矿产部水文地质专业测试中心

批准部门:中华人民共和国地质矿产部

施行日期:1992年11月19日

地 质 出 版 社

中华人民共和国地质矿产部

土工试验规程

DT-92

主编单位:地质矿产部水文地质专业测试中心

批准部门:中华人民共和国地质矿产部

施行日期:1992年11月19日

地 质 出 版 社

(京)新登字 085 号

中华人民共和国地质矿产部

土工试验规程

DT-92

*

责任编辑:戴鸿麟

地质出版社出版发行

(北京和平里)

河北省涿州市凹凸胶印厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:850×1168 1/32 印张:9.3125 字数:250320

1984年第一版·1993年修编第二版

1993年8月第二次印刷

印数:13845—21845册 定价:9.80元

ISBN 7-116-01303-2/P·1083

地质矿产部文件

地发[1992]264号

关于颁发《地矿部土工试验规程 (DT-92)》的通知

各省、自治区、直辖市地矿局(厅),有关研究院、所,地质院校:

为适应水文地质、工程地质以及城市建设发展的需要,由部水文地质工程地质研究所负责组织有关单位,对我部《土工试验规程(DT-82)》进行了修改和补充。修订后的《地矿部土工试验规程(DT-92)》经部审核,现予颁发执行。

附件:地矿部土工试验规程(DT-92)

中华人民共和国地质矿产部

1992年11月19日

本规程主编单位、参加单位
和主要起草人名单

主编单位:地质矿产部水文地质专业实验测试中心

参加单位:长春地质学院水文地质工程地质系

天津市地质矿产局测试中心

江苏省地质工程勘察院

湖北省地质矿产局地质实验研究所

上海市地质矿产局中心实验室

山西省地质工程勘察院

主要起草人:翟荣廷 唐大雄 梁宝光 刘国强 黄迹英

张大恩 杨文起 王苏明 周金生 郑方玉

目 录

修订说明

| | |
|--------------|-------|
| 1 总则 | (1) |
| 2 土样和试样制备 | (2) |
| 3 土质分类 | (14) |
| 4 含水率试验 | (25) |
| 5 密度试验 | (28) |
| 6 颗粒密度试验 | (35) |
| 7 粒度分析试验 | (47) |
| 8 砂的相对密实度试验 | (79) |
| 9 界限含水率试验 | (85) |
| 10 自由膨胀率试验 | (96) |
| 11 无荷载膨胀率试验 | (99) |
| 12 有荷载膨胀率试验 | (101) |
| 13 膨胀力试验 | (103) |
| 14 收缩试验 | (105) |
| 15 湿化试验 | (109) |
| 16 毛细水上升高度试验 | (112) |
| 17 渗透试验 | (116) |
| 18 最大分子吸水率试验 | (130) |
| 19 给水度试验 | (134) |
| 20 固结试验 | (137) |
| 21 黄土湿陷性试验 | (164) |
| 22 直接剪切试验 | (170) |
| 23 三轴压缩试验 | (177) |
| 24 无侧限抗压强度试验 | (194) |

| | | |
|------|-------------------------------------------|-------|
| 26 | 砂土天然坡角试验 | (205) |
| 27 | 反复直剪强度试验 | (207) |
| 28 | 静止侧压力系数 K_0 的测定(试行) | (211) |
| 29 | 土的动力参数测定(试行) | (216) |
| 30 | pH 值的测定 | (236) |
| 31 | 易溶盐的测定 | (238) |
| 32 | 中溶盐的测定 | (264) |
| 33 | 难溶盐的测定 | (266) |
| 34 | 有机碳的测定 | (269) |
| 附录 A | 土工试验常用名词、术语、符号、单位及土的 常用物理性指标换算公式 | (273) |
| 附录 B | 粒度分析(密度计法)计算简化及制图 | (276) |
| 附录 C | 孔隙水压力消散试验(K_0 条件) | (284) |

1 总 则

1.1 主题内容与适用范围

本规程适用于地质矿产部水文地质、工程地质、环境地质、灾害地质及农业地质工作中土的基本性质试验。

进行工业与民用建筑、水利电力、铁道交通、港口码头以及地下建筑物的工程地质勘察时,测试工作应符合有关现行国家(专业)标准、规范的规定。

1.2 可溶盐测定中标准溶液的配制及实验用水的要求

可溶盐测定中的标准溶液、制剂及制品应按 GB601—603—88 之规定配制。实验用水应符合 GB6682 中三级水的规格。

2 土样和试样制备

2.1 主题内容与适用范围

2.1.1 原状土的土样制备包括开启、切取等；扰动土的土样制备包括风干、碾散、过筛、均匀后贮存等土样制备程序和击实、饱和等试样制备程序。这些步骤的正确与否，都会直接影响试验成果。本试验的目的是统一试样的制备程序和方法，以保证测试质量和提高试验资料的可比性。

2.1.2 本试验包括原状土的试样制备、扰动土的试样制备及试样饱和的一般方法，适用于颗粒粒径小于 60mm 的原状土和扰动土的各试验项目。同时，为满足更广泛的试验要求，允许采用经过试验论证的其他制样方法。

2.2 土样和试样的要求

2.2.1 土样要求

2.2.1.1 采取原状土还是扰动土，视工程对象而定。凡属天然地基、天然边坡、渠道及天然地层需测试土的力学性质者，均应采取原状土；如工程对象是填土或要求进行土的分类、化学分析者，可采取扰动土。

2.2.1.2 土样可在试坑、平硐、竖井、天然地面及钻孔中采取。原状土样和需要保持天然湿度的扰动土样，在采取之后，应立即封闭取土筒或盛土容器。原状土样应符合下列要求：

a. 土样蜡封应严密，在保管和运输过程中不得受震、受热、受冻。样品筒上的标签字迹清晰，并标明土样上下面。

b. 土样在取样过程中不得受压、受挤、受扭。

c. 土样应充满取样筒。

2.2.1.3 取土数量应满足要求进行的试验项目和试验方法的需要。应符合表 2-1 的规定。

表 2-1 试验取样数量和过筛标准

| 土 样 数 量 试验项目 | 土 类 | 细粒土 | | 砂类土 | | 过筛标准 (mm) |
|-----------------|-----|-----------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|------------|--------------|
| | | 原状土 (筒) $\phi 10 \times 20\text{cm}$ | 扰动土 (g) | 原状土 (筒) $\phi 10 \times 20\text{cm}$ | 扰动土 (g) | |
| 含水率 | | | >300 | | >500 | |
| 颗粒密度 | | | >300 | | >500 | |
| 粒度分析 | | | >300 | | >500 | |
| 界限含水率 | | | >500 | | | <0.5 |
| 密度 | | 1 | | 1 | | |
| 固结 | | 1 | >2000 | | | <2.0 |
| 黄土湿陷 | | 1 | | | | |
| 三轴压缩 | | 2 | >5000 | | >5000 | <2.0 |
| 膨胀、收缩 | | 2 | >2000 | | | <2.0 |
| 直 剪 | | 1 | >2000 | | >3000 | <2.0 |
| 击实、承载比 | | | 轻型>15000 重型>30000 | | | <5.0 |
| 无侧限 | | 1 | | | | |
| 反复直剪 | | 1 | >2000 | | | <2.0 |
| 相对密实度 | | | | | >2000 | |
| 渗 透 | | 1 | >1000 | | >2000 | <2.0 |
| 化学分析 | | | >300 | | | <1.0 |

2.2.1.4 取样时,必需有原始记录和土样编号,记录工程名称和每一个试坑或钻孔的编号、高程、取样深度和日期。如系原状土,应注明取土方向和取样说明,记录土层的变化和厚度、地下水位高程、取土方法、扰动或原状、取土过程中某些现象等,并进行土样野外描述和定名。

2.2.1.5 送达试验单位的土样,必须附送样单及有关试验说明。送样单上应填写工程名称、钻孔编号、取样日期、取样地点、深度、现场描述、试验项目及技术要求,以及资料提交日期等,并应有送样单位公章和送样负责人签字。

2.2.2 试样要求

2.2.2.1 试验单位接到土样后,应验收、登记、编号。验收中需查明土样数量是否有误,编号是否相符,所送土样量是否满足试验项目和试验方法的要求。

2.2.2.2 在试验前,应妥善保管土样。对原状土样和需要保持天然湿度的扰动土样,需采取防止水分蒸发的措施。试验前,严禁开

启土样。

2.2.2.3 在试样制备时,应加强对土样的描述。描述内容应包括颜色、土的名称、潮湿程度、状态、结构及夹杂物;必要时,要注明取土部位。制备原状土样时,应注意土样质量的鉴别。质量不符的原状土样,不能做力学性质试验。

2.2.2.4 试验后的土样,一般在试验报告提交一个月后试验委托单位对试验报告未提出异议时,方可予以处理。

2.3 仪器设备

2.3.1 细筛:孔径为 5、2、1.5、1.0、0.5mm。

2.3.2 洗筛:孔径为 0.074mm。

2.3.3 台称:称量 10—15kg,感量 10g。

2.3.4 天平:称量 1000g,感量 0.1g;称量 500g,感量 0.1g;称量 200g,感量 0.01g。

2.3.5 磨土机。

2.3.6 击实器(包括活塞、导筒和环刀)。

2.3.7 抽气机(附真空测压表)。

2.3.8 饱和器(附金属或塑料的真空缸)。

2.3.9 其它:烘箱、干燥器、保湿器、研钵、木锤、木研、橡皮板、塑料袋、喷水器、凡士林、开土工具及盛土器具等。

2.4 原状土试样制备

2.4.1 将土样按自然沉积方向放置,小心剥去原状土包装筒上的蜡封和胶带;开启土样筒取出土样,清理土样周围的蜡皮等杂物,并轻轻刮掉土样上的泥浆。

2.4.2 当密度、固结、湿陷、膨胀、收缩、直剪、渗透等试验,要求用环刀或固结环加取土套靴切取试样时,应在环刀或固结环、套靴内壁涂一薄层凡士林,刃口向下放在土样上,将环刀或取土套靴垂直下压,并用切土刀沿环刀或套靴外侧切削土样,边压边削,至土样高出环刀。制样时,应防止压偏和使土样与环刀间出现空隙。用钢丝锯和刮尺整平环刀两端土样,擦净环刀外壁,称取环刀和土的总质量;用环刀上下面的余土测定含水率及备出界限含水率、颗粒密

度等试验用的试样。

2.4.3 切取软塑的细粒土,土样垂直放置时易产生堆瘫,可将土样水平放置,切成略大于环刀高度的土样段,用环刀一次压入制成试样。制样时,应防止人为对土样的扰动。

2.4.4 三轴压缩试验试样制备应按下列要求和步骤进行:

2.4.4.1 本试验需要 3—4 个试样,分别在不同周围压力下进行试验。

2.4.4.2 可根据颗粒粗细、均匀程度和状态确定试样尺寸。一般规定如下:土样较均匀,无大于 2mm 粒径的颗粒,可使用直径为 39.1mm 的试样;无直径大于 5mm 的颗粒,但粗颗粒较多,土样不均匀或土质坚硬易裂及有结构面、软弱面的土样,可制备直径为 61.8mm 的试样;土样不均匀,含有较多的粒径在 100mm 以内的粗颗粒土样,应采用直径为 101mm 的试样。

2.4.4.3 对易于切削的较软土样,先用钢丝锯或切土刀切一稍大于规定尺寸的土柱,削平土样两端,放于切土盘的上、下两圆盘之间;调整好活动侧杆,再用钢丝锯或切土刀紧靠侧杆,从上往下细心地边切削边转动圆盘,直至削成所需要的直径为止。取下试样,按规定的高度削平上、下两端。对较硬土样,可用切土器切削。将切土器内壁抹一薄层凡士林油,刀口对准土样,用切土刀将靠近刀口的土样削成略大于切土器内径,然后下压切土器,依此直至切削到比要求的高度再高出 10mm 左右为止。拆开切土器,取出试样,按规定高度削平试样两端。制备好的试样,应为端面平整、互相平行、侧面垂直、上下均匀的圆柱体。试样四周若有凹洞,可以用碎土填补修平。对土质的均匀性、层理、有无结构面等,可作必要的描述。

2.4.4.4 称量切削好的试样,直径为 101mm 的准确至 1g;直径为 61.8mm 的和 39.1mm 的准确至 0.1g。用卡尺量测试样的直径和高度,按下式计算试样的平均直径:

$$D_0 = \frac{D_1 + 2D_2 + D_3}{4}$$

式中, D_1 、 D_2 、 D_3 分别为试样上、中、下部位的直径。

2.4.4.5 取切削下的余土,测定其含水率。一组试样之间的密度差值不得大于 $0.03\text{g}/\text{cm}^3$,含水率差值不得大于 2%。

2.4.4.6 对不均匀或特别坚硬的土样,如不易切削成圆柱体时,允许削成接近规定尺寸的土体,按所需高度削平两端,称取质量。然后在两端放置不透水板,包上橡皮膜,在水下称其质量,换算出试样的体积和平均直径。

2.4.5 无侧限抗压强度试验试样的制备,应按下列要求和步骤进行:

2.4.5.1 将原状土样按天然层次的方向放在切土盘上。用切土刀或钢丝锯紧靠侧杆由上往下细心地边切边转动圆盘,直至切成与重塑筒体积相同的圆柱体时为止(若试样表面遇砾石或贝壳而形成孔洞时,允许用碎土填补)。然后取下试样,横放于重塑筒内(重塑筒内壁先抹一层凡士林),沿筒两端整修齐平,使试样的上、下两面彼此平行,且与侧面互相垂直。

2.4.5.2 从重塑筒内取出试样,用卡尺量测试样的高度和上、中、下各部位的直径,准确至 0.1mm 。然后称量,准确至 0.5g 。需要时,取削下的余土测定含水率。

2.4.5.3 在试样两端抹一薄层凡士林。如天气干燥,为防止水分蒸发,试样侧面亦须抹一薄层凡士林。

2.4.5.4 若需要测定灵敏度,则将试验后的土样抹有凡士林的部分刮去,再添补该试样的土样,包以薄橡皮布。用手反复搓捏,破坏其天然结构,搓成圆柱状,放入重塑筒内,挤成与筒体积相等的试样。修平试样两端,取出试样。

2.5. 扰动土试样制备

2.5.1 扰动土试样的备样,应按下列要求和步骤进行:

2.5.1.1 将扰动土充分拌匀,仔细挑出根茎及各种杂质。

2.5.1.2 将块状扰动土放在橡皮板上,用木碾碾散,或在磨土机内碾散(切勿压碎颗粒),对配制一定含水率试验的土样,如含水率较大时,可先风干至易碾散为止。

2.5.1.3 根据试验所需土样数量,将碾散后的土样按表 2-1 的要求过筛。过筛后用四分取样法,取出足够数量的代表性土样,分别装入玻璃缸或塑料袋内,标以样号,以备各项试验之用。对风干土,需测定风干含水率。若为含有多量砂类土及少量细粒土的松散土样,应加水润湿松散后,用四分对角取样法,取出代表性土样。若为净砂,则可用匀土器取代表性土样。

2.5.1.4 为配制一定含水率的土样,将土样平铺于搪瓷盘或铝盘内,按本规程 2.7.2 条计算出制备试样所需的加水量。将水均匀喷洒于土样上,充分拌匀后用潮湿毛巾盖严,润湿一昼夜,砂类土的润湿时间可酌减。

2.5.1.5 测定润湿土样不同位置的含水率,不应少于两点,要求差值不大于 $\pm 1\%$ 。

2.5.1.6 制备不同土层的混合土样时,应根据各土层厚度,按比例计算相应的质量配合,然后进行制备工作。

2.5.1.7 对砂类土及粗粒含量较多的土样,先取有代表性的足够试验用的土样供粒度分析用,其余过 5mm 筛。将筛上、筛下的土样分别贮存,供颗粒密度及最大最小孔隙比等试验用。取一部分过 2mm 筛的土样备力学性试验用。

2.5.1.8 对含细粒土的砾类土,应先用水浸泡,使粗细颗粒分离后,在 2mm 筛上冲洗。将筛上及筛下土浆风干、混匀,取出代表性土样作粒度分析用。将 0.5mm 筛下的土样取出代表性样作液限试验用。

2.5.2 扰动土试样制样,应按下列要求和步骤进行:

2.5.2.1 根据工程的需要,将扰动土制备成所需的试样供湿化、膨胀、渗透、固结及剪切等试验用。

2.5.2.2 制备试样的数量,视试验需要而定,一般应多出 1—2 个备用。每一组试样的密度与要求密度之差不得大于 $\pm 0.01\text{g}/\text{cm}^3$;每一组试样的含水率与要求含水率之差不得大于 $\pm 1\%$ 。

2.5.2.3 制备试样时,根据环刀容积及所需的干密度和含水率,按本规程 2.7.1 和 2.7.2 条计算出的干土质量和加水量制备湿土

样,采用击样法和压样法。

a. 击样法:将一定量的湿土分三层倒入装有环刀的击实器内,击实至所需密度,后取出环刀,称环刀和土的总质量。也可将一定量的湿土倒入击实器内,按要求击次击实,用推土器推出土样,再用环刀切取土样,后称取环刀和土的总质量。对三轴试样,应在击实器内分层击实,粉质土为 3—5 层,粘质土为 5—8 层,各层土样数量应相等,各层接触面应刨毛;对于砂类土的三轴试样,可先在压力室底座上依次放上不透水板、橡皮膜和对开圆膜,将砂料填入对开圆膜内,分三层按预定密度击实。若制备饱和试样时,应在对开圆膜内注入纯水至 1/3 高度,将煮沸的砂料分三层填入,达到预定高度,放上不透水板、试样帽,扎紧橡皮膜,对试样内部施加 5kPa 负压,使试样能站立,拆除对开圆膜。

b. 压样法:将一定量的湿土倒入装有环刀的压样器内,拂平土面,以静压力将土压入环刀内;取出环刀,称环刀和土的总质量。

2.5.2.4 对不需饱和又不立即进行试验的试样,应将其放在塑料袋内,封口存放在保湿器内,对需要饱和的试样,应根据土的性质按本规程 2.6 选用饱和方法。

2.6 试样饱和

2.6.1 对砂类土采用浸水饱和法。对渗透系数大于 10^{-4} cm/s 的细粒土,采用毛细管饱和法;对渗透系数小于、等于 10^{-4} cm/s 的细粒土,采用抽气饱和法(如土的结构性较弱,抽气可能发生扰动者,不应采用)。

2.6.2 毛细管饱和法,应按下列步骤进行:

2.6.2.1 用环刀切取试样后,在两端的土面上各放以滤纸,依次装入叠式饱和器(图 2-1a)或框式饱和器(图 2-1b)或筒式饱和器(图 2-1c)。通过螺杆将透水石和环刀夹紧。

2.6.2.2 将装好的饱和器放入水箱内,注入清水,水面不应将试样淹没,使土中气体得以排出;关上箱盖,防止水分蒸发,借土的毛细管作用,使试样饱和。浸水时间不得少于 2d,如饱和度小于 95% 时,应延长饱和时间。

2.6.2.3 取出饱和器,松开螺母,取出环刀,擦干外壁,称取环刀和土的总质量。

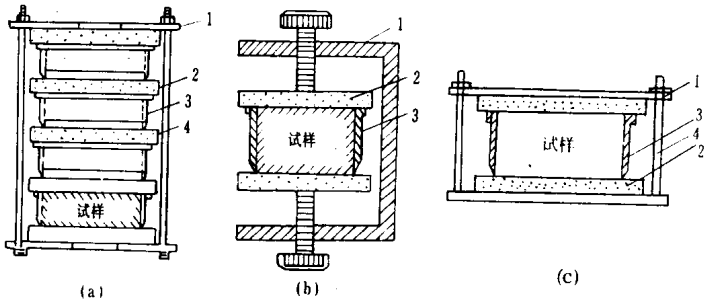


图 2-1 饱和器

1—夹板;2—透水石;3—环刀;4—拉杆;(a)叠式;(b)框式;(c)筒式

2.6.3 抽气饱和法,应按下列步骤进行:

2.6.3.1 选用真空饱和装置(图 2-2),将装有试样的饱和器放入真空缸,在真空缸与盖之间涂一薄层凡士林,以防漏气。在真空缸外需加安全防护罩。

2.6.3.2 关上管夹,打开二通阀,将真空泵和真空缸接通抽气。当真空压力表接近 100kPa 后,砂类土继续抽气 1h,细粒土抽 2h 以上。达规定时间后,微开管夹,使蒸馏水徐徐注入真空缸内,待饱和器完全淹没于水中后关上进水阀,继续抽气半小时。停止抽气后,解除缸内真空,让试样在缸内浸泡 10h 以上。

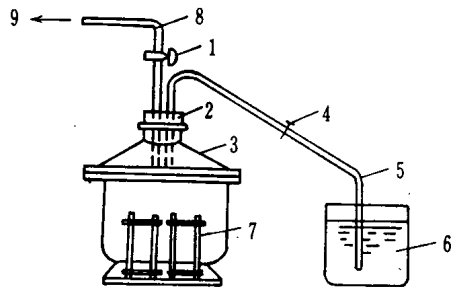


图 2-2 真空饱和器装置

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

2.6.3.3 打开真空缸,从饱和器内取出试样,称试样质量,并计算饱和度。当饱和度小于 95%时,应继续抽气饱和。

2.6.4 水头饱和法,应按下列步骤进行:

2.6.4.1 对粉土、砂类土,可直接在仪器内以水头饱和。

2.6.4.2 将试样安装于三轴仪压力室内,施加 20kPa 周围压力,并同时提高试样底部量管的水面和降低试样顶部固结排水管的水面,使两管水面差在 1m 左右。

2.6.4.3 打开量管阀、孔隙压力阀和排水阀,使水自下而上通过试样,直至同一时间间隔内量管流出的水量与固结排水管内的水量相等时为止。

2.6.4.4 当需要提高试样的饱和度时,可在水头饱和前,从底部将二氧化碳气体通入试样,置换孔隙中的空气,再进行水头饱和。

2.6.5 反压力饱和法,按下列步骤进行:

2.6.5.1 在三轴压力室装好试样后,向压力室注水。关闭孔隙压力阀和反压力阀。测记体变管读数,对试样施加 20kPa 的周围压力预压,打开孔隙压力阀,待孔隙压力稳定后记下读数,关上孔隙压力阀。

2.6.5.2 将周围压力调至 50kPa,反压力调至 30kPa,同时打开周围压力阀和反压力阀。再缓缓打开孔隙压力阀。待孔隙压力稳定后,测记孔隙压力表和体变管读数。

2.6.5.3 计算出本级周围压力下引起的孔隙压力增量 Δu ,将其与周围压力增量 $\Delta\sigma_3$ 比较,如 $\Delta u/\Delta\sigma_3 < 1$,则表示试样尚未饱和。这时,应关上孔隙压力阀、反压力阀和周围压力阀,再调整周围压力和反压力,继续按上述步骤加下一级周围压力和反压力,如此逐级增加周围压力和反压力,直至试样饱和。周围压力及反压力的每级增量,对软粘土,取 30kPa;对坚实土和饱和度较低的土,取 50—70kPa。

2.6.5.4 当试样在某级压力下达到 $\Delta u/\Delta\sigma_3 > 0.98$ 时,即可检验是否饱和。其方法是,保持反压力不变,增大周围压力,若试样内增加的孔隙压力等于周围压力的增量,则表明试样饱和。否则,应增