

几种取土器的比较试验

刘万明 (广东省电力勘测设计院)

工业与民用建筑工程地质勘测经常使用取土器采取原状土试样作室内分析。国内已普遍采用各种现场原位测试,但土工试验仍然是不可缺少的勘测手段之一。取土器的质量直接影响土试样的扰动程度以及试验成果的准确性和可靠性。国内外这方面的资料很少。衡量取土器质量应该用什么数据,口径大小及取土方法对土试样结构扰动的的影响程度,取土时土样内部的不均匀变形,贯入深度对土样变形的作用等,这些问题都有待进一步分析。

我们曾制备不同口径取土器在两个不同土层的场地作试验。第一场地为厚度2—3米之可塑、中密黄棕色亚粘土,其下为褐色之坚硬可塑粘土,厚度2—3米。第二场地为软塑之湖相沉积亚粘土。进行试验的土层较均匀,场地附近有详细的建筑物勘测资料可供参考。取土器为 $\phi 108$ 、 $\phi 75$ 及 $\phi 50$ 三种直径。为避免试验钻孔相互影响,孔距保持大于1.3米,钻孔布置在半径1.3米之圆周及圆心上。

一、用土试样之相对变形率表示取土器质量

贯入取土器取原状土样时,取土器内壁之摩擦力使土样长度缩短(如图1)。设贯入深度为 H ,土样之垂直变形为 ΔH ,相对变形率为:

$$\lambda = \frac{\Delta H}{H} = \frac{H - H'}{H} = 1 - \frac{H'}{H}$$

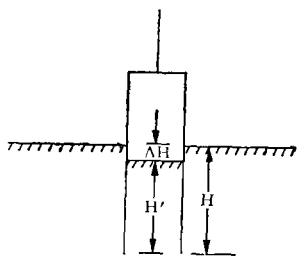


图 1

相对变形率从地表直接测量 ΔH 及 H 求得。也能在钻探时测量贯入深度 H 及土样长度 H' 求得,此时,应事先用孔底刮平器刮平孔底,贯入取土器后扭断土样底面,然后提升钻杆测量 H' 。

曾在试验场地应用上述公式测量相对变形率152次。

二、相对变形率随贯入深度而增大

为了分析取土时土样相对变形率与取土器贯入深度的关系,制备外径73毫米(内径65毫米),长720毫米之取土器,在不同贯入深度量测相对变形率。并在同一土层用锤击法及杠杆压入法取土,以作比较。共测量相对变形率51次,所得结果见图2及图3。

从图2可以看出:1.对于硬塑亚粘土,贯入深度小于45厘米时,用压入法取土较之锤击法相对变形率为小,即压入法取得之土样扰动程度较低。2.对于硬塑亚粘土,不论用锤击法或压入法取土,当贯入深度超过30厘米时,相对变形率上升较快,(用压入法所得的曲线相对变形率上升更为显著)。因此,工程勘

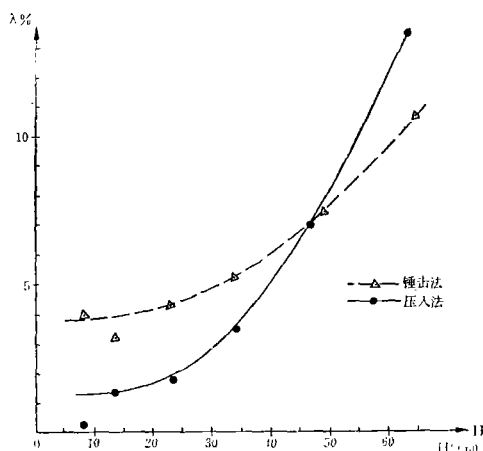


图 2 硬塑亚粘土用锤击法及杠杆压入法取土,共12次试验

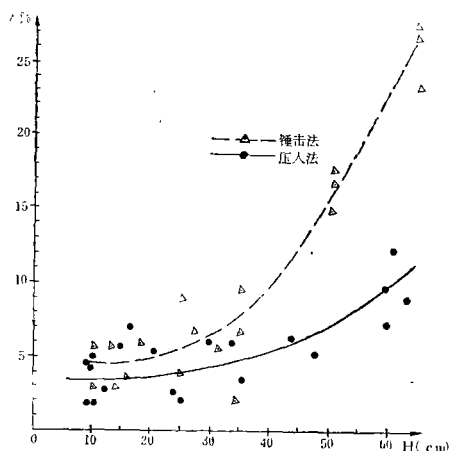


图 3 软塑状态亚粘土用锤击法或压入法取土,共39次试验

测取土器贯入深度不宜超过30厘米。

图3说明:1.在软塑亚粘土,用压入法采取土试

样,其相对变形率较锤击法低,故宜采用压入法取土。2.在软塑亚粘土,当贯入深度超过30厘米时,锤击取法取得土试样之相对变形率急剧上升,故锤击法贯入深度不宜大于30厘米;而压入法则不明显存在这种现象。

三、圆柱状土样之变形从顶面向下逐渐增加

土柱周边与取土器内壁接触,由于存在土样向周边的膨胀力,便形成内壁与土柱的摩擦力。当取土器口部到达土样顶面时,摩擦力等于零,但随贯入深度的增加而不断增大。摩擦力使土柱出现压紧缩短的趋势。在土柱顶面,相对变形率较小,向下则不断增大;在土柱底面,相对变形率达到最大值。

肉眼难于观察土颗粒的位移,因此用人工制备带有白色水平层理的土层作贯入试验。开挖深约1米的试坑,分层填土,每层厚度5—10厘米。夯实时垫以80×80厘米²之厚钢板,夯锤击在钢板上,以保持层理水平平整。在层面抹上白色粉末作为标志。用杠杆压入各种取土器,用钢丝锯剖开柱状土样,并与周围土层作比较,即可求得各层的相对变形率,并观察土柱内部及外部的变形。试验结果如表1。

表 1

取土器 编 号	层 次	人工土 层厚度 cm	取出土 样中各 层厚度 cm	取土产生 的 变 形 cm	相 对 变 形 率 (%)
S 108	1	8.05	8.20	-0.15	-1.9
	2	7.00	6.45	0.55	7.9
S 73	1	6.23	6.12	0.11	1.8
	2	9.45	8.18	0.77	8.2
外径 73mm长 取土器	1	5.43	5.53	-0.10	-1.8
	2	10.50	9.93	0.57	5.4
	3	8.15	7.89	0.26	3.2
	4	8.10	7.77	0.33	4.1
	5	6.95	6.32	0.63	9.6
	6	10.33	9.42	0.91	8.8

表 1 数据说明:

1. 取土时柱状土样出现变形,相对变形率从土柱顶面向底面逐渐增加(由于人工土层密度不同,表中长取土器土样有两个相对变形率不尽符合这个规律)。

2. 在土柱表面,取土时有膨胀现象,相对变形率为负值。

切开柱状土样及外部人工剖面,观察到下列现象:

1. 圆柱状土样里的白色分层线近水平状,并微向周边倾斜。在土柱周围边部与取土器内壁接触的部位,白色分层线向下倾落,说明该处土颗粒受摩擦力

作用出现向下的位移,即土柱周围扰动较大。

2. 在取土器外部,距取土器外壁10—12厘米之环形区,白色层面缓慢向圆心倾降成漏斗状。在取土器外壁2厘米范围内,则急剧下降。

利用长取土器采取长40厘米之土样,用 $\phi 108$ 及 $\phi 75$ 取土器分别取长20厘米及15厘米之土样,并从顶面起往下每5厘米求土的干容重(表2、3、4),干容重向下递增。所得结果与上述一致。

表2 $\phi 108$ 长取土器

试 验 距 土样顶面 cm	干 容 重 γ_e g/cm ³
0—5	1.47
5—10	1.50
10—15	1.52
15—20	1.54
20—25	1.54
25—30	1.57
30—35	1.60
35—40	1.63

表 3 $\phi 108$ 取土器

试 验 的 段 距土样顶面 cm	干 容 重 γ_e g/cm ³
0—5	1.53
5—10	1.54
10—15	1.58
15—20	1.60

表 4 $\phi 75$ 取土器

试 验 段 距 土样顶面 cm	干 容 重 γ_e g/cm ³
0—5	1.46
5—10	1.49
10—15	1.53

四、不同口径取土器土试样的相对变形率

参加试验的取土器包括 $\phi 108$ 、 $\phi 75$ 及 $\phi 50$ 三种直径。用杠杆压入法取得土样之相对变形率列于表5。共进行107次相对变形率测量。

表 5 取土器规格

编 号	外 径 mm	内 径 mm	壁 厚 mm	取土 长度 mm	环刀 长度 mm	取土 贯入 深度 cm	土样相 对变形 率 %	试验 次数
S 108	108	97	5.5	200	40	24	11.91	9
S 108—1	108	102	3	200	60	26	6.93	10
S 108—2	108	102	3	200	20	22	2.61	10
S 73	73	65	4	150	27	18	8.91	20
S 75—1	75	69	3	150	55	21	6.58	9
S 75—2	75	69	3	150	20	17	5.51	10
S 50—1	50	43	3.5	100	47	15	3.09	22
S 50—2	50	43	3.5	100	16	12	4.06	17

从表5中可以看出, $\phi 108$ 取土器取得土样的相对变形率与 $\phi 75$ 及 $\phi 73$ 的接近,并且多数大于 $\phi 50$ 的相对变形率,其次是取土器壁较厚的S 108及S 73土样
(下转第21页)

节理一般不穿层,硬岩层中的节理往往终止于软地层界面。但常见一些刀切缝由飞仙关组中上段一直贯通至下段鲕状灰岩,直接受大气降雨渗入,并在隙缝下端形成溶洞,甚至贯通至上二叠纪玄武岩,如特殊孔所见。或形成一定宽度的垂直构造带,使较深处岩层隙面有铁质浸染等水蚀痕迹, F₁₉₉ 傍侧的 ZK₁₅₀₂, 断裂带贯通各含隔水层,在 320 米内地层垂直方向上均具水力联系,岩心极破碎。钻孔中无合适止水部位。ZK₉₁₃ 虽然位于悬崖傍侧,因无构造破坏,岩心非常完整,裂隙甚少,风化作用也不强烈。

四、对矿床充水及煤层开采影响的分析

本区为富水性较弱的裂隙水矿床,水文地质条件简单。由于有隙缝及断裂等新构造存在可能使水文地质条件有一定改变。

1. 裂隙不仅较均匀地分布于某一岩层中构成裂隙层状水,更主要的是由断裂破碎带含水夹体脉状水是地下水赋存的重要形式,使含水层在垂直方向上发生联系,有统一的潜水面和径流、排泄条件。由于大气降雨渗入,对矿坑充水意义颇大。这种脉状水的储水空间往往并不一定是断层带本身。矿区内有三个点的断层抽水资料,断层带的水量均不很大,而在断层侧边,羽状排列的节理隙缝,形成破碎带含水夹体。

2. 脉状水的另一种赋存形式是地表,裂隙、隙缝导水,或沼泽洼地汇水,深部有各特殊孔式的充填物构成的赋水脉。

隙缝节理及破碎带脉状水对矿坑的充水方式主要有:

1. 在隔水层中构成的含水夹体赋存裂隙潜水,动力流量是相应的泉水天然流量,采区碰上隙缝水脉以后,含水夹体中的水量夹泥砂溃入矿坑。矿区内这种含水夹体延长方向的低洼处有主要泉群出露,总流量 10 升/秒以上,由于含水层以接受大气降雨为唯一补给形式,狭窄的受水平面接受降雨补给量是有限的,它对矿坑的补给量也是有限的。但是,由于矿坑的疏

干,地下水动力场改变,将加速大气降雨的渗入,一般采区应避开隙缝布置。

2. 卡以头隔水组构成矿区中央堡普沟河床,节理隙缝局部破坏了河床上卡以头隔水组的完整性,使下伏长兴灰岩含水组富水性增强;

3. 采区上方旧有隙缝容易被改造扩大使导水裂隙增大,甚至连通沟谷,洪水流入矿坑,是影响最大,最难估算的水量;

4. 采区上方塌陷裂隙扩展的高度和导入雨洪的多少,因开采和顶板管理方法不同而差异很大。

此外,隙缝节理是产生地表崩塌的重要因素。矿区内崩塌堆积甚多,以往多作滑坡处理,其实是因为隙缝节理导致降雨渗入,产生大的山崩。一九七九年八月,北翼 11 线产生大的逆层坡崩塌,形成崩塌地震,碎石泥流堵塞山涧形成水库。此种物理地质作用,将对矿井的地面设施,井口工程等产生一定影响。

隙缝导致降雨流入矿坑与裂隙层状水比较,可能是构成矿井洪水的主要水量,特别是山区采煤,地表切割很深,采动加重力影响,扩大旧隙缝与沟谷连通更容易出现,洪水流入矿坑的途径和水量难以估计。如贵州汪家寨凡矿采空区地表塌陷裂隙已扩展到飞仙关第二段,裂隙高 300 米,为已采煤层总厚 5.2 米的 60 倍;大河矿裂隙扩展高 250 米,为已采煤厚 4.4 米的 75 倍;红旗煤矿裂隙扩展高 250 米,为已采煤厚的 60 倍;“大气降雨直接通过采空区上方裂隙溃入井下,是影响矿井涌水量的主要因素,常造成涌水量大幅度上升。”(据汪矿矿井水文资料)。如 2012 工作面地表山谷产生裂缝,整个山谷的水全部溃入井下。大河矿曾使翻罐被淹,轨道架空,车场被淤泥烂木堵塞,造成停产等等。以上事例说明,此类矿井主要充水方式有别于北方或江南一些复杂煤田的顶、底板水或塌陷充水情况。本来水文地质条件简单的矿井因断裂被扩大改造却产生了一些比较麻烦的水文地质问题。因此地表原有的一些断裂隙缝的存在与分布情况给以应有的重视是必要的。

(上接第 53 页)

相对变形率均大于其他取土器的相对变形率。这种现象与取土器的壁厚及贯入深度有关。

因此,取土贯入深度较小而壁较薄的 $\phi 75$ 及 $\phi 50$ 取土器可用于工程勘测。后者只用于采取小体积试样作物理性质分析。

结 语

1. 取土器之优劣应以取得原状土试样之扰动程度为主要衡量标准。土试样之相对变形率可以作为辨

别取土器质量的指标之一。

2. 长取土器试验指出,土试样之相对变形率随取土器的贯入深度而增大。用压入法取得之试样,其扰动程度较锤击法为小。

3. 根据本次试验结果,原状土试样在靠边顶面处结构扰动较小,扰动程度向土样底面逐渐增大。

4. 由于贯入深度相对较小,制造壁较薄的 $\phi 75$ 及 $\phi 50$ 之小型取土器是合理的。这两种取土器用于较轻便的钻机。
(1981 年 12 月收到)