

淤泥质土定名的讨论

方涤华

(河海大学 南京 210098)

TU447
TU442

摘要 讨论了两种液限对淤泥质土定名的影响,定名发生变化的 I_{L76} 界限值为 1.35 ~ 1.45。当采用 76g 圆锥、入土深度为 10mm 液限时,将导致对土的能力偏保守的评价。100g 圆锥测定的塑限一般不是搓滚法的当量塑限。

关键词 淤泥质土 塑性图 塑限 液限

软粘土,定名

粘性土的工程分类法可分为两大类。一类是以土的稠度界限为基础,又分两种方法:即按塑性指数和按塑性图分类。前者反映土塑性的高低,流行于前苏联和东欧;后者反映土塑性和压缩性的高低,流行于美国、西欧和日本。另一类是以土的颗粒大小为基础,按粘粒、粉粒和砂粒含量采用三角坐标图分类,主要反映土压实的难易。

解放后,我国早先按工程性质分别采用塑性指数和三角坐标图对粘性土分类。进入 80 年代,国家《土的分类标准》(GBJ145—90)和交通部《公路土工试验规程》(JTJ051—85)规定细粒土根据塑性图分类。但不论是按塑性指数分类,还是按塑性图分类,都需要知道土的液限。目前,测定土液限的仪器有圆锥仪和碟式仪两种。按塑性指数的土分类法采用圆锥仪测定的液限,即以质量为 76g 的圆锥,入土深度恰好为 10mm 时土的含水率定为液限 w_{L76} ,按塑性图的土分类法国外都采用碟式仪测定的液限。

圆锥仪和碟式仪两种仪器测得的液限是不同的。GBJ145—90 和 JTJ051—85 都推荐用圆锥仪测定土的液限。但 GBJ145—90 以质量为 76g 圆锥,入土深度恰好为 17mm 时

土的含水率定为液限;而 JTJ051—85 则以质量为 100g 的圆锥,入土深度恰好为 20mm 时土的含水率定为液限 w_{L100} ,并认为这样求得的液限当量于碟式仪测得的液限。于是,便可直接利用在西方国家流行的塑性图进行细粒土分类。必须指出,圆锥仪液限试验属静力测试,碟式仪液限试验则属动力测试,因此,对于不同的细粒土,这种等效入土深度未必是单一值。但就土的稠度试验而言,大体相当也就可以了。根据 GBJ145—90 和 JTJ051—85 采用的液限标准,可以断定碟式仪的液限必大于 w_{L76} ,因此,将得出较小的液性指数,从而导致对土状态判别的差异,亦即一些在我国定为处于流动状态的土,如淤泥质土,在西方国家有可能定为处于可塑状态。

沪宁高速公路地基的粘性土按塑性指数分为亚砂土、亚粘土和粘土三类,它们之间的塑性指数界限值为 7 和 17。而把孔隙比大于 1(或大于 1.5)及含水率大于液限(或液性指数大于 1)的土进一步称为淤泥质土(或淤泥)。公路地基的淤泥质土大多为淤泥质亚粘土,其次为淤泥质亚砂土,淤泥层极少,且土层较薄。当地基中存在淤泥质土或淤泥时,设计中就把这种地基视为软基,然后根据

作者简介:方涤华,男,副教授,从事土工测试研究,曾发表《应力路径对击实土强度及变形特性的影响》等论文。

荷载大小、土层性质、工程期限、沉降和稳定要求确定软基处理方案。因此,当以碟式仪液限取代 w_{L76} 时,考察一下因淤泥质土定名的变化对地基处理的影响将具有实际意义。

1 液、塑限问题

沪宁高速公路地基土的液、塑限试验大多采用联合测定法,圆锥仪的质量为 76 g,液限为 w_{L76} 。然而,卡萨格兰德塑性图中的液限是碟式仪液限,如果承认 w_{L100} 为碟式仪的当量液限,则必需首先建立 $w_{L76} \sim w_{L100}$ 之间的关系,才能直接利用卡氏塑性图分类。为此,专门进行了两种圆锥仪的液限对比试验,发现 w_{L76} 和 w_{L100} 存在下列关系

$$w_{L100} = -3.13 + 1.26w_{L76} \quad (1)$$

或
$$w_{L76} = 2.48 + 0.79w_{L100} \quad (2)$$

关于塑限,76 g 圆锥是以入土深度恰好为 2 mm 时土的含水率定为塑限;而 100 g 圆锥的等效入土深度则不是常数,随土类和液限而异。但是,两种圆锥仪塑限的等效入土深度的确定都是以搓滚法塑限为基础,它们测得的塑限理应是相近的。如果情况真是这样,那么,由于 w_{L100} 大于 w_{L76} ,则 100 g 圆锥的塑性指数 I_{P100} 必大于 76 g 圆锥的塑性指数 I_{P76} 。然而, D₇、D₈、D₉ 标段地基土的实测试验资料表明, w_{P100} 普遍大于 w_{P76} (地基土的 w_{P76} 变化在 16% ~ 28% 范围内),以致只有当 I_{P76} 大于 16% 时, I_{P100} 方大于 I_{P76} , 如图 1 所示。由图 1 还可看到, $I_{P100} \sim I_{P76}$ 关系的总趋势是 I_{P100} 随 I_{P76} 的增大而近乎呈线性增加。由此产生的问题是究竟哪一种圆锥仪测得的塑限较接近于搓滚法塑限。

1979 年水利电力部在修订《土工试验规程》(SDS01—79) 时,曾组织 13 个单位进行了不同规程圆锥仪的平行对比试验。试验土共 16 种,取自全国各地。上述两种圆锥仪测得的平均塑限与平均搓滚法塑限的对应关系如图 2 所示。可见,当 $\bar{w}_{P76}$ 小于 35% 时, $\bar{w}_{P76}$ 接近 $\bar{w}_{P搓}$ 。 $\bar{w}_{P100}$ 与 $\bar{w}_{P搓}$ 的差别则较大,当塑限

较小时, $\bar{w}_{P100}$ 大于 $\bar{w}_{P搓}$, 而当塑限较大时, $\bar{w}_{P100}$ 则小于 $\bar{w}_{P搓}$, 且 $\bar{w}_{P100}$ 与 $\bar{w}_{P搓}$ 呈线性关系,这与图 1 中 $I_{P100} \sim I_{P76}$ 关系的总趋势是一致的。因此,本文在计算 100 g 圆锥的塑性指数和液性指数时采用了 76 g 圆锥的塑限。

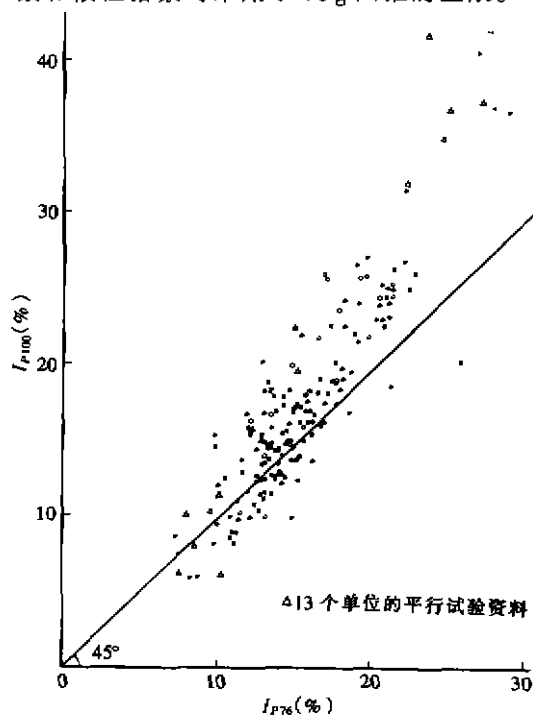


图 1 D₇、D₈、D₉ 标段地基土的 I_{P100} 与 I_{P76} 散点图

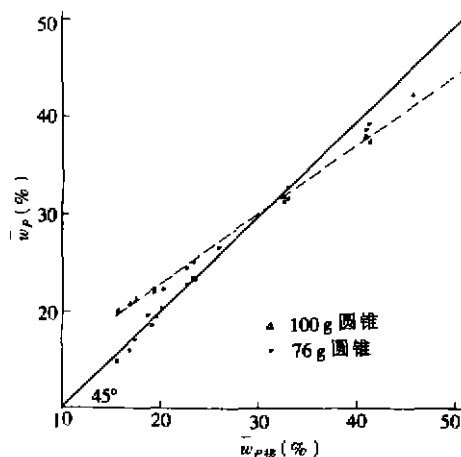


图 2 $\bar{w}_P$ 与 $\bar{w}_{P搓}$ 关系曲线

2 淤泥质土按塑性图分类

沪宁高速公路 A、B、C 标段大多数淤泥质土,在塑性图上落在 CI 区,属中液限粘土,

而且,除 C 标段以外,它们的液限多半小于 40%,代表性资料见图 3。 w_{L100} 超过 50% 的高液限土为数极少,都为淤泥和孔隙比大于 1.3 的淤泥质粘土。经验表明,同一土层不同土样的 (I_{P100} , w_{L100}) 点在塑性图上近乎线性,且大致平行于 A 线。这意味着,在该线上土的液限增加,土的塑性和压缩性亦增加。沪宁高速公路淤泥质土的总趋势亦是这样,不过,如用平行于 A 线的直线(图中虚线)

$$I_{P100} = 0.73(w_{L100} - 14.7) \quad (3)$$

把淤泥质土进一步细分为上、下两层(不是指地基中的上、下淤泥质土层)则更为恰当。在相同液限下,上层土的塑性指数大,因此,干强度也高;在相同塑性指数下,下层土的液限大,因此,它的压缩性高。A 标段的淤泥质土多数处于上层, C 标段则都在下层, B 标段上、下层土样数目大致相等。

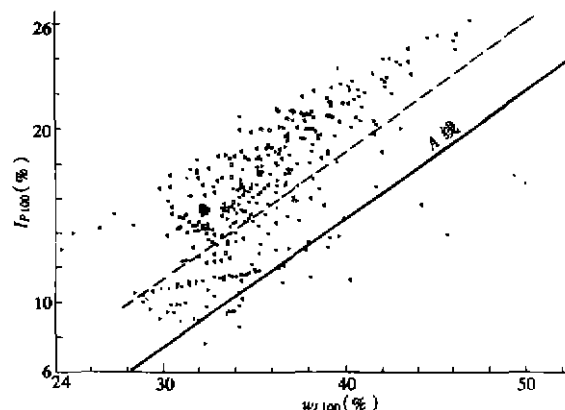


图 3 A 标段软土的稠度资料

3 采用当量碟式仪液限引起的淤泥质土定名的变化

前面提到,不同的液限测定法将得出不同的液限值, w_{L76} 一般小于碟式仪液限。因此,一种土用 w_{L76} 定为淤泥质土,而用碟式仪液限有可能定为一般粘性土。利用式(1), 76g 圆锥的液性指数 I_{L76} 与 100g 圆锥的液性指数 I_{L100} (当量碟式仪液性指数)存在以下关系

$$I_{L76} = \left(\frac{-3.13 + 0.26 w_{L76}}{I_{P76}} + 1 \right) I_{L100} \quad (4)$$

由式(4)可见,只有当 w_{L76} 和 I_{P76} 为常数时, I_{L76} 与 I_{L100} 才呈线性关系。

图 4, 5, 6 分别为 A₃, B, C 标段按 w_{L76} 定

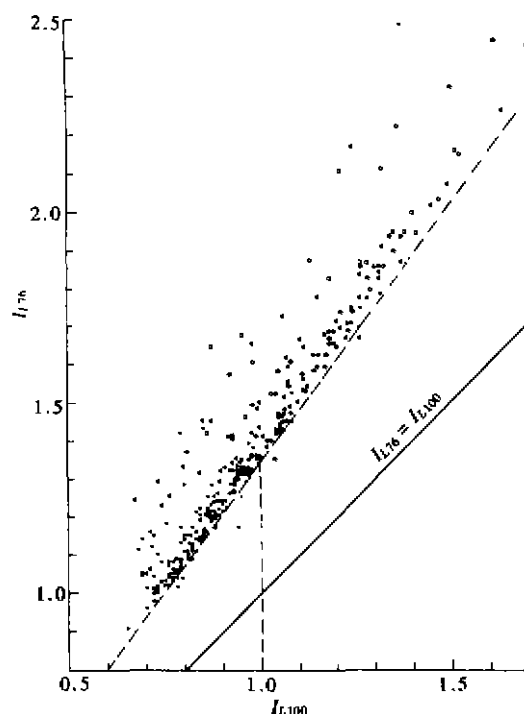


图 4 A₃ 标段软土的 $I_{L76} \sim I_{L100}$ 散点图

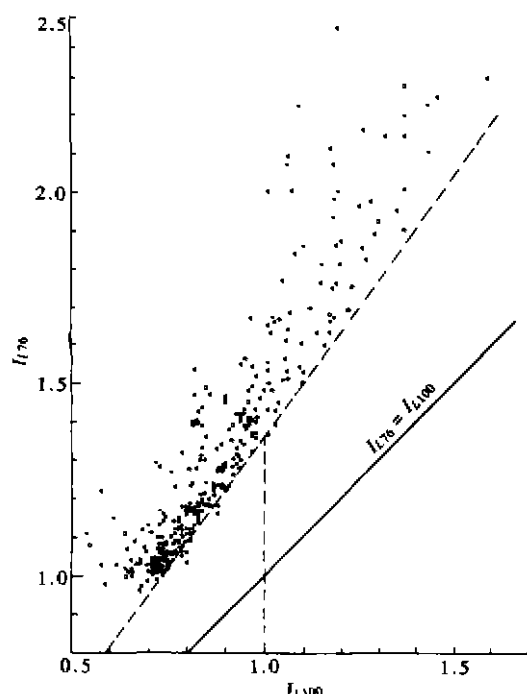


图 5 B 标段软土的 $I_{L76} \sim I_{L100}$ 散点图

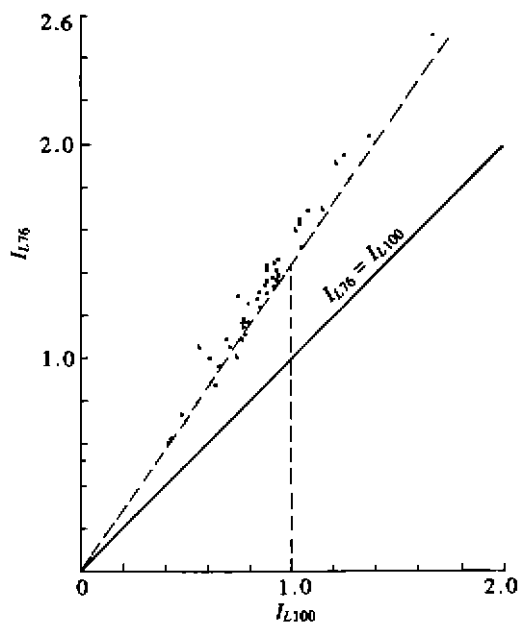


图6 C标段软土的 $I_{L76} \sim I_{L100}$ 散点图

为淤泥质土的 I_{L76} 与 I_{L100} 散点图。由图可见,大多数淤泥质土的 I_{L100} 小于 1.0。这意味着,当采用碟式仪液限时,大多数淤泥质土可定名为一般粘性土。

引起淤泥质土定名变化的 I_{L76} 界限值可根据图4中试验点的下包线与 $I_{L100} = 1.0$ 竖线的交点保守地估计。A, B 标段 I_{L76} 的界限值为 1.35, C 标段为 1.45。而目前判定的淤泥质土,当采用 100 g 圆锥液限时,多为 I_{L100} 大于 0.7 的土。

4 结 语

在沪宁高速公路的软土地基处理中衡量软土地基的主要依据是地基中是否存在淤泥质土和淤泥。但不论是淤泥质土,还是淤泥,它们的液性指数都要大于 1。在国内,土的液限目前有两种,一种是 76 g 圆锥,入土深度为 10 mm 的液限;另一种是 76 g 圆锥,入土深度为 17 mm 的液限,或 100 g 圆锥,入土深度为 20 mm 的液限(当量碟式仪液限)。沪宁高速公路地质报告中地基土的液限属前一种液限,它一般小于后一种液限。不同的液限将有不同的塑性指数和液性指数。本文分析了沪宁高速公路 A, B, C 三个标段 1400 多个淤

泥质土的稠度资料,按卡氏塑性图确定了它们的属类,并探讨了两种液限对淤泥质土定的名的影响。现总结如下:

A, B, C 标段的绝大多数淤泥质土落在塑性图上的 CI 区,属中液限粘土,且多数 w_{L100} 小于 40%。高液限土 ($w_{L100} > 50\%$) 为数极少,都是淤泥和孔隙比大于 1.3 的淤泥质粘土。也就是说,若按塑性图定性地评估淤泥质土的压缩性,则绝大多数属中压缩性土。

再者,若采用碟式仪测定的液限时,至少有一半的淤泥质土样属一般性粘土。淤泥质土定名发生变化的 I_{L76} 界限值为 1.35 ~ 1.45, 即 I_{L76} 大于该界限值的土才是淤泥质土。

总之,以 76 g 圆锥,入土深度 10 mm 测定的液限不是土的真正液限。采用这种液限,将使一部分本来属于可塑状态的土被误定为处在流动状态,并导致对土的能力偏保守的估计。这也就是为什么一些外国专家在评价沪宁高速公路的地基土时,认为不属典型软土的原因之一。

参考文献

- 1 土的分类标准(GBJ145—90). 北京:中国计划出版社,1991
- 2 交通部公路科学研究所. 公路土工试验规程(JTG051—85). 北京:人民交通出版社,1993

(收稿日期:1997-12-15 编辑:熊水斌)

(上接第4页)

参考文献

- 1 钱家欢等. 土工原理与计算. 北京:中国水利水电出版社,1996. 44 ~ 237
- 2 《地基处理手册》编写委员会. 地基处理手册. 北京:中国建筑工业出版社,1988
- 3 日本材料学会,土质安全材料委员会编. 地盘改良工法便览. 日刊工业新闻社,1991

(收稿日期:1997-12-15 编辑:熊水斌)