

沪宁高速公路粘性土液限测定方法比较

⑪
44-45, 54

李国维

华斌 赵佳军

66412.366

(河海大学 南京 210098) (江苏宁沪高速公路股份有限公司 南京 210049)

P642.133

摘要 通过对沪宁高速公路粘性土进行液限对比试验和颗粒分析试验,研究用 76 g 10 mm 圆锥和 100 g 20 mm 圆锥测定的液限值的关系,用数理统计方法进行回归分析,得出两者的相关关系。分析了粘粒含量对液限值相关关系的影响,认为粘粒含量对相关关系的影响可忽略不计。

关键词 高速公路 粘土 液限 粘粒含量 相关关系

岩土工程勘察

现行的公路勘察设计规范规定土的液限指标采用 100 g 20 mm 圆锥测定的结果,而《岩土工程勘察规范》(GB50021—94)采用的却是 76 g 10 mm 圆锥测定的结果,这就使得在地质资料的引用借鉴和参考时出现了障碍。另外,由于目前我国的高等级公路建设刚刚起步,公路勘察设计单位还未全部推行现行规范,参加同一条公路勘察设计的不同单位可能使用不同的液限测定方法,对同一种土可能有不同的评价结果。液限指标作为土的物理性质的一个参数,是一个非常重要的指标,直接影响塑性指数和液性指数的确定,进而影响土的定名。尤其在软土地区,液限指标直接参与沉降的计算过程,直接影响软土处理方案的确定。沪宁高速公路初勘报告中,液限的测定方法不一致,A,B,D 标段采用 76 g 10 mm 圆锥测定,C 标段采用 100 g 20 mm 圆锥测定,为合理利用已有的资料,正确评价土的物理性状,有必要建立两种液限指标的相关关系,以便使用时相互换算^[1]。

1 试验研究

考虑到土的复杂性,这种相关关系可能因地而异,因此直接用沪宁高速公路路基土

进行试验,以便本工程直接引用。先后搜集到 A,B 标段路基土样 128 个,C 标段 72 个,分别用两种质量的圆锥进行了液限对比试验,对 A,B 标段的 128 个土样进行了颗粒分析试验,按国标 GBJ123—88 方法完成。测试结果见图 1 和图 2。

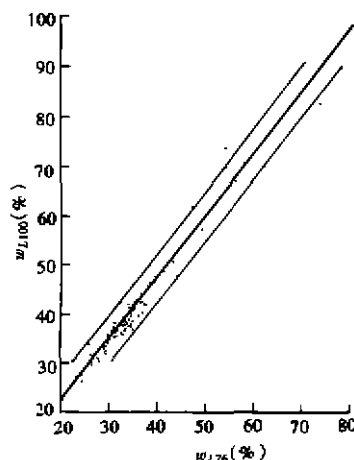


图 1 液限值回归曲线

2 回归分析

2.1 相关关系分析

采用数理统计方法进行回归分析,从图 1 中点的分布情况可以看出,两种液限指标应呈近似的线性关系,故采用线性回归模型。

第一作者简介:李国维,男,讲师,从事地基处理研究,曾发表《粘性土拉裂破坏的声发射特性》等论文。

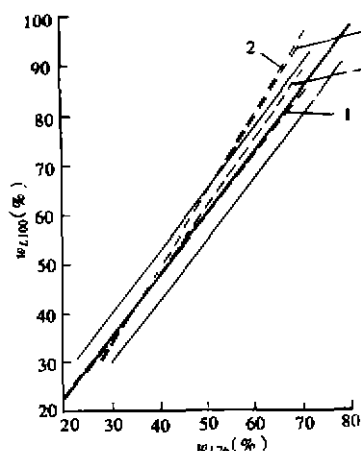


图2 不同粘粒含量液限值回归关系比较
1.粘粒含量10%~20%的液限回归曲线;2.粘粒含量20%~30%的液限回归曲线;3.粘粒含量30%~40%的液限回归曲线;4.粘粒含量40%~50%的液限回归曲线

图1中还列入了华东电力设计院和南京水利科学研究所的试验资料。由于这些资料不是沪宁高速公路路基土的结果,统计时未计入,列入作比较参考用^[2]。

数学模型简式为

$$L_{xy} = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)$$

$$L_{xx} = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2$$

$$L_{yy} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-2} (L_{yy} - \hat{b}^2 L_{xx})}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\hat{b} = \frac{L_{xy}}{L_{xx}} \quad \hat{a} = \bar{y} - \hat{b} \bar{x}$$

$$R = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y} \right)}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \bar{y}^2 \right)}}$$

$$2\Delta = 2t_{\frac{\alpha}{2}}(n-2)\hat{\sigma} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{L_{xx}}}$$

式中 L_{xx}, L_{xy}, L_{yy} 为样本统计量; x_i 为 100 g 圆锥液限值; y_i 为 76 g 圆锥液限值; n 为样本容量; $\bar{x}, \bar{y}$ 为样本均值; R 为线性相关系数;

$\hat{\sigma}$ 为样本均方差; $\hat{a}, \hat{b}$ 为线性参数; $t_{\frac{\alpha}{2}}(n-2)$ 中 α 为检验精度,取 0.05, $t_{\frac{\alpha}{2}}(183-2)$ 为 t 分布 $\frac{\alpha}{2}$ 分位点, $t_{\frac{\alpha}{2}}(183-2) = U_{\frac{\alpha}{2}}$, 查表得 1.96; 2Δ 为置信区间长度。

用于回归分析的数据 183 组, 计算结果见表 1 和表 2。

表1 样本统计量计算成果

L_{xx}	L_{yy}	$\bar{x}$	$\bar{y}$
26522.28	17394.50	42.5	36.18
$\hat{\sigma}$	$\hat{a}$	$\hat{b}$	R
1.99	2.4817	0.7930	0.98

表2 置信区间长度计算成果

x_i	Δ	x_i	Δ
30	3.95	70	3.96
42.50	3.91	90	4.07

线性相关系数 R 反映了 x 和 y 的相关程度, $0 \leq |R| \leq 1$ 。若 $|R| = 1$, 说明 x 与 y 为线性关系; 若 $R = 0$, 说明 x 与 y 没有线性关系。 $R_{0.05}(n-2)$, $R_{0.01}(n-2)$ 都是相关程度的临界值, 若 $|R| > R_{0.05}(n-2)$, 则认为 x 与 y 呈线性关系是显著的, 若 $|R| > R_{0.01}(n-2)$, 则认为 x 与 y 呈线性关系是高度显著的。 $R_{0.01}(183-2)$ 查表得 0.186, 显然 $|R| \gg R_{0.01}(183-2)$, 因此得出结论, x 与 y 呈线性关系。

2.2 粘粒含量对相关关系的影响

不同粘粒含量的土的 w_{L100} 与 w_{L76} 回归关系如图 2 所示, 统计数据见表 3。

表3 粘粒含量与液限关系统计

曲线编号	粘粒含量均值(%)	样本容量	w_{L76} 区间	w_{L100} 区间
1	14.91	17	27.44 ~ 31.44	30.21 ~ 36.49
2	25.80	20	30.20 ~ 43.78	34.37 ~ 50.90
3	34.15	30	34.55 ~ 42.95	36.81 ~ 50.72
4	43.08	15	31.65 ~ 39.55	36.79 ~ 46.83

由图 2 可以看出在 w_{L76} 各区间内, 相应的回归关系基本含在置信区间范围内, 尽管本文统计样本容量不够充分, 但也可以说明这种相关关系受粘粒含量的影响不大, 在使用本回归关系预报数据时, (下转第 54 页)

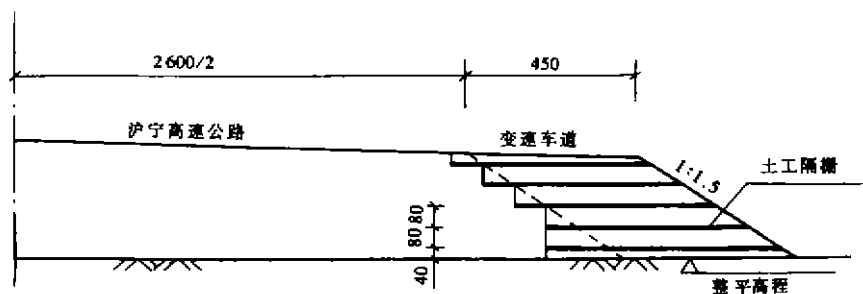


图2 直接拼接段地基处理方案(单位:cm)

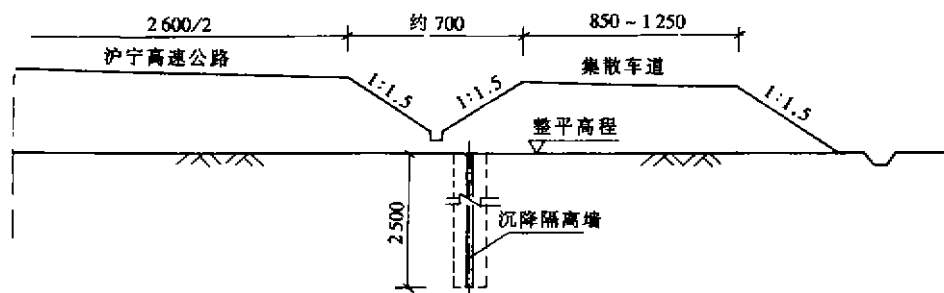


图3 分离拼接段地基处理方案(单位:cm)

三层为灰黄色亚粘土,厚度约4.0~5.0m,呈可塑至硬塑状;第四层为灰色、灰黑色粉砂,饱和,呈中密至稍密状,厚度约4.0m;第五层为灰黄色亚粘土,呈可塑至硬塑状,未穿透。

2 沉降控制标准和计算方法

新建拼接路基后,应对以边载形式对沪宁高速公路产生的附加沉降进行研究,以便判断影响老路使用质量的程度,分析沉降规律并提出相应的地基处理对策。

2.1 沉降控制标准

新建拼接段路面采用沥青混凝土路面,工后沉降控制年限为15年,对一般路段工后容许沉降量 $s_r \leq 30$ cm,桥头段 $s_r \leq 10$ cm,过渡段 $s_r \leq 20$ cm。沪宁高速公路路基中心原设计工后沉降量与拼接路基施工后附加沉降量(控制在2 cm左右)的累计值不得大于上述标准。拼接路基施工引起的横坡度改变值小于0.5%。

2.2 沉降计算方法

目前,国内地基沉降估算采用分层总和法,固结计算采用太沙基一维固结理论,假设地基只产生竖直变形和渗流。实际上,土体

存在侧向变形,软土侧向变形尤为显著,土体水平向渗流对固结的影响有时比竖向的更大。另外,本工程的新老路基施工时间相差4~5年,因此应该采用二维分析方法进行固结和沉降的计算。

本设计采用邓肯-张非线性模型和比奥固结理论进行固结和沉降的有限元分析。该方法可考虑侧向变形和水平向渗流对固结沉降的影响,通过室内土工试验确定邓肯-张模型计算参数,以考虑土体的应力应变非线性特性。计算中,将沪宁和锡澄高速公路的施工荷载划分为14级,逐级施加,采用增量法来模拟施工加载过程,可以求得任一时刻的沉降、水平位移、孔隙水压力和有效应力的变化。本设计先进行了无地基处理方案时拼接路段的沉降分析,然后根据不同处理方案进行复核,以判断是否满足沉降控制标准。

3 直接拼接段地基处理

有限元分析表明,当新路基直接拼接后,引起沪宁高速公路路基中心工后沉降增量仅为0.53~4.8 cm,但位于新路基下的工后沉降量高达15~31 cm。由于地基土中有厚砂