

固结试验快速法可靠性研究

田 岳 峰

(总后建筑设计院 北京 100036)

【提要】土样固结试验，《土工试验方法标准》GBJ123—88（以下简称规范）规定，每级荷载施加时间以试样变形速率小于0.01mm/h为准，即通常所说判别稳定。试验周期很长。建工系统中某些单位进行一种快速法试验，每级荷载施加1h，终级荷载至变形稳定止，周期很短。本文通过大量对比试验数据，研究了快速法的误差，建议了快速法的适用范围。

【关键词】快速法固结试验 可靠性 误差 荷载 稳定

【Abstract】This paper studies the error of quick consolidated test through a large number of the compared test data. And proposed the suitable range of this method.

【Key words】Quick consolidated test, Reliability, Error, Load, Stability

1 固结试验规范法

规范规定，每级荷载施加至变形稳定，再施加下一级荷载。以荷载系列为50、100、200kPa的试验为例，主要观测数据为：

Δh_1^s ——100kPa施加1h的变形值；

Δh_1^g ——100kPa变形稳定值；

Δh_2^s ——200kPa施加1h的变形值；

Δh_2^g ——200kPa变形稳定值。

压缩系数和模量计算公式为：

$$a_{1-2} = \frac{1+e_0}{H_0} \cdot \frac{\Delta h_2^g - \Delta h_1^g}{p_2 - p_1}$$

$$E_{1-2} = \frac{p_2 - p_1}{\Delta h_2^g - \Delta h_1^g} \cdot H_0$$

2 固结试验快速法

每级荷载施加1h，终级荷载施加至变形稳定止。主要观测数据为：

Δh_1^k ——100kPa施加1h的变形值；

Δh_2^k ——200kPa施加1h的变形值；

Δh_2^g ——200kPa变形稳定值。

并计算一个变形修正系数： $\lambda_2^k = \frac{\Delta h_2^k}{\Delta h_2^g}$

压缩系数和模量的计算公式为：

$$a_{1-2} = \frac{1+e_0}{H_0} \cdot \frac{\Delta h_2^k - \lambda_2^k \Delta h_1^k}{p_2 - p_1}$$

$$E_{1-2} = \frac{p_2 - p_1}{\Delta h_2^k - \lambda_2^k \Delta h_1^k} \cdot H_0$$

3 两种方法对比

我们结合北京地区不同地点的原状土样（水上粉土36个，水下粉土60个；水上粉质粘土47个，水下粉质粘土71个）做了两种方法的平行试验，并统计了三项相对误差：

$$\Delta_b = \frac{\Delta h_2^k - \Delta h_2^g}{\Delta h_2^g} \times 100\%, \quad \Delta_a = \frac{a_k - a_g}{a_g}$$

$$\times 100\%, \quad \Delta_E = \frac{E_k - E_g}{E_g} \times 100\%$$

式中： a_k, E_k ——快速法结果；

a_g, E_g ——规范法结果。

统计结果见表1。

表1 统计结果

相 对 误 差	土层名称	粉 土		粘 土	
		水上	水下	水上	水下
$\Delta h \times 100$	$\bar{\Delta h}$	3.6	4.7	3.8	5.1
	σ	2.8	3.0	3.0	3.2
$\Delta a \times 100$	$\bar{\Delta a}$	3.0	4.2	3.3	4.8
	σ	2.6	3.1	3.0	3.3
$\Delta E \times 100$	$\bar{\Delta E}$	2.8	3.0	3.2	4.7
	σ	2.8	2.8	3.0	3.1

4 误差分析

(1) 水下土样比水上土样误差大。因为水下土样基本饱和，孔隙水压力大，消散时间长，加荷 1 h 后变形速率大于水上土样。如图 1 中 b、d 曲线 1 h 后坡度大于 a、c 曲线。

(2) 粉土水上、水下差别小，粉质粘土水上、水下差别大。因为粉土渗透系数大，稳定快。

(3) Δa 、 ΔE 等值，一般小于 5%，这就是两种试验方法的差异。

5 固结度分析

规范规定，固结试验允许以主固结完成做为相对稳定标准。我们对规范法试验测读了变形速率，绘制了 $\Delta h - \sqrt{t}$ 、 $\Delta h - \log t$ 曲线，并求出了 t_{90} 、 t_{100} 。非饱和土借用该理论求得相当于饱和土的 t_{90} 、 t_{100} 。如图 1、2 为 4 个土样的曲线。

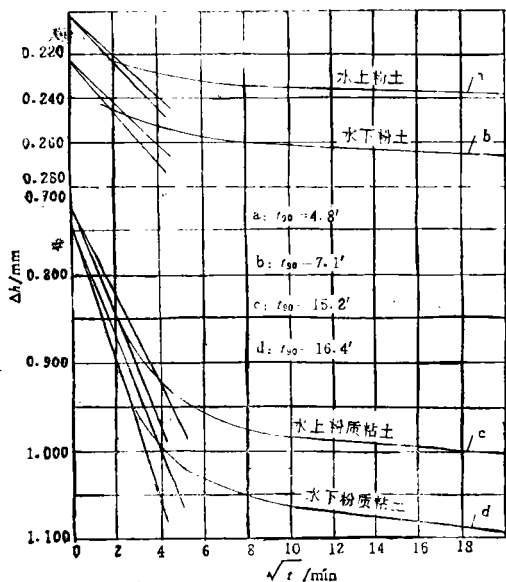


图 1 固结试验曲线

从试验结果看 t_{90} 一般很短，在 20min 以内， t_{100} 也不很长，一般粉土、粉质粘土 t_{100} 在 45~75min 左右，饱和粘土和软土的 t_{100} 可达 8~10h。可见快速法荷载施加 1h，固

结度已达到或接近主固结，再加上终级荷载变形速率修正，可以认定快速法能完成主固结。当然软土在 1 h 内不能完成主固结。

6 建议

固结试验的主要成果是压缩系数 a ，和压缩模量 E_s 。 E_s 是进行地基变形验算的主要参数。但是地基变形的影响因素很多，如地基排水、降水条件，施工速度等。在确定 E_s 值时，也要考虑到这些因素来选取一种接近地基实际情况的方法，尽可能准确地确定 E_s 值。仅就快速法的误差而言， E_s 相对误差小于 5%，可以满足工程需要，我们建议：

(1) 淤泥、淤泥质粘性土及饱和度 95% 以上粘土仍采用规范法。

(2) 一级建筑，地基水平方向上不均匀程度较大时，地下水位以下的土样采用规范法。

(3) 勘察上认为有特殊性，需要特别重视的上层采用规范法。

(4) 其他一般土层都可采用快速法。

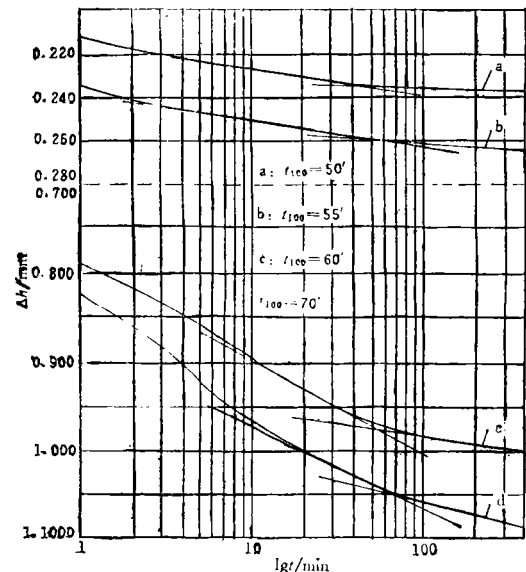


图 2 固结试验曲线