

K₀ 固结预处理的不固结不排水三轴试验研究

刘 晓 会, 阎 哲, 张 鹏

(上海隧道工程质量检测有限公司, 上海 200023)

摘 要: 该文主要进行了不固结不排水三轴试验(uu 试验)和 K₀ 固结预处理的不固结不排水三轴试验(K₀ uu 试验)的试验研究。对 K₀ uu 试验的应力应变关系曲线进行了归一化分析, 在此基础上, 建立了考虑 K₀ uu 试验的非线性弹性本构模型。

关键词: 不固结不排水三轴试验(uu 试验); K₀ 固结预处理的不固结不排水三轴试验(K₀ uu 试验); 归一化; 非线性弹性本构模型

中图分类号: TU43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2005)01-0106-02

1 试验研究

为了分析比较, 本文对同一种土样分别进行了不固结不排水三轴剪切试验(uu 试验)、和 K₀ 固结预处理的不固结不排水三轴试验(K₀ uu 试验)。试验结果如图 1 所示。

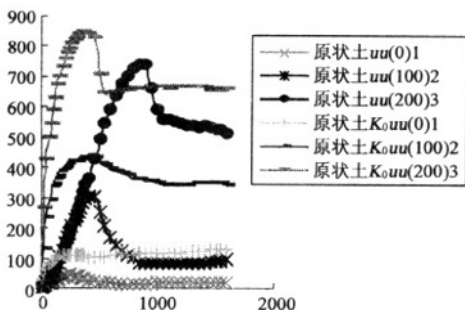


图 1 应力应变关系曲线

结果显示, 对于同一种土样, uu 试验和 K₀ uu 试验, 在同一剪切围压下剪切破坏, 后者破坏时的主应力差和应力应变关系曲线的初始切线斜率明显大于前者。由于后者是经过预处理的试样, 其应力状态和土样的天然状态比较接近, 所以建议用经过预处理的试样的试验结果指导工程应用。

2 K₀ uu 试验应力—应变关系的归一化性状研究

对土样 K₀ uu 试验的应力—应变关系曲线, 用固结围压 σ_c 进行归一化, 得到归一化的应力应变曲线如图 2 所示。

从图 2 中可以看出, 试验土样 K₀ uu 试验的应力

应变关系具有归一化性状。将归一化应力—应变关系曲线绘制在以 $\epsilon_1 \cdot \sigma_c / [(\sigma_1 - \sigma_3) - M_0 \sigma_c]$ 为纵坐标, 以轴向应变 ϵ_1 为横坐标的坐标系中, 如图 3 所示。

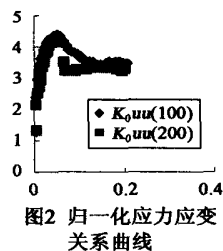


图 2 归一化应力应变关系曲线

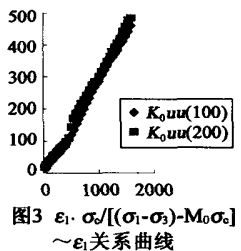


图 3 $\epsilon_1 \cdot \sigma_c / [(\sigma_1 - \sigma_3) - M_0 \sigma_c] \sim \epsilon_1$ 关系曲线

从图 3 中可以看出, $\epsilon_1 \cdot \sigma_c / [(\sigma_1 - \sigma_3) - M_0 \sigma_c]$ 与轴向应变 ϵ_1 之间的关系基本为直线关系, 可以用下式来表示:

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_c} - M_0 = \frac{\epsilon_1}{a_{K_0} + b_{K_0} \epsilon_1} \quad (1)$$

式中: $\sigma_1 - \sigma_3$ ——为主应力差

σ_c ——为固结压力

ϵ_1 ——为轴向应变

M_0 ——为 K₀ 固结状态的 $(\sigma_1 - \sigma_3) / \sigma_c$ 的值, $M_0 = 1/K_0 - 1$, 其 K_0 为静止土压力系数

a_{K_0} 、 b_{K_0} ——应力—应变关系曲线的参数

上式反应出试样 K₀ uu 试验的归一化应力应变关系曲线具有双曲线形状。

K₀ uu 试验归一化应力应变关系曲线的参数 a_{K_0} 、 b_{K_0} 的物理意义为: 参数 a_{K_0} 的倒数为 K₀ uu 试验归一化应力应变关系曲线的初始切线斜率, 是反应土体在相应条件下变形特性的特征值; 参数 b_{K_0} 的倒数为 K₀ uu 试验归一化应力应变关系曲线下移 M_0 后的渐近线值, 是反映土体在相应条件下强度特征的特征值。试验结果在以 $\epsilon_1 \cdot \sigma_c / [(\sigma_1 - \sigma_3) - M_0 \sigma_c]$ 为纵坐标, 以轴向应变 ϵ_1 为横坐标的坐标系中的曲线的表

收稿日期: 2004-11-09

作者简介: 刘 晓 会(1978-), 男, 上海人, 硕士, 工程师, 道路检测室副主任, 从事高速公路工程试验检测工作。

达式如下:

$$100 \text{ kPa 时}, y=0.2737x+8$$

$$200 \text{ kPa 时}, y=0.29x+10$$

3 考虑 K_0 固结预处理非线性弹性模型的建立

3.1 切线模量

由式(1)可得:

$$E_t = \frac{\sigma_c}{a_{K_0}} \left[1 + b_{K_0} \left(\frac{1}{K_0} - 1 \right) - \frac{b_{K_0} (\sigma_1 - \sigma_3)}{\sigma_c} \right]^2 \quad (2)$$

3.2 切线泊松比

K_0 uu 试验中的试样,在剪切过程中,因为处于不排水状态,所以其体积保持不变,故,考虑 K_0 固结预处理的非线性弹性模型的切线泊松比表达式如下:

$$V_t = 0.5 \quad (3)$$

从而,式(2)、(3)和广义虎克定律即构成了考虑 K_0 固结预处理的非线性弹性模型,该模型有三个参数,即 a_{K_0} 、 b_{K_0} 、 K_0 。

3.3 考虑 K_0 固结预处理非线性弹性模型参数的确定

3.3.1 a_{K_0} 和 b_{K_0} 值的确定

土体的 K_0 uu 试验归一化应力—应变关系曲线的参数 a_{K_0} 和 b_{K_0} 的值。可以分别由式(4)和式(5)通过各向等压固结预处理不固结不排水三轴试验所得到的参数 a_1 、 b_1 值而求得:

$$a_{K_0} = (m_a + n_a K_0) a_1 \quad (4)$$

$$b_{K_0} = (m_b + n_b K_0) b_1 \quad (5)$$

该试样的 a_{K_0} 、 b_{K_0} 值如:

$$a_{K_0} = 9.0, b_{K_0} = 0.2819$$

3.3.2 K_0 值的确定

土的静止土压力系数 K_0 值可以由 K_0 固结试验得到,该土样的 $K_0 = 0.549$ 。

4 利用考虑 K_0 固结预处理非线性弹性模型计算所得到的应力应变关系曲线

与相应的 K_0 uu 试验结果比较,由 K_0 固结预处

理的非线性弹性模型得:

$$\epsilon_1 = \int \frac{1}{E_t} d\sigma_1 = \int \frac{1}{\frac{\sigma_c}{a_{K_0}} \left[1 + b_{K_0} \left(\frac{1}{K_0} - 1 \right) - \frac{b_{K_0} (\sigma_1 - \sigma_3)}{\sigma_c} \right]^2} d\sigma_1 \quad (6)$$

令:

$$\frac{\sigma_c}{a_{K_0}} = a, 1 + b_{K_0} \left(\frac{1}{K_0} - 1 \right) = b,$$

$$\frac{b_{K_0}}{\sigma_c} = c, \text{ 其中, } a, b, c \text{ 为常数。}$$

得 K_0 固结预处理的非线性弹性模型的表达式如下:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{abc - \frac{1}{\epsilon_1}}{ac^2} \quad (7)$$

图 4 和图 5 即为利用考虑 K_0 固结预处理的非线性弹性模型计算所得到的应力—应变关系曲线与相应的 K_0 uu 试验结果的比较。从图中可以看出,其结果在总体上是比较接近的。

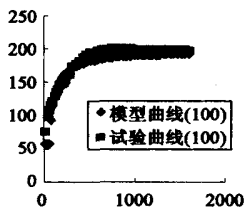


图4 计算结果和试验结果之间的比较

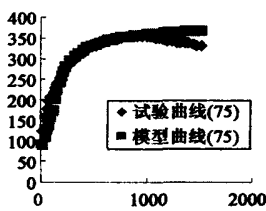


图5 计算结果和试验结果之间的比较

5 结论与展望

本文主要对 K_0 uu 试验结果进行了归一化分析,在归一化应力应变关系曲线的基础上建立了 K_0 固结预处理的非线性弹性模型。虽然本文所建立的考虑 K_0 固结预处理的本构模型可以和试验结果应力应变关系曲线吻合得较好,但是却没有工程实例来验证该本构模型的实用性。这有待以后验证。

上海南站将现 6 万 m^2 超大地下商铺

不久,上海南站将出现 6 万 m^2 超大地下商铺。值得一提的是,商铺规格都是高档次的,既体现服务交通枢纽的功能,又不仅限于一般的车站商铺要求。据了解,上海南站地下空间有 12 万 m^2 ,其中 4 万 m^2 用于地下车库,2 万 m^2 是各种交通换乘枢纽的通道,剩下的一半将全部用于商铺开发。这 6 万 m^2 商铺既有餐饮、休闲服务、娱乐等相关配套服务,同时又要引进高规格商铺,与通体透亮的南部风格相互匹配。