



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107340183 A

(43)申请公布日 2017.11.10

(21)申请号 201710292733.0

(22)申请日 2017.04.28

(71)申请人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市铜山区大学路
中国矿业大学科研院

(72)发明人 朱启银 周国庆 商翔宇 王建州
梁恒昌 赵光思 陈拓

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 杨晓玲

(51)Int.Cl.

G01N 3/08(2006.01)

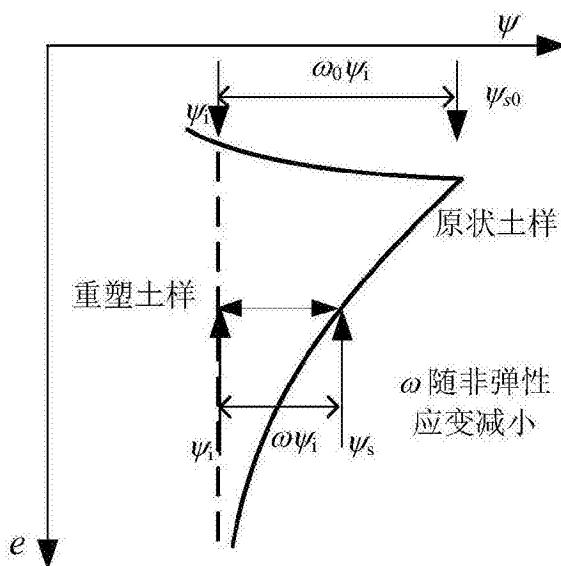
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

结构性软土次固结系数描述方法

(57)摘要

本发明公开了一种结构性软土次固结系数非线性描述方法,适用于地质领域中预测软土地基流变使用。对重塑软土样进行一维固结实验,测得重塑土次固结系数;引入一个与土结构性相关的参数与重塑土次固结系数一起描述结构性软土次固结系数演变规律。该参数随着土样非弹性应变增加呈指数减小,其初始最大值与压缩指数和回弹指数相关;本方法具有方法简单,不需要额外增加试验成本,能够考虑土体结构特性影响,参数物理意义明确、合理,次固结系数描述精度提高的优点。



1. 一种结构性软土次固结系数非线性描述方法,其特征在于步骤如下:

a. 从被测区域采集软土,将采集的原状软土制作成原状土试样,将采集软土经过打碎烘干并加水配比制作成重塑软土试样;

b. 分别对原状软土试样和重塑软土试样进行完整的一维次固结实验,试验中根据规范法分别逐级向原状土试样和重塑软土试样加载荷载,分别得到试验中各级荷载条件下原状土试样和重塑软土试样的孔隙比随时间变化的压缩曲线,即原状土试样压缩曲线和重塑软土试样压缩曲线;

c. 分别利用原状土试样压缩曲线和重塑软土试样压缩曲线得到一维次固结实验中向原状土试样和重塑软土试样加载各级荷载时对应的原状土次固结系数和重塑土次固结系数;

d. 分别利用原状土试样压缩曲线和重塑软土试样压缩曲线对应的每级荷载与孔隙比数据绘制出原状土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线和重塑软土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线,从原状土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线上量取回弹指数 κ 和压缩指数最大值 λ_0 ,从重塑软土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线上量取压缩指数 λ_i ;

e. 分别利用原状土试样和重塑软土试样在各级荷载条件下得到的次固结系数与相对应的孔隙比数据绘制原状土试样的 $e-\psi$ 图和重塑软土试样的 $e-\psi$ 图;

f. 根据重塑软土试样的 $e-\psi$ 图对重塑软土试样次固结系数取平均值,从而得到重塑软土试样次固结平均系数,所有原状软土试样的次固结系数分别与重塑软土试样的次固结平均系数的差值,即为不同荷载情况下下土体结构性的影响,原状土次固结系数随着孔隙比的减小先逐渐增大,到达最大值后逐渐减小;

g. 结构性软土次固结系数非线性表达式描述为:

$$\psi_s = (\omega + 1) \psi_i$$

约束条件:

$$\omega = \omega_0 \exp(-\zeta \varepsilon_y^{vp})$$

$$\omega_0 = (\lambda_0 - \lambda_i) / (\lambda_i - \kappa)$$

式中: ψ_i 为重塑软土试样的次固结平均系数, ψ_s 为原状软土试样的次固结系数, ω 为被测区域采集软土的土体结构对次固结系数影响系数, ζ 为材料参数,根据 ω 的衰减曲线拟合得到,式中 ε_y^{vp} 代表原状软土试样的非弹性应变由一维次固结实验获得, ω_0 为土体结构对次固结系数影响系数最大值, λ_i 为重塑软土试样的压缩指数, κ 为原始软土试样的回弹指数, λ_0 为原始软土试样的压缩指数最大值。

2. 如权利要求1所述的结构性软土次固结系数非线性描述方法,其特征在于:利用软土试样压缩曲线得到一维次固结实验中向软土试样加载各级荷载时对应的次固结系数 ψ 的公式为 $\psi = \Delta e / \Delta \log t$,式中,e为孔隙比,t为时间。

3. 如权利要求1所述的结构性软土次固结系数非线性描述方法,其特征在于:表征土结构性的参数值随着非弹性应变增加呈指数关系减小。

4. 如权利要求1所述的结构性软土次固结系数非线性描述方法,其特征在于利用公式: $\psi_s - \psi_i = \omega \psi_i$ 获得原状软土试样的次固结系数 ψ_s 与重塑软土试样的次固结平均系数 ψ_i 之间的差值即为土体结构性的影响 $\omega \psi_i$ 。

结构性软土次固结系数描述方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种软土次固结系数描述方法,尤其适用于地质领域中预测软土地基流变使用的结构性软土次固结系数非线性描述方法。

背景技术

[0002] 软土在我国中东部和河流冲积带广泛分布,而这些地区经济发展较好,近年来,越来越多的基础设施面临着软土地基流变问题,为指导工程设计和施工,流变模型常常被用于辅助设计和分析,而这其中的关键之一在于确定合理的次固结系数。次固结系数一般通过一维蠕变试验确定。蠕变试验采用应力控制式固结仪,通过逐级加载、24小时稳定法实施,得到各级加载条件下的压缩曲线,然后测量次固结系数。

[0003] 经对现有的技术文献检索发现,中国专利CN101813691A,发明名称:室内测定软土次固结系数的方法及用于该方法的测量装置,该专利计算次固结曲线下部直线段斜率,求出次固结系数。根据曲线趋势即次固结系数推算出建筑物最终沉降量。该专利基于传统的固结试验测定的次固结系数一般为常数,无法描述土体随压缩变形次固结变形逐渐减小的趋势,并且没有考虑土体自身结构特性对次固结变形的影响,而结构性特性又是结构性软土流变特征的主要影响因素。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足之处,提供一种描述合理,精度高的结构性软土次固结系数描述方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明的一种结构性软土次固结系数非线性描述方法,包括如下步骤:

[0006] a. 从被测区域采集软土,将采集的原状软土制作成原状土试样,将采集软土经过打碎烘干并加水配比制作成重塑软土试样;

[0007] b. 分别对原状软土试样和重塑软土试样进行完整的一维次固结实验,试验中根据规范法分别逐级向原状土试样和重塑软土试样加载荷载,分别得到试验中各级荷载条件下原状土试样和重塑软土试样的孔隙比随时间变化的压缩曲线,即原状土试样压缩曲线和重塑软土试样压缩曲线;

[0008] c. 分别利用原状土试样压缩曲线和重塑软土试样压缩曲线得到一维次固结实验中向原状土试样和重塑软土试样加载各级荷载时对应的原状土次固结系数和重塑土次固结系数;

[0009] d. 分别利用原状土试样压缩曲线和重塑软土试样压缩曲线对应的每级荷载与孔隙比数据绘制出原状土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线和重塑软土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线,从原状土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线上量取回弹指数 κ 和压缩指数最大值 λ_0 ,从重塑软土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线上量取压缩指数 λ_i ;

[0010] e. 分别利用原状土试样和重塑软土试样在各级荷载条件下得到的次固结系数与

相对应的孔隙比数据绘制原状土试样的 $e-\psi$ 图和重塑软土试样的 $e-\psi$ 图；

[0011] f. 根据重塑软土试样的 $e-\psi$ 图对重塑软土试样次固结系数取平均值,从而得到重塑软土试样次固结平均系数,所有原状软土试样的次固结系数分别与重塑软土试样的次固结平均系数的差值,即为不同荷载情况下下土体结构性的影响,原状土次固结系数随着孔隙比的减小先逐渐增大,到达最大值后逐渐减小;

[0012] g. 结构性软土次固结系数非线性表达式描述为:

$$\psi_s = (\omega + 1) \psi_i$$

[0014] 约束条件:

$$\omega = \omega_0 \exp(-\zeta \varepsilon_v^{vp})$$

$$\omega_0 = (\lambda_0 - \lambda_i) / (\lambda_i - \kappa)$$

[0017] 式中: ψ_i 为重塑软土试样的次固结平均系数, ψ_s 为原状软土试样的次固结系数, ω 为被测区域采集软土的土体结构对次固结系数影响系数, ζ 为材料参数,根据 ω 的衰减曲线拟合得到,式中 ε_v^{vp} 代表原状软土试样的非弹性应变由一维次固结实验获得, ω_0 为土体结构对次固结系数影响系数最大值, λ_i 为重塑软土试样的压缩指数, κ 为原始软土试样的回弹指数, λ_0 为原始软土试样的压缩指数最大值。

[0018] 利用软土试样压缩曲线得到一维次固结实验中向软土试样加载各级荷载时对应的次固结系数 ψ 的公式为 $\psi = \Delta e / \Delta \log t$,式中,e为孔隙比,t为时间。表征土结构性的参数值随着非弹性应变增加呈指数关系减小。 $\psi_s - \psi_i = \omega \psi_i$ 获得原状软土试样的次固结系数 ψ_s 与重塑软土试样的次固结平均系数 ψ_i 之间的差值即为土体结构性的影响 $\omega \psi_i$ 。

[0019] 有益效果:本发明假设重塑土次固结系数为常数,通过引入一个在非弹性体积应变下呈指数衰减的参数 ω 来代表原状软土结构对次固结系数的影响,从而建议结构性软土的次固结系数非线性连续描述方法,本描述方法无需要其他特殊的试验方法,描述简单合理,通过原状结构性土体的流变特性,为分析拟建路堤的长期变形和稳定性提供了有效的支持。

附图说明

[0020] 图1为本发明结构性与重塑土次固结系数与体积应变关系特征图;

[0021] 图2为本发明中原状土试样和重塑土试样的压缩曲线;

[0022] 图3为本发明中原状土试样次固结系数和重塑土试样次固结系数随孔隙比演变规律;

[0023] 图4为本发明实施例中参数 ω 与非弹性应变关系及指数拟合曲线;

具体实施方式

[0024] 下面对本发明的实施例作详细说明:

[0025] a. 从被测区域采集软土,将采集软土打碎后烘干再加水配成试验所需的含水率后制成重塑软土试样,对重塑软土试样进行一维次固结实验,根据规范法逐级向重塑软土试样加载荷载,得到各级荷载条件下重塑软土试样的孔隙比随时间变化的压缩曲线;

[0026] b. 利用公式: $\psi = \Delta e / \Delta \log t$ 通过压缩曲线得到一维次固结实验中向重塑软土试

样加载各级荷载时对应的重塑土次固结系数 ψ ;利用压缩曲线对应的每级荷载与孔隙比数据绘制出重塑软土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线,从重塑软土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线上量取重塑软土试样压缩指数 λ_i ;

[0027] c.根据各级荷载条件下得到的重塑土次固结系数与相对应的孔隙比数据绘制孔隙比-次固结系数图($e-\psi$ 图),对所有重塑软土试样的次固结系数取平均值得到重塑软土试样次固结平均系数 ψ_i ;

[0028] d.将被测区域采集的原状软土作为试样直接进行一维次固结实验,得到各级荷载条件下原始软土试样的孔隙比随时间变化的原始软土试样压缩曲线;利用原始软土试样压缩曲线对应的每级荷载与孔隙比数据绘制出原始软土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线,从原始软土试样的 $e-\ln(p')$ 曲线上量取原始软土试样回弹指数 κ 和原始软土试样压缩指数最大值 λ_0 ;

[0029] e.根据各级荷载条件下得到的原状土次固结系数与相对应的孔隙比数据绘制 $e-\psi$ 图,利用公式: $\psi_s - \psi_i = \omega \psi_i$ 将所有原状软土试样的次固结系数 ψ_s 分别与重塑软土试样的次固结平均系数 ψ_i 的差值即为土体结构性的影响 $\omega \psi_i$;式中, ω 即为被测区域采集软土的土体结构对次固结系数影响系数;原状土次固结系数 ψ 随着孔隙比的减小先逐渐增大,到达最大值 ψ_{s0} ,随后逐渐减小;

[0030] f.结构性软土次固结系数非线性表达式描述为:

$$\psi_s = (\omega + 1) \psi_i$$

[0032] 约束条件:

$$\omega = \omega_0 \exp(-\zeta \varepsilon_v^{vp})$$

$$\omega_0 = (\lambda_0 - \lambda_i) / (\lambda_i - \kappa)$$

[0035] 式中:式中: ψ_i 为重塑软土试样的次固结平均系数, ψ_s 为原状软土试样的次固结系数, ω 为被测区域采集软土的土体结构对次固结系数影响系数, ζ 为材料参数,根据 ω 的衰减曲线拟合得到,式中 ε_v^{vp} 代表原状软土试样的非弹性应变由一维次固结实验获得, ω_0 为土体结构对次固结系数影响系数最大值, λ_i 为重塑软土试样的压缩指数, κ 为原始软土试样的回弹指数, λ_0 为原始软土试样的压缩指数最大值。

[0036] 表征土结构性的参数值随着非弹性应变增加呈指数关系减小。

[0037] 具体实施例1:

[0038] 如图2所示,温州某天然沉积土场地拟建路堤工程,为分析拟建路堤的长期变形和稳定性,需要了解此原状结构性土体的流变特性,而常规情况下视次固结系数为常数的假设不满足精度要求。

[0039] 为此,需要得到场地结构性土次固结系数非线性演变规律,包括以下步骤:

[0040] 步骤一,采用常规固结仪,对重塑软土试样进行了一维次固结实验,根据规范法逐级加载,每级荷载施加24小时,试验得到各级荷载条件下孔隙比随时间变化的压缩曲线,根据次固结系数 ψ 的定义, $\psi = \Delta e / \Delta \log t$,计算出每级荷载对应的次固结系数;绘制 $e-\ln(p')$ 曲线,如图2中重塑土所示,从曲线上量取压缩指数 $\lambda_i = 0.204$;

[0041] 步骤二,根据各级荷载条件下得到的重塑土次固结系数,绘制 $e-\psi$ 图,如图3所示,对次固结系数取平均值, $\psi_i = 0.0085$;

[0042] 步骤三,采用常规固结仪,对原状软土试样进行了一维次固结实验,根据规范法逐

级加载,同样每级荷载加载24小时,得到各级荷载对应的孔隙比,然后绘出 $e-\ln(p')$ 曲线,如图2中原状土所示,回弹指数 $\kappa=0.0027$,量取压缩指数最大值 $\lambda_0=0.68$,计算出系数 $\omega_0=(\lambda_0-\lambda_i)/(\lambda_i-\kappa)=2.7$;

[0043] 步骤四,综上,结构性软土次固结系数非线性表达式可以描述为

[0044] $\psi = (\omega + 1) \psi_i$

[0045] 式中 ω 表示为

[0046] $\omega = \omega_0 \exp(-\zeta \varepsilon_v^{vp})$

[0047] ζ 为材料参数,如图4所示,根据由压缩曲线和 $e-\psi$ 曲线得到的 $\omega-\varepsilon_v^{vp}$ 图拟合 $\zeta=8$ 。从而结构性温州软土的次固结系数为 $\psi = 0.0085 \cdot (2.7 \exp(-8 \cdot \varepsilon_v^{vp}) + 1)$;图3中展示了原状土次固结系数试验与理论对比结果,本专利描述方法所计算的理论值与试验值吻合较好。

[0048] 由此可知,利用本发明确定结构性软土的次固结系数非线性描述,只需要传统的次固结试验,不需要额外的试验成本,方法极为方便有效。

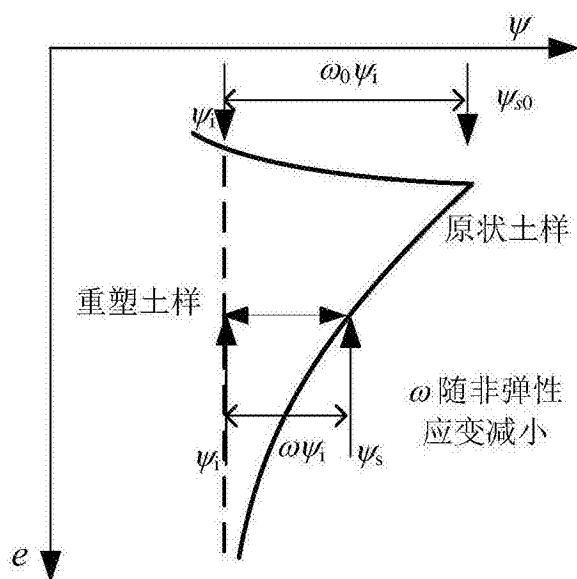


图1

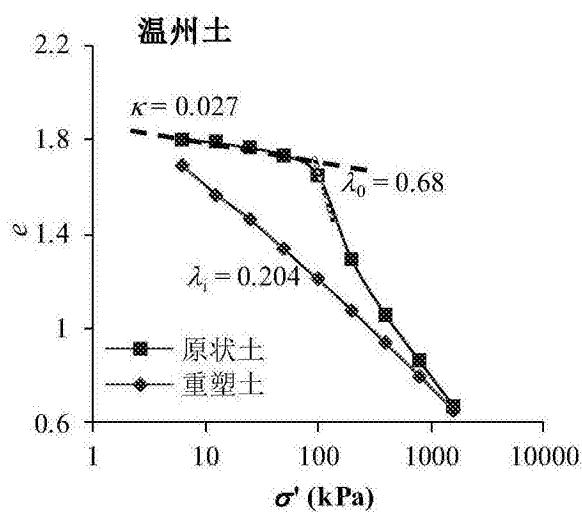


图2

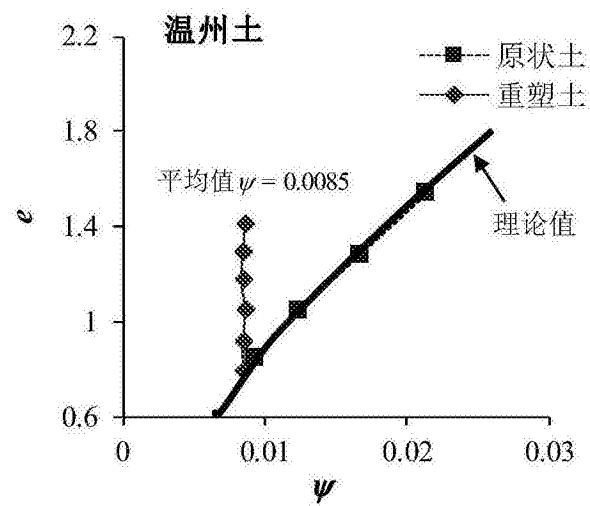


图3

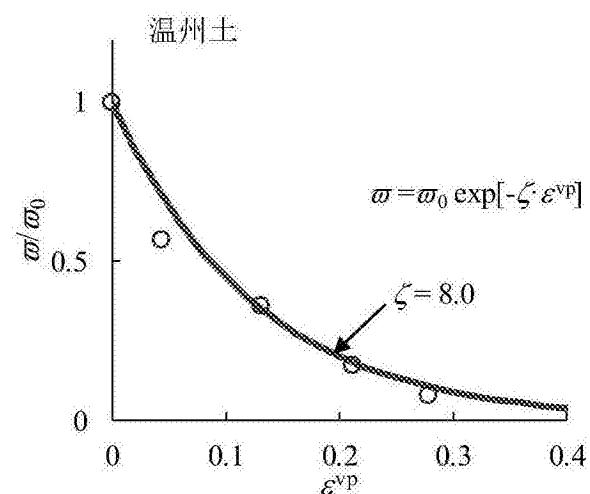


图4