



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111562288 B

(45) 授权公告日 2022.07.08

(21) 申请号 202010648965.7

(22) 申请日 2020.07.08

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111562288 A

(43) 申请公布日 2020.08.21

(73) 专利权人 中建四局第三建设有限公司  
地址 563000 贵州省遵义市红花岗区北京  
路57号中建大厦28楼  
专利权人 东南大学

(72) 发明人 钟佳 高鸿 向舟海 蒙国鑫  
戴明昊 杨俊涛 马婷婷 张国柱  
龙艳丽

(74) 专利代理机构 遵义浩嘉知识产权代理事务  
所(普通合伙) 52112  
专利代理师 幸云强

(51) Int. Cl.

- G01N 27/00 (2006.01)
- G01N 3/08 (2006.01)
- G01N 33/24 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 104165907 A, 2014.11.26
- CN 108332846 A, 2018.07.27
- CN 109987638 A, 2019.07.09
- US 2014318783 A1, 2014.10.30
- JP 2005086110 A, 2005.03.31
- CN 102423504 A, 2012.04.25
- US 2015375420 A1, 2015.12.31
- CN 101139833 A, 2008.03.12
- JP 2007005161 A, 2007.01.11
- CN 110157364 A, 2019.08.23
- US 2005045292 A1, 2005.03.03
- US 2018209951 A1, 2018.07.26
- US 2014292935 A1, 2014.10.02
- CN 103965589 A, 2014.08.06

张国柱等.《基于无线传感网络的隧道健康  
监测系统》.《地下空间与工程学报》.2013,第9卷  
(续)

审查员 胡议文

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

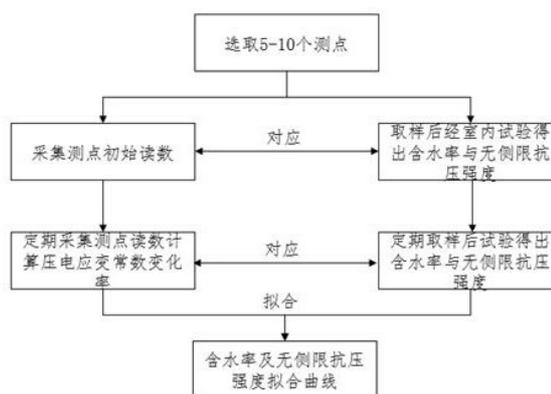
(54) 发明名称

一种淤泥固化原位测试评价办法

(57) 摘要

本发明提供一种淤泥固化原位测试评价办法,利用压电淤泥固化土的压电应变常数现场实测数据评价其固化状态,通过选取部分测点进行室内试验确定固化土含水率和无侧限抗压强度与压电应变常数变化率关系曲线,压电应变常数变化率由位移积分法进行动态测算;将现场测得的固化土含水率和无侧限抗压强度与设计指标进行对比。本发明采取原位试验拟合测量曲线,可以针对各种场地的复杂情况给出较为准确的测量结果;可以判定单个测点或是数个测点的压电状态不完全,可以精确定位固化不完全的位置;对淤泥固化土固化全过程中可能出现的问题,可以有效地预警,做到防患于未然;可以长期对淤泥固化土进行实时监测,为未来淤泥固化土

长期强度研究提供测量基础。



CN 111562288 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

Sanming Hu等.《Multifunctional piezoelectric elastomer composites for smart biomedical or wearable electronics》.《Composites Part B: Engineering》.2018,

张涛等.《固化粉土小应变剪切模量与强度增长相关性研究》.《岩土工程学报》.2015,第37卷(第11期),

李育超等.《矿渣-水泥-膨润土剪切模量龄期效应及其影响因素的试验研究》.《湖南大学学报(自然科学版)》.2019,第46卷(第9期),

1. 一种淤泥固化原位测试评价办法,其特征在於:利用压电淤泥固化土的压电应变常数现场实测数据评价其固化状态,通过选取部分测点进行室内试验确定固化土含水率和无侧限抗压强度与压电应变常数变化率关系曲线,压电应变常数变化率由位移积分法进行动态测算;将现场测得的固化土含水率和无侧限抗压强度与设计指标进行对比,当固化土含水率和无侧限抗压强度均满足设计指标时即为固化稳定;

在测量时,利用位移积分法,得出压电淤泥固化土因为外荷载产生的电压,将初次测量值记为基准值,其后测量得到的电压与初次测量值之比,为压电应变常数变化率;

在原位场地内选取5-10个测点,在固化过程中取土样进行室内试验,测量其无侧限抗压强度和含水率,与实时测量的压电应变常数变化率拟合关系曲线;

每日采集一次压电固化数据,利用压电应变常数变化率推定实时压电淤泥固化土含水率与无侧限抗压强度。

2. 根据权利要求1所述的淤泥固化原位测试评价办法,其特征在於:淤泥固化7日后,推定含水率应不大于设计指标的120%,推定无侧限抗压强度应不小于设计指标的80%,如果未达到要求,视为存在固化不完全的风险,需要对相应的测点采取处置措施。

3. 根据权利要求2所述的淤泥固化原位测试评价办法,其特征在於:淤泥固化28日后,考虑测量误差与安全系数,推定含水率应小于设计指标的90%,推定无侧限抗压强度应大于设计值的110%,可以视为固化完全;如果推定含水率为设计指标的90%-100%内,推定无侧限抗压强度为设计指标的100%-110%内,需要进行现场取样试验确认固化效果;如果推定含水率大于设计指标,推定无侧限抗压强度小于设计指标,则视为固化未完全,需要采取相应处置措施。

## 一种淤泥固化原位测试评价办法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及淤泥固化原位检测领域,具体涉及一种淤泥固化原位测试评价办法,本发明应用于河流湖泊和港口航道等疏浚清淤工作中淤泥固化状态的原位检测数据评估固化质量。

### 背景技术

[0002] 现有的淤泥固化状态评价方法有室内试验评价方法与原位试验评价方法,两种评价方法,分别基于现有淤泥固化土的两种测试方法。室内试验评价方法,一般将淤泥固化土的含水率与无侧限抗压强度与设计值对比,判断淤泥固化土的实时固化状态。原位试验评价方法,则是通过判断固化土的平板载荷沉降值、不排水十字板剪切强度以及静力触探试验中的锥尖阻力,判断淤泥固化土的工程性质。

[0003] 如果将压电淤泥固化土用于淤泥固化状态的检测,需要将压电淤泥固化土的压电应力常数与淤泥固化土的物理性质联系起来。压电淤泥固化土的压电应变常数受到多种因素的影响,如压电陶瓷的含量,导电材料的含量,压电淤泥固化土的含水率等,但是在淤泥固化的过程中,压电淤泥固化土压电应变常数的影响因素中,仅有的变量为压电淤泥固化土的含水率,故压电淤泥固化土压电应变常数的变化,直接反映了淤泥固化土含水率的变化。同时根据相关研究表明,淤泥固化的过程即为固化土内部自由水转变为结晶水的过程,在这个过程中,土体的含水率减小,土体的无侧限抗压强度增加。

[0004] 为了将压电淤泥固化土的压电应变常数与淤泥固化土的含水率与无侧限抗压强度结合起来,迫切需要研发一种淤泥固化原位测试评价办法,能够定量反映淤泥的实际固化情况。

### 发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明的目的在于,提供一种能够定量反映淤泥的实际固化情况的淤泥固化原位测试评价办法。具体技术方案如下:

[0006] 一种淤泥固化原位测试评价办法,利用压电淤泥固化土的压电应变常数现场实测数据评价其固化状态,通过选取部分测点进行室内试验确定固化土含水率和无侧限抗压强度与压电应变常数变化率关系曲线,压电应变常数变化率由位移积分法进行动态测算;将现场测得的固化土含水率和无侧限抗压强度与设计指标进行对比,当固化土含水率和无侧限抗压强度均满足设计指标时即为固化稳定。

[0007] 进一步地,在测量时,利用位移积分法,得出压电淤泥固化土因为外荷载产生的电压,将初次测量值记为基准值,其后测量得到的电压与初次测量值之比,为压电应变常数变化率。

[0008] 进一步地,在原位场地内选取5-10个测点,在固化过程中取土样进行室内试验,测量其无侧限抗压强度和含水率,与实时测量的压电应变常数变化率拟合关系曲线。

[0009] 进一步地,每日采集一次压电固化数据,利用压电应变常数变化率推定实时压电

淤泥固化土含水率与无侧限抗压强度。

[0010] 进一步地,淤泥固化7日后,推定含水率应不大于设计指标的120%,推定无侧限抗压强度应不小于设计指标的80%,如果未达到要求,视为存在固化不完全的风险,需要对相应的测点采取处置措施。

[0011] 进一步地,淤泥固化28日后,考虑测量误差与安全系数,推定含水率应小于设计指标的90%,推定无侧限抗压强度应大于设计值的110%,可以视为固化完全;如果推定含水率为设计指标的90%-100%内,推定无侧限抗压强度为设计指标的100%-110%内,需要进行现场取样试验确认固化效果;如果推定含水率大于设计指标,推定无侧限抗压强度小于设计指标,则视为固化未完全,需要采取相应处置措施。

[0012] 其中,压电淤泥固化土由淤泥与自感知淤泥固化剂充分混合而成,所述压电淤泥固化土注入埋置于原位的模具后,经高压电源进行极化而具备压电效应,所述自感知淤泥固化剂包括水泥、粉煤灰、压电陶瓷颗粒和导电介质。

[0013] 所述自感知淤泥固化剂中水泥:粉煤灰:压电陶瓷颗粒:导电介质颗粒的体积比优选为32:18:40:10。压电陶瓷颗粒选用粒径5mm-10mm的锆钛酸铅颗粒,导电介质颗粒选用粒径1mm-5mm 的乙炔炭黑。淤泥与自感知淤泥固化剂配比,确保添加自感知淤泥固化剂的淤泥与普通固化剂的淤泥无侧限抗压强度差别在20%以内,且含水率保持一致。

[0014] 压电淤泥固化土的制备,是将自感知淤泥固化剂和淤泥充分混合,将压电淤泥固化土注入埋置于原位的模具后,经高压电源进行极化后,制备得到的具有压电效应的淤泥固化土,所述自感知淤泥固化剂包括水泥、粉煤灰、压电陶瓷颗粒和导电介质。

[0015] 发明原理:在激振器的作用下,压电淤泥固化土由于压电效应,内部产生电荷运动,在固化土表面形成电压,但由于是动态荷载,电压会随时间减小直至为零,通过位移积分法,可以得出该段时间内由于压电效应产生的电荷大小,在同样的动态荷载作用下,电荷大小仅与压电应变常数有关。

[0016] 压电应变常数与场地内的含水率和无侧限抗压强度相关,但由于淤泥固化场地内,影响因素过多,无法给出精确表达式,需要通过曲线拟合的方式得出压电应变常数与场地内的含水率和无侧限抗压强度的关系。

[0017] 一般在14天时,淤泥固化后的无侧限抗压强度大约为28天时的80%,需要在14天对淤泥固化效果进行判定,对数据异常的测点需要采取相应的处置措施。

[0018] 本发明的有益效果在于:

[0019] (1) 本发明采取原位试验拟合测量曲线,可以针对各种场地的复杂情况给出较为准确的测量结果;

[0020] (2) 本发明可以判定单个测点或是数个测点的压电状态不完全,可以精确定位固化不完全的位置;

[0021] (3) 本发明对淤泥固化土固化全过程中可能出现的问题,可以有效地预警,做到防患于未然;

[0022] (4) 本发明可以长期对淤泥固化土进行实时监测,为未来淤泥固化土长期强度研究提供测量基础。

## 附图说明

- [0023] 下面结合附图对本发明做进一步详细说明。
- [0024] 图1为本发明实施例中拟合曲线求解流程图；
- [0025] 图2为推定含水率及无侧限抗压强度流程图；
- [0026] 图3为固化状态判断流程图；
- [0027] 图4为时间-无侧限抗压强度推定值曲线示例图。

## 具体实施方式

[0028] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式,熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效。

[0029] 实施例:

[0030] 一种淤泥固化原位测试评价办法,包括以下步骤:

[0031] (1) 选定5-10个测点,在测量过程中取土样进行室内试验,拟合该场地内压电淤泥固化土压电应变常数变化率与含水率及无侧限抗压强度曲线。

[0032] (2) 其余测点,每日采集一次,将数据储存在数据库服务器中。

[0033] (3) 14天时,对存在固化不完全可能性的测点,需要发出警告,采取相关措施。

[0034] (4) 28天时,对固化不完全的测点,需要发出警告,采取相关措施。

[0035] (5) 对原场地定期监测,如出现含水率增高或无侧限抗压强度降低的情况,及时预警。

[0036] 需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包含一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0037] 本发明的保护范围不限于具体实施方式所公开的技术方案,凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何修改、等同替换、改进等,均落入本发明的保护范围。

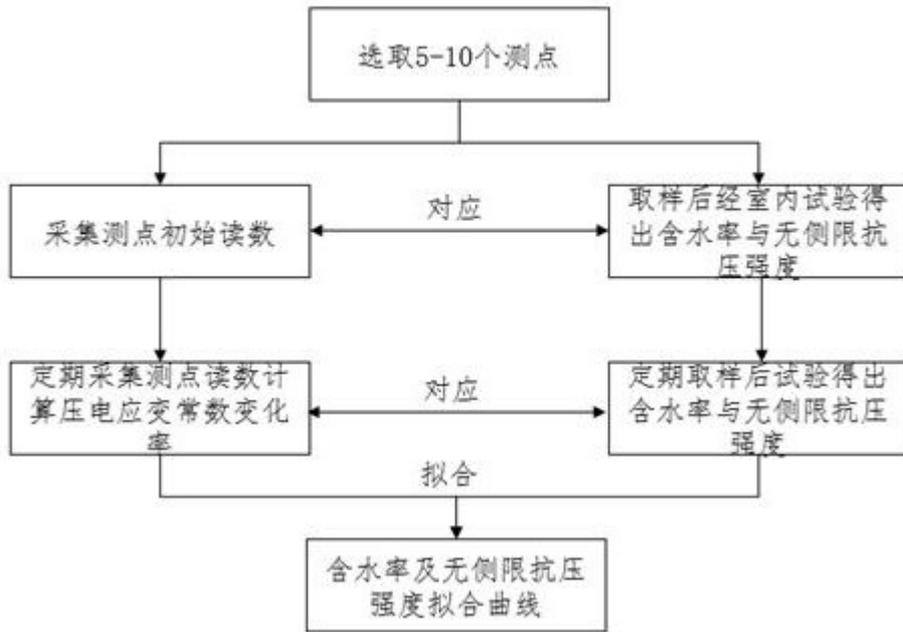


图1

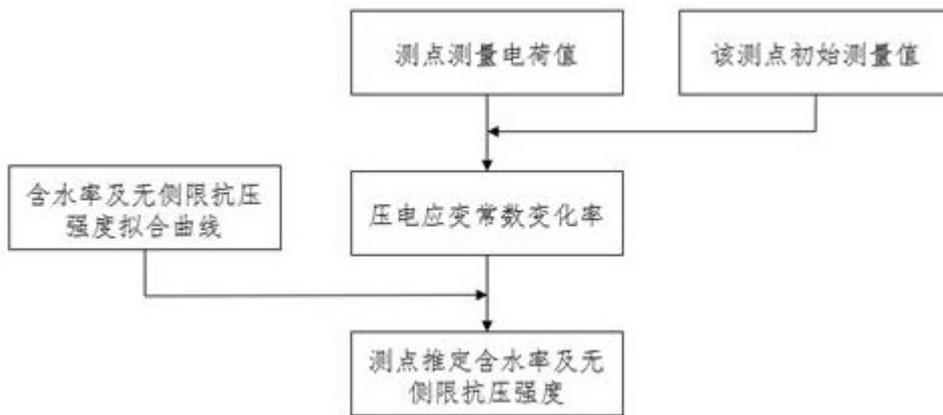


图2

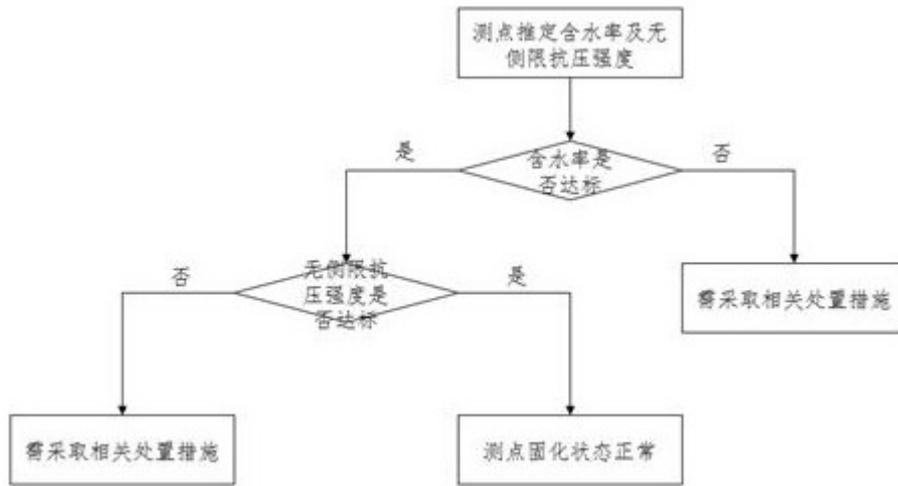


图3

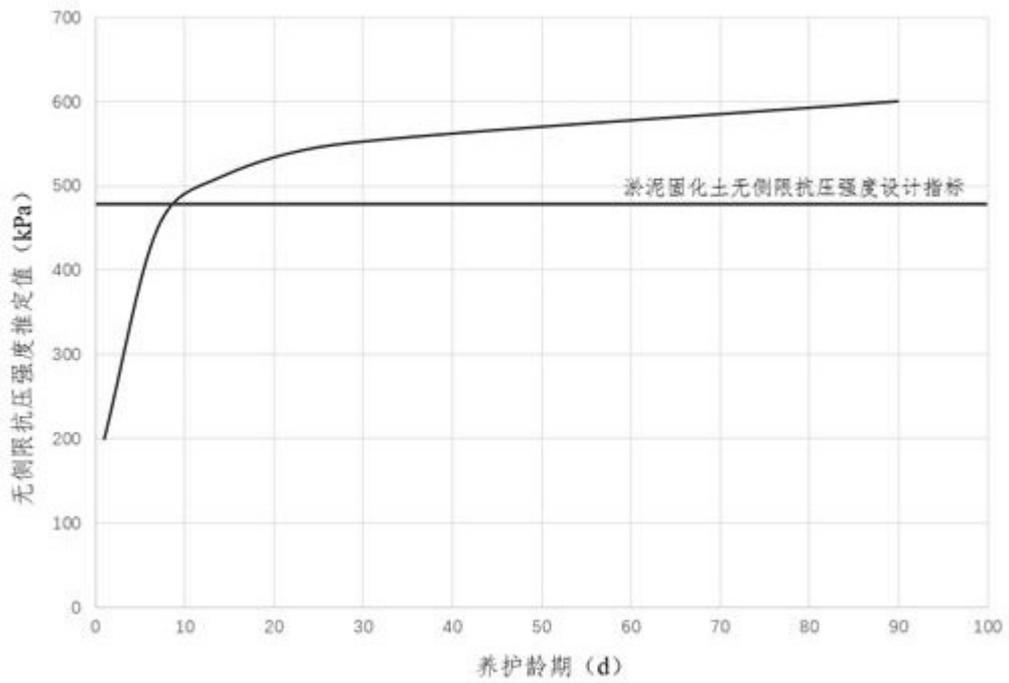


图4