



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105283742 B

(45)授权公告日 2018.09.04

(21)申请号 201480030500.8

(22)申请日 2014.05.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105283742 A

(43)申请公布日 2016.01.27

(30)优先权数据
2013-110668 2013.05.27 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.11.27

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/063845 2014.05.26

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/192697 JA 2014.12.04

(73)专利权人 国立研究开发法人海洋研究开发
机构
地址 日本神奈川

(72)发明人 坂口有人 阪口秀

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 李英

(51)Int.Cl.
G01L 1/00(2006.01)
G04B 14/28(2006.01)
G04B 26/14(2006.01)

(56)对比文件
JP 昭58-15672 A,1983.01.29,
JP 特開2008-286689 A,2008.11.27,
CN 102317361 A,2012.01.11,
US 20110232394 A1,2011.09.29,
US 20090272052 A1,2009.11.05,

审查员 刘利

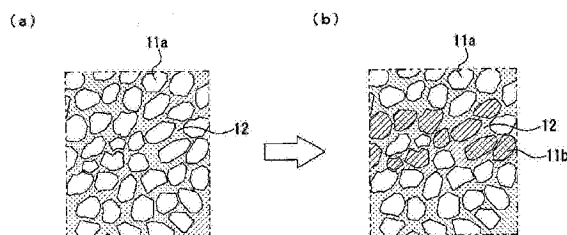
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

应力历史的测定方法和应力传感器

(57)摘要

本发明的目的是提供一种应力历史的测定方法和应力传感器,该测定方法可在宽的应力测定范围内容易且高精度地测定被测定对象物的应力历史。在本发明的应力历史的测定方法中,对于埋设有由多个方解石粒子形成的应力传感器、且受到外力能弹性变形的被测定对象物,基于被测定对象物受到外力后的、产生了双晶变形的方解石粒子的比例,测定被测定对象物经受的应力历史。应力传感器是通过树脂将多个方解石粒子在邻接的粒子之间互相接触的状态下固定而成。



1. 一种最大应力的测定方法,其特征在于,对于埋设有由多个方解石粒子形成的应力传感器、且受到外力能弹性变形的被测定对象物,基于该被测定对象物受到外力后的、产生了双晶变形的方解石粒子的比例,测定该被测定对象物经受的最大应力。

2. 权利要求1所述的最大应力的测定方法,其特征在于,作为方解石粒子,使用初始不具有双晶的方解石粒子。

3. 权利要求1或2所述的最大应力的测定方法,其特征在于,作为上述应力传感器,使用通过树脂将多个方解石粒子固定而成的应力传感器。

4. 权利要求1或2所述的最大应力的测定方法,其特征在于,以被测定对象物中的至少一部分区域作为检查对象区域,基于该检查对象区域中结晶面露出的多个方解石粒子中产生了双晶变形的方解石粒子的比例,推定作用于整个被测定对象物的最大应力。

5. 权利要求3所述的最大应力的测定方法,其特征在于,以被测定对象物中的至少一部分区域作为检查对象区域,基于该检查对象区域中结晶面露出的多个方解石粒子中产生了双晶变形的方解石粒子的比例,推定作用于整个被测定对象物的最大应力。

6. 一种应力传感器,其特征在于,其为在权利要求1至5的任一项所述的最大应力的测定方法中所使用的应力传感器,

通过树脂将多个方解石粒子固定而成,

方解石粒子的含有比例为60-80vol%。

应力历史的测定方法和应力传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及应力历史的测定方法和应力传感器。

背景技术

[0002] 现在,例如,作为混凝土中的内部应力的测定方法,利用预先设置成为标记和传感器的装置测定现有应力的方法(参照例如专利文献1),或者提取芯部,从回弹量和AE凯泽效应推定的方法(参照例如专利文献2)等。

[0003] 而且,实际情况是,在例如对于混凝土构造物,即使由于地震和龙卷风等自然灾害、高速交通工具的冲撞等事故而瞬间施加大的力,混凝土构造物自身在未达到破坏的情况下停留在弹性变形,此后,外力解除且弹性变形恢复的情况下,不能正确地得知混凝土构造物受到的力的大小和分布。

[0004] 在这样的情况下,可考虑例如通过进行利用模拟的推定,或者对预想重要的点提取芯部,通过对其进行声发射(AE测定)推定最大应力量,由此分析混凝土构造物的应力历史。然而,无论通过哪个方法也不能进行高可靠性的评价。即,存在下述问题,在利用模拟的推定方法中,原本突发地产生作用的外力的大小和方向在推测区域不出现,所以模拟结果更不明确。

[0005] 另外,AE测定是将芯部材料负载于力学试验机上,从其微小破坏声音的增加点推定先前的最大应力,所以在AE测定中,无法获得高精度。而且,在AE测定中,因为不知事件发生时的最大应力方向,不仅无法进行再现试验,而且由于是破坏检查,因此存在整个构造物中不能进行太多次检查等问题。

[0006] 另外,还可考虑通过在整个混凝土构造物中设置多个应变计,经常进行监控,由此分析混凝土构造物中的应力历史的方法。然而,这种方法对于通常的建筑物不实际,而且,在混凝土中埋入成为异物的传感器,由于会产生不均匀性,所以可成为破坏的原因。

[0007] 作为解决以上这样的问题的手段,本发明人提出了在被测定对象物中以粒子单位混入成为应力指标的合成方解石,对多个方解石粒子进行通过显微镜测定每一粒方解石粒子的双晶密度的操作,由此从得到的双晶密度的平均值推定施加于整个被测定对象物的应力的方法(参照专利文献3)。

[0008] 根据这样的测定方法,由于利用方解石结晶的特性,不需要维修,只是根据需要进行计测,因此是现实的。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:特开2004-101322号公报

[0012] 专利文献2:特开平11-295198号公报

[0013] 专利文献3:特许第4295334号公报

发明内容

[0014] 发明所要解决的课题

[0015] 然而,这样的方法在需要熟练的计测技术的基础上,需要对多个方解石粒子进行计测,非常耗费人工。

[0016] 另外,为了测定方解石粒子的双晶密度,需要方解石粒子中即使最低也要产生2对双晶。另外,在想要检测低应力的情况下,存在例如作为方解石粒子,需要使用例如结晶尺寸大于1mm的方解石粒子这样的关于结晶尺寸的制约。其原因为产生作用的外力越小,双晶间隔变得越宽。

[0017] 而且,实际情况是,大量合成结晶尺寸大于1mm的方解石粒子还残留有技术上的问题。

[0018] 本发明是基于上述情况而完成的,其目的是,提供一种应力历史的测定方法和应力传感器,该测定方法可在宽的应力测定范围内容易且高精度地测定被测定对象物中的应力历史。

[0019] 用于解决课题的手段

[0020] 本发明的应力历史的测定方法的特征在于,对于埋设有由多个方解石粒子形成的应力传感器、且受到外力能弹性变形的被测定对象物,基于该被测定对象物受到外力后的、产生了双晶变形的方解石粒子的比例,测定该被测定对象物经受的应力历史。

[0021] 在本发明的应力历史的测定方法中,作为方解石粒子,优选使用初始不具有双晶的方解石粒子。

[0022] 另外,在本发明的应力历史的测定方法中,作为上述应力传感器,优选使用通过树脂将多个方解石粒子固定而成的应力传感器。

[0023] 另外,在本发明的应力历史的测定方法中,以被测定对象物中的至少一部分区域作为检查对象区域,基于该检查对象区域中结晶面露出的多个方解石粒子中产生双晶变形的方解石粒子的比例,推定作用于整个被测定对象物的最大应力。

[0024] 本发明的应力传感器的特征在于,通过树脂将多个方解石粒子在邻接的粒子之间互相接触的状态下固定而成。

[0025] 发明效果

[0026] 根据本发明的应力历史的测定方法,即使在作用于被测定对象物的外力被解除后,由于只要测定残存的产生了双晶变形的方解石粒子的比例即可,所以谁都能够容易且高精度地测定被测定对象物的应力历史,例如最大应力。

[0027] 另外,由于只要能够确认有无双晶变形即可,所以只要是测定方解石粒子的双晶密度的方法,就不存在关于成为必要的方解石粒子的结晶尺寸的制约,因此,例如能够利用可大量生产的结晶尺寸的合成方解石粒子。

[0028] 另外,通过利用初始没有双晶变形的方解石粒子,可得到充分大的可测定范围,即使在例如作用于被测定对象物的应力低的情况下,也可测定该应力历史。另外,在测定应力没有作用的部分的情况下,由于完全不用计算双晶,所以能得到高效率。

[0029] 另外,作为应力传感器,通过利用树脂将多个方解石粒子在邻接的粒子之间互相接触的状态下固定而成,可以说通过使用方解石粒子的聚集体,能够在被检查面中确保测定所需要数量的方解石粒子,因此能够获得高可靠性的测定结果,同时测定自身也能够容易进行。

附图说明

[0030] 图1是显示本发明的应力传感器的一个例子的说明图。(a)是显示整体构成的概况的立体图,(b)是显示粒子结构的示意图。

[0031] 图2是显示通过外力作用,在方解石粒子中产生双晶变形的状态的概念图。

具体实施方式

[0032] 以下,对本发明的实施方式进行详细说明。

[0033] 本发明的应力历史的测定方法涉及的被测定对象物,例如是作为以水泥为主体的复合材料的、包含混凝土的产品或构造物,在该被测定对象物中埋设有多个方解石粒子形成的应力传感器。

[0034] 图1是显示本发明的应力传感器的一个例子的说明图。(a)是显示整体构成的概况的立体图,(b)是显示粒子结构的示意图。

[0035] 该应力传感器10按如下构成。多个方解石粒子(单晶)11通过粘结剂树脂12固定为例如长方体状而构成,在方解石粒子11中可见到晶粒支持组织。即,在该应力传感器10中,为邻接的方解石粒子互相接触或邻近,粒子间保持有组织的状态。

[0036] 构成应力传感器10的粘结剂树脂12只要具有如下特性就不特别限制。

[0037] (A) 固化前具有流动性。

[0038] (B) 伴随固化的体积收缩率小。

[0039] (C) 固化后可得到高硬度,例如比被测定对象物高的强度。

[0040] 作为这种树脂,例如可例示环氧树脂,具体为超低粘度环氧树脂“E205”(株式会社二力制)等。

[0041] 作为方解石粒子11,只要是确认了双晶变形的有无(初期状态)的方解石粒子,不管是天然的(包括经受过某种应力事件的),还是人工合成的,哪一种都可以,但优选初始不具有双晶变形的。作为方解石粒子11,在使用不具有双晶变形的,例如合成方解石粒子的情况下,由于检测产生了双晶变形的方解石粒子的比例的测定原理上的理由,能够得到充分大的测定范围。因此,例如即使是数MPa左右的低应力也可测定。另外,在测定应力没有作用的部分的情况下,由于完全不用计算双晶,所以能得到高效率。

[0042] 方解石粒子11的粒径(结晶尺寸),优选在例如60 μm 以上、2000 μm 以下的范围内,具体是200 μm 左右。该粒径是与例如作为混凝土的细骨料的沙粒的粒径同等的大小。在此,“方解石粒子的粒径”是指与最大投影面外接的长方形的短径。

[0043] 在方解石粒子11的粒径过大的情况下,例如大于作为混凝土的细骨料的沙粒时,存在方解石粒子不是作为应力计,而是作为躯体的支持部自身发挥功能这样的问题。另一方面,在方解石粒子11的粒径过小的情况下,存在计测困难这样的问题。

[0044] 方解石粒子11的含有比例,优选例如为60~80vol%。由此,例如,能够成为在检查对象区域中的测定截面存在300个以上例如粒径为200 μm 的方解石粒子的状态,能够确实进行高可靠性的预期的应力测定(检查)。

[0045] 上述的应力传感器10可按如下操作进行制作。

[0046] 即,在常温常压下将规定量的方解石粒子11填充在模内,接着,在真空或减压下在

该模内填充粘结剂树脂12。然后,通过在大气压下使粘结剂树脂12固化,可得到上述的应力传感器10。

[0047] 该应力传感器10,通过粘结剂树脂12将多个方解石粒子11在邻接的粒子之间互相接触或邻近的状态下固定而成,可以说是作为方解石粒子的聚集体而构成。因此,根据该应力传感器10,能够在被检查面中确保测定所需要的数量的方解石粒子,所以能够得到高可靠性的测定结果,同时测定自身能够容易进行。

[0048] 在使用上述的应力传感器10的应力历史的测定中,例如混凝土产品或混凝土构造物自身在未达到破坏的情况下,施加产生弹性变形程度的、包括剪切力的外力作用时,如图2所示,对应于该外力的大小,在方解石粒子的特定的结晶面形成双晶。方解石粒子中形成的双晶在外力解除,被测定对象物的弹性变形恢复后也不会消失,所以可以说方解石粒子作为微应力计发挥功能。在此,图2(a)显示了初期状态,图2(b)显示了外力解除后的状态。方解石粒子的双晶变形不是在所有的方解石粒子中都产生,而是不产生双晶变形的方解石粒子11a与产生了双晶变形的方解石粒子11b混合存在。

[0049] 而且,本发明人反复锐意研究的结果,判明了从例如数MPa左右的低应力到至少相当于普通混凝土的破坏强度(例如36MPa左右)的应力范围,产生双晶变形的方解石粒子11的比例随产生作用的外力的增大成比例地增加,换句话说,产生双晶变形的方解石粒子11的比例与产生作用的外力的大小成线性关系。

[0050] 此外,对于已经经受过某种应力事件的方解石粒子,判明了在受到所经历的应力以上的应力时,产生了双晶变形的方解石粒子的数量增加。

[0051] 因此,通过测定产生了双晶变形的方解石粒子的比例,能够测定混凝土产品或混凝土构造物所经受的应力历史,例如最大应力。

[0052] 对应力历史的测定方法的一个例子进行具体说明,首先,在上述的应力传感器10被埋设于被测定对象物中的情况下,将应力传感器10从被测定对象物中取出,选定应力传感器10表面的一部分作为检查对象区域。另一方面,在上述的应力传感器10被埋置于被测定对象物表面的情况下,不将应力传感器10从被测定对象物取出,选定应力传感器10表面的一部分作为检查对象区域。

[0053] 然后,通过对检查对象区域的表面研磨,使多个方解石粒子的结晶面露出,作为检查面。在此,不特别限定一个检查对象区域的大小,可根据目的适当地设定。

[0054] 接着,通过例如光学显微镜扫描整个检查面,通过对结晶面露出的方解石粒子进行图像分析,确认方解石粒子中有无双晶,计算出在规定大小的检查对象区域内存在的多个方解石粒子中产生了双晶变形的方解石粒子的比例。由于例如伴随着方解石粒子的晶格变形折射率或反射率发生变化,所以能够容易判断方解石粒子有无双晶。另外,通过检测外力作用前(初期状态)和外力作用后该外力被解除之后的整个应力传感器10的透光率的变化,也能够计算出产生了双晶变形的方解石粒子的比例。

[0055] 而且,如上所述,在规定大小的检查对象区域内存在的、产生了双晶变形的方解石粒子的比例有随着外力变大而增加的趋势,所以基于产生了双晶变形的方解石粒子的比例,能够推定整个被测定对象物受到的应力的绝对值及分布。

[0056] 而且,根据这样的应力历史的测定方法,即使在作用于被测定对象物的外力解除后,由于只要测定残存的产生了双晶变形的方解石粒子的比例即可,所以谁都能够容易且

高精度地测定被测定对象物的应力历史,例如最大应力。

[0057] 另外,由于只要能够确认方解石粒子中有无双晶变形即可,所以只要是测定方解石粒子的双晶密度的方法,就不存在关于成为必要的方解石粒子的结晶尺寸的制约,因此,能够利用例如可大量生产的结晶尺寸的合成方解石粒子。

[0058] 另外,通过利用初始没有双晶变形的方解石粒子,可得到充分大的可测定范围,因此,例如即使在作用于被测定对象物的应力小的情况下,也可测定应力历史。另外,在测定应力没有作用的部分的情况下,由于完全不用计算双晶,所以能得到高效率。

[0059] 以下,为了证实本发明的效果,示出了所进行的实验例。

[0060] <实验例1>

[0061] 将不具有双晶变形的单晶的合成方解石粒子约0.5g填充于5mm×5mm×10mm的长方体状的具有空腔的成形模内。在此,方解石粒子的粒径(结晶尺寸)为200 μ m,方解石粒子的含有比例为约70vol%。接着,将该成形模收容于真空装置内,在真空下使环氧树脂“E205”(株式会社二千万力制)浸透于方解石粒子的间隙部。真空度设为1kPa以下。之后,通过返回大气压,将方解石粒子间残留的气泡压碎,通过在不存在空隙的状态下于大气压常温环境下放置24小时,使环氧树脂固化,由此,制作了本发明的应力传感器的试件。

[0062] 在该试件中,在将光学显微镜的视野区域设为 ϕ 10mm大小时,在该视野区域内,为存在300个以上方解石粒子的状态,可在方解石粒子中看到晶粒支持组织。

[0063] 另外,除了关于试样尺寸的规定以外,通过按照JIS 1108(混凝土压缩强度的试验方法)的单轴压缩试验,在测定试件的压缩强度时,试件的压缩强度为约37MPa。

[0064] 按上述操作所得到的试件在无负荷状态下具有双晶变形的方解石粒子的比例基本上是0%。方解石粒子有无双晶变形的确认按如下进行,将试件的一部分区域作为检查对象区域,通过研磨表面使多个方解石粒子的结晶面露出,利用光学显微镜观察方解石粒子的结晶面。

[0065] 然后,适当变更对该试件的载荷,进行与上面同样的单轴压缩试验,在调查相对于载荷大小产生了双晶变形的方解石粒子的比例时,在使试件的压缩强度的41%的载荷(15MPa)作用时,产生了双晶变形的方解石粒子的比例是18%。另外,在使试件的压缩强度的55%的载荷(20MPa)作用时,产生了双晶变形的方解石粒子的比例为27%,在使试件的压缩强度的100%的载荷(37MPa)作用时,产生了双晶变形的方解石粒子的比例是44%。

[0066] 根据以上的结果,确认了对应于所作用的载荷的增大,双晶粒子的比例增加。

[0067] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但本发明并不限于上述实施方案,能够增加各种变化。

[0068] 例如,在本发明的应力历史的测定方法中,作为应力传感器,也可以利用在被测定对象物的构成材料中混入的方解石粒子自身。例如,在将以水泥为主体的复合材料,例如混凝土作为被测定对象物的情况下,可以预先用方解石粒子替换骨料(例如砂)的一部分,以分散状态混入。

[0069] 另外,在上述的实施例中,应力传感器的形状不限于长方体状,可根据目的适当变更。应力传感器的形状例如可为球形状,在这样的情况下,可作为相对于应力的方向没有各向异性的传感器来构成。

[0070] 产业上的可利用性

[0071] 本发明可适合用于例如水坝和发电站等经常产生应力的构造物、小桥和港湾的防波堤或公寓等小规模的结构物等混凝土构造物。

[0072] 特别是,在小规模的结构物受到非破坏程度的力之后,进行该结构物受到的损害的定量评价的情况下,本发明是有用的。具体而言,例如在小规模的结构物受到地震烈度为5以上或6这样的地震造成的摇晃之后,检查该结构物是否保持规定强度的情况下、监控伴随着结构物自身劣化的局部性的应力集中的情况下等,通过利用本发明,可期待安全评价的提高。

[0073] 另外,例如在进行混凝土构造物,特别是配置钢筋而成的混凝土构造物的强度评价的情况下,根据本发明,由于能够测定混凝土自身的强度,因此不仅可期待能够对配置钢筋的方法是否适当进行合理的评价,而且可期待能够对包括混凝土的材质自身是否适当进行合理的评价。

[0074] 附图标记

[0075] 10 应力传感器

[0076] 11 方解石粒子

[0077] 11a 不产生双晶变形的方解石粒子

[0078] 11b 产生了双晶变形的方解石粒子

[0079] 12 粘结剂树脂

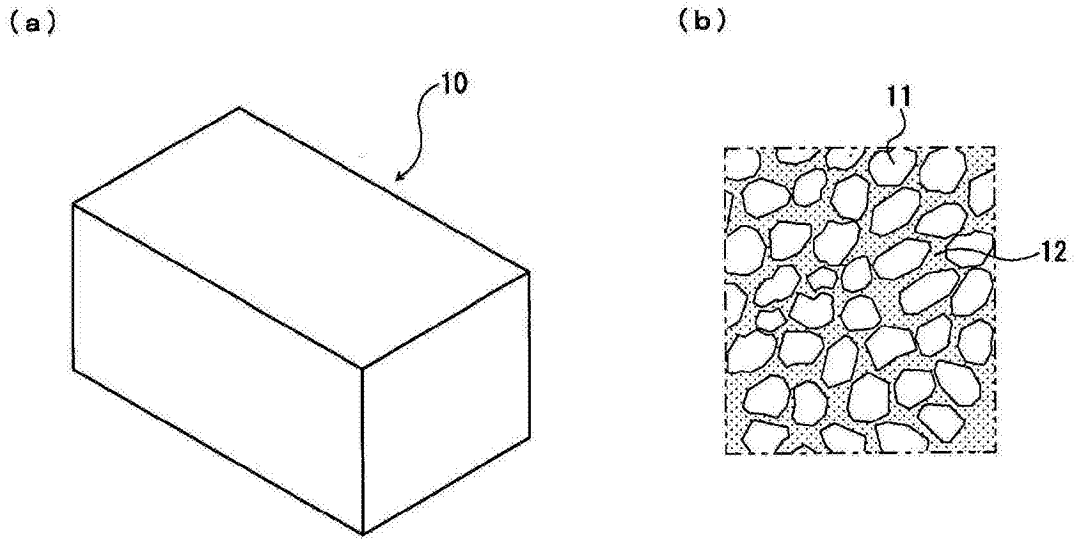


图1

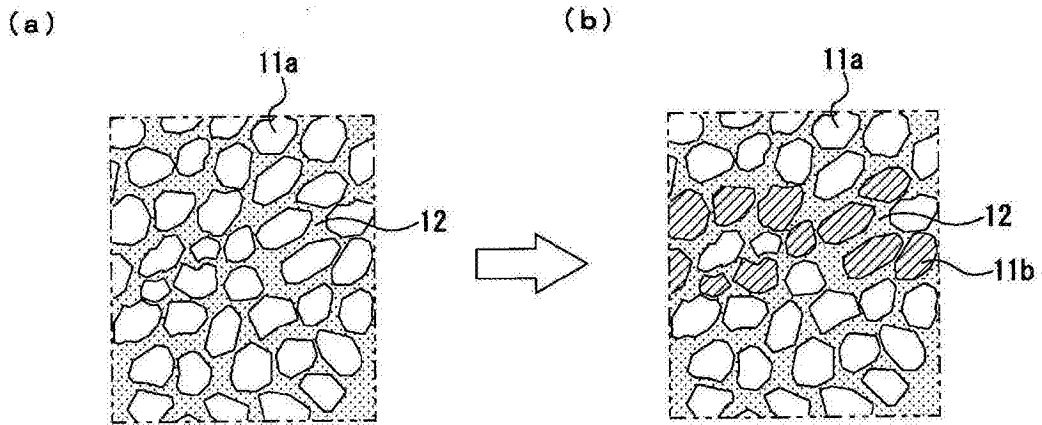


图2