(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107063968 B
(45)授权公告日 2023.06.13

(21)申请号 201710302148.4

(22)申请日 2017.05.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107063968 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(73)专利权人 三峡大学
地址 443002 湖北省宜昌市大学路8号

(72)发明人 刘刚 童富果 程庆超 孟永东 薛松

(74)专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所 42103
专利代理师 成钢

(51)Int.Cl.
G01N 15/08(2006.01)

(56)对比文件
CN 203376229 U,2014.01.01
JP 2005112708 A,2005.04.28

审查员 黄俞

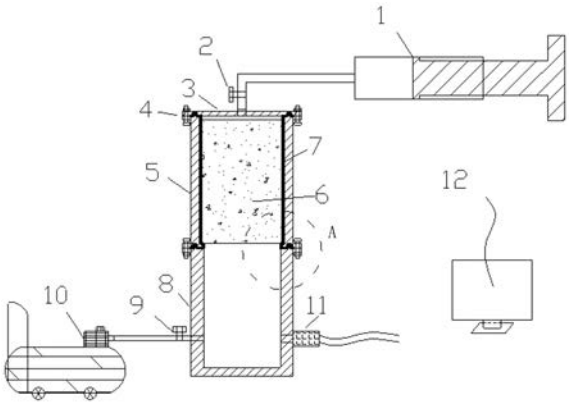
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

混凝土气体渗透性测试装置及方法

(57)摘要

本发明提供一种混凝土气体渗透性测试装置及方法，该装置包括活塞容器和放置样本的样本容器，样本容器上端连接顶盖，活塞容器通过导管以及进气阀门与顶盖连接，样本容器下端开口，样本外周套有乳胶膜，所述样本容器下端与气容器连接，气容器一侧通过导管与真空泵连接，气容器与真空泵之间设置气动阀门，气容器另一侧连接压强变送器，所述压强变送器与计算机连接。利用该装置可以实现对混凝土的气体渗透性试验，解决现有仪器无法控制气体体积以及密封性的技术问题。



CN 107063968 B

1.一种混凝土气体渗透性测试装置,包括活塞容器(1)和放置样本(6)的样本容器(5),样本容器(5)上端连接顶盖(3),活塞容器(1)通过导管以及进气阀门(2)与顶盖(3)连接,其特征在于:样本容器(5)下端开口,样本(6)表面刷一层薄膜水,样本(6)外周套有乳胶膜(7),所述样本容器(5)下端与气容器(8)连接,气容器(8)一侧通过导管与真空泵(10)连接,气容器(8)与真空泵(10)之间设置气动阀门(9),气容器(8)另一侧连接压强变送器(11),所述压强变送器(11)与计算机连接(12)。

2.根据权利要求1所述的混凝土气体渗透性测试装置,其特征在于:所述乳胶膜(7)上下均超出样品(6)边缘,所述乳胶膜(7)上面超出部分置于顶盖(3)与样本容器(5)之间,乳胶膜(7)的下面超出部分置于样本容器(5)与气容器(8)之间。

3.根据权利要求1所述的混凝土气体渗透性测试装置,其特征在于:所述样本(6)高度低于样本容器(5)。

4.根据权利要求3所述的混凝土气体渗透性测试装置,其特征在于:所述样本(6)上端与顶盖(3)下端的距离为5mm。

5.根据权利要求1所述的混凝土气体渗透性测试装置,其特征在于:所述样本容器(5)、样本(6)、气容器(8)为圆柱型。

6.根据权利要求1所述的混凝土气体渗透性测试装置,其特征在于:所述样本容器(5)和气容器(8)采用透明PVC材料。

7.根据权利要求1至6任一项所述的混凝土气体渗透性测试装置的测试方法,其特征在于包括以下步骤:

1)准备

a、注入气体,首先将连接于顶盖(3)的进气阀门(2)和活塞容器(1)取下,打开进气阀门(2),推动活塞杆把活塞容器(1)内气体排出,然后利用压强罐与活塞容器(1)的导气管连接,将测试气体注入活塞容器(1)中,关闭进气阀门(2),最后再将导管连接于样本容器(5)的顶盖(3);

b、测定气容器(8)体积V,测量气容器(8)高度和底板直径,计算得到气容器(8)体积,或者通过在恒定温度下气容器(8)装满水,通过测量气容器(8)装水前后的重量差得出气容器(8)的体积;

c、检测气密性,将混凝土气体渗透性测试装置按照要求连接,关闭进气阀门(2),用真空泵(10)将气容器(8)抽成真空,关闭气动阀门(9),若混凝土气体渗透性测试装置内压强在一小时无上升,进行下一步试验,否则,用肥皂水检测各部件连接处找出漏气点,重新连接;

2)测试混凝土的气体渗透性;

3)结束试验,待气容器(8)气压升高为初始气压的1/2时,停止试验。

8.根据权利要求7所述的混凝土气渗透性测试装置的测试方法,其特征在于:步骤2)中,装填样本时,首先在样本(6)表面刷一层薄膜水,然后将乳胶膜(7)套在样本(6)上。

9.根据权利要求7所述的混凝土气渗透性测试装置的测试方法,其特征在于:步骤2)中,开始试验后,关闭进气阀门(2),利用真空泵(10)将气容器(8)抽成真空,关闭气动阀门(9)后气容器(8)内压强稳定时间超过1小时后,通过压强变送器(11)记录容器内的初始压强P_0,然后打开进气阀门(2),通过计算机(12)实时记录气容器内压强值P。

10.根据权利要求9所述的混凝土气渗透性测试装置的测试方法，其特征在于：利用样本(6)断面面积A，样本(6)长度L，t时刻压强，初始压强，重力加速度g，理想气体常数R，绝对温度T，气容器(8)体积V，气体摩尔质量M，采用达西定律计算样本(6)的气体渗透系数 $K=10^{-3}\times\frac{V\times M}{R\times T}\times\frac{g\times L}{A\times t}\times\ln\left(\frac{-p}{-p_0}\right)$。

混凝土气体渗透性测试装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及混凝土渗透性测试技术领域，特别涉及一种混凝土气体渗透性测试装置及方法。

背景技术

[0002] 混凝土是一种复杂的多孔材料，是一种渗透体。混凝土的许多性能在一定程度上都与混凝土的孔体积、孔结构和渗透性有关。渗透性作为评价水工混凝土耐久性的一项重要指标，主要包括水渗透性和气渗透性。水渗透性作为侵蚀性介质(Cl^-、SO_4^{2-}等)的主要传输媒介，是评价混凝土渗透性的主要指标。气渗透性主要包括CO_2等气体对混凝土结构的碳化影响，也是评价混凝土渗透性的重要指标。

[0003] 众多研究表明，对于普通混凝土，可以以水作为渗透介质进行快速渗透性试验，进而建立水渗透性与碳化性能之间的关系模型。而对于高性能混凝土，由于水胶比低以及活性掺合料的作用，其渗透性很小，基本上不透水(抗渗等级常常达S40以上)，因此，常用的水渗透性试验方法已经无法量测高性能混凝土的渗透性。目前，国际上通常采用氯离子电导法或气体渗透法来测定高性能混凝土的渗透性，与氯离子电导法相比，气体渗透法具有准确反映微细孔结构及不受混凝土孔液化学成分影响的优点。然而由于气体渗透法对于测试时的密封性及气体体积的控制要求较高，很多现有的装置无法满足测试要求，从而导致对混凝土的气体渗透性试验研究方面相对不足。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种混凝土气体渗透性测试装置及方法，以实现对混凝土的气体渗透性试验，解决现有仪器无法控制气体体积以及密封性的技术问题。

[0005] 为解决上述技术问题，本发明所采用的技术方案是：一种混凝土气体渗透性测试装置，包括活塞容器和放置样本的样本容器，样本容器上端连接顶盖，活塞容器通过导管以及进气阀门与顶盖连接，样本容器下端开口，样本外周套有乳胶膜，所述样本容器下端与气容器连接，气容器一侧通过导管与真空泵连接，气容器与真空泵之间设置气动阀门，气容器另一侧连接压强变送器，所述压强变送器与计算机连接。

[0006] 优选的方案中，所述乳胶膜上下均超出样品边缘，所述乳胶膜上面超出部分置于顶盖与样本容器之间，乳胶膜的下面超出部分置于样本容器与气容器之间。

[0007] 优选的方案中，所述样本高度低于样本容器。

[0008] 进一步的，所述样本上端与顶盖下端的距离为5mm。

[0009] 优选的方案中，所述样本容器、样本、气容器为圆柱型。

[0010] 优选的方案中，所述样本容器和气容器采用透明PVC材料。

[0011] 相应的，本发明还提供上述混凝土气体渗透性测试装置的测试方法，包括以下步骤：

[0012] 1)准备

[0013] a、注入气体，首先将连接于样本容器顶盖的进气阀门与活塞容器取下，打开进气阀门，推动活塞杆把活塞容器内气体排出，然后利用压强罐与活塞容器的导气管连接，将测试气体注入活塞容器中，关闭进气阀门，最后再将导管连接于样本容器的顶盖；

[0014] b、测定气容器体积V，测量气容器高度和底板直径，计算得到容器体积，或者通过在在恒定温度下气容器装满水，通过测量气容器装水前后的重量差得出气容器的体积；

[0015] c、检测气密性，将混凝土气渗透性测试装置按照要求连接，关闭进气阀门，用真空泵将气容器抽成真空，关闭气动阀门，若混凝土气渗透性测试装置内压强在一小时无上升，进行下一步试验，否则，用肥皂水检测各部件连接处找出漏气点，重新连接；

[0016] 2)测试混凝土的气体渗透性；

[0017] 3)结束试验，待气容器气压升高为初始气压的1/2时，停止试验。

[0018] 优选的方案中，步骤2)中，装填样本时，首先在样本表面刷一层薄膜水，然后将乳胶膜7套在样本上。

[0019] 进一步的，步骤2)中，开始试验后，关闭进气阀门，利用真空泵将气容器抽成真空，关闭气动阀门气容器内压强稳定时间超过1小时后，通过压强变送器记录容器内的初始压强P_0，然后打开进气阀门，通过计算机实时记录气容器内压强值P。

[0020] 更进一步的，利用样本断面面积A，样本长度L，t时刻压强P，初始压强P_0，重力加速度g，理想气体常数R，绝对温度T，气容器体积V，气体摩尔质量M，采用达西定律计算样本的气体渗透系数$K=10^{-3}\times\frac{V\times M}{R\times T}\times\frac{g\times L}{A\times t}\times\ln\left(\frac{-p}{-p_0}\right)$。

[0021] 本发明提供的提供的一种混凝土气体渗透性测试装置及方法，与现有技术相比，具有以下优点和效果：

[0022] 1、采用负压抽气的方式进行试验，解决了注气加压方式对混凝土赝样本与乳胶膜间的密封难度，只需在混凝土样本表面涂刷一层薄膜水(水的粘滞性相对气粘滞性较大)，并利用负压的吸力将混凝土样本与乳胶膜紧密连接，不需要涂抹其他材料密封；

[0023] 2、采用渗透试验过程中气体质量守恒原理，不需考虑压强对气体密度的影响；

[0024] 3、采用封闭容积变气压梯度的试验方法，类似于混凝土水渗透性测试的变水头测试方法，不仅具有缩短试验周期和节约成本的优点，而且排除了以往利用恒定气压梯度测试时，补充气压力时外界因素的干扰；

[0025] 4、本发明即可对不同类型气体混合物试验也可对其中一种气体进行试验，只需将活塞容器中气体换成单一气体(如CO_2等)即可，其操作方式简便快捷；

[0026] 5、本发明能够通过压强变送器及计算机采集程序实时监测气容器内气压变化，以实现混凝土渗透系数的实时转换，更加真实的反映了气体渗透过程。

附图说明

[0027] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0028] 图1是本发明的整体结构示意图。

[0029] 图2是本发明A位置的放大示意图。

[0030] 图中：活塞容器1，进气阀门2，顶盖3，螺栓4，样本容器5，样本6，乳胶膜7，气容器8，气动阀门9，真空泵10，压强变送器11，计算机12。

具体实施方式

[0031] 如图1～2中，一种混凝土气体渗透性测试装置，包括活塞容器1和放置样本6的样本容器5，样本容器5上端连接顶盖3，活塞容器1通过导管以及进气阀门2与顶盖3连接，其特征在于：样本容器5下端开口，样本6外周套有乳胶膜7，所述样本容器5下端与气容器8连接，气容器8一侧通过导管与真空泵10连接，气容器8与真空泵10之间设置气动阀门9，气容器8另一侧连接压强变送器11，所述压强变送器11与计算机连接12。

[0032] 样本容器5和顶盖3以及样本容器5和气容器8通过螺栓4连接。

[0033] 所述样本容器5和气容器8采用透明PVC材料。强度可以得到满足，而且便于观察。

[0034] 优选的方案中，所述乳胶膜7上下均超出样品6边缘，所述乳胶膜7上面超出部分置于顶盖3与样本容器5之间，乳胶膜7的下面超出部分置于样本容器5与气容器8之间，通过螺钉4压紧。不仅可以将乳胶膜7压紧，而且乳胶膜7对样本容器5与顶盖3的连接处以及样本容器5与气容器8的连接处起到密封作用。

[0035] 优选的方案中，所述样本6高度低于样本容器5。

[0036] 所述样本6上端与顶盖3下端的距离为5mm。使得渗气试验中，气体能均匀分布于混凝土样本6顶面。

[0037] 优选的方案中，所述样本容器5、样本6、气容器8为圆柱型。加工制作比较简单。

[0038] 具体的操作方法包括以下步骤：

[0039] 1)准备

[0040] a、注入气体，首先将连接于顶盖3的进气阀门2和活塞容器1取下，打开进气阀门(2)，推动活塞杆把活塞容器1内气体排出，然后利用压强罐与活塞容器1的导气管连接，将测试气体注入活塞容器1中，关闭进气阀门2，最后再将导管连接于样本容器5的顶盖3；

[0041] b、测定气容器8体积V，测量气容器8高度和底板直径，计算得到气容器8体积，或者通过在在恒定温度下气容器8装满水，通过测量气容器8装水前后的重量差得出气容器8的体积；

[0042] c、检测气密性，将混凝土气体渗透性测试装置按照要求连接，关闭进气阀门2，用真空泵10将气容器8抽成真空，关闭气动阀门9，若混凝土气体渗透性测试装置内压强在一小时无上升，进行下一步试验，否则，用肥皂水检测各部件连接处找出漏气点，重新连接；

[0043] 2)测试混凝土的气体渗透性

[0044] 3)结束试验，待气容器8气压升高为初始气压的1/2时，停止试验。

[0045] 优选的，步骤2)中，装填样本时，首先在样本6表面刷一层薄膜水，然后将乳胶膜7套在样本6上。水的粘滞性相对气粘滞性较大，可以保证乳胶膜7紧贴在样本6表面。

[0046] 优选的，步骤2)中，开始试验后，关闭进气阀门2，利用真空泵10将气容器8抽成真空，关闭气动阀门9后气容器8内压强稳定时间超过1小时后，通过压强变送器11记录容器内的初始压强P_0；然后打开进气阀门2，通过计算机12实时记录气容器内压强值P。

[0047] 进一步的，计算样本6的气体渗透系数。

[0048] 因其气体体积流动过程中随压强的变化而发生改变，而气体质量的流入和流出是相等的。因此本方法采用气体的质量变化作为测试依据。可将测试过程中任意时刻t监测的气容器8压强记为P，经过时间dt后，容器中压强升高dP，则dt时间内从试样流入气容器8的气体物质的量与质量分别为：

[0049] $$dn=\frac{V}{R\times T}dp$$

[0050] $$dm_e=\frac{V\times M}{R\times T}dp$$

[0051] 式中:R为理想气体常数8.314J/mol·k;T表示绝对温度,T=摄氏温度+273.15,单位:k;V表示气容器8体积,单位:m^3;M表示气体摩尔质量,单位:g/mol;dn表示增加物质的量,单位:mol;表示增加质量,单位:g。

[0052] 根据达西定律,dt时间内从活塞容器1流入样本6的气体质量为:

[0053] $$dm_o=(K\times i\times A)dt=\left(10^3\times K\times\frac{-p/g}{L}\times A\right)dt$$

[0054] 式中:A表示样本6的断面面积,单位:m^2;L表示样本6长度,单位:m;P表示t时刻压强,因监测压强为负压,则压强梯度需在符号P前添加负号,单位:N/m^2;g表示重力加速度,单位:N/kg。

[0055] 根据连续性原理,应当有$dm_e=dm_0$,即得到

[0056] $$\frac{V\times M}{R\times T}dp=\left(10^3\times K\times\frac{-p/g}{L}\times A\right)dt$$

[0057] 公式两边积分,其中初始条件气压为P_0

[0058] $$K=10^{-3}\times\frac{V\times M}{R\times T}\times\frac{g\times L}{A\times t}\times\ln\left(\frac{-p}{-p_0}\right)$$

[0059] 上述的实施例仅为本发明的优选技术方案,而不应视为对于本发明的限制,本发明的保护范围应以权利要求记载的技术方案,包括权利要求记载的技术方案中技术特征的等同替换方案为保护范围。即在此范围内的等同替换改进,也在本发明的保护范围之内。

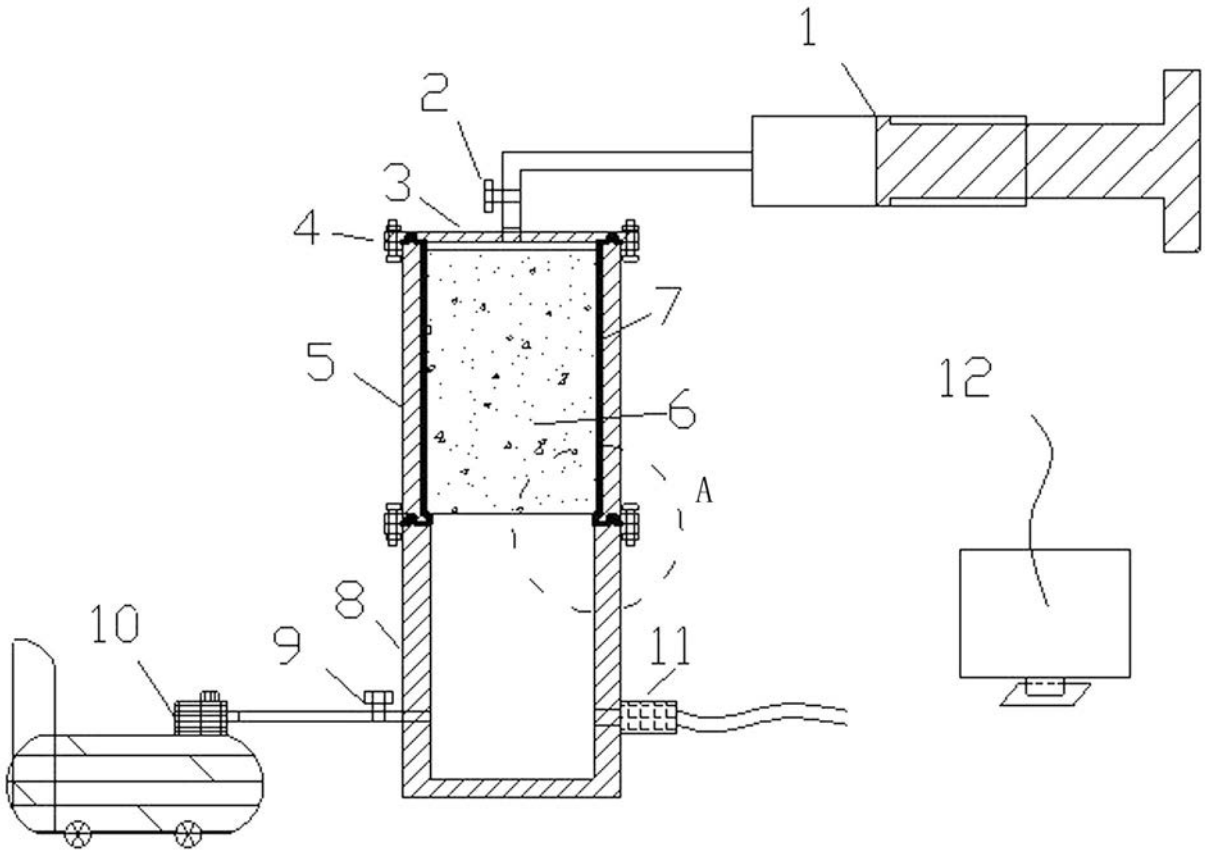


图 1

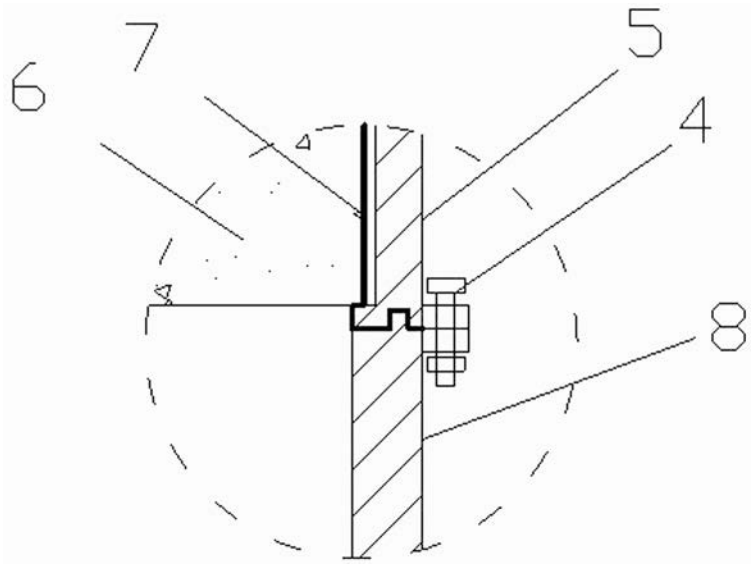


图 2