(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109444391 B
(45)授权公告日 2020.07.31

(21)申请号 201811549786.7
(22)申请日 2018.12.18
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109444391 A
(43)申请公布日 2019.03.08
(73)专利权人 北京科技大学
地址 100083 北京市海淀区学院路30号
(72)发明人 刘娟红 杨海涛 纪洪广 周晓敏 张月征 由爽
(74)专利代理机构 北京金智普华知识产权代理有限公司 11401
代理人 皋吉甫
(51)Int.Cl.
G01N 33/44(2006.01)
G01N 5/02(2006.01)

审查员 高自强

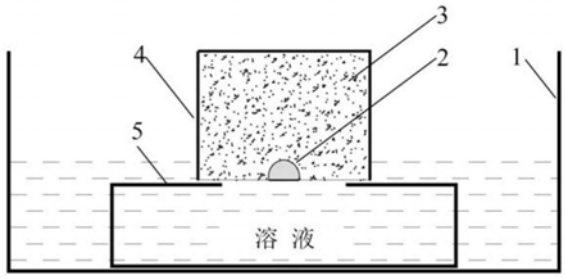
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种硬化水泥浆中高吸水性树脂再膨胀率的测量方法

(57)摘要

本发明提供了一种硬化水泥浆中高吸水性树脂再膨胀率的测量方法。首先将容器管置于玻璃板上，将单颗粒高吸水性树脂置于容器管中央，然后浇筑已拌合好的水泥浆；用胶带将硬化水泥浆表面覆盖，仅暴露单颗粒高吸水性树脂位置；随后将试样浸泡在测试溶液中。通过测定浸泡前后含单颗粒高吸水性树脂试样的质量差，计算再膨胀后增加的体积，从而获得单颗粒高吸水性树脂的再膨胀率。该方法简单有效，可用于研究硬化水泥浆中单颗粒高吸水性树脂的再膨胀行为，有助于研究水泥浆组成、环境溶液性质、单颗粒高吸水性树脂类型等因素对单颗粒高吸水性树脂再膨胀行为的影响，也可用于预测一定组成水泥浆中单颗粒高吸水性树脂在特定环境中的裂缝愈合效果。



CN 109444391 B

1.一种硬化水泥浆中高吸水性树脂再膨胀率的测量方法,所述测量方法为:首先将容器管置于玻璃板上,将单颗粒高吸水性树脂置于容器管中央,然后浇筑已拌合好的水泥浆;用胶带将硬化水泥浆表面覆盖,仅暴露单颗粒高吸水性树脂位置;随后将试样浸泡在测试溶液中,通过测定浸泡前后含单颗粒高吸水性树脂试样的质量差,计算单颗粒高吸水性树脂再膨胀后增加的体积,从而获得单颗粒高吸水性树脂的再膨胀率,其特征在于,所述测量方法具体包括以下步骤如下:

S1:首先将容器管置于玻璃板上,再称取一定质量的单颗粒高吸水性树脂,将称取的单颗粒高吸水性树脂置于容器管内部的中央;

S2:将预拌好的水泥浆浇筑在S1的单颗粒高吸水性树脂表面,得到试样;

S3:将浇筑好的试样在温度为18-22摄氏度,湿度>95%,下养护3天;

S4:用透明薄胶带将经S3处理后的试样表面封住,去除单颗粒高吸水性树脂表面胶带,以使单颗粒高吸水性树脂暴露,备用;

S5:向已收缩的SAP滴加微量去离子水,并用玻璃片盖板将试样表面覆盖使SAP膨胀并填充其初始孔洞,重复操作,使SAP膨胀并填满初始孔洞;

S6:移除盖板后,称量试样的质量,得到m_1,随后将试样置于支架上;

S7:将试样和支架放入水槽中,然后加入测试溶液,浸泡一定时间后取出,用滤纸去除试样表面浮水,用分析天平称量试样吸水后的质量; 通过SAP吸水后增加的体积与初始体积的比值计算再膨胀率η,η的表达式如公式(1)所示:

$$\eta = \left[\frac{(m_2 - m_1)}{\rho_{water}}\right] \div \left[\frac{m_0}{\rho_{SAP}}\right] \quad (1)$$

式中:m_0为单颗粒高吸水性树脂的初始质量(g);

m_1为含单颗粒高吸水性树脂、硬化水泥浆、容器管的试样浸水前的质量(g);

m_2为含单颗粒高吸水性树脂、硬化水泥浆、容器管的试样浸水后的质量(g);

ρ_{SAP}为单颗粒高吸水性树脂的密度,取1.1g/cm^3;

ρ_{water}为水的密度,取1g/cm^3。

2.根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述S1中单颗粒高吸水性树脂的质量为13.50～16.50mg。

3.根据权利要求2所述的测量方法,其特征在于,所述单颗粒高吸水性树脂包括聚丙烯酸型和丙烯酸-丙烯酰胺交联型。

4.根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述S1中的容器管为:内径2～6cm,高度大于2cm的管体。

5.根据权利要求4所述的测量方法,其特征在于,所述管体包括聚氯乙烯管、聚乙烯管或聚丙烯管。

6.根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述S2中水泥浆的水灰比为0.2～0.7。

7.根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述S2中测试溶液包括:去离子水、模拟地下水和模拟海水。

8.根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述S2中浸泡时间为5-100min。

9.根据权利要求1所述的测量方法,其特征在于,所述盖板为透明玻璃板。

一种硬化水泥浆中高吸水性树脂再膨胀率的测量方法

技术领域

[0001] 本发明属于水泥混凝土领域，特别是采用单颗粒高吸水性树脂(SAP)提高混凝土自愈合能力的技术领域，涉及一种硬化水泥浆中高吸水性树脂再膨胀率的测量方法。

背景技术

[0002] 在有水环境和高湿度环境(如90％湿度)中，SAP可促进混凝土裂缝的自愈合。当SAP与混凝土拌合时，吸收混凝土中的拌合水发生膨胀；当混凝土硬化后，SAP释放吸收的水分并收缩，从而在混凝土中留下初始孔洞，这些孔洞相当于宏观缺陷。当外部荷载较高时，裂缝沿SAP初始孔洞产生。在有水环境中，裂缝处的SAP能够吸收大量水，发生膨胀并堵塞裂缝，从而降低开裂混凝土的水渗透性。在高湿度环境中，SAP吸收环境中的水分并给予混凝土，可促进裂缝处未水化水泥的水化和氢氧化钙的碳化，生成愈合产物并修复裂缝。

[0003] 文献1(Lee,H.X.D.,Wong,H.S.,Buenfeld,N.R.Self-sealing of cracks in concrete using superabsorbent polymers,Cement and Concrete Research,2016,79:194-208.)中公布了一种评价SAP愈合裂缝的方法——水渗透试验。将直径100mm、高150mm的试样劈裂成两部分，将一定宽度的有机玻璃条置于两部分试样之间，用不锈钢环将试样箍住，通过调整玻璃条厚度得到一定宽度的裂缝。裂缝表面与进水管连接，并用硅胶密封；进水管另一端连接装有测试溶液的水箱，水箱置于高处，水箱中水面与试样表面高度差为4m。通过测量流过混凝土裂缝溶液的质量评价SAP的裂缝愈合效果。

[0004] 文献2(Snoeck,D.,Steuperaert,S.,Van Tittelboom,K.,Dubruel,P.,De Belie,N.Visualization of water penetration in cementitious materials with superabsorbent polymers by means of neutron radiography,Cement and Concrete Research,2012,42(8):1113-1121.)中公布了一种评价SAP愈合裂缝的方法——中子衍射照相。将含SAP的混凝土制成300×100×100mm的试样，试样内置钢筋。养护7天后，通过三点弯试验在试样中制作一定宽度的裂缝。将预开裂的试样在50℃环境中干燥16天，随后将试样裂缝面浸在水中，浸水深度为3.5mm。中子衍射照相试验所采用的中子束的电流为1.5mA，当热中子射入混凝土时，可探测氢原子的分布，进而获得混凝土中水的分布。通过裂缝附近水的分布评价SAP的裂缝愈合效果。

[0005] 文献3(Snoeck,D.,Dewanckele,J.,Cnudde,V.,De Belie,N.X-ray computed microtomography to study autogenous healing of cementitious materials promoted by superabsorbent polymers,Cement and Concrete Composites,2016,65:83-93.)中公布了一种评价SAP愈合裂缝的方法——X射线断层扫描。将含SAP的混凝土制成直径6mm、高10mm的试样，养护28天后通过巴西劈裂试验在试样中制作一定宽度的裂缝。将试样在不同湿度环境中放置28天后进行愈合试验。愈合试验前后均进行X射线断层扫描测试，扫描图像的分辨率为12μm。通过对扫描图像进行重构，获得裂缝处愈合产物的三维分布，以评价SAP的裂缝愈合效果。

[0006] 上述技术的不足在于：均需在混凝土中预制裂缝，但裂缝的宽度和弯曲度难以控

制;与此同时,预制裂缝的过程可能造成SAP颗粒破坏,从而影响SAP的裂缝愈合能力。此外,中子衍射照相试验需对试样进行长期干燥,以排出混凝土内部水分;对于孔隙率低的混凝土,干燥周期更长。X射线断层扫描测试结果的处理耗时严重,难以进行大量重复试验。此外,SAP愈合裂缝的关键在于其能够在开裂混凝土中再次膨胀,上述技术操作较为复杂,仅能定性评价SAP促进裂缝愈合的效果或验证愈合产物的存在,无法获得单颗粒SAP再膨胀过程的动力学信息,从而无法深入解析SAP愈合裂缝的机理。

发明内容

[0007] 为了解决上述问题,本发明的目的是提供一种试验方法简单、易操作,可观测SAP再膨胀过程中形貌的硬化水泥浆中高吸水性树脂再膨胀率的测量方法

[0008] 本发明的技术方案如下:一种硬化水泥浆中高吸水性树脂再膨胀率的测量方法,所述测量方法为:首先将容器管置于玻璃板上,将单颗粒高吸水性树脂(SAP)置于容器管中央,然后浇筑已拌合好的水泥浆;用胶带将硬化水泥浆表面覆盖,仅暴露SAP位置;随后将试样浸泡在测试溶液中,通过测定浸泡前后含SAP试样的质量差,计算SAP再膨胀后增加的体积,从而获得SAP的再膨胀率。

[0009] 进一步,所述测量方法具体包括以下步骤:

[0010] S1:首先将容器管置于玻璃板上,再称取一定质量的单颗粒高吸水性树脂,将称取的单颗粒高吸水性树脂置于容器管内部的中央;

[0011] S2:将预拌好的水泥浆浇筑在S1的单颗粒高吸水性树脂表面,得到试样;

[0012] S3:将浇筑好的试样在温度为18-22摄氏度,湿度>95%,下养护3天;

[0013] S4:用透明薄胶带将经S3处理后的试样表面封住,去除单颗粒高吸水性树脂表面胶带,以使单颗粒高吸水性树脂暴露,备用;

[0014] S5:向已收缩SAP滴加微量去离子水,并用盖板将试样表面覆盖使SAP膨胀并填充其初始孔洞,重复操作,使SAP膨胀并填满初始孔洞;

[0015] S6:移除盖板后,称量试样的质量,得到m_1,随后将试样置于支架上;

[0016] S7:将试样和支架放入水槽中,然后加入测试溶液,浸泡一定时间后取出,用滤纸去除试样表面浮水,用分析天平称量试样吸水后的质量。通过SAP吸水后增加的体积与初始体积的比值计算再膨胀率η,η的表达式如公式(1)所示:

[0017] $$\eta = \left[\frac{(m_2 - m_1)}{\rho_{water}}\right] \div \left[\frac{m_0}{\rho_{SAP}}\right] \qquad (1)$$

[0018] 式中:m_0为SAP颗粒的初始质量(g);

[0019] m_1为含SAP、硬化水泥浆、硬质塑料管的试样浸水前的质量(g);

[0020] m_2为含SAP、硬化水泥浆、硬质塑料管的试样浸水后的质量(g);

[0021] ρ_{SAP}为SAP的密度,取1.1g/cm^3;

[0022] ρ_{water}为水的密度,取1g/cm^3。

[0023] 进一步,所述S1中单颗粒高吸水性树脂质量为13.50～16.50mg。

[0024] 进一步,所述单颗粒高吸水性树脂包括聚丙烯酸型和丙烯酸-丙烯酰胺交联型。

[0025] 进一步,所述S1中的容器管为:内径2～6cm,高度大于2cm的管体。

[0026] 进一步,所述管体包括聚氯乙烯管、聚乙烯管或聚丙烯管。

[0027] 进一步,所述S2中水泥浆的水灰比为0.2～0.7。

[0028] 进一步,所述S2中测试溶液包括:去离子水、模拟地下水和模拟海水。

[0029] 进一步,所述S2中浸泡时间为5-100min。

[0030] 进一步,所述盖板为透明玻璃板。

[0031] SAP愈合裂缝的关键在于SAP能够在裂缝中再次膨胀,填充其初始孔洞和裂缝,本发明提出计算再膨胀率的公式和相应测量方法。本方法操作简单,可获得SAP再膨胀过程中的形貌,并通过测定含SAP试样浸水前后的质量计算出SAP的η值,从而获得SAP再膨胀过程的动力学信息,可用于研究水泥浆配合比、溶液性质、SAP类型等因素对SAP的η值的影响,为深入研究SAP愈合裂缝的机理提供可行的技术。

[0032] 本发明的特点及优良效果如下:

[0033] (1)提出硬化水泥浆中SAP再膨胀率的计算公式,从而能够量化评价SAP的再膨胀能力。

[0034] (2)试验方法简单、易操作,可观测SAP再膨胀过程中的形貌;

[0035] (3)水泥浆性质可通过改变水泥浆配合比和胶凝材料组成获得;溶液性质可通过改变溶液成分进行控制,SAP类型也可更换。因此,本方法可用于研究水泥浆组成、溶液性质、SAP类型等多种因素对SAP的再膨胀率的影响,有助于预测不同工况下SAP的裂缝愈合能力。

附图说明

[0036] 图1为本发明硬化水泥浆中高吸水性树脂再膨胀率的测量方法的示意图。

[0037] 图2剔除SAP(Cement)和未剔除SAP的硬化水泥浆在去离子水(D)、模拟地下水(G)和模拟海水(S)中吸水后增加的质量曲线示意图。

[0038] 图3为硬化水泥浆中SAP在去离子水中浸泡不同时间后的形貌图。

[0039] 图4为硬化水泥浆中SAP在去离子水(D)、模拟地下水(G)和模拟海水(S)中浸泡后的η值曲线示意图。

[0040] 图中:

[0041] 1.水槽;2.SAP;3.硬化水泥浆;4.塑料管;5.含直径40mm圆孔的支架。

具体实施方式

[0042] 下面结合具体是实施例对本发明的技术方案做进一步说明。

[0043] 本发明一种硬化水泥浆中高吸水性树脂再膨胀率的测量方法,所述测量方法为:首先将硬质塑料管置于玻璃板上,将单颗粒SAP置于容器管中央,然后浇筑已拌合好的水泥浆;用胶带将硬化水泥浆表面覆盖,仅暴露SAP位置;随后将试样浸泡在测试溶液中,通过测定浸泡前后含SAP试样的质量差,计算再膨胀后增加的体积,从而获得SAP的再膨胀率。

[0044] 所述测量方法具体包括以下步骤如下:

[0045] S1:首先将容器管置于玻璃板上,再称取一定量的单颗粒高吸水性树脂,将称取的单颗粒高吸水性树脂置于容器管内部的中央;

[0046] S2:将预拌好的水泥浆浇筑在S1的单颗粒高吸水性树脂表面,得到试样;

[0047] S3:将浇筑好的试样在温度为18-22摄氏度,湿度>95%,下养护3天;

[0048] S4:用透明薄胶带将经S3处理后的试样表面封住,去除单颗粒高吸水性树脂表面胶带,以使单颗粒高吸水性树脂暴露,备用;

[0049] S5:向已收缩的SAP滴加微量去离子水,并用盖板将试样表面覆盖使SAP膨胀并填充其初始孔洞,重复操作,使SAP膨胀并填满初始孔洞;

[0050] S6:移除盖板后,称量试样的质量,得到m_1,随后将试样置于支架上;

[0051] S7:将试样和支架放入水槽中,然后加入测试溶液,浸泡一定时间后取出,用滤纸去除试样表面浮水,用分析天平称量试样吸水后的质量。通过SAP吸水后增加的体积与初始体积的比值计算再膨胀率η,η的表达式如公式(1)所示:

[0052] $$\eta = \left[\frac{(m_2 - m_1)}{\rho_{water}}\right] \div \left[\frac{m_0}{\rho_{SAP}}\right] \qquad (1)$$

[0053] 式中:m_0为SAP颗粒的初始质量(g);

[0054] m_1为含SAP、硬化水泥浆、硬质塑料管的试样浸水前的质量(g);

[0055] m_2为含SAP、硬化水泥浆、硬质塑料管的试样浸水后的质量(g);

[0056] ρ_{SAP}为SAP的密度,取1.1g/cm^3;

[0057] ρ_{water}为水的密度,取1g/cm^3。

[0058] 所述S1中单颗粒高吸水性树脂质量为13.50～16.50mg。

[0059] 所述单颗粒高吸水性树脂包括聚丙烯酸型和丙烯酸-丙烯酰胺交联型。

[0060] 所述S1中的容器管为:内径2～6cm,高度大于2cm的管体。

[0061] 所述管体包括聚氯乙烯管、聚乙烯管或聚丙烯管。

[0062] 所述S2中水泥浆的水灰比为0.2～0.7。

[0063] 所述S2中测试溶液包括:去离子水、模拟地下水和模拟海水。

[0064] 所述S2中浸泡时间为5-100min。

[0065] 所述盖板为透明玻璃板。

[0066] 实施例1.测定装置

[0067] 硬化水泥浆中高吸水性树脂再膨胀率的测量装置的示意图如图1所示。将水泥浆3浇筑在已知质量的SAP 2表面;待水泥浆硬化后,用胶带将试样表面密封,仅暴露SAP。通过滴加去离子水使SAP填充初始孔洞,随后称量含SAP试样的质量。将称重后的试样倒置并在溶液中浸泡一定时间后取出,用滤纸去除试样表面浮水,再次称量含SAP试样的质量。

[0068] 剔除与未剔除SAP颗粒试样吸水后增加的质量

[0069] 水泥浆配合比如表1所示。试验溶液为去离子水、模拟地下水和模拟海水,其中,模拟地下水成分(mmol/L):$NaHCO_3$(8.2)、$CaSO_4$(1.04)、$MgSO_4$(2.08)和$CaCl_2$(0.14);模拟海水的成分是质量分数3.5%的氯化钠溶液。剔除和未剔除SAP的硬化水泥浆在去离子水、模拟地下水和模拟海水中吸水后增加的质量如图2所示。结果表明:经预吸水的硬化水泥浆(剔除SAP)的吸水量远低于含SAP硬化浆体的吸水量,说明测试过程中试样的增重主要源于SAP的吸水,也说明本方法可准确测量硬化水泥浆中SAP再膨胀过程的吸水量。

[0070] 水泥浆配合比如表1所示;试验溶液为去离子水。浸泡不同时间后SAP的形貌如图3所示。

[0071] 表1水泥浆组成(g)

[0072]

组别	水泥	水	SAP	水胶比
C-0.23	400	92	4	0.23

[0073] 硬化水泥浆中SAP在不同溶液中浸泡后的η值根据公式(1),进行计算,结果如图4所示。

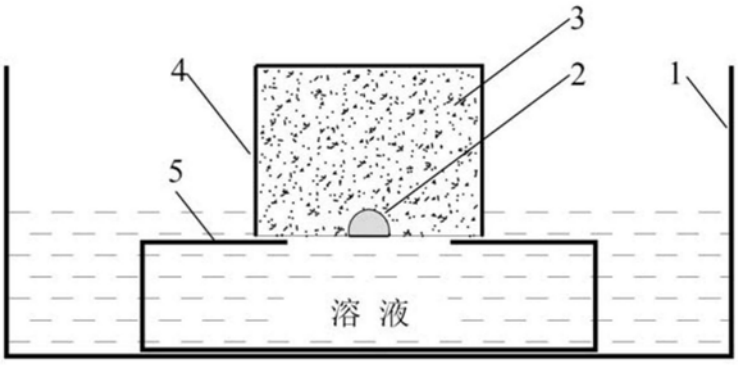


图1

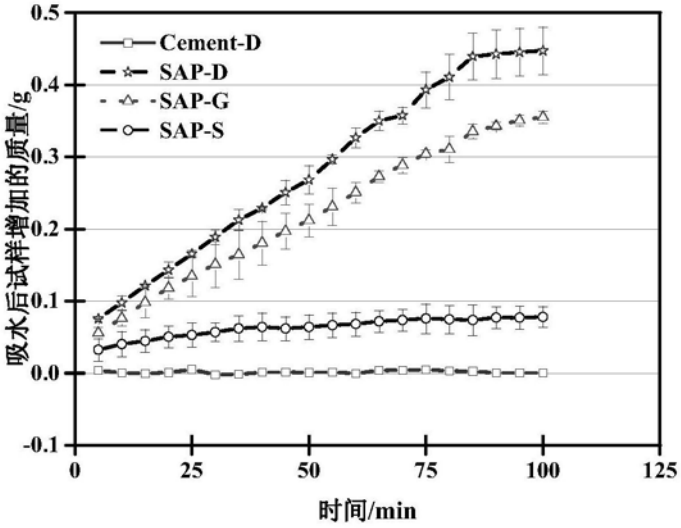
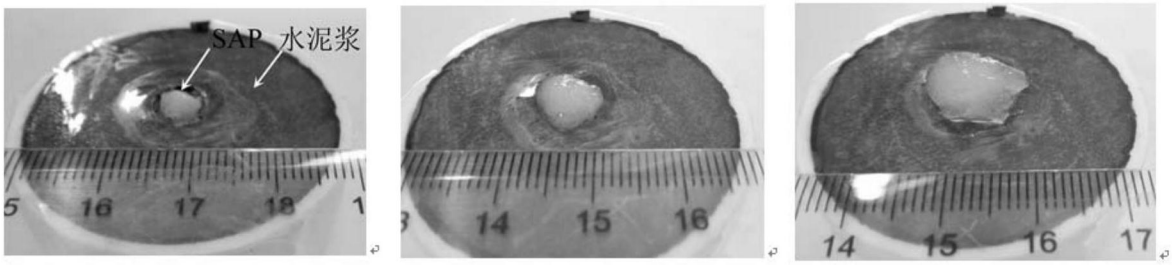


图2



(a)0 min (b) 20min (c) 100 min

图3

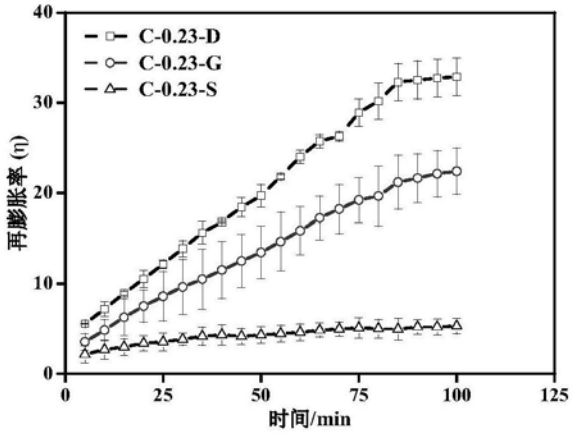


图4