



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110499741 A
(43)申请公布日 2019.11.26

(21)申请号 201910749080.3

(22)申请日 2019.08.14

(71)申请人 中国水利水电科学研究院
地址 100038 北京市海淀区复兴路甲一号

(72)发明人 孙志恒 徐耀 李萌 李蓉 马宇
董晓农 韦昊南

(74)专利代理机构 北京栈桥知识产权代理事务
所(普通合伙) 11670
代理人 潘卫锋

(51) Int. Cl.
E02B 3/16(2006.01)
E02B 7/00(2006.01)
B32B 9/00(2006.01)
B32B 27/32(2006.01)
B32B 33/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书9页 附图1页

(54)发明名称

一种混凝土坝防渗及补强加固用柔性纤维复合片材及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材及其制备方法,包括依次分布的第一柔性浸渍树脂层、碳纤维布层、第二柔性浸渍树脂层、塑性板找平层,整体复合片材厚度较小,柔软度较高,属于柔性板材,在防渗及补强加固时可以充分贴附曲面结构。塑性板找平层的设置,是针对高水头作用下大坝防渗及补强加固的需求进行的设计,塑性板材找平层主要用于找平及防渗,更好的与混凝土坝面紧密结合;柔性碳纤维层可以吸附高水头下的冲击能量,避免浸渍树脂层开裂或损坏,同时可以保护由于砂砾、尖锐杂质对于柔性防渗层的破坏。整体加固片材制备简单,成本低,运输方便,可以满足高水头下的大坝防渗及补强加固使用需求。



1. 一种混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材,其特征在于:包括依次分布的第一柔性浸渍树脂层(1)、碳纤维布层(2)、第二柔性浸渍树脂层(3)、塑性板材找平层(4)。

2. 根据权利要求1所述的混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材,其特征在于:所述第一柔性浸渍树脂层(1)、所述碳纤维布层(2)和所述第二柔性浸渍树脂层(3)的厚度之和为2-5mm。

3. 根据权利要求1-2任一项所述的混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材,其特征在于:所述碳纤维布层(2)中的碳纤维布的单位面积碳纤维质量为:150g/m²-300g/m²。

4. 根据权利要求1所述的混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材,其特征在于:所述第一、第二柔性浸渍树脂层(1,3)均采用单组分聚脲树脂。

5. 根据权利要求1所述的混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材,其特征在于:塑性板材找平层(4)采用GB塑性板,厚度为3-5mm。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材,其特征在于:所述第一、第二柔性浸渍树脂层(1,3)中添加自修复材料(5)。

7. 根据权利要求6所述的混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材,其特征在于:所述自修复材料(5)为聚氨酯/二氧化硅包裹六亚甲基二异氰酸酯[HDI@(PU/SiO₂)]微胶囊,所述HDI@(PU/SiO₂)微胶囊在聚脲树脂中添加量为10wt%。

8. 根据权利要求6所述的混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材,其特征在于:所述自修复材料(5)包括脲醛包裹环氧树脂微胶囊和三聚氰胺-甲醛包裹聚硫醇微胶囊,所述脲醛包裹环氧树脂微胶囊的添加量为5wt%,所述三聚氰胺-甲醛包裹聚硫醇微胶囊的添加量为10wt%。

9. 一种权利要求1所述的混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材的制备方法,包括以下步骤:

第一步,在与聚脲树脂不粘的聚丙烯板刮涂0.50mm的单组分聚脲树脂;

第二步,表干后刮涂第二遍聚脲树脂,形成第一柔性浸渍树脂层(1),在其上贴附碳纤维布后辊涂聚脲树脂至碳纤维布表面全部被聚脲树脂覆盖,形成碳纤维布层(2);

第三步,表干后涂刷第三遍聚脲树脂,形成第二柔性浸渍树脂层(2),控制聚脲树脂和碳纤维布的整体厚度为2mm,并将GB塑性板粘贴于聚脲表面;

第四步,自然养护5天后将复合板材从基板上取下,GB塑性板的另一面黏贴不粘纸。

一种混凝土坝防渗及补强加固用柔性纤维复合片材及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑加固技术领域,具体涉及一种混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材。

背景技术

[0002] 混凝土坝是水工混凝土建筑物中常见的坝型,在经过一定使用年限或是受到意外冲击后,混凝土坝可能会产生裂缝或其他损坏导致性能下降,无法达到原有的设计标准,而对大型建筑,拆除或重建成本过高,所以对其进行再次修复加固是建筑领域的常用手段。

[0003] 碳纤维加固方法是近年来发展的新方法,具体实施过程是通过高效的树脂胶黏剂直接将碳纤维板/碳纤维二维织布粘贴于待加固位置,原位固化后即可分担混凝土应力以达到加固作用。当针对高水头下的大坝加固时,由于加固位置受到的水头冲击强度大、长期处于潮湿或水下环境,所以单纯的碳纤维布加固非常容易由于胶黏层失效而导致加固失败,带来潜在的工程危险和成本的浪费,所以本发明设计了一种以碳纤维布为主体的柔性复合片材,具有额外的防渗、耐磨、抗冲击性能,专门用于高水头下大坝环境下的混凝土加固。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点,提供一种混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材,可以应对高水头下加固环境中冲击强度大、长期浸泡的特殊工作环境,实现大坝加固的功能。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0006] 一种混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材,其构成体系为:用于浸渍粘结、防渗漏的柔性浸渍树脂层、用于分担载荷的碳纤维布层以及用于找平贴附的塑性板材找平层。为了达到一般工程的加固效果,柔性浸渍树脂层分为两部分,分别是第一、第二柔性浸渍树脂层,需要满足以下性能:正拉粘结强度 $\geq 2.5\text{MPa}$ 且不小于被加固混凝土抗拉强度标准值,拉伸强度 $\geq 15\text{MPa}$,撕裂强度 $\geq 20\text{KN/m}$ 。所述碳纤维布层满足以下性能:抗拉强度标准值 $f_{cfk} \geq 3000\text{MPa}$,弹性模量 $E_{cf} \geq 210\text{GPa}$,伸长率 $\geq 1.5\%$,以上测试标准为CECS146-2003;以碳纤维布层作为增强材料层,具有多个好处,如:碳纤维织布属于二维材料,可以在多个方向上共同受力,耐冲击性好;碳纤维布具有一定的柔软性,可以卷曲,易于运输,同时在修补曲面或者有一定斜率的结构时可以紧密贴附。

[0007] 优选地,所述单层碳纤维布的单位面积碳纤维质量不宜低于 150g/m^2 ,且不宜高于 300g/m^2 ,以便较好的承担载荷、分散受力。

[0008] 优选地,所述第一柔性浸渍树脂层、所述碳纤维布层和所述第二柔性浸渍树脂层的厚度之和为 $2-5\text{mm}$ 。

[0009] 优选地,所述第一、第二柔性浸渍树脂层均采用单组分聚脲树脂,聚脲树脂具有一

定的柔性,使整个复合板材呈现柔性状态,可以实现较好的贴附和找平。

[0010] 优选地,塑性板找平层采用GB塑性板材,厚度为3-5mm。

[0011] 优选地,所述柔性浸渍树脂层中添加自修复材料,可以在高水头冲击下及时修补浸渍树脂层可能产生的裂缝。

[0012] 优选地,所述自修复材料采用单一组分的异氰酸酯胶微胶囊体系,具体作用原理为,异氰酸酯修复剂包覆于微胶囊中,然后包埋于基体中,当基体树脂由于应力过大产生裂纹,微胶囊破裂而其中的异氰酸酯修复剂流出渗入裂纹中,碰到空气中的水分发生潮固化反应,从而实现自修复;所述修复材料具体为聚氨酯/二氧化硅包裹六亚甲基二异氰酸酯[HDI@(PU/SiO₂)]微胶囊,所述HDI@(PU/SiO₂)微胶囊在聚脲树脂中添加量为10wt%。

[0013] 优选地,所述自修复材料包括环氧树脂微胶囊和固化剂微胶囊,具体为脲醛包裹环氧树脂微胶囊(添加量为10wt%)和三聚氰胺-甲醛包裹聚硫醇微胶囊(添加量为5wt%),其作用原理为,所述环氧树脂和固化剂分别包覆于不同的微胶囊中,当基体树脂遇到额外冲击或撕裂,微胶囊破裂流出的环氧树脂遇到同样因微胶囊破裂流出的固化剂,引发聚合反应,实现自修补,该方案的优点是可以实现长时间的自修补,缺点是成本偏高。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:(1)采用聚脲作用浸渍树脂,防渗性能好,在100m以上高水头的作用下不渗漏;聚脲具有储能能力,在承受冲击力时可以通过弹性形变留存冲击能力,适合水下的冲击;同时聚脲树脂是一种弹性模量较低、拉伸率较大的复合材料,可以使整体复合板材的剪切刚度降低,有效地减缓了碳纤维布的脆性和应力集中的现象;(2)GB塑性板可以适应混凝土表面的不平整度,在水下混凝土表面粗糙条件下能保证密封性良好;(3)自修补组分的加入,使其在找平层施工不当,仍留有空隙时可以利用施加外力引发自修补,填补孔隙,实现粘结面积最大化;(4)自修补成分可以在受到冲击时,黏贴层出现裂纹或初步剥离时,及时自行修补,阻止裂纹进一步扩大,提高材料的耐冲击性、韧性和粘结强度,是针对高水头作用下的修复需求进行的特别设计;(5)强度高,可以承受高水头的作用下不会击穿或拉裂;(6)柔性好,能适应裂缝及伸缩缝的变形;(7)可在4℃水下施工,施工工序简单方便。

附图说明

[0015] 图1为本发明实施例1的结构示意图;

[0016] 图2为本发明实施例1的制备示意图;

[0017] 图3为本发明实施例1的自修补机理图;

[0018] 图中,1-第一柔性浸渍树脂层、2-碳纤维布层、3-第二柔性浸渍树脂层、4-塑性板材找平层、5-自修复材料。

具体实施方式

[0019] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0020] 实施例1:

[0021] 请参见图1-2,一种混凝土坝防渗及补强加固用柔性碳纤维复合片材,其构成体系为:用于浸渍粘结、阻水防渗的柔性浸渍树脂层1和3、用于分担载荷的碳纤维布层2和塑性板材层4,具体构成结构为依次连接的第一柔性浸渍树脂层1、碳纤维布层2、第二柔性浸渍树脂层3、塑性板材找平层4;

[0022] 为了达到一般工程的加固效果,所述第一、第二柔性浸渍树脂层1,3采用北京中水科海利工程技术有限公司生产的SK系列单组份聚脲树脂,具体性能为:正拉粘结强度为3.0MPa(测试标准为CECS146-2003),拉伸强度为16MPa(测试标准为GB/T 2568-1995),伸长率为350%(测试标准为GB/T 2568-1995),撕裂强度为40KN/m(测试标准为GB/T 2568-1995)。

[0023] 碳纤维布层2采用悍马公司生产的单向碳纤维布,型号为HM-20,具体规格为:200g/cm³,弯曲强度为3600MPa,伸长率为1.5%。(测试标准:测试标准为CECS146-2003)

[0024] 所述塑性板找平层4中的GB塑性板是由北京中水科海利工程技术有限公司生产的,其断裂伸长率大于400%,流淌值小于2mm,抗渗性大于2.5MPa,浸泡5个月质量损失率小于2%。该塑性板具有耐候、耐酸碱、耐水等优点,可在高臭氧浓度下、30%以上伸长率时达到150h以上的不龟裂,可长期处于水下;柔性填料用于保证塑性板的塑性,保证与混凝土表面的充分接触。

[0025] 上述的混凝土加固用柔性碳纤维复合板材可根据需要加固的混凝土表面形状进行定制,具体制备方法为:

[0026] 第一步,在与聚脲树脂不粘的聚丙烯板刮涂0.50mm的单组分聚脲树脂;

[0027] 第二步,表干后刮涂第二遍聚脲树脂,贴附碳纤维布后辊涂聚脲树脂至碳纤维布表面全部被聚脲树脂覆盖;

[0028] 第三步,表干后涂刷第三遍聚脲树脂,控制聚脲树脂和碳纤维布的整体厚度为2mm,并将GB塑性板粘贴于聚脲表面;

[0029] 第四步,自然养护5天后将复合板材从基板上取下,为方便运输和使用,GB塑性板的另一面黏贴不粘纸。

[0030] 最终制备的复合片材的规格为:所述第一柔性浸渍树脂层1、所述碳纤维布层2和所述第二柔性浸渍树脂层3的厚度之和为2.0mm,所述塑性板材找平层的厚度为3.0mm,整体厚度为5.0mm。

[0031] 发明原理及性能测试

[0032] 市场上现有的碳纤维补强板材一般采用如下结构,将连续的高强度碳纤维单向排列成束,利用环氧树脂浸渍形成刚性的复合板材,本发明利用单组份聚脲树脂代替环氧树脂浸渍柔性的碳纤维布构造复合板材,又在聚脲树脂表面复合GB塑性板,整体形成柔性纤维复合材料,其中,单组份的聚脲树脂主要用于防渗和成型;GB塑性板主要用于填充混凝土表面缺陷,实现最佳贴附性能。柔性碳纤维复合板材用于高水头水下混凝土水下裂缝、施工冷缝、伸缩缝、孔洞的表面封堵材料,可以同时起到补强加固和防渗的效果。

[0033] 以上述制备方法制备5组300mm×300mm的混凝土加固用柔性碳纤维复合板材,以《碳纤维片材加固修复混凝土结构技术规程》(CECS146:2003)为测试标准,先进行不包括GB塑性板的其他结构的性能测试,具体测试结果如下:

[0034] 表1柔性碳纤维复合板材性能测试表(不包括GB塑性板)

测试名称	5组试件测试值					均值
厚度/mm	2.35	2.39	2.33	2.35	2.40	2.36
[0035] 拉伸强度/MPa	3550	3470	3450	3320	3520	3462
弹性模量/GPa	215	216	216	218	215	216
伸长率/%	1.60	1.65	1.55	1.68	1.67	1.63

[0036] 由表1可见,所制备的混凝土加固用柔性碳纤维复合板材的厚度为2.36mm,属于比较轻薄的,特别适合较小裂缝的加固,避免过度浪费材料以及增加成本,拉伸强度为3462MPa,弹性模量为216GPa,伸长率为1.63%,可满足补强材料的性能要求。

[0037] 使用方法

[0038] 本发明所述的一种混凝土加固用柔性碳纤维复合板材的使用方法如下:

[0039] 第一步,清除混凝土构件表面的剥落、疏松、蜂窝、腐蚀等劣化混凝土层,清除粉饰层、油垢、污渍,尽可能利用修复材料将表面修复平整及抛光打磨;

[0040] 第二步,采用市售的聚脲树脂专用胶黏剂,按照规定的工艺流程和条件进行配置,备用;

[0041] 第三步,利用毛刷、滚筒或塑料刮板将胶黏剂均匀涂抹于混凝土构件表面,根据胶黏剂的使用方法将柔性碳纤维复合板材进行贴附和固化,可采用滚筒顺纤维方向多次滚压以除去气泡;

[0042] 第四步,等待固化完成并进行常规保养。通常固化温度25℃左右,3天即可负载使用,若固化温度为5℃左右,则5天可负载使用。

[0043] 该方法仅为本发明碳纤维复合片材的一种使用方法,根据使用条件和需求的不同也可采用预应力等加固方法。

[0044] 效果测试

[0045] 为考察本发明是否可有效加固混凝土材料,利用预制的混凝土构件进行试验,混凝土构件的规格为300mm×300mm×800mm,将制备的5组试件按使用方法加固在同样规格的混凝土构件上,进行力学性能和防渗性能的考察:

[0046] 利用液压千斤顶施加平行于贴附方向的载荷,利用测力传感器、位移传感器、应变计收集性能信息;利用标准方法进行静水压的检测,检测标准为GB/T19979.2-2006;

[0047] 经测试,5组试件结果如表2:

[0048] 表2柔性碳纤维复合板材的加固性能测试

[0049]

编号	剥离承载力/N	有效锚固长度 L/mm	破坏状况	静水压测试
1	188	305	剥离破坏	1.01MPa 不透水
2	195	307	剥离破坏	1.05MPa 不透水
3	232	315	剥离破坏	1.12MPa 不透水
4	205	307	剥离破坏	1.15MPa 不透水
5	181	310	剥离破坏	1.20MPa 不透水

[0050] 由上表可见,由于较好的粘结性和找平层增大了贴附面积,所制备的混凝土所承受的剥离承载力均值为200.2N,明显高于现有技术中的加固材料(一般为40-120N),有效锚固长度均值为308.8mm,高于现有技术中加固材料的锚固长度(一般为90-200mm),可承受1.11MPa以上的静水压(100高水头的理论静水压为1MPa),满足使用标准。

[0051] 实施例2:

[0052] 实施例2与实施例1所用聚脲树脂为相同牌号;碳纤维布层2采用悍马公司生产的单向碳纤维布,型号为HM-30,具体规格为:300g/cm³,弯曲强度为3700MPa,伸长率为2.0%。(测试标准:测试标准为CECS146-2003)。所述塑性板找平层4采用恒创牌另一型号的GB塑性板,厚度为0.60mm;

[0053] 最终制备的复合片材的规格为:所述第一柔性浸渍树脂层1、所述碳纤维布层2和所述第二柔性浸渍树脂层3的厚度之和为5.00mm,所述塑性板材找平层4的厚度为0.60mm,整体厚度为5.60mm。

[0054] 效果测试

[0055] 以上述制备方法制备5组300mm×300mm的混凝土加固用柔性碳纤维复合板材,以《碳纤维片材加固修复混凝土结构技术规程》(CECS146:2003)为测试标准,具体测试结果如表3:

[0056] 表3柔性碳纤维复合板材性能测试表(不加GB塑性板)

测试名称	5组试件测试值					均值
厚度/mm	5.85	5.62	5.77	5.68	5.82	5.75
拉伸强度/MPa	3540	3580	3430	3490	3550	3518
弹性模量/GPa	232	229	235	226	233	231
伸长率/%	1.61	1.50	1.52	1.63	1.66	1.58

[0057] 由表1可见,所制备的混凝土加固用柔性碳纤维复合板材的厚度为5.75mm,用于比较大的裂缝加固,拉伸强度为3518MPa,弹性模量为231GPa,伸长率为1.58%,整体片材的力学性能与实施例1所制得的片材性能略有提高,可满足补强材料的性能要求。

[0059] 将制备的5组试件按照实施例1中所记的方法,进行测试,结果如表4:

[0060] 表4柔性碳纤维复合板材的加固性能测试

[0061]

编号	剥离承载力/N	有效锚固长度 L/mm	破坏状况	静水压测试
1	201	359	剥离破坏	1.41MPa 不透水
2	205	363	剥离破坏	1.55MPa 不透水
3	227	375	剥离破坏	1.34MPa 不透水
4	219	377	剥离破坏	1.36 MPa 不透水
5	221	368	剥离破坏	1.49MPa 不透水

[0062] 由上表可见,相比较于实施例1,实施例2中所采用的的GB塑性板更厚,浸渍树脂用量更多,所以增加了粘结性能和抗冲击性能,所制备的混凝土所承受的剥离承载力均值为214.6N,高于实施例1中的200.3N,有效锚固长度均值为368.4mm,高于实施例1中的308.8mm,可承受1.43MPa以上的静水压(100高水头的理论静水压为1MPa),满足使用标准。

[0063] 实施例3:

[0064] 实施例3与实施例1的不同之处在于:所述浸渍树脂层中添加自修复材料5,具体地在聚脲树脂中添加聚氨酯/二氧化硅包裹六亚甲基二异氰酸酯[HDI@ (PU/SiO₂)]杂化微胶囊,所述微胶囊通过搅拌的方式添加入聚脲树脂,添加量为10wt%。

[0065] 如图3,自修复的作用原理为,异氰酸酯修复剂包覆于微胶囊中,然后包埋于基体中,当基体树脂由于应力过大产生裂纹,微胶囊破裂而其中的异氰酸酯修复剂流出渗入裂纹中,碰到空气中的水分发生潮固化反应,从而实现自修复,由于该修复机理无需额外加入固化剂,使用方便,特别适用于对于大坝或水下修复。

[0066] 所述HDI@ (PU/SiO₂) 微胶囊的具体制备方法为:

[0067] (1) 称取乳化剂十二烷基硫酸钠,阿拉伯树胶各1.5份加入去离子水至100份,配为水相;称取4,4'-二苯基甲烷二异氰酸酯5份,六亚甲基二异氰酸酯20份配为油相;

[0068] (2) 将油相逐滴加入至水相,高速搅拌乳化10min;

[0069] (3) 乳化后,转为恒温低速加热搅拌,缓慢升温至50℃,再向乳液中逐滴加入10份1,4-丁二醇与5份三乙烯二胺,反应40min;

[0070] (4) 将温度降至35℃后,加入已水解的正硅酸乙酯溶液(5份正硅酸乙酯、5份乙醇、10份pH=2.2的HCl溶液混合),反应30min;

[0071] (5) 反应结束,经抽滤、洗涤、真空干燥24h后,即制得HDI@ (PU/SiO₂) 微胶囊。

[0072] 其中,所述各种试剂皆为市售分析纯。

[0073] 上述的混凝土加固用柔性碳纤维复合板材可根据需要加固的混凝土表面形状进行定制,具体制备方法为:

[0074] 第一步:将[HDI@ (PU/SiO₂)]杂化微胶囊以10wt%的比例加入聚脲树脂中,并搅拌均匀;

[0075] 第二步,在与聚脲树脂不粘的聚丙烯板刮涂0.5mm的单组分聚脲树脂;

[0076] 第三步,表干后刮涂第二遍聚脲树脂,贴附碳纤维布后辊涂聚脲树脂至碳纤维布表面全部被聚脲树脂覆盖;

[0077] 第四步,表干后涂刷第三遍聚脲树脂,控制聚脲树脂和碳纤维布的整体厚度为2mm,并将GB塑性板粘贴于聚脲表面;

[0078] 第五步,自然养护5天后将复合板材从基板上取下,GB塑性板的另一面黏贴不粘纸。

[0079] 发明原理及性能测试

[0080] 相比较于实施例1,为防止聚脲树脂在高水头作用下的损坏和剥离,特别在聚脲树脂中加入自修复材料5,可在裂缝出现早期进行自行修复,以增加使用寿命。

[0081] 以上述制备方法制备5组300mm×300mm的混凝土加固用柔性碳纤维复合板材,以《碳纤维片材加固修复混凝土结构技术规程》(CECS146:2003)为测试标准,具体测试结果如下:

[0082] 表5柔性碳纤维复合板材性能测试表(不加GB塑性板)

测试名称	5组试件测试值					均值
厚度/mm	2.33	2.39	2.22	2.01	2.30	2.30
拉伸强度/MPa	3740	3680	3825	3425	3725	3679
弹性模量/GPa	215	220	213	215	218	216.20
伸长率/%	2.50	2.00	1.90	1.80	2.10	2.06

[0084] 由表1可见,所制备的混凝土加固用柔性碳纤维复合板材的厚度为2.30mm,拉伸强度为3679MPa,弹性模量为216.20GPa,伸长率为2.06%,相比较于实施例1,其整体性能变化不大,可满足补强材料的性能要求。

[0085] 效果测试

[0086] 为考察本发明是否可有效加固混凝土材料,利用预制的混凝土构件进行试验,混凝土构件的规格为300mm×300mm×800mm,将制备的5组试件按加固方法加固在同样规格的混凝土构件上,进行力学性能和防渗性能的考察:

[0087] 利用液压千斤顶施加平行于贴附方向的载荷,利用测力传感器、位移传感器、应变计收集性能信息;

[0088] 利用标准方法进行静水压的检测,检测标准为GB/T 19979.2-2006;

[0089] 经测试,5组试件结果如表6:

[0090] 表6柔性碳纤维复合板材的加固性能测试

[0091]

编号	剥离承载力/N	有效锚固长度 L/mm	破坏状况	静水压测试
1	365.6	589.7	剥离破坏	1.55MPa 不透水
2	380.6	596.5	剥离破坏	1.58MPa 不透水
3	359.3	546.3	剥离破坏	1.62MPa 不透水
4	115.2	110.3	无效数据（粘附层破坏）	0.60MPa 不透水
5	329.5	541.8	剥离破坏	2.00MPa 不透水

[0092] 由上表可见,相比较于实施例1,虽然所制备的复合板材力学性能变化不大,但是由于自修复材料的存在,其加固性能明显升高。所制备的混凝土所承受的剥离承载力均值为358.75N,明显高于实施例1中的200.2N,原因是自修复材料5可以及时对潜在裂缝进行修复,有效锚固长度均值为568.58mm,明显高于实施例1中的308.8mm,可承受1.69MPa以上的静水压(100高水头的理论静水压为1MPa),满足使用标准。

[0093] 实施例4:

[0094] 实施例4中所用的聚脲树脂、碳纤维材料、GB塑性板皆与实施例1相同,不同之处在于:所述浸渍树脂层中添加自修复材料5,所述自修复材料5包括A组分和B组分,所述A组分具体结构为脲醛包裹环氧树脂微胶囊,所述B组分为三聚氰胺-甲醛包裹的聚硫醇微胶囊,所述A组分在聚脲树脂中的添加量为10wt%,所述B组分的添加量为5wt%,所述A组分和B组分通过搅拌的方式添加到聚脲树脂中,所述A、B组分可采用现有技术中的条件进行合成或购买。

[0095] 实施例4中复合板材的制备方法同实施例3相似,在第一步中将脲醛包裹环氧树脂微胶囊和三聚氰胺-甲醛包裹的聚硫醇微胶囊按特定比例加入聚脲树脂中,并搅拌均匀;其余步骤不变;

[0096] 实施例4中复合片材的使用方法与实施例1相同。

[0097] 利用实施例4的配方制备300mm×300mm的混凝土加固用柔性碳纤维复合板材并进行标准混凝土构件的加固测试,复合板材的性能和加固性能分别如下表7和下表8所示。

[0098] 表7柔性碳纤维复合板材性能测试表

测试名称	5组试件测试值					均值
厚度/mm	2.35	2.36	2.42	2.33	2.41	2.37
拉伸强度/MPa	3560	3489	3465	3423	3654	3518.2
弹性模量/GPa	220	223	218	219	225	221
伸长率/%	2.09	2.03	1.98	1.99	2.11	2.04

[0099]

[0100] 表8柔性碳纤维复合板材的加固性能测试

[0101]

编号	剥离承载力/N	有效锚固长度 L/mm	破坏状况	静水压测试
1	411.6	601.7	剥离破坏	1.98MPa 不透水
2	409.6	622.5	剥离破坏	2.01MPa 不透水
3	395.3	634.3	剥离破坏	1.85MPa 不透水
4	398.2	621.3	剥离破坏	2.21MPa 不透水
5	388.5	607.8	剥离破坏	1.85MPa 不透水

[0102] 由表3可见,所制备的混凝土加固用柔性碳纤维复合板材的厚度为2.37mm,拉伸强度为3518.2MPa,弹性模量为221GPa,伸长率为2.04%,满足碳纤维加固片材的一般使用标准。

[0103] 由表4可见,双组份的自修复材料造价较高,但是不依赖于环境中的固化剂,所以加固性能最好。所制备的加固后的混凝土所承受的剥离承载力均值为400.64N,有效锚固长度均值为617.52mm,是所有实施例中最的;可承受1.98MPa以上的静水压(100m高水头的理论静水压为1MPa),满足使用标准。

[0104] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围。



图1

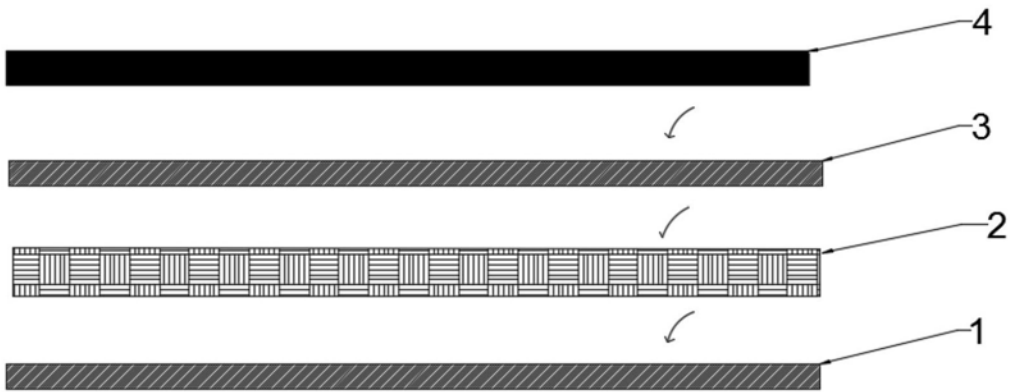


图2

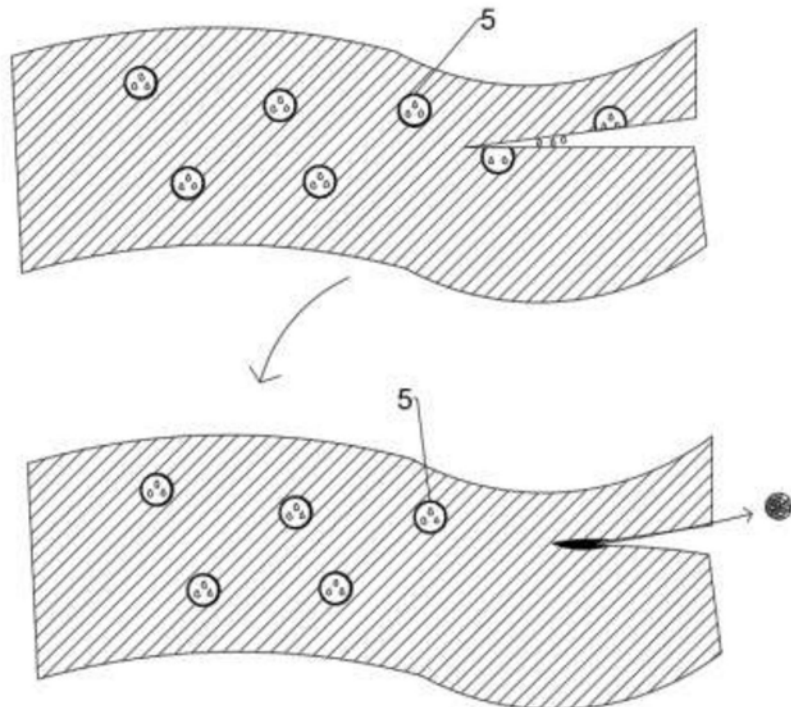


图3