



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112624705 B

(45) 授权公告日 2023.05.02

(21) 申请号 202011596226.4

审查员 朱嘉宝

(22) 申请日 2020.12.28

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112624705 A

(43) 申请公布日 2021.04.09

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街  
道高新技术产业园南区粤兴一道18号  
香港理工大学产学研大楼205室

(72) 发明人 向宇 滕锦光 蒋程

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事

务所(普通合伙) 44268

专利代理师 刘芙蓉

(51) Int. Cl.

C04B 28/04 (2006.01)

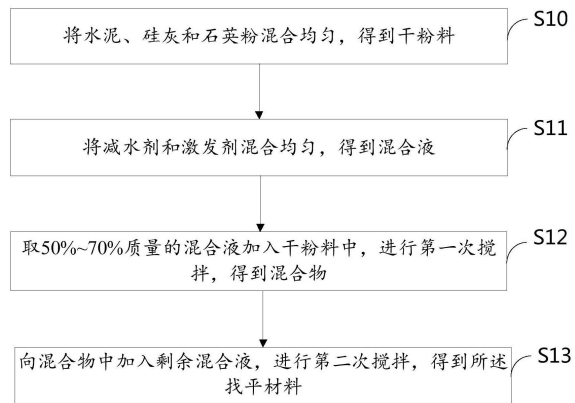
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种用于高强及超高强混凝土的水泥基找平材料及方法

(57) 摘要

本发明公开一种用于高强及超高强混凝土的水泥基找平材料及方法。所述水泥基找平材料的制备原材料包括以下组分:水泥、硅灰、石英粉、减水剂和激发剂,其中,所述激发剂为含氯离子的溶液。本发明的水泥基找平材料,结合了最紧密堆积理论和氯离子加速水泥基材料水化的机理,针对性地解决了现有找平材料强度低、容错率低、成本高昂等问题。该水泥基找平材料具有原材料易得、制备简便、强度高等特点,适用于高强及超高强混凝土立方体、棱柱体、圆柱体受压性能测试前的受压面找平;可显著简化高强及超高强混凝土受压性能测试前的端部处理,降低测试过程中的误差。



1. 一种用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料,其特征在于,按质量百分比计,所述水泥基找平材料的制备原材料由以下组分组成:水泥55~60%、硅灰12~18%、石英粉14~20%、减水剂1~3%、激发剂8~12%,其中,所述激发剂为含氯离子的溶液,所述激发剂中氯离子的质量含量 $\leq 5\%$ ;

所述水泥的平均粒径为10~30微米,所述硅灰的平均粒径为2~10微米,所述石英粉的平均粒径为5~20微米;

所述激发剂选自淡水、天然海水、人工海水和氯化钠溶液中的至少一种;

所述减水剂为聚羧酸基减水剂,所述减水剂含固体质量为20~40%;

所述用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料的制备方法,包括以下步骤:

将水泥、硅灰和石英粉混合均匀,得到干粉料;

将减水剂和激发剂混合均匀,得到混合液;

取50%~70%质量的混合液加入干粉料中,进行第一次搅拌,得到混合物;

向混合物中加入剩余混合液,进行第二次搅拌,得到所述水泥基找平材料;

所述第一次搅拌的转速为400~600转/分钟;所述第二次搅拌的转速为200~400转/分钟。

2. 根据权利要求1所述的用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料,其特征在于,所述水泥为标号42.5~52.5的普通硅酸盐水泥。

3. 根据权利要求1所述的用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料,其特征在于,所述硅灰中的二氧化硅质量百分比为90%~97%。

4. 根据权利要求1所述的用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料,其特征在于,所述石英粉中的二氧化硅质量百分比为95~99%。

5. 一种权利要求1~4任一项所述的用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

将水泥、硅灰和石英粉混合均匀,得到干粉料;

将减水剂和激发剂混合均匀,得到混合液;

取50%~70%质量的混合液加入干粉料中,进行第一次搅拌,得到混合物;

向混合物中加入剩余混合液,进行第二次搅拌,得到所述水泥基找平材料。

6. 一种权利要求1~4任一项所述的用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料的找平方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 提供调平水平台;

(2) 提供玻璃板,所述玻璃板的一面涂有润滑油或脱模剂;

(3) 将待找平混凝土试件放置于步骤(1)所述调平水平台上;

(4) 采用侧向限位装置,扶正混凝土试件,使混凝土试件纵向轴线垂直于调平水平台面;

(5) 将水泥基找平材料转移至混凝土试件待找平端面;

(6) 用步骤(2)所述玻璃板涂有润滑油或脱模剂的一面覆盖于水泥基找平材料,使水泥基找平材料水平摊铺于混凝土试件待找平端面,配合水准尺调平玻璃板;

(7) 待水泥基找平材料初凝后,对混凝土试件的另一端面重复上述步骤(3)~(6)进行

找平。

## 一种用于高强及超高强混凝土的水泥基找平材料及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建筑材料技术领域,尤其涉及一种用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料及方法。

### 背景技术

[0002] 混凝土受压性能测试对试件制作公差有严格的要求,以保证测试结果的代表性。对于普通混凝土而言,以GB/T 50081-2002《普通混凝土力学性能试验方法标准》为例,该标准第3.3.1和第3.3.2条规定“试件的承压面的平面度公差不得超过 $0.005d$ ( $d$ 为边长);试件的相邻面间的夹角应为 $90^\circ$ ,其公差不得超过 $0.5^\circ$ ”。对于圆柱体试件,GB/T 50081-2002第A.0.5条规定对试件上端面需采用研磨或找平层处理,以满足公差要求。

[0003] 随着混凝土技术的发展,混凝土的强度越来越高,目前已有抗压强度超过150MPa的超高强混凝土应用于实际工程结构,例如超高性能混凝土(Ultra-high performance concrete,UHPC)。此类混凝土由于强度高,其力学性能测试受试件尺寸公差影响尤为显著。有文献结果表明,对于超高强混凝土,端部研磨处理与否可导致抗压强度差异达8%。

[0004] 根据高强及超高强混凝土的特点,现有测试标准建议的两种端面处理方法(研磨与找平)中,研磨处理需要特定的仪器设备,如双端面磨平机,成本较高;找平处理以石膏找平较为多见,因为操作便捷,常被用于普通及高强混凝土的端面找平。然而,目前市售石膏强度通常不超过90MPa,当用于高强及超高强混凝土端面找平时,将先于试件压碎,进而导致不均匀受压。现有技术用于找平高强及超高强混凝土时,除强度不足以外,还存在附着力差、容错率低、成本高等缺点。

[0005] 因此,现有技术仍有待改进和发展。

### 发明内容

[0006] 鉴于上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料及方法,旨在解决现有找平材料强度不足,无法适用于高强及超高强混凝土端面找平的问题。

[0007] 本发明的技术方案如下:

[0008] 一种用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料,其中,所述水泥基找平材料的制备原材料包括以下组分:水泥、硅灰、石英粉、减水剂和激发剂,其中,所述激发剂为含氯离子的溶液。

[0009] 可选地,按质量百分比计,所述水泥基找平材料的制备原材料包括以下组分:水泥55~60%、硅灰12~18%、石英粉14~20%、减水剂1~3%、激发剂8~12%,其中,所述激发剂为含氯离子的溶液。

[0010] 可选地,所述水泥为标号42.5~52.5的普通硅酸盐水泥;和/或,所述水泥的平均粒径为10~30微米。

[0011] 可选地,所述硅灰中的二氧化硅质量百分比为90%~97%;和/或,所述硅灰的平

均粒径为2~10微米。

[0012] 可选地,所述石英粉中的二氧化硅质量百分比为95~99%;和/或,所述石英粉的平均粒径为5~20微米。

[0013] 可选地,所述减水剂为聚羧酸基减水剂;和/或,所述减水剂含固体质量为20~40%。

[0014] 可选地,所述激发剂选自淡水、天然海水、人工海水和氯化钠溶液中的至少一种;和/或,所述激发剂中氯离子的质量含量 $\leq 5\%$ 。

[0015] 一种本发明所述的用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料的制备方法,其中,包括以下步骤:

[0016] 将水泥、硅灰和石英粉混合均匀,得到干粉料;

[0017] 将减水剂和激发剂混合均匀,得到混合液;

[0018] 取50%~70%质量的混合液加入干粉料中,进行第一次搅拌,得到混合物;

[0019] 向混合物中加入剩余混合液,进行第二次搅拌,得到所述水泥基找平材料。

[0020] 可选地,所述第一次搅拌的转速为400~600转/分钟;所述第二次搅拌的转速为200~400转/分钟。

[0021] 一种本发明所述的用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料的找平方法,其中,包括以下步骤:

[0022] (1) 提供调平水平台;

[0023] (2) 提供玻璃板,所述玻璃板的一面涂有润滑油或脱模剂;

[0024] (3) 将待找平混凝土试件放置于步骤(1)所述调平水平台上;

[0025] (4) 采用侧向限位装置,扶正混凝土试件,使混凝土试件纵向轴线垂直于调平水平台面;

[0026] (5) 将水泥基找平材料转移至混凝土试件待找平端面;

[0027] (6) 用步骤(2)所述玻璃板涂有润滑油或脱模剂的一面覆盖于水泥基找平材料,使水泥基找平材料水平摊铺于混凝土试件待找平端面,配合水准尺调平玻璃板;

[0028] (7) 待水泥基找平材料初凝后,对混凝土试件的另一端面重复上述步骤(3)~(6)进行找平。

[0029] 有益效果:在本发明中,基于最紧密堆积理论确定原材料及其配比,以常用的水泥和硅灰为胶凝材料,以石英粉为填充材料,以含氯离子的溶液为激发剂,即可获得一种抗压强度超过同龄期高强、超高强混凝土的水泥基找平材料。进一步地,根据氯离子与水泥基材料的反应机理可知:氯离子具有加速水泥水化的作用。在上述原材料基础上,选用含氯离子的溶液作为激发剂,将可以缩短水泥基材料的凝结时间,进一步提高早期强度,从而保证该材料的强度可在短时间内追赶并超越待找平混凝土。

## 附图说明

[0030] 图1为本发明实施例提供的一种用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料的制备方法。

[0031] 图2为本发明实施例提供的一种用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料的找平方法。

[0032] 图3为本发明具体实施例提供的一种用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料实测强度与现有代表性文献报道的高强混凝土、超高强混凝土、UHPC强度数据对比图。

### 具体实施方式

[0033] 本发明提供一种用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料及方法,为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0034] 本发明实施例提供一种用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料,其中,所述水泥基找平材料的制备原材料包括以下组分:水泥、硅灰、石英粉、减水剂和激发剂,其中,所述激发剂为含氯离子的溶液。

[0035] 在一种实施方式中,按质量百分比计,所述水泥基找平材料的制备原材料包括以下组分:水泥55~60%、硅灰12~18%、石英粉14~20%、减水剂1~3%、激发剂8~12%,其中,所述激发剂为含氯离子的溶液。

[0036] 在一种实施方式中,按质量百分比计,所述水泥基找平材料由以下组分制备得到:水泥55~60%、硅灰12~18%、石英粉14~20%、减水剂1~3%、激发剂8~12%,其中,所述激发剂为含氯离子的溶液。

[0037] 在本实施例中,基于最紧密堆积理论确定原材料及其配比,具体以常用的水泥和硅灰为胶凝材料,以石英粉为填充材料,以含氯离子的溶液为激发剂,即可获得一种抗压强度超过同龄期高强、超高强混凝土的水泥基找平材料。其中,水泥、硅灰组成二元胶凝材料体系,利用硅灰较强的火山灰活性和粒径较小的圆球状颗粒形态,改善找平材料的流动性、提高强度;石英粉粒径介于水泥与硅灰之间,用于填充水泥、硅灰颗粒之间的孔隙,进一步提高找平材料的强度。根据氯离子与水泥基材料的反应机理可知:氯离子具有加速水泥水化的作用。在上述原材料及其配比的基础上,选用含氯离子的溶液(如淡水、天然海水、人工海水、氯化钠溶液等)作为激发剂,将可以缩短水泥基材料的凝结时间,进一步提高早期强度,从而保证该材料的强度可在短时间内追赶并超越待找平混凝土。

[0038] 在一种实施方式中,所述水泥为普通硅酸盐水泥。

[0039] 进一步地在一种实施方式中,所述水泥为标号42.5~52.5的普通硅酸盐水泥。

[0040] 在一种实施方式中,所述水泥的平均粒径为10~30微米。

[0041] 在一种实施方式中,所述硅灰中的二氧化硅质量百分比为90%~97%。

[0042] 在一种实施方式中,所述硅灰的平均粒径为2~10微米。平均粒径小于2微米的硅灰比表面积过大,会显著提高需水量,降低流动性,进而导致强度下降。而平均粒径大于10微米的硅灰,不能发挥填充作用,亦导致强度下降。

[0043] 在一种实施方式中,所述石英粉中的二氧化硅质量百分比为95~99%。二氧化硅质量百分比低于95%的石英粉,会引入较多杂质,导致强度下降。

[0044] 在一种实施方式中,所述石英粉的平均粒径为5~20微米。

[0045] 在一种实施方式中,所述减水剂为聚羧酸基减水剂,如西卡公司的ViscoCrete系列减水剂、巴斯夫公司的MasterGlenium SKY系列减水剂等。

[0046] 在一种实施方式中,所述减水剂含固体质量为20~40%。

[0047] 在一种实施方式中,所述激发剂选自淡水、天然海水、人工海水和氯化钠溶液中的至少一种。可根据经济性、便利性以及待找平材料的强度合理选取。

[0048] 在一种实施方式中,所述激发剂中氯离子的质量含量 $\leq 5\%$ 。根据发明人试验研究的结果,对于强度提升而言,最优氯离子含量介于 $3.5\%$ 左右。

[0049] 与现有技术相比,本实施例的水泥基找平材料具有以下优点:

[0050] (1) 基于最紧密堆积理论选择粒径适合的原材料、估算配合比,通过采用粒径较细、且火山灰活性较高的硅灰提高组分细度和反应速率,并通过反复试配优化配合比,使该水泥基材料硬化后形成一种高致密的超细颗粒均布材料。这种材料具有超过高强及超高强混凝土的抗压强度,以保证其在测试的过程中不先于待测试混凝土发生破坏,从而确保找平效果。

[0051] (2) 选用含氯离子的溶液作为激发剂,充分利用氯离子加速水泥基材料水化的作用机理,缩短凝结时间,进一步提升早期强度,保证该材料强度在短时间内超越待测试混凝土,从而缩短等待时间。

[0052] (3) 选用常规的水泥基原材料进行配置,且制备工艺简单,无需特殊设备,其成本低于目前市售的石膏基找平材料。

[0053] (4) 凝固时间略长于石膏基找平材料。在找平过程中,具有一定的可塑性,预留了充足的操作时间,提高了找平操作的容错率。

[0054] (5) 与高强及超高强混凝土材料同为水泥基材料,其膨胀系数、干燥收缩、弹性模量、泊松比等物理、力学性能指标均较为接近,可保证两者更好的协同工作。

[0055] 本发明实施例提供一种如上所述的用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料的制备方法,如图1所示,包括以下步骤:

[0056] S10、将水泥、硅灰和石英粉混合均匀,得到干粉料;

[0057] S11、将减水剂和激发剂混合均匀,得到混合液;

[0058] S12、取 $50\% \sim 70\%$ 质量的混合液加入干粉料中,进行第一次搅拌,得到混合物;

[0059] S13、向混合物中加入剩余混合液,进行第二次搅拌,得到所述水泥基找平材料。

[0060] 关于上述步骤中,各原材料的具体细节见上文,在此不再赘述。

[0061] 步骤S12中,在一种实施方式中,所述进行第一次搅拌的步骤,具体包括:采用手持式搅拌器以中速搅拌至结团状态。

[0062] 在一种实施方式中,所述第一次搅拌的转速为 $400 \sim 600$ 转每分钟。

[0063] 步骤S13中,在一种实施方式中,所述进行第二次搅拌的步骤,具体包括:采用手持式搅拌器搅拌至浆体塌落扩展度介于 $280 \sim 310\text{mm}$ 之间。

[0064] 在一种实施方式中,所述第二次搅拌的转速为 $200 \sim 400$ 转每分钟。

[0065] 在本实施例中,基于最紧密堆积理论确定原材料及其配比,并采用变速搅拌法,逐级调整搅拌速率,分步加入激发剂与减水剂的混合液,最终制备得到一种适用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料。

[0066] 在本实施例中,采用分两步加入混合液,其作用包括两个方面,第一可以让减水剂均匀分散并充分吸附于水泥颗粒表面,提高减水效率;第二便于操作者灵活调整混合液用量,获得适宜的流动度。

[0067] 在本实施例中,采用两级降速搅拌,首先采用较高的搅拌速率,促进减水剂发挥效

能,缩短搅拌时间;然后降低搅拌速率,促进气泡排除。

[0068] 在本实施例中,水泥基找平材料24小时立方体抗压强度可达130MPa,28天立方体抗压强度可达190MPa,具有原材料易得、制备简便、强度高、附着力好、成本低等特点,适用于高强及超高强混凝土立方体、棱柱体、圆柱体受压性能测试前的端面找平。可显著简化高强及超高强混凝土受压性能测试前的端部处理,降低测试误差。

[0069] 本发明实施例提供一种如上所述的用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料的找平方法,如图2所示,包括以下步骤:

[0070] S20、提供调平水平台;

[0071] S21、提供玻璃板,所述玻璃板的一面涂有润滑油或脱模剂;

[0072] S22、将待找平混凝土试件放置于步骤S20所述调平水平台上;

[0073] S23、采用侧向限位装置,扶正混凝土试件,使混凝土试件纵向轴线垂直于调平水平台面;

[0074] S24、将水泥基找平材料转移至混凝土试件待找平端面;

[0075] S25、用步骤S21所述玻璃板涂有润滑油或脱模剂的一面覆盖于水泥基找平材料,使水泥基找平材料水平摊铺于混凝土试件待找平端面,配合水准尺调平玻璃板;

[0076] S26、待水泥基找平材料初凝后,对混凝土试件的待找平另一端面重复上述步骤S22~S25进行找平。

[0077] 下面通过具体的实施例对本发明作进一步地说明。

[0078] 实施例1

[0079] 本实施例的用于超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料及制备和找平方法分别如下:

[0080] 配方:普通硅酸盐水泥(52.5级)571g,硅灰143g,石英粉143g,聚羧酸基高性能减水剂(以质量计,固含量23%)20g,激发剂(天然海水)112g。对应的质量百分比分别为:普通硅酸盐水泥57.7%,硅灰14.4%,石英粉14.4%,聚羧酸基高性能减水剂2.0%,激发剂11.5%。

[0081] 制备方法:(1)将精确称量的普通硅酸盐水泥、硅灰、石英粉混合,并干拌均匀,得到干粉料;(2)将精确称量的天然海水激发剂与聚羧酸基高性能减水剂混合均匀,得到混合液;(3)取步骤(2)中一半质量的混合液,加入经步骤(1)拌匀的干粉料中,采用手持式搅拌机以400转每分钟的速度搅拌至结团状态,得到混合物;(4)向混合物中加入剩余混合液,以200转每分钟的速度持续搅拌至浆体达到适宜的流动度,得到水泥基找平材料。

[0082] 找平方法:(1)配合水准尺调平水平台;(2)准备尺寸为100mm×100mm的玻璃板,单面喷涂润滑油;(3)将直径75mm、高度150mm超高强混凝土圆柱体试件竖直置于步骤(1)所述水平台上;(4)采用侧向限位装置,扶正圆柱体试件,以保证试件纵轴线垂直于水平台面;(5)取适量制备好的水泥基找平材料并置其于圆柱体试件待找平端面;(6)用步骤(2)所述喷涂有润滑油的玻璃板覆盖水泥基找平材料,使水泥基找平材料水平摊铺于圆柱体试件端面,配合水准尺调平玻璃板;(7)待水泥基找平材料初凝后,对圆柱体试件另一端面重复上述步骤(3)~(6)进行找平。

[0083] 性能指标:参照ASTM C1473标准《Standard test method for flow of hydraulic cement mortar》,测试本实施例的塌落扩展度(跳桌法)。参照ASTM C109标准



《Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)》，同批次制备边长50mm的立方体试件共计15个，分别于浇筑后24小时、7天、14天、28天和90天测试本实施例的立方体抗压强度。参照ASTM C469标准《Standard test method for static modulus of elasticity and Poisson's ratio of concrete in compression》，同批次制备直径50mm、高度100mm的圆柱体试件共计3个，于浇筑后28天测试本实施例的圆柱体抗压强度、弹性模量和泊松比。主要性能指标汇总于表1。

[0084] 表1、本实施例的主要性能指标

测试项目	单位	性能指标	参考标准
塌落扩展度	mm	305.25	ASTM C1473
24 小时立方体抗压强度	MPa	132.70	ASTM C109
7 天立方体抗压强度	MPa	160.06	ASTM C109
14 天立方体抗压强度	MPa	185.25	ASTM C109
28 天立方体抗压强度	MPa	193.29	ASTM C109
90 天立方体抗压强度	MPa	201.15	ASTM C109
28 天圆柱体抗压强度	MPa	193.81	ASTM C469
28 天圆柱体弹性模量	GPa	46.76	ASTM C469
28 天圆柱体泊松比	--	0.24	ASTM C469

[0087] 从上表1可知，本实施例的塌落扩展度达到305.25mm，满足找平操作所需要的流动性要求，可用于待找平试件端面自流平，易于调整找平玻璃板的水平度。为了进一步说明本实施例用于找平高强及超高强混凝土的适用性，图3为现有代表性文献报道的高强混凝土、超高强混凝土、UHPC强度数据与本实例的对比图。

[0088] 由图3可知，对于典型的高强混凝土及超高强混凝土而言，其240天以内的抗压强度均低于本实例24小时抗压强度（即132.70MPa），说明若采用本实例材料进行找平，可在找平操作完成24小时后进行强度测试。

[0089] 对于典型的UHPC而言，其90天以内的抗压强度绝大多数低于本实例的7天抗压强度（即160.06MPa），说明若采用本材料进行找平，可在找平操作完成7天后进行强度测试。

[0090] 上述对比所引用的高强混凝土、超高强混凝土、UHPC代表性文献分别如下：

[0091] [1] 严少华, 钱七虎, 孙伟&尹放林. (2001). 钢纤维高强混凝土单轴压缩下应力—

应变关系.东南大学学报:自然科学版,31(2),77-80。

[0092] [2]王冲&Liza O'Moore.(2009).超高强微钢纤维增韧混凝土的制备及其力学性能研究.土木工程学报,6,1-7。

[0093] [3]Meng,W.,&Khayat,K.(2017).Effects of saturated lightweight sand content on key characteristics of ultra-high-performance concrete.Cement and Concrete Research,101,46-54。

[0094] 综上所述,本发明提供了一种用于高强及超高强混凝土受压性能测试的水泥基找平材料及方法。本发明的水泥基找平材料,结合了最紧密堆积理论和氯离子加速水泥基材料水化的机理,针对性地解决了现有找平材料强度低、容错率低、成本高昂等问题。该水泥基找平材料具有原材料易得、制备简便、强度高特点,适用于高强及超高强混凝土立方体、棱柱体、圆柱体受压性能测试前的受压面找平,可显著简化高强及超高强混凝土受压性能测试前的端部处理,降低测试过程中的误差。

[0095] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

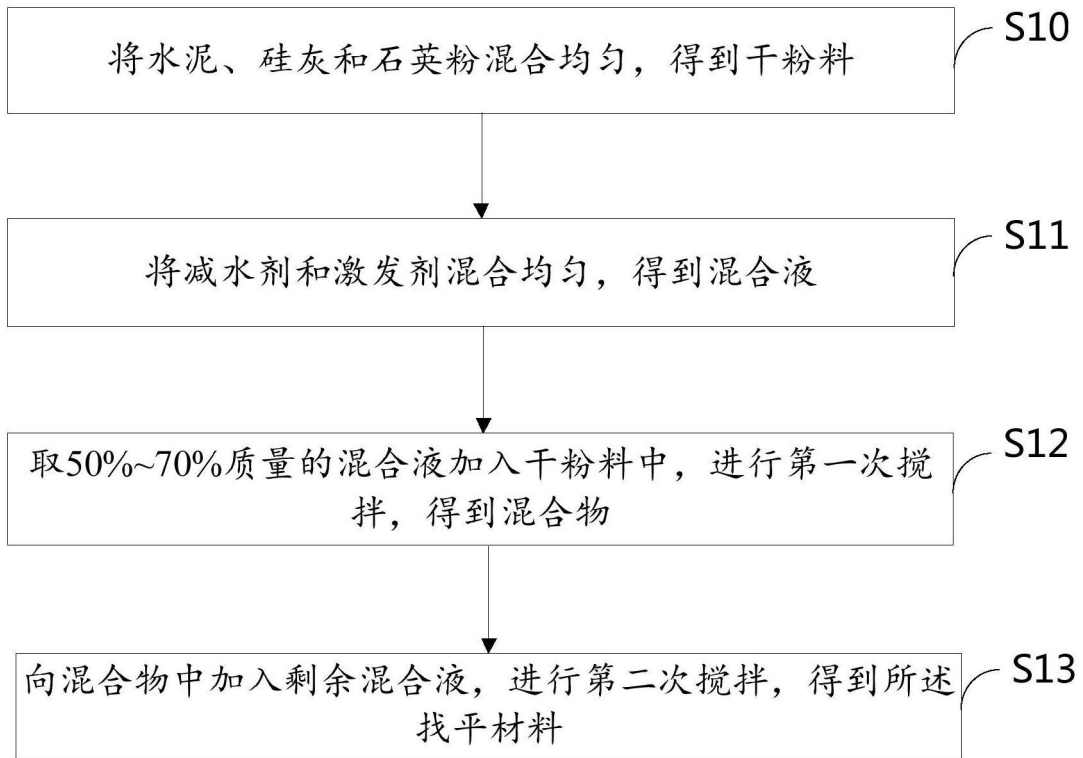


图1

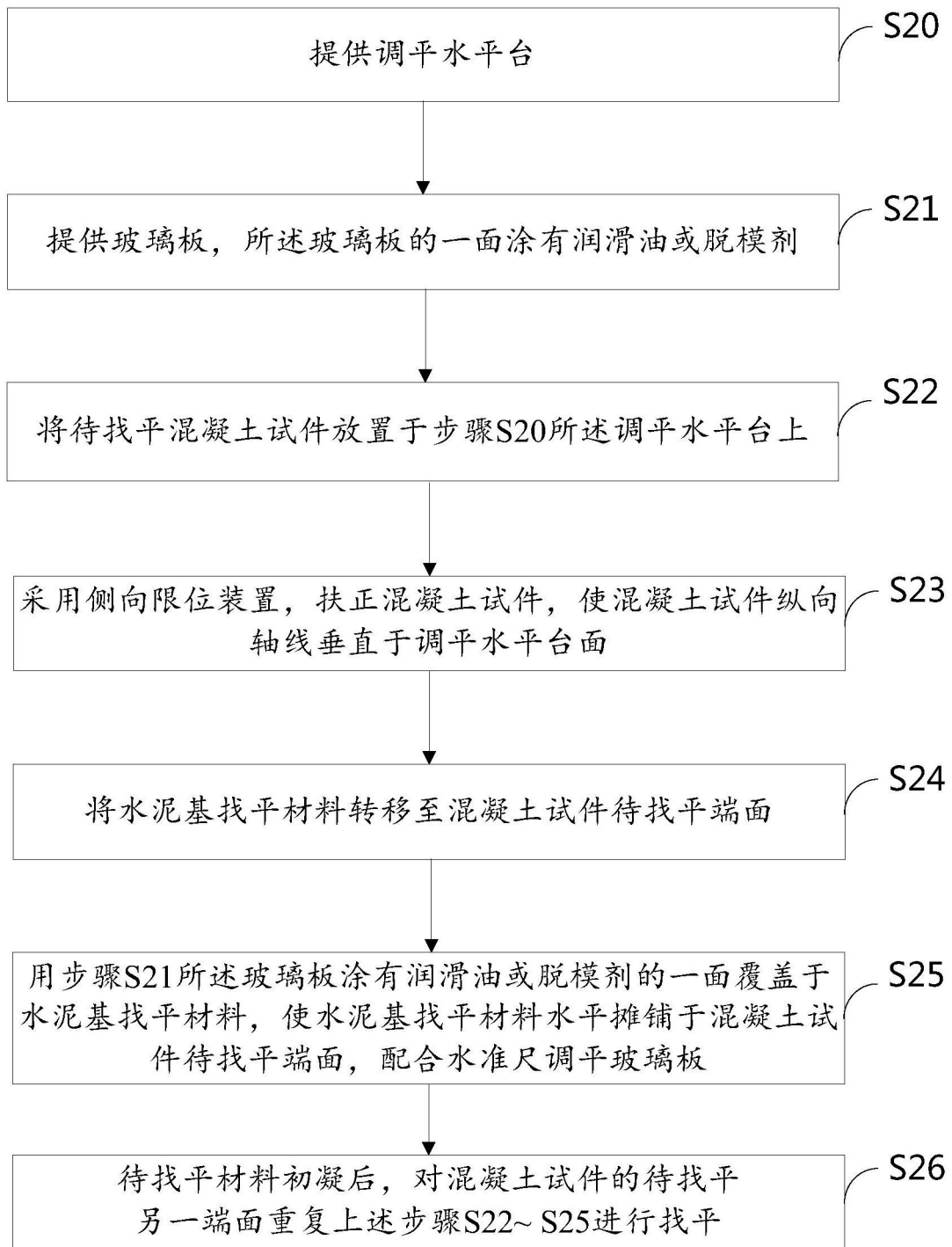


图2

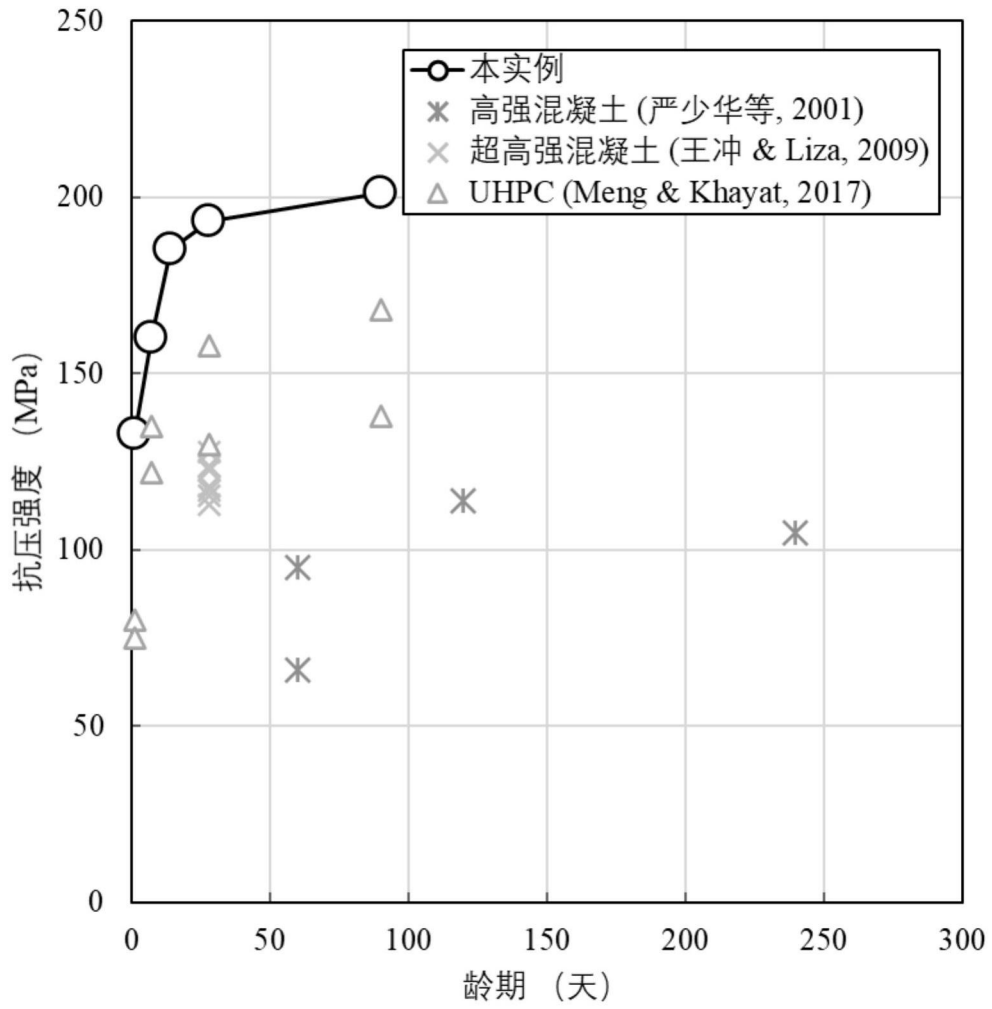


图3