(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105298133 A
(43)申请公布日 2016.02.03

(21)申请号 201510671215.0

(22)申请日 2015.10.13

(71)申请人 悉地(苏州)勘察设计顾问有限公司
地址 215123 江苏省苏州市工业园区东平街276号

(72)发明人 韩锡云 袁志刚 许洵嘉 张瑶 徐文 张守治

(74)专利代理机构 北京三高永信知识产权代理有限责任公司 11138
代理人 江崇玉

(51)Int.Cl.
E04G 21/02(2006.01)
C04B 30/00(2006.01)
C04B 28/04(2006.01)

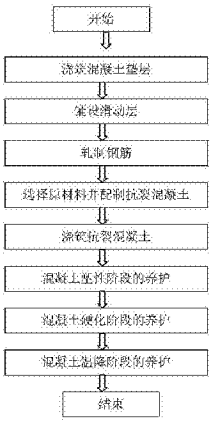
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法

(57)摘要

本发明提供了一种提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法,有效控制大体积混凝土底板施工期裂缝的产生。所述施工方法包括浇筑混凝土垫层、铺设滑动层、浇筑抗裂混凝土、混凝土塑性阶段的养护和混凝土硬化阶段的养护,其中,所述滑动层由两层塑料薄膜中间夹混合细料层组成;所述抗裂混凝土的水中养护7d限制膨胀率不低于0.02%,水中养护28d限制膨胀率不低于0.03%;所述混凝土塑形阶段的养护是在抗裂混凝土浇筑后喷洒水份蒸发抑制剂,混凝土表面收干后开始一次抹面施工,抹面后再次喷洒水份蒸发抑制剂,终凝前2h进行二次抹面抛光处理;所述混凝土硬化阶段的养护是在抗裂混凝土硬化后喷洒养护剂,其后覆盖一层聚苯板进行保温养护,养护期不得少于14天。



CN 105298133 A

1.一种提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法，包括浇筑混凝土垫层、铺设滑动层、浇筑抗裂混凝土、混凝土塑性阶段的养护和混凝土硬化阶段的养护，其中，

所述滑动层由两层塑料薄膜中间夹混合细料层组成，所述混合细料层由质量组成包括20～30份粉煤灰、70～80份滑石粉和25～30份水的原料混合均匀制得；

所述抗裂混凝土的水中养护7d限制膨胀率不低于0.02%，水中养护28d限制膨胀率不低于0.03%，且不高于0.04%；

所述混凝土塑形阶段的养护是在抗裂混凝土浇筑后立即喷洒水份蒸发抑制剂，混凝土表面收干后开始一次抹面施工，一次抹面后再次喷洒水份蒸发抑制剂，终凝前2h进行二次抹面抛光处理；

所述混凝土硬化阶段的养护是在抗裂混凝土硬化后立即喷洒养护剂，其后覆盖一层聚苯板进行保温养护，养护期不得少于14天。

2.如权利要求1所述的提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法，其特征在于，所述抗裂混凝土的质量组成包括：

水泥	180～200份
粉煤灰	180～200份
膨胀剂	35～45份
细骨料	700～750份
粗骨料	1050～1150份
水	155～160份
减水剂	1.8～2.4份

所述水泥为42.5级普通硅酸盐水泥；

所述粉煤灰为符合标准GB1596-2005《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》的Ⅰ级粉煤灰；

所述膨胀剂由氧化钙膨胀剂与氧化镁膨胀剂按质量比(5～6):(4～5)复合而成，其中氧化钙膨胀剂中游离氧化钙含量不低于60%，氧化镁膨胀剂的活性反应时间为100～150s；

所述减水剂为减水率为25%～30%的聚羧酸减水剂；

所述粗骨料为堆积空隙率在35%～40%之间的玄武岩碎石，含泥量控制在1%以内；

所述细骨料为细度模数在2.5～2.8之间的天然河砂，含泥量控制在1%以内。

3.如权利要求2所述的的提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法，其特征在于，所述抗裂混凝土的入模温度不高于20℃，坍落度为16～18cm。

4.如权利要求1-3中任一项所述的提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法，其特征在于，所述聚苯板厚度为8～12cm。

5.如权利要求1-3中任一项所述的提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法，其特征在于，所述垫层采用C15素混凝土，厚度为40～50mm。

6.如权利要求1-3中任一项所述的提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法，其特征在于，所述滑动层厚度为10～15mm，所述塑料膜的拉伸强度为25～30MPa。

提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基础底板混凝土施工方法，具体涉及一种提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法。

背景技术

[0002] 目前，随着经济的迅速发展和科学技术的进步，建筑工程向超大化和多功能化发展，一些超块体建构筑物不断出现，大体积混凝土在工程中的应用越来越多，超长、超大体积的混凝土底板基础日益增多。由于底板基础超长、超厚，又因基础地质受力情况不同，混凝土裂缝控制技术难度增大，底板混凝土结构裂缝问题是一个相当普遍的质量问题。如何抑制大体积底板混凝土开裂风险，是目前广大工程技术人员努力探讨的课题。

[0003] 超长、超大（即长度超过60mm，面积超过3600m^2）的基础底板作为一种大体积混凝土，具有体积大、工程条件复杂等特点，受温度应力与收缩应力的叠加作用容易产生开裂。为避免开裂，目前大体积混凝土底板裂缝控制的主要措施有：采用分层、分段浇筑以降低混凝土中心温度，同时设置后浇带以防止结构收缩开裂，但这种施工方案给结构设计施工会带来一定麻烦，存在以下不足：⑴设计中一般要求后浇带在两侧结构施工60天后才能进行浇筑，延长施工总工期，模板周转慢，增加施工管理费用；⑵后浇带在两侧混凝土浇筑后需对其进行保护，后浇带浇筑前，地下室始终处于漏水状态，后浇带被各种污水与建筑垃圾填充，清理工作艰难，且土体必须长时间进行降水处理，后浇带底板长期存在抗浮稳定安全隐患；⑶后浇带两侧施工缝凿毛清理困难，新旧混凝土浇筑时间间隔太长，施工缝处粘结强度难以保证，易产生施工冷缝，造成抗渗薄弱环节；⑷后浇带留置与预应力施工存在矛盾，当预应力筋跨过后浇带时，预应力必须等后浇带浇筑封闭并达到强度后才能张拉，严重影响施工进度。

[0004] 针对后浇带施工过程中存在的一系列问题，补偿收缩混凝土技术应运而生。在配筋率为0.2%～0.8%下，采用补偿收缩混凝土，每30～40m设置一道膨胀加强带，通过补偿收缩混凝土与膨胀加强带组合的方法，实现大体积混凝土底板的连续浇筑。由于目前市场上使用的膨胀剂存在膨胀发展历程与现代混凝土收缩发展历程不协调的矛盾，导致补偿收缩能力不足，减少混凝土开裂风险的能力有限。

[0005] 现浇大体积混凝土底板的开裂，有些是由单一因素引起的，如环境温度、湿度变化等，但更多的是由多种因素的综合作用形成。诸如，结构设计方面：滑动层设计不合理，滑动能力弱、基础约束大，导致底板混凝土约束开裂风险增大；原材料及配合比方面：混凝土配合比不合理，水化温升高、内外温差大、收缩变形显著，导致混凝土收缩开裂风险加剧；施工过程方面：浇筑时混凝土的工作性能、养护方案不合理等，导致底板混凝土表层开裂风险增大。

发明内容

[0006] 发明目的

[0007] 本发明的目的是提供一种提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法，通过多种技术的综合应用，有效控制大体积混凝土底板施工期裂缝的产生。

[0008] 所述提升大体积混凝土底板抗裂性的施工方法，包括浇筑混凝土垫层、铺设滑动层、浇筑抗裂混凝土、混凝土塑性阶段的养护和混凝土硬化阶段的养护，其中，

[0009] 所述滑动层由两层塑料薄膜中间夹混合细料层组成，所述混合细料层由质量组成包括 20 ～ 30 份粉煤灰、70 ～ 80 份滑石粉和 25 ～ 30 份水的原料混合均匀制得；

[0010] 所述抗裂混凝土的水中养护 7d 限制膨胀率不低于 0.02%，水中养护 28d 限制膨胀率不低于 0.03%，且不高于 0.04%；

[0011] 所述混凝土塑形阶段的养护是在抗裂混凝土浇筑后立即喷洒水份蒸发抑制剂，混凝土表面收干后开始一次抹面施工，一次抹面后再次喷洒水份蒸发抑制剂，终凝前 2h 进行二次抹面抛光处理；

[0012] 所述混凝土硬化阶段的养护是在抗裂混凝土硬化后立即喷洒养护剂，其后覆盖一层聚苯板进行保温养护，养护期不得少于 14 天。

[0013] 优选的，所述抗裂混凝土的质量组成包括：

[0014]

水泥	180～200 份
粉煤灰	180～200 份

[0015]

膨胀剂	35～45 份
细骨料	700～750 份
粗骨料	1050～1150 份
水	155～160 份
减水剂	1.8～2.4 份

[0016] 所述水泥为 42.5 级普通硅酸盐水泥；

[0017] 所述粉煤灰为符合标准 GB1596-2005《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》的Ⅰ级粉煤灰；

[0018] 所述膨胀剂由氧化钙膨胀剂与氧化镁膨胀剂按质量比 (5 ～ 6):(4 ～ 5) 复合而成，其中氧化钙膨胀剂中游离氧化钙 (f-CaO) 含量不低于 60%，氧化镁膨胀剂的活性反应时间为 100 ～ 150s；

[0019] 所述减水剂为减水率为 25%～ 30%的聚羧酸减水剂；

[0020] 所述粗骨料为堆积空隙率在 35%～ 40%之间的玄武岩碎石，含泥量控制在 1%以内；

[0021] 所述细骨料为细度模数在 2.5 ～ 2.8 之间的天然河砂，含泥量控制在 1%以内。

[0022] 优选的，所述抗裂混凝土的入模温度不高于 20℃，坍落度为 16 ～ 18cm。

[0023] 优选的，所述聚苯板厚度为 8 ～ 12cm。

[0024] 优选的，所述垫层采用 C15 素混凝土，厚度为 40 ～ 50mm。

[0025] 优选的，所述滑动层厚度为 10 ～ 15mm，所述塑料膜的拉伸强度为 25 ～ 30MPa。

[0026] 所述滑石粉、氧化钙膨胀剂、氧化镁膨胀剂、聚羧酸减水剂、聚苯板、水份蒸发抑制剂、养护剂均为本领域公知公用的材料，可直接选用符合要求的市售产品。优选所述滑石粉的细度为 300 ～ 500 目。所述水份蒸发抑制剂和养护剂采用常规用量喷洒即可。

[0027] 目前使用的大体积混凝土由于水胶比低、胶凝材料用量大，其自收缩、干燥收缩和温降收缩较传统混凝土大，收缩的叠加和一次性施工浇筑长度和面积的扩大，导致大体积混凝土底板易于开裂。因此，申请人认为，提高大体积混凝土底板抗裂性的关键在于通过合理的滑动层设计减少地基基础对混凝土底板的约束应力，通过有效的膨胀来补偿早期和中后期的自收缩和温降收缩，通过联合养护技术来抑制塑性收缩、干燥收缩和温降收缩。

[0028] 本发明通过试验研究发现，粉煤灰滑石粉浆体摩擦系数小、喷涂施工方便、铺设均匀性好，可作为滑动层填充材料，有利于减少地基基础与结构底板之间的约束力。

[0029] 本发明通过试验研究还发现，氧化钙膨胀剂在常温条件下水化反应速度很快，在早期 (1-3d 左右) 可以发挥很大的膨胀效能，对于补偿早期的自收缩非常有利，在较小的掺量范围内，能够在早期产生较大的膨胀。但是，由于其水化反应迅速，放热量较高，对于长龄期的自收缩和温降收缩效果不明显。

[0030] 本发明通过试验研究还发现，在 900-1000℃煅烧制备，活性反应时间为 100-150s 之间的氧化镁膨胀剂，在水化的中后期 (3-28d) 能产生较大的膨胀，特别是混凝土温降阶段也能产生有效膨胀，对于补偿混凝土中后期的自收缩和温降收缩有利。但是，由于其水化反应相对较慢，对混凝土早期自收缩和干燥收缩补偿效果非常有限。

[0031] 本发明通过试验研究还发现，大掺量粉煤灰一方面可以减少混凝土的水化温升，减小混凝土集中放热现象，为混凝土的缓慢散热赢得时间 ；另一方面可增大氧化钙膨胀剂和氧化镁膨胀剂的膨胀效果，二者复合双掺可优化膨胀剂的膨胀历程，提升混凝土的抗裂性能。

[0032] 本发明通过试验研究还发现，水份蒸发抑制剂、养护剂和聚苯板的联合使用，可减少混凝土早期和中期水份蒸发，减缓混凝土散热速率，确保复合膨胀剂的水化用水及水化温度，有利于提升氧化钙膨胀剂对混凝土早期自收缩的补偿和氧化镁膨胀剂对混凝土温降收缩的补偿效果。

[0033] 本发明的技术原理 ：通过粉煤灰滑石粉浆体用作滑动层混合料，解决了现有滑动层技术中干拌混合料难以铺设均匀的难题 ；通过钙镁复合膨胀剂与大掺量粉煤灰双掺技术制备新型了的抗裂混凝土，一方面调控了混凝土的水化温升，减少温度集中，为混凝土的自身散热赢得时间，另一方面调控了膨胀剂的膨胀发展历程，不仅能产生早期膨胀补偿混凝土早期干缩和自收缩，而且能在温度下降阶段产生有效膨胀，补偿混凝土的温度收缩，降低混凝土温度应力，同时大掺量粉煤灰与复合膨胀剂双掺使用时，能优化膨胀剂的膨胀历程，增大膨胀剂的膨胀有效性，由此提升了混凝土的抗裂性能 ；通过水份蒸发抑制剂、养护剂和聚苯板联合养护方式，一方面减少水份蒸发，抑制了混凝土塑性收缩、干燥收缩，另一方面减缓混凝土散热速度，避免产生温度应力集中现象，降低混凝土温降开裂风险，同时通过联合养护方式，确保复合膨胀剂水化用水和水化温度，提升膨胀剂的早期膨胀效果和温度下降阶段的膨胀效果，改善了膨胀的有效性。

[0034] 本发明与现有技术相比，其突出的优点和效果是 ：通过铺设新型滑动层，大大减少了地基对结构底板的约束，从而减小结构底板内的收缩应力，避免了超长超大体积混凝土

底板因自身收缩受约束所造成的应力集中，可有效降低结构底板约束开裂风险；通过掺入优质复合膨胀剂，调节了混凝土膨胀发展历程，有效补偿了超长、超大体积底板混凝土的干燥收缩和自收缩；通过大掺量粉煤灰和控制混凝土入模温度，优化了混凝土水化历程，降低了混凝土温度应力，并结合覆盖保温板减缓混凝土散热速率，有效控制了混凝土温度裂缝；通过喷洒水份蒸发抑制剂，有效控制了混凝土的塑性收缩裂缝；通过喷出养护剂，一方面减少混凝土表层失水干燥，另一方面提升了复合膨胀剂膨胀效能的发挥，有效控制了混凝土的收缩裂缝。通过上述技术的综合应用，有效控制了超长、超大体积混凝土底板基础施工期裂缝的产生，使施工质量达到了工程的要求。

附图说明

[0035] 图 1 是提升大体积混凝土底板抗裂性施工方法的流程图。

具体实施方式

[0036] 下面结合说明书附图对本发明作进一步详细说明。

[0037] 以下实施例选用的物质如下所示：

[0038] 水泥选用安徽海螺水泥股份有限公司生产的 P.042.5 水泥；

[0039] 粉煤灰选用华能热电厂生产的Ⅰ级粉煤灰；

[0040] 滑石粉选用南京康隆石粉有限公司生产的细度为 400 目的滑石粉；

[0041] 塑料膜选用南京塑料厂生产的聚氯乙烯塑料膜，拉伸强度为 27MPa；

[0042] 减水剂选用江苏苏博特新材料股份有限公司生产的PCA®-Ⅰ聚羧酸高性能减水剂；

[0043] 氧化钙膨胀剂选用江苏苏博特新材料股份有限公司生产的 f-CaO 含量为 70％的氧化钙类膨胀剂；

[0044] 氧化镁膨胀剂选用江苏苏博特新材料股份有限公司生产的活性反应时间为 100s 的氧化镁膨胀剂；

[0045] 粗骨料选用堆积空隙率为 39％的玄武岩碎石，含泥量小于 1％；

[0046] 细骨料选用细度模数为 2.6 的河砂，含泥量小于 1％；

[0047] 水份蒸发抑制剂选用江苏苏博特新材料股份有限公司生产的Ereducer® -101 塑性混凝土高效水份蒸发抑制剂；

[0048] 养护剂选用江苏苏博特新材料股份有限公司生产的Ereducer®-301高性能混凝土养护剂；

[0049] 聚苯板选用江苏省金坛市绿能保温材料厂生产的 XPS 挤塑保温板，厚度为 10cm。

[0050] 实施例中涉及的测试方法如下：

[0051] 氧化镁活性反应时间的测试方法：参照标准 DL/T5296-2013《水工混凝土掺用氧化镁技术规范》附录 A 氧化镁的活性反应时间测定方法执行；

[0052] 混凝土限制膨胀率测试方法参照 GB23439-2009《混凝土膨胀剂》附录 B 掺膨胀剂的混凝土限制膨胀与收缩试验方法执行。

[0053] 某地下空间开发工程为地下两层结构，负二层底板直接与地基基础相连，呈基本

矩形，东西向长 420m，南北向长 135m，底板厚 1.2m，总建筑面积约为 53865m^2，属于超长、超大体积混凝土结构。若在这么大长度和面积的混凝土底板结构中不设置变形缝，结构的无缝长度远远超出了现有规范的限值，要提升此大体积混凝土底板的抗裂性，确为一项很具挑战性的任务。如图 1 所示，施工方法包括下述几个步骤：

[0054] 一、浇筑混凝土垫层

[0055] 平整土方后，浇筑一层厚度为 40mm、强度等级为 C15 的素混凝土作为基础垫层。

[0056] 二、铺设滑动层

[0057] 铺设滑动层之前，先将施工完成的基础垫层表面清扫干净，在基础垫层上先铺设一层厚度为 0.25mm、拉伸强度为 27MPa 的聚乙烯塑料薄膜，紧接着喷涂一层厚度为 10mm 的集中厂拌的粉煤灰滑石粉浆体，在保证滑动层厚度的同时要确保粉煤灰滑石粉浆体喷涂的均匀性，其中粉煤灰滑石粉浆体的质量组成为：30 份粉煤灰、70 份滑石粉和 30 份水。在喷涂好的粉煤灰滑石粉浆体上及时覆盖一层厚度为 0.25mm、拉伸强度为 27MPa 的聚乙烯塑料薄膜，聚乙烯塑料薄膜铺设要平整，薄膜接缝处要使用热熔焊接，确保铺设的聚乙烯塑料薄膜是一完整体。由此在基础垫层上表面形成一层滑动层。

[0058] 三、轧制钢筋

[0059] 按照设计要求轧制配筋率为 0.15 的钢筋。

[0060] 四、选择原材料并配制抗裂混凝土

[0061] 选用安徽海螺水泥股份有限公司生产的 P.042.5 水泥、华能热电厂生产的Ⅰ级粉煤灰、钙镁复合膨胀剂（氧化钙膨胀剂与氧化镁膨胀剂按质量比 6:4 复合而成）、粗骨料选用堆积空隙率为 39％的玄武岩碎石、细骨料选用细度模数为 2.6 的河砂（粗、细骨料含泥量控制在 1％以内）、减水率为 25％的聚羧酸减水剂和水配制抗裂混凝土，其中各组分按质量份数分别为：水泥 190 份、粉煤灰 190 份、膨胀剂 40 份、细骨料 730 份、粗骨料 1100 份、水 160 份、减水剂 2.2 份。

[0062] 所述抗裂混凝土的水中养护 7d 限制膨胀率为 0.025％，水中养护 28d 限制膨胀率为 0.038％。

[0063] 五、浇筑抗裂混凝土

[0064] 抗裂混凝土的浇筑采用连续施工方式施工，控制入模混凝土温度不高于 20℃，坍落度为 16 ～ 18cm。

[0065] 六、混凝土塑性阶段的养护

[0066] 抗裂混凝土浇筑后立即喷洒水份蒸发抑制剂，混凝土表面收干后开始一次抹面施工，一次抹面后再次喷洒水份蒸发抑制剂以减少混凝土表层水份蒸发，降低塑性开裂风险，终凝前 2h 进行二次抹面抛光处理。

[0067] 其中，Ereducer® -101塑性混凝土高效水份蒸发抑制剂采用常规用量喷洒，具体为：Ereducer® -101塑性混凝土高效水份蒸发抑制剂稀释后使用，稀释比例为Ereducer® -101：水＝ 1:4，每次喷洒水份蒸发抑制剂稀释液的量为：1 升Ereducer® -101稀释液喷洒 5m^{2}抗裂混凝土。

[0068] 七、混凝土硬化阶段的养护

[0069] 抗裂混凝土终凝硬化后立即喷洒养护剂，防止混凝土表层干燥失水而产生

干燥收缩裂缝，具体施工过程中可根据实际环境情况选择养护剂喷洒次数。其中，Ereducer®-301高性能混凝土养护剂按常规用量喷洒，每次喷洒养护剂的量为250g/m^{2}抗裂混凝土。

[0070] 八、混凝土降温阶段的养护

[0071] 待养护剂喷洒完毕后，在混凝土表层覆盖一层10cm厚的聚苯板进行保温养护，养护期不得少于14天，减缓混凝土散热速率，防止混凝土温降幅度过大而产生温度收缩裂缝。

[0072] 如上所述，首先浇筑一层厚度为40mm的C15素混凝土作为基础垫层；其次采用摩擦系数小的粉煤灰滑石粉浆体作为滑动层填充材料与双层塑料膜一起制备了新型的滑动层，滑动原理类似轴承转动原理，大大减少了地基对结构底板的约束，能有效减少超长超大面积底板混凝土的应力集中，提高结构抗裂性能；再次选用安徽海螺水泥股份有限公司生产的P.042.5水泥、华能热电厂生产的Ⅰ级粉煤灰、钙镁复合膨胀剂（氧化钙膨胀剂与氧化镁膨胀剂按质量比6:4复合而成）、堆积空隙率为39％的玄武岩碎石、细度模数为2.6的河砂、减水率为25％的聚羧酸减水剂和水配制抗裂混凝土，经测试该抗裂混凝土的水中养护7d限制膨胀率为0.025％，水中养护28d限制膨胀率为0.038％，膨胀发展历程与混凝土结构发展历程相匹配，有效补偿了超长、超大体积底板混凝土的干燥收缩和自收缩；并通过大掺量粉煤灰和控制混凝土入模温度，优化了混凝土水化历程，减小混凝土集中放热现象，为混凝土的缓慢散热赢得时间，有效控制了混凝土温度裂缝；最后通过水份蒸发抑制剂、养护剂和保温板等养护技术的联合使用，有效控制了混凝土早期和中期水份蒸发，减缓混凝土散热速率，确保复合膨胀剂的水化用水及水化温度，提升膨胀剂的早期膨胀效果和温度下降阶段的膨胀效果，提高了结构混凝土的抗裂性。这些技术的综合应用，实现了该地下空间开发工程负二层底板的不设置变形缝施工。此超长、超大体积混凝土底板于2012年3月5日浇筑完毕，于2012年3月28日养护结束后拆除保温板，未发现任何肉眼可见裂缝。目前经过三年多的使用运行，也没有发现任何裂缝。

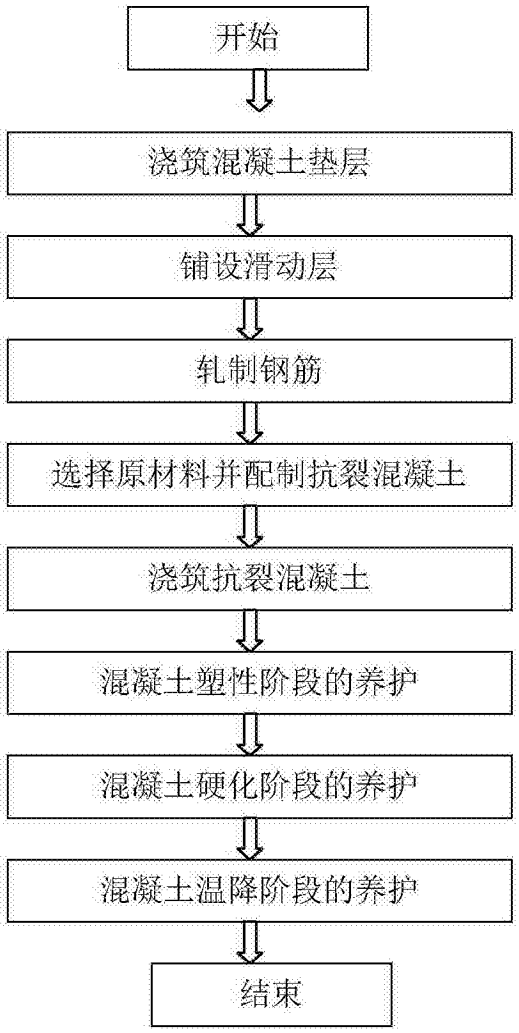

开始
浇筑混凝土垫层
铺设滑动层
轧制钢筋
选择原材料并配制抗裂混凝土
浇筑抗裂混凝土
混凝土塑性阶段的养护
混凝土硬化阶段的养护
混凝土温降阶段的养护
结束

图 1