



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104827561 B

(45)授权公告日 2017.08.25

(21)申请号 201510215003.1

*B28B 11/24*(2006.01)

(22)申请日 2015.04.30

*C04B 28/02*(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104827561 A

(56)对比文件

CN 102848464 A,2013.01.02,

CN 103434020 A,2013.12.11,

CN 102229195 A,2011.11.02,

CN 103030342 A,2013.04.10,

CN 102059740 A,2011.05.18,

CN 104291757 A,2015.01.21,

CN 101672035 A,2010.03.17,

JP 2001064066 A,2001.03.13,全文.

(43)申请公布日 2015.08.12

(73)专利权人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路  
381号

(72)发明人 吴小环 杨医博 战营 罗健

郭文瑛 王恒昌 燕哲

审查员 季娟

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限

公司 44102

代理人 何淑珍

(51)Int.Cl.

*B28B 21/30*(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54)发明名称

一种无余浆的蒸压PHC管桩制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,包括步骤:1)掺加引气剂,配制混凝土;2)根据石子直径拌合砂浆或细石混凝土;3)将拌好的砂浆或细石混凝土沿管模长度方向均匀布料;4)将5~25mm连续级配石子均匀布料到砂浆层,或将10~20mm石子均匀布料到细石混凝土上;5)管桩合模、张拉;6)管桩离心;7)蒸养养护;8)管桩脱模;9)蒸压养护。本发明通过掺加适量引气剂及二次布料工艺,能大幅减少胶凝材料的用量,并达到无余浆的效果,大幅降低原材料成本,并减少余浆处理费用。

1. 一种无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,其特征在于,包括步骤:

1) 配制混凝土,混凝土每立方米总质量为2480~2550kg,其中胶凝材料质量为285~330kg,水与胶凝材料的质量比为0.24~0.30:1,减水剂用量为胶凝材料质量的1.5~3.0%,引气剂用量为胶凝材料质量的0.02~0.07%;余量为砂子和石子,其中砂子与砂石的质量比为0.32~0.36:1,胶凝材料中水泥为65~75%,其余为磨细石英砂;

2) 当采用5~25mm连续级配石子时,将胶凝材料、砂子、减水剂、引气剂、水倒入搅拌机搅拌成砂浆,搅拌时间120s~160s;当采用5~10mm和10~20mm石子搭配使用时,将胶凝材料、砂子、5~10mm石子、减水剂、引气剂、水倒入搅拌机搅拌成细石混凝土,搅拌时间135~175s;

3) 将拌好的砂浆或细石混凝土沿管模长度方向均匀布料;

4) 将5~25mm连续级配石子均匀布料到砂浆层,或将10~20mm石子均匀布料到细石混凝土上;

5) 管桩合模、张拉;

6) 管桩离心,使混凝土中由引气剂引入的气体被挤出;

7) 蒸养养护,养护时间共6~8h;

8) 管桩脱模;

9) 蒸压养护,将脱模后的管桩置于蒸压釜中,养护气压0.8~1.2MPa,养护温度165~200℃,蒸压养护时长7~12h。

2. 根据权利要求1所述的无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,其特征在于:步骤6中管桩离心过程依次包括低速、低中速、中高速、高速四个阶段。

3. 根据权利要求1所述的无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,其特征在于:所述步骤7的蒸养养护过程包括静停阶段、由静停温度升至恒温温度的升温阶段、恒温阶段、由恒温温度降至室温温度的降温阶段四个阶段,所述静停阶段的温度为40~55℃,恒温阶段的温度为80~90℃。

4. 根据权利要求1所述的无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,其特征在于:步骤3中砂浆或细石混凝土在管模两端分别在平均布料量的基础上多布料30%~50%。

5. 根据权利要求1所述的无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,其特征在于:步骤4中5~25mm连续级配石子或10~20mm石子在管模两端分别在平均布料量的基础上多布料30%~50%。

6. 根据权利要求1所述的无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,其特征在于:拌合混凝土前,所述引气剂预先与减水剂充分混合,制备成引气减水剂。

7. 根据权利要求1所述的无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,其特征在于:所述减水剂为聚羧酸减水剂或萘系减水剂。

## 一种无余浆的蒸压PHC管桩制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于建筑材料领域,特别涉及一种无余浆的蒸压PHC管桩制备方法。

### 背景技术

[0002] PHC管桩全称预应力高强混凝土管桩,是建筑基础中最常采用的混凝土构件,被广泛地应用于各类建筑、交通、水利等工程。

[0003] 目前我国PHC管桩绝大多数采用常压蒸养+高压蒸养两段式生产工艺生产,也称蒸压PHC管桩。蒸压PHC管桩的胶凝材料主要由水泥和磨细石英砂组成。其中磨细石英砂可以在高压蒸养的高温、高压条件下反应生成托勃莫来石晶体,大大提高整体强度。

[0004] 蒸压PHC管桩一般采用离心成型工艺制作,而离心成型工艺通常会有余浆。据统计,每立方米混凝土管桩经离心后平均产生余浆100公斤。余浆主要由颗粒细度较细的水泥、磨细石英砂、外加剂、泥土(来自砂、石骨料的表面)及水组成。这些余浆的处理是令管桩企业头痛的问题,有的企业将其作为垃圾掩埋,有的制作加气混凝土,有的制作小型混凝土构件。但是这些方法会造成环境污染或需要投资而回报较低。还有一些企业采取管桩余浆循环利用的方法,但由于余浆成分的含量每个管桩企业都不同,即使同一个管桩企业不同时期、不同品种的管桩,其废浆液成分的含量也会变化,因此余浆回用给管桩的质量控制带来了许多问题。

[0005] 经过文献检索,共有两项与本专利相关的专利:(1)公开号为CN102848464A的中国专利提供了一种离心管桩无余浆成型工艺,其原理是通过增稠剂提高混凝土中浆体的稠度,并调整石子的颗粒级配和离心制度,使管桩中的浆体在离心过程中不被挤出来,未涉及降低胶凝材料用量。(2)申请号为201310403038.9的中国专利通过加入纳米级的矿物添加剂,配合复配的高性能减水剂降低水胶比,并调整现有的管桩离心和蒸养步骤,实现了离心无余浆及一次脱模强度达到C80,免去倒余浆及蒸压的工序。其胶凝材料用量为395~470kg/m<sup>3</sup>。

[0006] 本专利通过掺加引气剂和二次布料二者结合的工艺大幅降低胶凝材料,实现无余浆,与上述专利的方法、原理有本质区别,且具有胶凝材料用量低的优势。

[0007] 本专利实现无余浆生产的实质是降低混凝土的胶凝材料用量。离心工艺产生的余浆的主要成分为水、水泥、磨细石英砂、泥土(来自砂、石骨料表面)、减水剂等,其本质就是混凝土中的浆体。理论上,如果混凝土的浆体含量很低,那么余浆量就能减少。但是混凝土中浆体量过低会导致混凝土的工作性能无法满足生产要求,导致混凝土在拌合、布料、合模三个阶段无法进行。

[0008] 引气剂能经济有效地改善新拌混凝土的和易性,特别是对胶凝材料用量少的混凝土效果更显著。且PHC管桩生产工艺中有离心步骤,在离心时,引气剂引入的气体会被挤出混凝土。也就是说,在拌合混凝土阶段加入引气剂,引入的气体仅存在于拌合、布料、合模阶段,而这些阶段要求混凝土有较好的工作性能。在离心阶段引气剂引入的气体被挤出,对混凝土的强度、耐久性影响很小。因此可采用掺加引气剂的方法来降低混凝土中胶凝材料用

量,从而减少余浆。

[0009] 但引气剂降低胶凝材料的效果是有限的,实验发现,蒸压管桩的胶凝材料用量降低于 $340\text{kg}/\text{m}^3$ 即达到瓶颈,此时每立方米管桩混凝土离心时仍会产生 $15\sim 27\text{kg}$ 余浆;再降低胶凝材料用量的话,即使掺加再多的引气剂混凝土的工作性能也无法达标。

[0010] 为解决胶凝材料低于 $340\text{kg}/\text{m}^3$ 时混凝土工作性能不足的问题,本专利采用二次布料工艺,拌合时仅需拌合砂浆(或细石混凝土),不拌石子(或 $10\sim 20\text{mm}$ 石子)。研究发现,掺加引气剂(引气剂的质量为胶凝材料质量的 $0.02\%\sim 0.07\%$ )可极大地提高砂浆的工作性能,达到生产要求。当引气剂与减水剂充分混合后使用时,效果更好。由于砂浆(或细石混凝土)的工作性能很好,所以胶凝材料用量很低时,仍可采用二次布料工艺进行生产。

[0011] 实验发现胶凝材料用量降低至 $285\text{kg}/\text{m}^3$ 时工作性能仍可以满足二次布料工艺的需求;布料时要分两次,由于石子的堆积性能好,所需的人工量反而会有所下降;因为石子表面没有浆体,便于清理,因此合模也非常便捷。而砂浆和石子在离心过程中可以充分混合:离心时,内部的石子的密度较大,会逐渐离心至管模外侧,而管模外侧的浆体密度较低,会逐渐被挤入管模内部,在这个过程中,浆体和石子充分接触,完成了混凝土的拌合。研究发现砂浆中掺加引气剂也可提高离心时砂浆与石子的混合程度。

[0012] 因此,本专利通过掺加引气剂,提高了砂浆(或细石混凝土)的工作性能,同时使离心时砂浆(或细石混凝土)和石子(或 $10\sim 20\text{mm}$ 石子)可以充分混合;通过以拌合砂浆代替拌合混凝土和二次布料工艺,解决了拌合、布料、合模三个阶段对混凝土性能的要求;离心工艺既具有离心作用、又具有拌合砂浆和石子的作用。采用本方法,可以大幅降低胶凝材料用量,无余浆产生,降低成本。

## 发明内容

[0013] 为解决蒸压管桩胶凝材料用量高的问题,本发明提供一种无余浆的蒸压PHC管桩及其制备方法。通过以拌合砂浆或细石混凝土代替拌合混凝土,二次布料的工艺实现无余浆,解决了拌合、布料、合模三个阶段对混凝土性能的要求;通过掺加引气剂,使离心时砂浆或细石混凝土能和石子充分混合。采用本方法,可以大幅降低胶凝材料用量,降低成本,并做到无余浆。

[0014] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0015] 一种无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,包括步骤:

[0016] 1) 配制混凝土,混凝土每立方米总质量为 $2480\sim 2550\text{kg}$ ,其中胶凝材料质量为 $285\sim 330\text{kg}$ ,水与胶凝材料的质量比为 $0.24\sim 0.30:1$ ,减水剂用量为胶凝材料质量的 $1.5\sim 3.0\%$ ,引气剂用量为胶凝材料质量的 $0.02\sim 0.07\%$ ;余量为砂子和石子,其中砂子与石子的质量比为 $0.32\sim 0.36:1$ ,胶凝材料中水泥为 $65\sim 75\%$ ,其余为磨细石英砂;

[0017] 2) 当采用 $5\sim 25\text{mm}$ 连续级配石子时,将胶凝材料、砂子、减水剂、引气剂、水倒入搅拌机搅拌成砂浆,搅拌时间 $120\text{s}\sim 160\text{s}$ ;当采用 $5\sim 10\text{mm}$ 和 $10\sim 20\text{mm}$ 石子搭配使用时,将胶凝材料、砂子、 $5\sim 10\text{mm}$ 石子、减水剂、引气剂、水倒入搅拌机搅拌成细石混凝土,搅拌时间 $135\sim 175\text{s}$ ;

[0018] 3) 将拌好的砂浆或细石混凝土沿管模长度方向均匀布料;

[0019] 4) 将 $5\sim 25\text{mm}$ 连续级配石子均匀布料到砂浆层,或将 $10\sim 20\text{mm}$ 石子均匀布料到细

石混凝土上；

[0020] 5) 管桩合模、张拉；

[0021] 6) 管桩离心,使混凝土中由引气剂引入的气体被挤出；

[0022] 7) 蒸养养护,养护时间共6~8h；

[0023] 8) 管桩脱模；

[0024] 9) 蒸压养护,将脱模后的管桩置于蒸压釜中,养护气压0.8~1.2MPa,养护温度165~200℃,蒸压养护时长7~12h。

[0025] 进一步地,步骤6中管桩离心过程依次包括低速、低中速、中高速、高速四个阶段。

[0026] 进一步地,所述步骤7的蒸养养护过程包括静停阶段、由静停温度升至恒温温度的升温阶段、恒温阶段、由恒温温度降至室温温度的降温阶段四个阶段,所述静停阶段的温度为40~55℃,恒温阶段的温度为80~90℃。

[0027] 进一步地,步骤3中砂浆或细石混凝土在管模两端分别在平均布料量的基础上多布料30%~50%。

[0028] 进一步地,步骤4中5~25mm连续级配石子或10~20mm石子在管模两端分别在平均布料量的基础上多布料30%~50%。

[0029] 进一步地,拌合混凝土前,所述引气剂预先与减水剂充分混合,制备成引气减水剂。

[0030] 进一步地,所述减水剂聚羧酸减水剂或萘系减水剂。

[0031] 与现有技术相比,本发明具有如下优点:

[0032] (1) 本发明的能大幅降低蒸压PHC管桩的胶凝材料用量,一般为450kg/m<sup>3</sup>,本发明为285~330kg/m<sup>3</sup>,从而降低原材料成本,提高竞争力;且生产中无余浆产生,降低了余浆处理费用。

[0033] (2) 本发明的无余浆生产工艺要求砂、石的级配达到GB13476-2009《先张法预应力混凝土管桩》中的要求即可,无其他特别要求。

[0034] (3) 本发明仅需对混凝土搅拌机和布料机进行适当改进,使其能够适应新工艺。不需要增加新设备,便于推广。

## 具体实施方式

[0035] 下面结合具体实施例对本发明作进一步地具体详细描述,但本发明的实施方式不限于此,对于未特别注明的工艺参数,可参经常规技术进行。

[0036] 以下实施例中采用的水泥为华润水泥P. II 42.5R,砂为天然河砂(2区中砂,细度模数2.9)。

[0037] 实施例1

[0038] 一种无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,包括步骤:

[0039] 1) 配制混凝土,混凝土每立方米总质量为2550kg,其中胶凝材料质量330kg,水与胶凝材料的质量比为0.24:1,10%固含量聚羧酸减水剂用量为胶凝材料质量的3.0%,引气剂用量为胶凝材料质量的0.02%,余量为砂子和石子,其中砂子与砂石的质量比为0.32:1,石子由粒径5~10mm和10~20mm两类石子混合成连续级配,胶凝材料中水泥为65%,余量为磨细石英砂;

[0040] 2) 将引气剂与减水剂充分混合;

[0041] 3) 将胶凝材料、砂子、5~10mm石子、减水剂与引气剂的混合物、水倒入搅拌机均匀搅拌成细石混凝土,搅拌时间150s;

[0042] 4) 将拌好的细石混凝土沿管模长度方向均匀布料,所述细石混凝土在管模两端分别在平均布料量的基础上多布料30%~50%;

[0043] 5) 将10~20mm石子均匀布料到细石混凝土上,10~20mm石子在管模两端分别在平均布料量的基础上多布料30%~50%;

[0044] 6) 管桩合模、张拉;

[0045] 7) 管桩离心,离心过程依次包括低速、低中速、中高速、高速四个阶段,其低速阶段转速为57r/min,持续时间5min;低中速阶段转速为105r/min,持续时间5min;中高速阶段转速为215r/min,持续时间3min;高速阶段转速为320r/min,持续时间2.5min;

[0046] 8) 蒸养养护,蒸养养护过程包括静停阶段、由静停温度升至恒温温度的升温阶段、恒温阶段、由恒温温度降至室温温度的降温阶段四个阶段,本实施例所述静停阶段的温度为55℃,持续时间3.5h;升温阶段由55℃升至85℃,持续时间1h;恒温阶段温度为85℃,持续时间1h;降温阶段由85℃降至室温,持续时间0.5h,养护时间共6h;

[0047] 9) 管桩脱模。

[0048] 10) 蒸压养护,将脱模后的管桩置于蒸压釜中,养护气压0.8~1.2MPa,养护温度165~200℃,蒸压养护时长9h。

[0049] 本实施例制备的无余浆蒸压PHC管桩的混凝土参数及性能见表1,由表1可看出,本实施例相比现有免蒸压PHC管桩工艺减少了26.7%的胶凝材料用量,而其他检查项目等均符合相关的检测标准。

[0050] 实施例2

[0051] 一种无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,包括步骤:

[0052] 1) 配制混凝土,混凝土每立方米总质量为2520kg,其中胶凝材料质量310kg/m<sup>3</sup>,水与胶凝材料的质量比为0.27:1,10%固含量聚羧酸减水剂用量为胶凝材料质量的2.0%,引气剂用量为胶凝材料质量的0.04%,余量为砂子和石子,其中砂子与砂石的质量比为0.34:1,石子由粒径5~10mm和10~20mm两类石子混合成连续级配,胶凝材料中水泥为73%,余量为磨细石英砂;

[0053] 3) 将胶凝材料、砂子、5~10mm石子、减水剂、引气剂、水倒入搅拌机搅拌均匀,搅拌时间150s;

[0054] 3) 将拌好的细石混凝土沿管模长度方向均匀布料,所述细石混凝土在管模两端分别在平均布料量的基础上多布料30%~50%;

[0055] 4) 将10~20mm石子均匀布料到细石混凝土上,10~20mm石子在管模两端分别在平均布料量的基础上多布料30%~50%;

[0056] 5) 管桩合模、张拉;

[0057] 6) 管桩离心,离心过程依次包括低速、低中速、中高速、高速四个阶段,其低速阶段转速为62r/min,持续时间5min;低中速阶段转速为115r/min,持续时间5min;中高速阶段转速为225r/min,持续时间3min;高速阶段转速为320r/min,持续时间3min;

[0058] 7) 蒸养养护,蒸养养护过程包括静停阶段、由静停温度升至恒温温度的升温阶段、

恒温阶段、由恒温温度降至室温温度的降温阶段四个阶段,本实施例所述静停阶段的温度为55℃,持续时间3.5h;升温阶段由55℃升至85℃,持续时间1h;恒温阶段温度为85℃,持续时间2h;降温阶段由85℃降至室温,持续时间0.5h,养护时间共7h;

[0059] 9) 管桩脱模;

[0060] 10) 蒸压养护,将脱模后的管桩置于蒸压釜中,养护气压0.8~1.2MPa,养护温度165~200℃,蒸压养护时长8h。

[0061] 本实施例制备的无余浆蒸压PHC管桩的混凝土参数及性能见表1,由表1可看出,本实施例相比现有免蒸压PHC管桩工艺减少了31.1%的胶凝材料用量,而其他检查项目等均符合相关的检测标准。

[0062] 实施例3

[0063] 一种无余浆的蒸压PHC管桩制备方法,包括步骤:

[0064] 1) 配制混凝土,混凝土每立方米总质量为2480kg,其中胶凝材料质量285kg,水与胶凝材料的质量比为0.30:1,30%固含量萘系减水剂用量为胶凝材料质量的1.5%,引气剂用量为胶凝材料质量的0.07%,余量为砂子和石子,其中砂子与砂石的质量比为0.36:1,石子为5~25mm连续级配石子,胶凝材料中水泥为75%,余量为磨细石英砂;

[0065] 2) 引气剂预先与减水剂充分混合,制备成引气减水剂

[0066] 3) 将胶凝材料、砂子、引气减水剂、水倒入搅拌机均匀搅拌成砂浆,搅拌时间120s;

[0067] 4) 将拌好的砂浆沿管模长度方向均匀布料,所述砂浆在管模两端分别在平均布料量的基础上多布料30%~50%;

[0068] 5) 将5~25mm连续级配石子均匀布料到砂浆层,5~25mm连续级配石子在管模两端分别在平均布料量的基础上多布料30%~50%;

[0069] 6) 管桩合模、张拉;

[0070] 7) 管桩离心,离心过程依次包括低速、低中速、中高速、高速四个阶段,其低速阶段转速为65r/min,持续时间5min;低中速阶段转速为120r/min,持续时间5min;中高速阶段转速为235r/min,持续时间3.5min;高速阶段转速为330r/min,持续时间3min;

[0071] 8) 蒸养养护,蒸养养护过程包括静停阶段、由静停温度升至恒温温度的升温阶段、恒温阶段、由恒温温度降至室温温度的降温阶段四个阶段,本实施例所述静停阶段的温度为55℃,持续时间3.5h;升温阶段由55℃升至85℃,持续时间1h;恒温阶段温度为85℃,持续时间2.5h;降温阶段由85℃降至室温,持续时间1h,养护时间共8h;

[0072] 9) 管桩脱模;

[0073] 10) 蒸压养护。将脱模后的管桩置于蒸压釜中,养护气压0.8~1.2MPa,养护温度165~200℃,蒸压养护时长12h。

[0074] 蒸压PHC管桩及混凝土性能见表1。本实施例制备的无余浆蒸压PHC管桩的混凝土参数及性能见表1,由表1可看出,本实施例相比现有免蒸压PHC管桩工艺减少了36.7%的胶凝材料用量,而其他检查项目等均符合相关的检测标准,表1:

[0075]

	基准对比 样	实施例 1	实施例 2	实施例 3
引气剂掺量 (%)	0	0.02	0.04	0.07
胶凝材料用量 (kg/m <sup>3</sup> )	450	330	310	285
减少胶凝材料用量 (%)	—	26.7	31.1	36.7
脱模强度 (MPa)	47.2	45.6	47.5	46.4
蒸压强度 (MPa)	93.1	93.3	92.1	92.6
28d 电通量 (C)	536	574	582	571
蒸压 PHC 管桩检测结果*	合格	合格	合格	合格

[0076] \*检测标准为GB13476-2009《先张法预应力混凝土管桩》中的预应力高强混凝土管桩性能标准。

[0077] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受所述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。