

Construction Technology of High-pressure Grouting Circumferential Sealing for Prefabricated Building Vertical PC Member Joint

Tiejun Ding

Guangxi Construction Engineering Group NO.7 Construction Engineering Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

In the prefabricated building PC structural system, there is a joint between the vertical PC member and the floor slab, and the joint needs to be sealed before the vertical PC member is connected with the steel bar at the bottom by high pressure grouting. By using angle steel and rubber layer as sealing device, the sealing quality can be guaranteed by effectively sealing the vertical PC joint with high-pressure grouting, at the same time, the sealing device can be used for many times to achieve green, energy-saving and environmental protection in the construction process of high-pressure grouting sealing of vertical PC component joint.

Keywords

prefabricated building; vertical PC member; piece; high pressure grouting; rotary plugging

装配式建筑竖向 PC 构件拼缝注浆可周转式封堵技术

丁铁军

广西建工集团第七建筑工程有限责任公司, 中国 · 江苏 南京 210000

摘 要

装配式建筑 PC 结构体系, 竖向 PC 构件与楼板之间存在一个拼缝; 在竖向 PC 构件与底部预留钢筋高压注浆连接之前, 需要对拼缝进行封堵。竖向 PC 构件拼缝高压注浆可周转式封堵施工技术, 通过用角钢和橡胶层制作封堵装置, 在拼缝侧边对拼缝进行有效封堵, 即可保证封堵质量, 又不占用竖向构件的连接空间; 同时, 本封堵装置可以多次周转使用, 做到竖向 PC 构件拼缝高压注浆封堵施工过程的绿色、节能、环保。

关键词

装配式建筑; 竖向 PC 构件; 拼缝; 高压注浆; 可周转式封堵

1 引言

在装配式建筑 PC 结构体系施工中, 竖向 PC 构件安装时, 其底部与楼层板之间会形成一个拼缝, 如图 1 所示; 在竖向 PC 构件内部预埋注浆套筒与底部预留钢筋高压注浆连接之前, 需要对拼缝进行有效封堵, 以防止在竖向 PC 构件内部套筒在高压注浆的过程中, 灌浆料在较高的注浆压力作用下沿着拼缝外流, 造成灌浆料的浪费, 产生较多的建筑垃圾。同时, 竖向 PC 构件底部与楼层板之间形成的拼缝在封堵时, 要求封堵措施不能占用太多竖向 PC 构件连接节点有效连接空间, 因为连接空间占用较多会减少竖向 PC 构件与楼层板的有效连接面积, 造成连接节点成为受力易损点^[1]。

【作者简介】丁铁军 (1979-), 男, 中国江西上饶人, 高级工程师, 从事工程施工研究。

2 竖向 PC 构件底部与楼层板之间拼缝高压注浆普通封堵施工技术

当前装配式 PC 结构建筑, 竖向 PC 构件底部与楼层板之间形成的拼缝处理方式多是采用砂浆封堵; 砂浆封堵有两种形式, 一是座浆封堵如图 2 和图 3 所示, 砂浆将会占去主体结构竖向 PC 构件与楼层板连接节点每边 15~20mm 的结枸面, 消减受力构件的有效承载截面尺寸, 且在竖向 PC 构件内部套筒高压注浆连接的时候, 座浆封堵位置容易在高压下被灌浆料挤压爆开。此种状况不但会造成竖向 PC 构件连接节点质量难以保证, 而且会造成灌浆料浪费, 影响施工周期, 污染环境。同时, 座浆封堵爆开位置后期处理较为困难^[2]。

另一种砂浆封堵做法为砂浆外三角封堵施工工艺, 砂浆外三角封堵施工工艺原理图如图 4 所示, 砂浆外三角封堵施工工艺完成现场拼缝封堵施工如图 5 所示; 砂浆外三角封堵施工工艺同样会占据主体结构竖向 PC 构件与楼层板连接

节点每边 15~20mm 的结构面,消减受力构件的有效承载截面尺寸,但此封堵施工工艺因为外三角型抵抗冲击能力强可以有效保障在竖向 PC 构件内部套筒高压注浆时而不爆开。砂浆外三角封堵施工工艺会大量增加封堵砂浆的使用量;同时,竖向 PC 构件内部套筒高压注浆完成后,需对砂浆外三角封堵位置进行凿除、清理,不但增加凿除的二次成本,而且会产生大量的建筑垃圾,不能做到装配式建筑竖向 PC 构件底部与楼层板之间拼缝高压注浆施工过程的绿色、节能环保,与装配式建筑绿色发展的理念背道而驰^[3]。

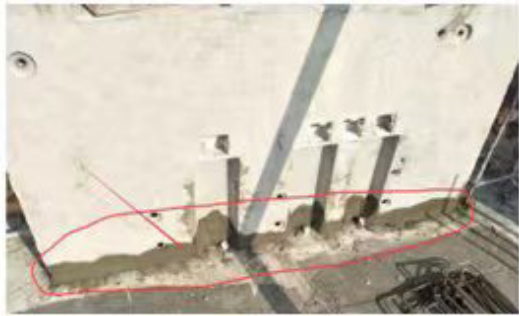


图 1 座浆封堵施工工艺现场施工完成图

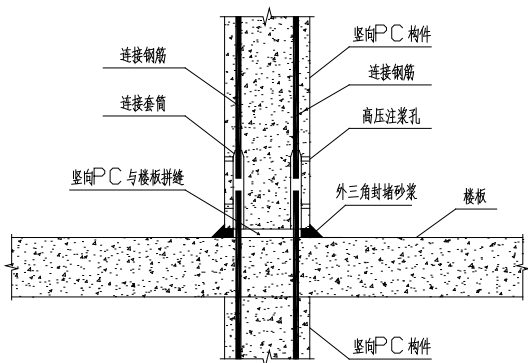


图 2 砂浆外三角封堵施工工艺原理图



图 3 砂浆外三角封堵施工工艺完成封堵图

3 竖向 PC 构件拼缝高压注浆可周转式封堵施工技术原理

3.1 装配式建筑竖向 PC 构件底部与楼层板拼缝可周转式封堵装置

装配式建筑竖向 PC 构件底部与楼层板拼缝可周转式封

堵装置是主要由角钢和橡胶垫两部分组成,角钢在该可周转式封堵装置中被认定为刚性组件,在使用过程中不发生明显的变形;橡胶垫设置在角钢与竖向 PC 构件、角钢与楼层板中间位置,在该可周转式封堵装置中被认定为柔性组件,在使用过程中可以通过自身弹性形变以适应竖向 PC 构件或者楼层板面层的不平整;该可周转式的封堵装置刚柔并用,进而起到有效的封堵作用;该可周转式封堵装置上设有螺栓加固孔、垫片及三角斜撑(如图 6 所示)^[4]。

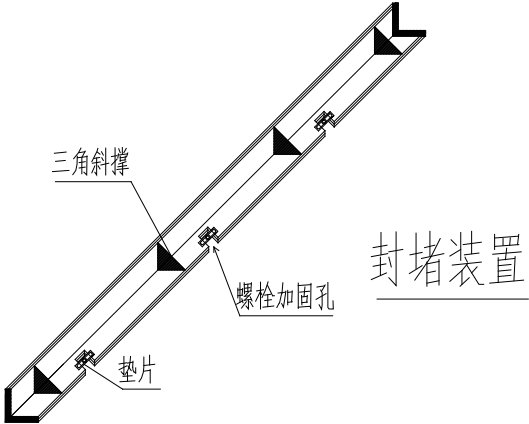


图 4 可周转式封堵装置图

螺栓加固孔:该可周转式封堵装置中设置的螺栓加固孔为长条形,可以容纳楼层板对应位置预埋螺帽的一定范围内的位置偏差。

垫片:该可周转式封堵装置中设置的垫片为长条形,可以与长条形的螺栓加固孔有效匹配,同时通过移动长条形的垫片在螺栓加固孔上的位置,可以有效适应楼层板上预埋螺帽一定范围内的位置偏差,有效完成封堵装置的加固。

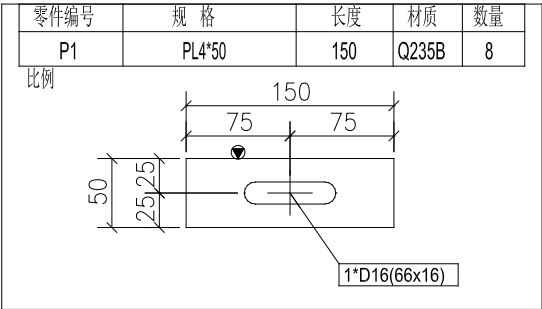


图 5 垫片深化设计图

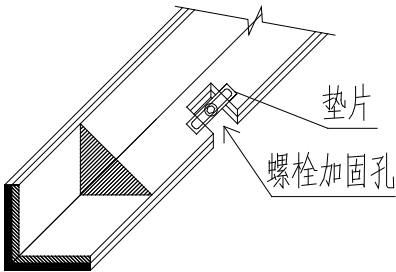


图 6 螺帽加固孔与垫片匹配设计图

三角斜撑：该可周转式封堵装置中设置有三角斜撑，三角斜撑通过焊接与角钢两边组成一个整体，可有效传递高压注浆时对该可周转式封堵装置的冲击力至楼层板，保障可周转封堵装置在使用过程中的稳定（见图7）。

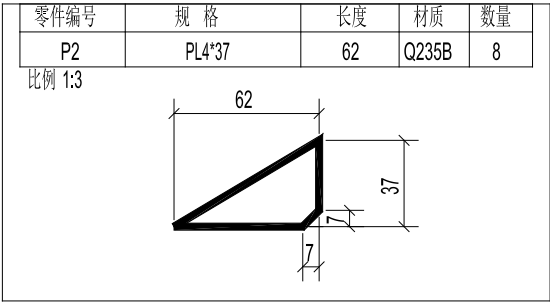


图7 三角斜撑深化设计图

3.2 装配式建筑竖向 PC 构件底部与楼层板拼缝可周转式封堵技术原理

竖向 PC 构件吊装固定就位后，把该可周转式封堵装置安放在竖向 PC 构件底部与楼层板的拼缝位置处，调整可周转式封堵装置的位置，使得可周转式封堵上的螺栓孔与楼层板上的预埋螺帽位置相对应。通过螺栓与楼层板上预埋的螺帽连接，拧紧螺栓即可完成该可周转式封堵装置的安装与加固；可周转式封堵装置加固完成后即可进行竖向 PC 构件内部套筒的高压注浆施工；高压注浆完成后，待灌浆料达到设计要求的拆模强度即可通过松动螺栓而完成整个可周转式封堵装置的拆除施工。随后，对拆除的可周转式封堵装置进行清理、保养，以备下次的周转使用。该竖向 PC 构件底部与楼层板拼缝高压注浆可周转式封堵施工技术在提升竖向 PC 构件内部套筒高压注浆施工质量的，未减少竖向 PC 构件的有效承载截面尺寸，保证了装配式建筑 PC 结构竖向构件的有效传荷能力。同时，该可周转式封堵施工技术减少了封堵砂浆的使用和打凿清理，减少了施工过程中建筑垃圾的产生，做到了装配式建筑竖向 PC 构件内部套筒高压注浆封堵施工过程中的绿色、节能、环保，顺应了装配式建筑绿色发展的理念^[5]（见图8，图9）。

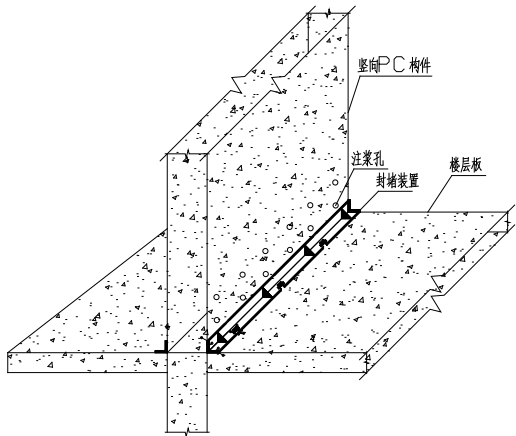


图8 拼缝可周转式封堵施工技术原理图

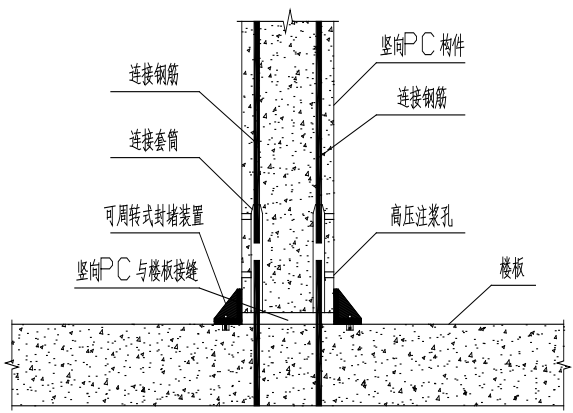


图9 可周转式封堵装置封堵原理剖面图

4 施工工艺及操作要点

4.1 施工工艺流程

竖向 PC 构件拼缝高压注浆可周转式封堵施工工艺流程见图10。

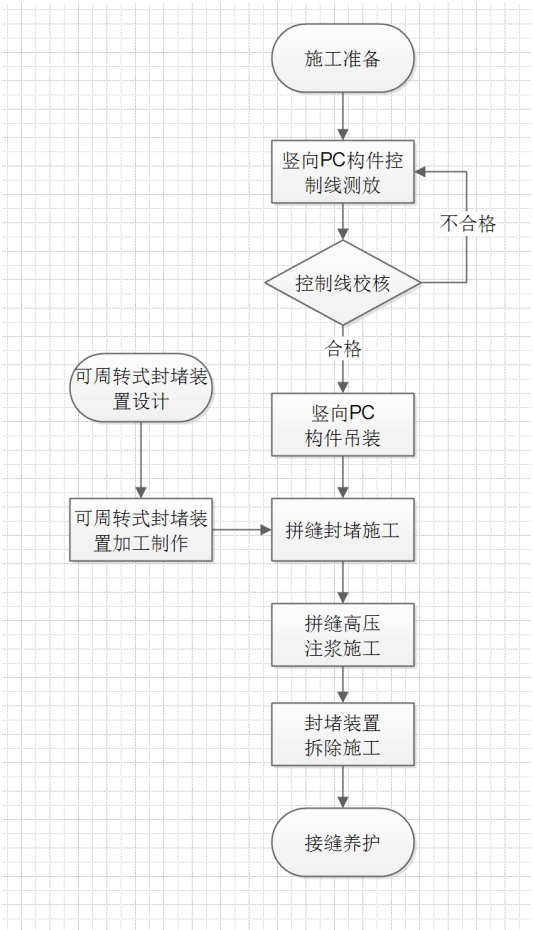


图10 竖向 PC 构件拼缝高压注浆可周转式封堵施工工艺流程图

4.2 操作要点

4.2.1 施工准备

①以施工蓝图、技术操作规程、质量验收规范作为组

织装配式建筑竖向 PC 构件底部与楼层板拼缝高压注浆封堵施工的指导文件，组织项目工程技术人员编制相关专项施工方案，并经相关单位审批、签字、盖章。

②竖向 PC 构件底部与楼层板拼缝高压注浆封堵施工之前，由项目技术人员根据审批通过后的专项施工方案，编制《装配式建筑竖向 PC 构件底部与楼层板拼缝高压注浆可周转式封堵施工专项交底书》，对项目管理人员和劳务作业工人进行专项技术交底，并对接受交底的人员进行考核，考核合格后才能进行该专项工作的施工 [6]。

③利用 BIM 技术深化竖向 PC 构件安装控制线放线图。

④根据项目施工蓝图，利用 BIM 技术深化可周转式封堵装置。

⑤准备该可周转式封堵施工工艺所需要的劳动力、材料、机械设备。

4.2.2 竖向 PC 构件控制线测放

根据竖向 PC 构件控制线放线图进行楼层放线，控制线测放完成后进行复核，偏差超过允许值时需要校核或者重新测放。

4.2.3 竖向 PC 构件吊装

根据楼层板上竖向 PC 构件安装控制线，对进场验收合格的竖向 PC 构件进行吊装施工；竖向 PC 构件吊装就位后，及时安装斜撑对竖向 PC 构件进行临时固定，以保证竖向 PC 构件的安全与稳定。同时，安装作业工人通过调整斜撑的长度，对竖向 PC 构件的垂直度进行调整，以满足安装要求 [7]（见图 11，图 12）。



图 11 竖向 PC 构件吊装过程图



图 12 竖向 PC 构件吊装固定完成图

4.2.4 可周转式封堵装置深化设计

根据竖向 PC 构件底部与楼层板拼缝封堵施工工艺的特点进行可周转式封堵装置的深化设计，可周转式封堵装置包含有角钢和橡胶层，橡胶层在角钢内侧；可周转式封堵装置上设有螺栓加固孔可以保证封堵装置的加固牢固；封堵装置上设有三角斜撑，可以保证角钢两边的垂直度，防止其在拼缝高压注浆的过程发生倾斜（见图 13）。

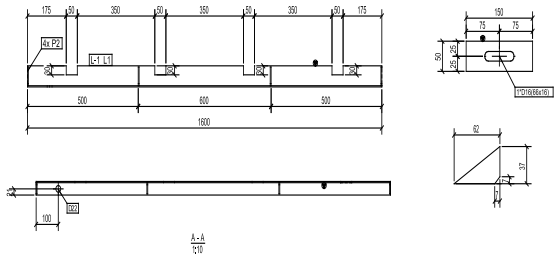


图 13 拼缝可周转式封堵装置加工、制作图

4.2.5 可周转式封堵装置加工制作

根据设计完成的竖向 PC 构件底部与楼层板拼缝可周转式封堵装置深化设计图，安排加工车间进行可周转式封堵装置的加工制作，质检员做好加工制作过程的质量监督与指导（见图 14~图 19）。



图 14 角钢螺栓加固孔切割加工图

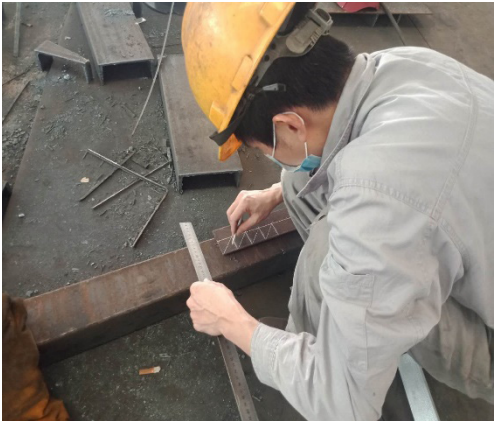


图 15 角钢三角斜撑下料布置图



图 16 角钢三角斜撑焊接过程图



图 17 封堵装置垫片切割过程图



图 18 垫片防腐漆涂刷过程图

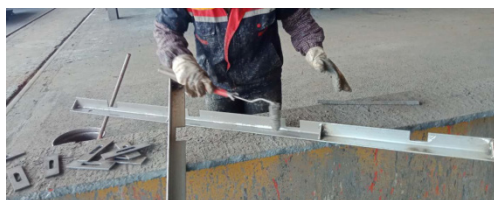


图 19 角钢防腐漆涂刷过程图

4.2.6 拼缝封堵施工

竖向 PC 构件底部与楼层板之间的拼缝封堵之前, 先进行随楼层板混凝土一起施工完成的封堵装置加固预埋件的清理工作 (见图 20, 图 21), 随后放置可周转式封堵装置的角钢, 调整角钢位置与楼层板加固预埋件位置相对应, 接

着在角钢螺栓加固孔位置安放长条形的垫片, 通过垫片拧紧加固螺帽完成封堵装置的安装和加固作业^[8] (见图 22, 图 23)。



图 20 楼层板加固预埋件现场图



图 21 封堵装置加固预埋件清理完成图



图 22 可周转式封堵装置加固过程图



图 23 可周转式封堵装置封堵完成图

4.2.7 拼缝高压注浆施工

竖向 PC 构件底部与楼层板之间拼缝封堵完成后, 即可进行竖向 PC 构件内部套筒高压注浆施工工序。高压注浆之前, 需完成灌浆料的调配, 完成高压注浆设备的调试。灌浆料高压过程, 项目监理单位、项目质检员、安全员等相关人员需做好旁站监督 (见图 24, 图 25)。

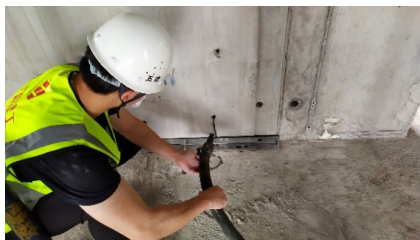


图 24 开始进行高压注浆图



图 25 灌浆料高压注浆完成图

4.2.8 封堵装置拆除施工

待竖向 PC 构件的连接节点灌浆料达到设计要求的拆模强度后,可进行竖向 PC 构件底部与楼层板之间拼缝可周转式封堵装置的拆除施工(见图 26);通过拧动封堵装置的加固螺帽即可实现可周转式封堵装置的拆除施工,可周转式封堵装置拆除后,清理干净堆放整齐以备下次使用^[9]。高压注浆完成后拼缝成型效果图见图 27。



图 26 可周转式封堵装置拆除过程图



图 27 高压注浆完成后拼缝成型效果图

4.2.9 接缝养护

根据专项施工方案对封堵装置拆除完成的竖向 PC 构件

底部与楼层板之间的拼缝位置进行定期养护施工。

5 效果检查

某公司大都熙园项目是广西首批装配式建筑 PC 结构试点项目,在竖向 PC 构件与楼层板之间拼缝封堵施工过程中,采用了由角钢和橡胶层制作而成的可周转式封堵装置;对采用可周转式封堵施工技术完成的竖向 PC 构件与楼层板拼缝进行检查,均未发现漏浆和爆模的情况,且拼缝成型质量较好,竖向 PC 构件与楼层板之间拼缝封堵施工一次验收合格率达到 100%。

6 结语

结合装配式建筑竖向 PC 构件拼缝高压注浆封堵施工工艺的特点,采用由角钢和橡胶层制作而成的可周转式封堵装置,既可以保证封堵装置在高压注浆过程中不发生变形,橡胶层又可以通过微弱的弹性变形适应楼层板面或者竖向 PC 构件面局部的不平整,防止高压注浆过程中漏浆。使用此可周转式封堵施工技术,很大程度上提高了封堵质量,节省了普通砂浆封堵施工工艺所需的水泥砂浆材料,减少了普通做法水泥砂浆的打凿及建筑垃圾的产生;同时本施工技术不占用竖向 PC 结构在拼缝位置的受力传荷面积,有效保证了竖向 PC 构件的连接效果及承载能力。可周转式封堵施工技术完成效果如图 28 所示^[10]。

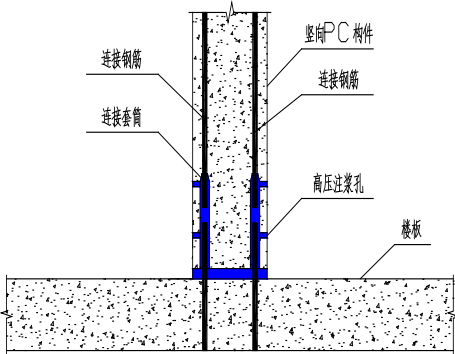


图 28 注浆完成后拼缝成型效果图

参考文献

- [1] GB/T 51231—2016 装配式混凝土建筑技术标准[S].
- [2] GB 50429—2007 铝合金结构设计规范[S].
- [3] GB 50666—2011 混凝土结构工程施工规范[S].
- [4] GB 50204—2015 混凝土结构工程施工质量验收规范[S].
- [5] 建筑施工手册编写组.建筑施工手册[M].5版.北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [6] JGJ 46—2005 施工现场临时用电安全技术规范[S].
- [7] GB 50300—2013 建筑工程施工质量验收统一标准[S].
- [8] GB 50026—2007 工程测量规范[S].
- [9] JGJ 1—2014 装配式混凝土结构技术规程[S].
- [10] JGJ 59—2011 建筑施工安全检查标准[S].