

剪力墙水平钢筋环套环连接技术实训 教学方法研究

●孙 杰 张钦荣



[摘要] 教师指导学生先从剪力墙结构建筑中选取边缘构件,按边缘构件部分预制、水平钢筋环套环连接的拆分方式,将剪力墙拆分成PC构件,并绘制PC构件设计施工图。接着用玻璃钢桐木泡沫夹芯材料制作轻质高强的PC构件模型。最后用制作的PC构件模型模拟剪力墙节点装配训练。让学生亲历剪力墙水平钢筋环套环连接技术从PC构件拆分设计、制作和装配的全过程,深入理解该项技术的基本原理和施工方法。如此能大幅提高学生理论联系实际的能力和职业技能。

[关键词] 装配式建筑;剪力墙结构;构件拆分设计;职业本科;实训教学

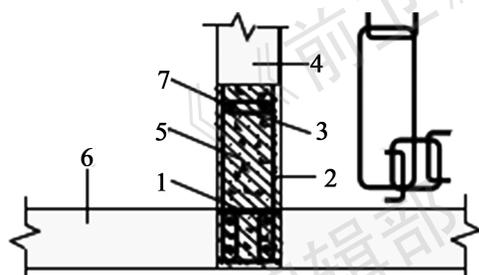
剪力墙边缘构件部分预制、水平钢筋环套环连接技术在我国装配式建筑中已成功应用。运用该技术设计了许多装配式建筑,取得了较好的经济效益和社会效益。该技术的PC构件拆分方式也是装配式剪力墙结构构件拆分的主要方式之一。为了便于学生学习和提高教学效果,本文针对职业本科教学特点,依据《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-2014(以下简称《技术规程》)中有关剪力墙连接设计的规定,模拟该项技术的拆分方式和施工流程,探讨以学生为中心的综合实训教学方法。

Q 剪力墙水平钢筋环套环连接技术构件拆分做法

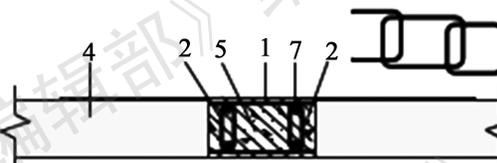
边缘构件部分预制、水平钢筋环套环连接技术的理论基础是复合箍筋嵌套理论。预制构件水平连接节点的后浇带宽度最小为200mm,长度最小为300mm。水平分布受力钢筋与边缘构件的箍筋之间先用一个水平环形钢筋圈相套,然后在重叠套圈内纵向插入两根钢筋。为了满足水平箍筋搭接长度,应再增加一个水平环形钢筋圈,实现两环嵌套,内插四根纵向钢筋即可满足箍筋嵌套的要求。该技术具有现浇混凝土少的优点。

Q 剪力墙水平钢筋环套环连接技术实训任务

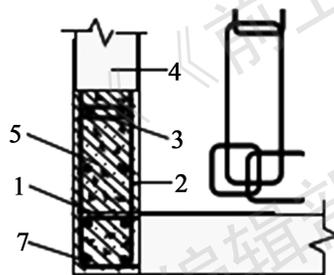
剪力墙边缘构件部分预制、水平钢筋环套环连接技术在实际工程中主要有三种节点连接形式:T形节点、一字形节点和L形节点。这三种节点构造如图1所示。因此实训任务确定为:(1)T形节点装配训练。(2)一字形节点装配训练。(3)L形节点装配训练。



(a) T形节点构造



(b) 一字形节点构造



(c) L形节点构造

(注:1—水平连接钢筋;2—拉筋;3—边缘构件箍筋;4—预制墙板;5—后浇带;6—预制外墙板;7—纵向插筋)

图1 剪力墙边缘构件部分预制、水平钢筋连接环套环的拆分做法

Q 剪力墙水平钢筋环套环连接技术实训内容与步骤

依据剪力墙结构的设计原则和施工方法,剪力墙水平钢筋环套环连接技术实训分为四个阶段完成,即剪力墙 PC 构件拆分设计阶段、剪力墙 PC 构件模型设计阶段、剪力墙 PC 构件模型制作阶段和模拟剪力墙节点装配训练阶段。

(一)剪力墙 PC 构件拆分设计阶段

从已建的装配式混凝土剪力墙结构中选取包含边缘构件的 T 形节点、一字形节点和 L 形节点。按《技术规程》中 8 层剪力墙结构设计和 9 层剪力墙结构设计,将上述三种节点拆分归并成两种构件,即剪力墙外墙构件和剪力墙内墙构件。并设计 PC 构件施工图。

(二)剪力墙 PC 构件模型设计阶段

上述 T 形节点、一字形节点和 L 形节点可以只设计一种剪力墙外墙 PC 构件和一种剪力墙内墙 PC 构件,通过增加数量变换连接位置可组合成上述三种节点。因此,需设计外墙剪力墙 PC 构件模型和内墙剪力墙 PC 构件模型。

为达到既逼真模拟又节约经费的目的,本次实训剪力墙 PC 构件模型在材料上选取轻质高强的复合夹芯材料,即选用桐木作骨架,中间填充聚苯乙烯泡沫,做成模型芯材;选用 802 聚酯树脂和玻璃纤维布采用手糊成型冷固化制作玻璃钢面板;将芯材夹在中间,内、外粘结玻璃钢面板即做成玻璃钢桐木骨架聚苯乙烯泡沫复合材料,用该材料代替混凝土制作 PC 构件模型。模型竖向受力钢筋和水平受力钢筋均采用 $\Phi 12$ 螺纹钢,箍筋采用 $\Phi 6$ 圆钢。剪力墙 PC 构件模型厚度按《技术规程》规定的剪力墙最小厚度为 200mm,竖向钢筋按套筒灌浆连接的构造要求确定预留钢筋的伸出长度,构件模型的高度和长度方向以方便支模板和固定构件模型为宜,可取 2.0m~2.5m。节点核心区为后浇带,用门窗发泡胶代替。PC 构件注浆区选用高强早强无收缩灌浆料,用专用灌浆泵加压注浆。

(三)剪力墙 PC 构件模型制作阶段

剪力墙 PC 构件模型制作是在校内实训中心完成的,是一个重要的实践性教学环节,着重培养学生的动手能力和组织协调能力。

1.芯材制作

(1)将桐木解成 40mm×60mm 的方木条,将表面刨光,按设计图纸做成木骨架。(2)将竖向受力的 $\Phi 12$ 分布钢筋按设计图下料后,配置好灌浆套筒。将水平纵向受力的 $\Phi 12$ 分布钢筋按设计图纸在伸出端做成环形。箍筋用 $\Phi 6$ 圆钢,按设计图下料后也做成环形。再把纵向分布钢筋按设计图用箍筋牢固固定在桐木骨架上。(3)在模台上设置好芯材模具。(4)把桐木骨架设置在芯材模具内,复核伸出钢筋和灌浆套筒的位置和尺寸是否与芯材设计图相符。(5)按设计的聚苯乙烯发泡密度算出其质量,称量发泡剂并均匀撒在模具底面上。

(6)缓慢平稳地将模台推到发泡室进行发泡。(7)发泡完毕后,将模台推出发泡室,去掉边模,将芯材脱模。(8)弹出芯材轮廓线,切掉多余边角料,抛光芯材表面。

2.玻璃钢面板制作

(1)材料选取。小批量玻璃钢制作一般采用手糊成型冷固化。实训过程中剪力墙 PC 构件模型碰撞损坏概率高,故选用具有柔韧性的 802 聚酯树脂;选配催化剂糊 H,含量为树脂重量的 4.0%,若气温低可适量增加,但不得超过 6%;选配加速剂 E,含量为树脂重量的 0.8%。选用厚度分别为 0.08mm、0.12mm、0.20mm 和 0.40mm 的平纹玻璃纤维布。

(2)树脂粘结剂配制。先称取树脂倒入清洁塑料桶内,按树脂重量的配比称取催化剂的重量和加速剂的重量,依次加入树脂中,边加入边搅拌直到均匀即可。

(3)玻璃纤维布裁剪。玻璃纤维布要在构件模型设计尺寸的基础上再加一定的富余量进行剪裁。玻璃纤维布剪裁应顺纹裁剪,裁剪后的玻璃纤维布先展开摊平,然后分类叠好备用。

(4)制作流程:第一步,用清洁剂清洁模台表面。第二步,在模台表面用海绵均匀涂刷脱模剂。第三步,停留 20min 后,用羊毛涂刷树脂粘结剂,平铺 0.08mm 玻璃纤维布,用刮板刮平。再用羊毛涂刷树脂粘结剂,再铺 0.12mm 玻璃纤维布,依次再铺两层 0.20mm 玻璃纤维布和一层 0.40mm 玻璃纤维布,即制成玻璃钢内面板,其厚度约为 1.00mm。同样方法,依次铺设一层 0.40mm、两层 0.20mm、一层 0.12mm 和一层 0.08mm 玻璃纤维布,即制成玻璃钢外面板,其厚度约为 1.00mm。

3.构件模型制作

(1)调整模台水平,弹出构件边线,沿边线设置好边模,用磁盒和螺栓固定,校核模具尺寸。(2)在构件模具内先制作玻璃钢内面板。(3)将模型芯材设置在构件模具内。(4)在芯材表面再制作玻璃钢外面板。(5)在外面板上铺一层厚的聚酯薄膜,用刮板刮平,将气泡赶尽,然后铺一层软的橡胶板,在橡胶板上压一层沙袋,将构件模具推到固化场所,静置 8 小时冷固化成型。(6)将构件模型脱模,切除边角废料后把切口抛光。

(四)模拟剪力墙节点装配训练阶段

(1)实训内容。组织实施剪力墙 T 形节点、一字形节点和 L 形节点装配训练。

(2)编制说明书。教师先详细讲解边缘构件部分预制、水平钢筋环套环连接的剪力墙三种节点施工流程、各作业手的工作内容和安全注意事项,然后让学生编制《边缘构件部分预制、水平钢筋环套环连接剪力墙节点装配说明书》。

(3)人员分组。每个作业队按 12 人编组,设 1 名队长,11 名队员。队员分成 4 个作业小组,分别是吊装组(3 人)、A 装

配组(3人)、B装配组(3人)、注浆组(2人)。每小组推选1名小组长。

(4)任务分配。队长:负责组织本作业队安全、有序、快速地完成实训任务。实训开始时,队长集合本队成员在实训场列队,下达科目,明确训练内容和人员分工,提出训练要求,明确安全注意事项,组织实施训练和讲评。实训中队长要观察作业情况和作业进度,发现有违章作业,应及时指导更正,发现有事故隐患应及时排除。吊装组:吊车司机通常担任本组组长,根据装配组的装配进度,负责与装配组配合将构件模型依次吊装到装配作业面上就位,在构件模型固定后卸载。其余两人为吊装员,吊装时负责按吊装作业规定挂吊索和吊具,在构件模型就位过程中与装配组配合将构件模型在作业面上就位,听从组长指挥去掉吊钩。装配组:A装配组组长指挥本组在作业场地上放出构件模型装配轮廓线,B装配组组长指挥本组准备拉筋、箍筋和扎丝。A、B两装配组合力将构件模型平稳缓慢地在装配作业面上就位,调整构件模型位置,按连接构造要求,配置拉筋环和箍筋环,纵向插入插筋,绑扎钢筋、支模板,复核节点连接部位尺寸。注浆组:负责检查灌浆孔和注浆机具,配制高强早强无收缩灌浆料,用压力注浆机灌浆,检查注浆质量,注浆后对构件模型进行保护。

(5)实施方式。采取轮流担任作业队队长、作业小组组长和作业手的方法进行训练,让每位学生都得到基本相同的锻炼机会。

(6)实施步骤。装配训练中,教师先指导一个作业队进行装配示范训练,让其他作业队在周围观摩。指导教师先讲解总的装配流程和各作业手在各步骤的作业方法,然后教师一边讲学生一边做,出现错误及时纠正。每一步每一个动作反复练习直到学生自己能操作、掌握动作要领为止,待熟练掌握后进行一次完整的节点装配演练并计时和讲评。此后其他作业队到各自实训场地内进行训练。每个作业队在节点装配训练时都要按编制的说明书进行。具体步骤如下:第一步,注浆组检查注浆孔是否有异物、是否畅通。第二步,吊装组将构件模型吊装到作业面上。第三步,装配组在训练场放线,将构件模型就位,将下部剪力墙的预留钢筋插入上部剪力墙竖向钢筋连接区灌浆套筒内,并调整构件模型位置使水平纵向钢筋按环套环连接技术要求配制拉筋环和箍筋环,在环中插入纵向插筋,用扎丝固定,复核节点连接区域尺寸是否符合设计要求。在水平钢筋连接区两侧,支模板封堵。第四步,注浆组配制灌浆料和准备注浆机具,在预制构件模型下部用压力注浆法注浆,在水平节点连接区域用门窗密封剂模拟混凝土浇筑后浇带,将构件模型连接起来。第五步,注浆组检查节点连接质量,保护构件模型,防止被碰撞移位。

实训评价

实训评价的目的是总结经验教训,利于做好以后的实训。

指导教师组织所有参训学生进行实训评价,先学生自评互评,各抒己见,只设主题不设限制,教师做好记录。最后教师作讲评,主要讲成绩,表扬先进,鼓励斗志。实训评价后每位学生写一份实训报告,对于讲评中暴露出的实训问题,学生在实训报告中进行分析并写出自己的解决方案。

成绩评定

制定实训成绩评定标准的依据分为客观评分依据和主观评分依据。PC构件设计图、PC构件模型设计图、模型芯材加工图、模具图、装配说明书和模型节点装配质量为客观评分依据。剪力墙PC构件模型制作阶段和模拟剪力墙节点装配训练阶段的表现为主观评分依据,包括组织能力、实操能力、团队协作精神、主动性、适应性等。

成绩评定公式为: $A=B \times 20\% + C \times 20\% + (D \times 20\% + E \times 40\% + F \times 40\%) \times 30\% + (G \times 20\% + H \times 40\% + I \times 40\%) \times 30\%$ 。其中:A为实训总评成绩;B为指导教师评审PC构件设计图的成绩;C为指导教师评审PC构件模型设计图、芯材加工图和模具图的成绩;D、E、F分别为剪力墙PC构件模型制作阶段指导教师评审说明书的成绩、小组成员的互评成绩和队长评审成绩;G、H、I分别为模拟剪力墙节点装配训练阶段指导教师评审模型节点装配质量的成绩、小组成员的互评成绩和队长评审成绩。

结束语

剪力墙边缘构件部分预制、水平钢筋环套环连接技术是装配式剪力墙PC构件的主要连接技术之一,也是装配式建筑的重要知识点。上述实训方法,把该项技术在实际工程中的构件拆分设计、构件工厂制作和现场装配等工作场景用模拟的方法在校内实训中心再现。学生在接近真实的工作情境中边学边练,把抽象的、难以理解的理论知识分解成易学易懂的实践技能,实现知行合一。

参考文献

- [1]王翔.装配式混凝土结构施工技术研究[J].砖瓦,2024(07):137-139.
- [2]吴刚,潘金龙.装配式建筑[M].北京:中国建筑工业出版社,2018.
- [3]王险峰,李沛远.底框结构剪力墙设计中的若干问题[J].建筑技术,2005,36(02):139-140.

作者简介:

孙杰(1967—),男,汉族,河南南阳人,博士,高级工程师、副教授,海南科技职业大学,研究方向:装配式建筑。

张钦荣(1995—),男,汉族,广东汕头人,本科,助理工程师,海南科技职业大学,研究方向:工程管理。