

劲性混凝土结构清水混凝土的 配比设计与施工技术

汤怀宇

(北京市第三建筑工程有限公司, 北京 100000)

摘要 建筑产业蓬勃发展的当下, 绿色理念和低碳理念被引入建筑施工当中, 为了达到绿色低碳这一目标, 其中一个重要的途径就是对清水混凝土的运用, 但是清水混凝土在施工过程中会出现表面色差, 在一定程度上影响了整体施工效果。清水混凝土被广泛应用于各类工程项目施工中, 文章结合海南大学生物医学与健康研究中心科研大楼工程, 从劲性混凝土结构和清水混凝土入手, 概述了劲性混凝土结构清水混凝土特性, 论述了清水混凝土配合比设计方法和施工工艺, 提出了施工管理的具体措施, 以供相关人员参考。

关键词 清水混凝土; 劲性结构; 施工技术

中图分类号: TU755

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)03-0010-03

1 劲性混凝土结构及清水混凝土概述

1.1 劲性混凝土结构

劲性混凝土结构是一种用钢筋混凝土缠绕于钢骨架外部的新型组合结构。根据具体结构形式的不同, 劲性混凝土可以分为H型、圆钢型和矩型3种类型, 而在这3种类型中, 使用最普遍的是H型劲性混凝土。由于钢筋被配置为劲性混凝土构造, 钢筋对高强混凝土有约束作用, 而高强混凝土又对钢筋有约束作用, 使得两者的优势得到了更充分的发挥, 并有效地克服了钢结构容易产生局部弯曲的弊病, 促使结构和构件延性提高。

1.2 清水混凝土

清水混凝土装饰效果较强烈, 所以又叫装饰混凝土。清水混凝土是一次性浇筑成型, 外装饰不需要, 饰面是直接利用它浇筑后自然表面。在混凝土材料中, 表达形式的最高级就是清水混凝土, 其所具备的美感是最本质的, 其他的现代建筑材料并无法模拟、效仿清水混凝土所具备的自然美。也正由于清水混凝土的这种独特性能, 使得清水混凝土被越来越多地运用到建筑施工当中^[1]。

2 配比设计与施工技术分析

2.1 项目的重点, 难点

第一, 清水混凝土工程构造复杂, 其构件明缝、蝉缝、对拉螺栓孔眼及装饰图案的设计在造型、位置及大小上与主体结构连接困难, 难以满足观感要求的

作用; 第二, 样实体结构的外立面悬挑结构众多, 竖向构件、水平构件相互交叉叠置, 施工前的清水设计加深工作困难重重; 第三, 施工场地地理位置偏远, 用于施工的物资来源不足, 且因海洋性气候的影响, 局部异常天气和气候多发, 清水混凝土的施工操作困难, 受到气候和物资的影响比较严重; 第四, 清水混凝土模板的下料尺寸要精确、切口要平直、拼接后要确保紧密对接, 传统人工加工模板难以适应清水混凝土模板的加工要求; 第五, 清水混凝土项目主体结构钢筋排列比较密集, 饰面清水混凝土的对拉螺栓和钢筋有冲突的地方很多, 在施工时应该遵循钢筋躲避对拉螺栓的原则; 第六, 清水混凝土浇筑时的振捣环节, 相比常规混凝土的施工, 需要更多混凝土振捣环节, 振捣间距需不大于30cm, 振捣工一般没有质量意识, 给管理人员的现场管理带来很大困难; 第七, 由于该项目位于沿海, 周围环境中危害实体结构的氯离子和其他一些不利因素很多, 结构表面在环境侵蚀下很容易产生暴筋和起皮现象、开裂等现象, 对清水混凝土的耐久性有很高的要求; 第八, 现场职工缺乏清水混凝土的施工经验和对工序了解不深, 很容易在施工中出现纰漏, 严重影响工程质量。

2.2 配比设计

工程要求采用清水混凝土做框架结构, 其具有成型之后自然质感的外观, 无需刮腻子, 拆下模具后外部装饰效果呈现出混凝土本色。清水混凝土形成后, 有统一的色调、可视范围、色差不明显。明缝处需要

有流畅的线条、规整的位置、呈现规律、统一的深浅和色彩。焊缝水平方向上要保证“平”，竖直方向上要保证“直”，对称均匀，能整齐排列对拉螺栓孔眼^[2]。

基于以上设计要求，该项目参考有关规范标准，完成了配比设计。混凝土制备过程中结构设计强度需要不低于 42.5 级，工作性质需要能满足坍落度在 150mm~160mm 之间，坍落度经 90min，损失应保持在 30mm 以内。同时混凝土试配符合色差要求，即色差、印痕和气泡在表面不明显，颜色基本一致，含气量也不大于 1。经过优化适配后，才可正式进行配比工作。

材料选用方面应格外注意原材的统一性，水泥、掺合料、骨料一定是同一个厂家，确保材料的各项参数基本保持稳定。本工程中清水部分，均涉及劲性结构，对混凝土的配比、和易性要求更高，骨料的粒径严格控制 10mm~30mm 之间，且粗骨料需要经过修型。

2.3 施工技术

2.3.1 模板加工

第一，根据模板深化图，利用数控机床对清水混凝土模板进行加工，准确开出螺栓孔洞；第二，在加工区摆放裁切后的模板，并指挥人员用铲刀对机床加工模板时形成的毛刺进行初步清理；第三，去毛刺之后用砂纸对模板边缘进行多次打磨，以达到表面光滑的效果，旨在最大限度地解决由于两模板之间拼缝太大而造成蝉缝失水现象；第四，将毛边磨平，用刷子除去板边木屑再涂刷封边剂。

在模板加工过程中，必须要保证模板的边缘不应有毛刺；用完的旧模板单元解体后用铲刀将模板边缘混凝土浆液清除；模板面有缺陷时用原子墨（一种特殊填充材料）进行填充处理；弧形模板单元刷涂封边剂之前，一定要按照不同的角度进行裁边处理，以确保弧形模板的拼缝、单元和单元间为面接触状态，以免拼缝出现失水现象；刷涂封边剂时，应沿板边两个方向刷涂，中间间隔 30min，不留死角^[3]。

2.3.2 模板拼装

第一，将裁切后的模板按拼装顺序码放在模板加工台上，并将玻璃胶涂在模板一侧，采用步步紧的方式将相邻单元块穿过螺栓孔进行夹紧，从而实现拼缝处的紧密配合；多余玻璃胶用刮板刮干净，模板面上玻璃胶用抹布擦拭干净；第二，相邻模板拼接处之间采用小板条进行固定，拼缝的两侧与小板条之间采用自攻螺丝进行加固以达到增加模板单元拼缝处刚度效果；第三，在拼缝处闭合时，设置次龙骨，先设置两边，中间和上侧端头的龙骨，龙骨和模板之间通过角码和

自攻螺丝连接，角码的起步间距为 50mm，中间距离为 500mm；中间龙骨的中心间距不要超过 200mm，龙骨和模板一样用自攻螺丝和角码紧固；第四，全部次龙骨均采用垂直方向的通胀木方，木方的数量至少为 2 个；第五，最外的两条次龙骨上开有孔以适应吊装的需要。

在模板拼装过程中，必须要保证模板单元的平面错台不得大于 0.5mm；模板边缘的拼缝错台不得大于 0.5mm；模板之间的拼缝间隙大小不得大于 0.5mm；模板单元用前涂刷脱模剂；角码处须用自攻螺丝紧固，上、下侧次龙骨的角码间距应符合角码起步间距为 50mm、中间间距为 500mm 的要求，中间次龙骨每块模板拼缝的两侧均采用角码进行固定，角码与拼缝之间的间距不超过 50mm，避免模板单元吊装过程中导致模板松动和拼缝间距过大；弧形副龙骨加固时采用角码固定，角码数量不少于 4 个（各拼缝的次龙骨用角码紧固），安装角码时应注意，工人立于龙骨之上对角码进行加固，并按照由中间到两侧依次进行角码安装^[4]。

2.3.3 模板安装

第一，拼装完成后的模板单元并运输至清水混凝土之间的规定地点，在直墙下半部用牛腿进行固定，从而确保蝉缝接茬的品质；第二，为了确保混凝土浇筑质量及严格控制蝉缝衔接，规定在新老混凝土相交处、水平向与竖向蝉缝衔接错位不得大于 0.5mm；第三，新旧混凝土结合处以下 5mm 处，用塑料布固定好，盖住旧混凝土的表面，用胶带封住塑料布的上口，以防成品混凝土被污染；第四，相邻的两个模板单元对准水平蝉缝时，采用铆钉进行固定，拼缝处刷玻璃胶和撵缝并用透明胶带进行封闭，用小板条进行固定和码钉进行紧固，十字拼缝上的板条用自攻螺丝紧固，并对相邻四块模板进行补强，两十字拼缝之间用 2 个自攻螺丝紧固小板条；第五，设置对拉螺栓。（1）最上面的螺栓孔用三接头加强，并留有高强螺栓螺母接口，其目的在于浇筑下次混凝土时用高强螺栓将水平蝉缝接缝支架固定住（牛腿）；（2）除了最上面的对拉螺栓以外，其他的螺栓孔均采用普通对拉螺栓套管支撑结构，模板内侧面安装止水堵头并中部加装规定长度的 PVC 管进行紧固，本实用新型具有限位效果，在体积大的地方可以内设镀锌钢管，增加支撑强度；第六，主龙骨的安装，一般采用双侧钢管，方钢管外侧加垫方形钢垫板，内侧支顶一块小木方（可采取对小木方打孔，木方套入螺杆内，此法尚未投入应用），外侧用双螺母紧固；第七，模板下口用砂浆封堵缝隙，以防下口因失水而导致墙体烂根现象的发生，在特殊情

况下能用木方封堵大的缝隙,同时做灌水试验,实验结束时可以在模板的底部开一个孔放水,除了第一层,模板的下端口采用横向焊缝接缝支架实现层间对接。

2.3.4 模板加固

第一,设有螺栓孔的部位进行补强。用50*70方钢主龙骨,直径为16T3的牙丝对拉螺栓,方铁垫和清水专用堵头以及PVC套管组件加固,将平直构件主龙骨置于水平位置上,间距按深化图的间距计算,弧形构件方钢垂直使用;第二,对无螺栓孔的部位进行加固处理,用方圆扣夹具补强。

2.3.5 清水混凝土的养护

第一,带模养护72h,让混凝土增强强度和色泽一致;第二,清水混凝土的结构用雾状喷水保养,可通过喷雾器保养;第三,清水混凝土结构还可采用自动喷淋装置进行喷淋,即将自动喷淋头设置于距墙体上口的横向30cm的位置,各喷淋头之间的距离为50cm,连接喷淋供水管线并根据维护时间的需要由专人进行供水维护。

3 工程施工质量管理措施

3.1 安全防护措施

(1)在基础混凝土的浇筑过程中采取各种安全防护措施;(2)混凝土输送泵的操作员应持证工作,振捣器须安装漏电保护装置,电源线路应定期检查,以防损坏,作业时戴绝缘手套、穿高筒式绝缘胶鞋;(3)混凝土泵启停泵送混凝土之前,操作人员应离出口软管有一定的安全间距,操作人员不允许滞留于出料口以下。出料软管不应埋入混凝土内部。

3.2 钢筋工程的建设要点

(1)钢筋绑扎时,将扎丝扣压在墙体上,以防在扎丝顶模的后丝头上出现锈点;(2)垫块前面扎丝易贴模且需要丝头在垫块后面,降低扎丝触摸概率;(3)由于清水混凝土对拉螺栓较多,在钢筋绑扎的过程中,尽可能让开螺栓孔;(4)单面模板装设完毕,对拉螺栓穿孔过程中,因局部钢筋遮挡螺栓孔位会人为调节钢筋,有使得结构水平方向钢筋扎丝松脱,给钢筋贴模带来了潜在危险,因此当模板单面拉螺栓打孔时,应对钢筋质量进行复核;(5)若出现垫块丢失,导致钢筋贴模出现问题时,当不能再绑塑料垫块时,可将垫块塞水泥砂浆中替代;(6)传统塑料垫块存在强度不高,施工时容易脱落和错位等问题,而水泥垫块清水施工时存在诸多不便和效果差等问题。保护层垫块的摆放间距,墙体间距600*600mm梅花排列,立柱间

距450*450mm梅花排列;(7)清水混凝土中钢筋保护层的厚度大于普通混凝土,达到30mm,但保护层增加必然会加重混凝土的裂缝。为此,采取了加装 $\phi 8@200$ 抗裂钢筋的方法(纵横向均加)。

3.3 模板工程的施工要点

(1)用完电动扳手以后,工人用手动扳手拧紧螺栓,等工人拧紧螺栓感觉符合要求时,人工又多拧动一半,从而达到最好的效果;(2)墙体下方2/3高度内对拉螺栓用钢垫片+双螺母固定,由于混凝土振捣时螺母有脱扣现象;(3)清水模板之间PVC顶管下料必须精确,长度必须符合设计要求,因结构几何尺寸必须依靠其控制;(4)冷缝处须贴塑料布以防污染清水混凝土墙成品。

3.4 混凝土工程的建设要点

(1)查看混凝土坍落度;(2)浇筑点设置振捣棒以确保浇筑过程中混凝土已被初步振捣完成且骨料和浆液黏结饱满;(3)振捣过程中,振捣棒下部的棒间距离为300mm,采用分层振捣的方式,其厚度约为400mm,以确保相邻混凝土层之间的紧密结合,振捣棒的插入深度位于新老混凝土交界面以下100mm。为了保证精度,可以用夹子进行标记。

4 结语

以海南大学生物医学与健康研究中心科研大楼项目为背景项目,结合其特点、难点,开展劲性清水混凝土施工工艺的研究与实践。实践证明,清水混凝土施工中模板体系、模板安装和混凝土浇筑各道工序对后续施工步骤均有影响。所以,在建设过程中对每个困难进行合理优化至关重要。同时只有把各道工序按规定保质、保量地进行,才能够保证清水混凝土的顺利进行并取得理想的成果。

参考文献:

- [1] 闫刚强.超高层建筑劲性混凝土结构质量监理[J].中国建筑装饰装修,2022(12):171-173.
- [2] 江莹,孙浩,唐铭.BIM在劲性混凝土工程施工中的应用[J].居舍,2020(29):19-20.
- [3] 陈颖.劲性清水混凝土施工技术[J].建筑施工,2020,42(08):1398-1400.
- [4] 陈颖.带牛腿的劲性清水混凝土施工技术[J].建筑施工,2020,42(05):776-779.