

深基坑钢支撑穿墙部位混凝土浇筑密实性控制措施研究

叶俊杰

安徽建工集团股份有限公司 安徽 合肥 230000

【摘要】：深基坑工程中钢斜撑和钢角撑穿墙处的混凝土浇筑密实程度关系到地下室外墙的安全及防水效果。基坑回填和支撑体系拆除的合理性同整个工程稳定、墙体完整有密切联系。本文以实际工程为依据，对本区域内浇筑缺陷、拆除不当时产生的原因进行分析，并结合施工准备、工艺执行、拆卸作业和防水防护这四个方面提出相应的改进建议。运用案例分析的方法来检验所提出的策略的可行性和有效性，并且可以给类似项目的工程实践提供一定的借鉴作用。

【关键词】：深基坑支护；钢支撑施工工艺；穿墙孔洞处理；混凝土浇筑

DOI:10.12417/2811-0722.26.09.036

1 引言

作为深基坑工程的重要节点，由于空间受限、结构复杂等因素的影响，在钢支撑穿过外墙的地方成为施工质量控制的重点。该地区钢筋繁多，混凝土浇筑场所狭窄，容易造成蜂窝、麻面以及孔洞等质量问题的发生，对墙体的承载力和稳定状态造成长远的影响。由于一些项目在浇筑工艺上没有做到规范，在拆撑时又缺乏合理的流程，并且缺少必要的防水措施等造成质量不稳定。本文选取实际工程作为研究对象，探究相关的技术难题并给出系统的解决办法，一方面给专业技术人员职称评定赋予理论支持，另一方面也能给同类型工程项目的技艺践行给予参照。

2 工程概况

本文以合肥军休综合服务楼建设项目为研究对象，地下二层，基坑开挖深度 5-8.3m，场地紧靠城市主干道和既有住宅楼，环境复杂，地下水位埋深 1.5m，墙体采用 C40P8 抗渗混凝土，墙体厚度 350mm。基坑支护为钻孔灌注桩、土钉墙和钢支撑体系，钢支撑断面为 600x600mm，由 4 根角钢 L180x18 和钢板 540x300x14@800mm 焊接而成，一共设了 15 个穿墙节点，穿墙部位集中于地下二层外墙，混凝土密实性及防渗性需达到高标准。施工前期通过现场调研得知，该部位施工要平衡基坑支护的时效性、地下室外墙结构质量以及防水性能，需要通过工艺比选来选择最合适的施工方案。

3 钢支撑穿墙部位两类传统施工工艺对比分析

3.1 一次性埋入浇筑工艺

一次性埋入浇筑工艺的基本原理就是钢支撑安装定位后，直接进行地下室外墙钢筋绑扎、模板支设，将钢支撑穿墙段全部包覆在墙体结构内，一次性完成混凝土浇筑，待地下结构施工结束、基坑回填完成之后，割除外墙外侧和内侧多余的钢支撑，再对切割处的混凝土进行修补和防水处理。

该工艺施工工序简单，不需要预留孔洞、后期二次支模浇筑；墙体混凝土整体浇筑，没有施工缝；不需要做孔洞清理、植筋、二次振捣等工作，现场施工组织难度小。但该工艺的缺

点也很明显，钢筋布设受阻，地下室外墙水平筋、竖向筋需要避开钢支撑，常规钢筋绑扎工艺不能顺利进行，容易造成钢筋间距不均匀、保护层厚度不够、钢筋与钢支撑冲突等问题，压缩混凝土振捣的空间；其次振捣盲区多，支撑钢板周围空间小，常规插入式振捣棒很难进入作业，漏振、欠振现象多，造成混凝土密实性差，容易产生蜂窝、孔洞；后期割除钢支撑后墙体内部还有钢板残留，修补处属于薄弱节点，如果处理不当还会引起渗漏隐患。

3.2 二次预留孔洞浇筑工艺

二次预留孔洞浇筑工艺就是在地下室外墙支模的时候，根据钢支撑穿越位置提前预留相应的尺寸方孔或者圆孔，钢支撑临时穿过孔洞进行支护受力，待基坑施工全部完成、钢支撑割除退场之后，清理孔洞内壁浮渣、松散混凝土，进行孔洞部位钢筋补设、模板支设，然后采用微膨胀细石混凝土完成二次封堵浇筑，最后做节点防水处理。该工艺的主要优势是主体外墙施工期间，钢筋布设不会受到钢支撑的影响，可以按照设计要求进行绑扎，混凝土振捣作业空间较大，主体墙体混凝土密实度容易控制，不会出现由于钢支撑阻挡而造成的振捣盲区。该工艺的缺点是有一圈施工缝，二次浇筑时，模板固定困难，容易漏浆，墙面平整度和垂直度难以保证，混凝土振捣过程中，洞口上层难以振捣密实，后期外墙防水不能一次性完整施工。

3.3 工艺综合选型结论

从渗漏发生根本原因、理论解决办法及实际操作可行性，对两种工艺进行综合对比，选择合适的工艺。

综合对比 浇筑工艺	一次性埋入浇筑	二次预留孔洞浇筑
根本原因	支撑钢板贯穿混凝土，混凝土结构自防水依赖其整体性，钢板未按规定焊接止水片或切割不到位，会形成“穿心通道”，混凝土振捣不密实或保护层不足甚至裸露，钢板锈蚀后体积膨胀，也会胀裂混凝土引发顺钢板渗漏。	明显的施工缝。

解决办法	支撑钢板内外焊接封闭的止水钢板，后期钢支撑拆除时，外侧混凝土先凿除一定深度再切割，然后涂刷防锈漆，最后用防水砂浆抹平压实。	按施工缝处理，第一次浇筑时先在洞口四周预埋封闭的止水钢板。
可行性	支撑钢板内侧止水钢板焊接困难，焊接盲区多；该处墙体钢筋无法贯通，钢筋绑扎困难；振捣空间小，振捣盲区多；支撑钢板冷切割难度大。	常规钢筋绑扎，支模，混凝土浇筑振捣。

(注：续表)

一次性埋入浇筑工艺虽然没有施工缝，但现有施工工艺和施工水平，实际操作困难，无法达到理想状态，渗漏隐患点多，渗漏可能性大；二次预留孔洞浇筑工艺简单，只需要针对止水钢板焊接、模板加固、振捣密实三大难题进行解决，即可满足质量要求。因此本文采用改良型二次预留孔洞浇筑工艺来解决传统二次预留孔洞浇筑的不足之处，实现混凝土密实性和防渗性能的双重要求。

4 改良型二次预留孔洞浇筑工艺核心措施

4.1 止水钢板焊接

止水钢板选用宽度为300mm~400mm，厚度不低于3mm，钢板长向两边宜有约50mm、约30度的折边以保证刚度。根据支撑位置标记钢板位置，用Φ14钢筋作为定位筋，间距约300mm，一端焊接在止水钢板的中部，另一端焊接在结构主筋上，务必使钢板折边的凹面朝向迎水面，以延长渗水路径。止水钢板应设置在墙体的中间位置，且中心线比施工缝表面稍低（约20mm），以保证凿毛后中心线能与施工缝准确重合。预留孔洞四角选用成品阴阳角止水钢板，平直部位搭接长度应不小于50mm，接头处必须双面满焊，确保接头严密，无漏焊、透孔等缺陷。焊缝分两遍完成，先在焊缝两端、中间点焊固定，再从中间向上焊接，后从下端向中间施焊，第二遍需逆向施焊以消除应力。焊后敲掉药皮，检查有无砂眼、漏焊，并及时补焊。焊接完毕后，清除钢板表面铁锈和焊渣，及时涂刷防锈漆进行防腐保护。

4.2 模板与封堵体系优化

预留孔洞四周施工缝模板拼装，关键在于解决新旧混凝土接茬处的平整度（防错台）和严密性（防漏浆）问题。面板宜选用15mm厚覆膜多层板，竖向次龙骨用50mm×100mm木枋（间距≤250mm），保证刚度。最关键的是，模板必须紧贴已浇筑的四周混凝土表面，并用海绵条等物密封拼缝，防止漏浆形成“裙子”。对拉螺栓水平、垂直间距约500mm，核心是，在旧混凝土浇筑时，就要提前谋划，在施工缝20cm处设置止水螺杆，侧墙模板拆除时要保留，将加固新模板的钢管两端固定在原先的止水螺杆上，这样能有效防止错台。模板顶端还需要设置喇叭口，不仅为了进料，还能确保上部混凝土振捣密实。

4.3 混凝土浇筑与振捣密实控制

浇筑前，将原混凝土表面（需高出止水钢板一半）全面凿毛至露出石子，清理干净并涂刷界面剂。混凝土应采用微膨胀混凝土，强度等级应比原结构提高一级，并额外掺加防水剂。振捣作业只能通过喇叭口，常规插入式振捣棒无法实现，需要选用小直径高频振捣棒。混凝土从喇叭口灌入，分层浇筑振捣，厚度不超300mm，振捣棒插入深度至下层混凝土50-100mm，振捣时间为混凝土表面泛浆、不再下沉、无气泡冒出时，防止漏振和过振造成混凝土离析。质量控制关键点，一是严禁二次填灌，顶部混凝土必须依靠喇叭口一次浇筑成型，否则新旧混凝土容易结合不好，形成贯穿裂缝；二是确保浇筑密实，振捣时由专人现场跟班指导，检查振捣工作是否到位，对漏振、欠振处及时处理，保证混凝土达到密实标准，这是设置喇叭口的根本目的；三是剔除时注意保护，等混凝土达到一定强度再拆模，用电镐等工具小心剔凿掉多余的“牛腿”部位，避免大力敲击伤及墙体本身；四是恢复外观，剔凿后用防水砂浆找平、抹光。

4.4 多重防水保护

混凝土养护结束后，一要做淋水试验，若有渗漏，及时打钉注浆处理，确保结构自防水，从源头减少渗水可能性；二要夯实防水地基，基层处理是防水的基石，处理不好就等于白忙活，用铲刀和扫帚将表面的灰尘、油污、松动颗粒彻底清除，保证基层坚固不起砂，所有裂缝、孔洞用防水砂浆修补平整，有尖锐凸起需铲平；三要掌握“薄涂多遍”核心技巧，刷子在基面上均匀用力，每遍薄一点，多刷几遍，千万别怕麻烦试图“一遍刷厚”省事，每遍之间必须等上一遍干固不粘手时再进行下一遍，且前后两遍要呈十字交叉方向垂直涂刷，保证涂层完整覆盖不留空隙；四要增加附加层，防水卷材大面铺贴前，先做加强附加层，每边超出施工缝25cm。

5 全过程质量管控与验收要点

5.1 施工前期技术与材料管控

前期控制是二次浇筑全流程施工质量的铺垫，必须从技术交底、材料验收、方案复核这三个主要环节来完成闭环管控。施工前召开专项技术交底会，项目技术负责人对施工班组、现场监理人员进行钢斜撑穿墙部位二次浇筑专项工艺技术交底，明确地下室外墙主体一次浇筑、穿墙预留孔洞成型、后期孔洞凿毛处理、二次封堵浇筑、施工缝防水加强等全部操作标准；针对传统一次浇筑、老式二次浇筑工艺常见蜂窝、施工缝渗漏、孔洞封堵不密实等质量通病，落实前置预防管控措施，保证全体作业人员、现场管理人员熟悉二次浇筑施工工艺流程、工序分界标准及质量管控红线，杜绝工序颠倒、违规施工操作。

5.2 施工过程工序与旁站管控

第一阶段地下室外墙主体一次浇筑工序管控。墙体钢筋绑

扎完成后,施工班组自检开口箍筋焊接质量、穿墙节点附加筋布设间距、墙体钢筋保护层厚度、钢斜撑穿墙预留孔洞定位及加固精度,确认钢筋无偏移、无漏焊、预留孔洞模板无变形移位后,上报监理单位进行隐蔽工程验收,外墙主体一次浇筑成型,混凝土初凝后进行第一阶段工序交接验收,保留钢斜撑维持基坑支护受力状态,进入静置养护周期。

第二阶段拆撑及穿墙孔洞二次浇筑工序管控。基坑工况满足拆撑设计条件后,报批专项拆撑方案,合规拆除钢斜撑构件;监理旁站下进行穿墙孔洞二次封堵混凝土浇筑作业,优先使用微膨胀抗渗细石混凝土分层浇筑、精细振捣;二次浇筑区域空间狭小,用小型振捣设备作业,重点控制施工缝结合部位振捣质量,保证新旧混凝土结合密实。严格实行工序交接制度,一次浇筑、基面凿毛、止水施工、二次浇筑、振捣成型每一道工序验收合格后,才能进入下一道施工工序,上道工序不合格不得流转施工。

5.3 后期养护与质量验收管控

养护阶段分区分段养护,地下室外墙一次浇筑主体混凝土成型后,立即用土工布覆盖保湿养护,定时洒水保持墙体表面湿润,标准养护周期不少于14天,严禁提前拆模、中断养护作业,防止外墙主体结构产生干缩裂缝。钢斜撑穿墙孔洞二次浇筑封堵完成后,单独对孔洞及周边施工缝区域加强保湿养

护,二次浇筑部位养护周期延长到18天,降低微膨胀混凝土收缩应力,杜绝新旧混凝土结合面产生贯穿性裂缝,保证施工缝密闭防渗性能。对钢斜撑穿墙节点进行专项外墙闭水试验,试验重点检测新旧混凝土施工缝界面、二次浇筑封堵墙体的防渗性能。闭水试验无渗水、湿渍等缺陷,实体检测、外观验收全部合格后,完成该穿墙部位分项工程质量验收;验收通过后方可进行外墙整体防水收尾、基坑土方回填施工。

6 结语

深基坑钢斜撑穿墙处混凝土浇筑密实性以及节点防渗控制,是深基坑临时支护安全和地下室外墙永久结构防水安全的共同施工环节。一次性埋入浇筑和二次预留孔洞浇筑两种主流施工工艺各有优劣;对比分析后得出,在高地下水位、外墙防渗等级要求高的深基坑地下结构工程中,二次浇筑施工工艺优于一次性埋入浇筑施工工艺。该工艺将墙体拆分浇筑工序拆分为外墙主体结构浇筑、依靠钢斜撑保证基坑支护稳定性、待基坑工况稳定、拆撑后进行穿墙孔洞二次封堵浇筑。针对传统一次性浇筑工艺钢构件周围混凝土振捣困难、本体密实度低、大面积渗漏的风险进行了针对性的规避。二次浇筑工艺施工容错率高、现场操作简单、节点防水质量可控、专项施工综合成本适中,高水位复杂地质深基坑穿墙构件施工场景适用性强,在同类工程项目中可以大范围推广使用。

参考文献:

- [1] 李锐天.格构式斜撑技术在建筑深基坑中的应用研究[J].中国高新科技,2025,(24):133-136.
- [2] 陈锦涛,单灿灿,付春友.斜撑在深基坑支护体系中的应用分析[J].安徽建筑,2025,32(09):123-125.
- [3] 李进荣.基坑工程中双排工法桩与超前植入钢斜撑支护体系施工技术[J].建设监理,2025,(07):125-128.
- [4] 潘长军.钢板斜撑支护在深基坑工程中的应用实践及技术优越性[J].建设监理,2025,(02):110-112+119.
- [5] 闫宏臣.邻近地铁深基坑钢板斜撑支护及土方开挖技术探析[J].江西建材,2024,(07):200-202.