

楼面防震型变形缝施工工艺及质量控制

欧林泉

上海市水利工程集团有限公司 上海 201612

【摘要】：建筑楼面防震型变形缝在我国已广泛应用，作为不同结构体间衔接的关键衔接节点，其施工质量直接影响工程整体验收效果。尤其露天设置的变形缝，属于建筑防水体系中薄弱环节。在温度变化、结构沉降及人员活动引起的的荷载与振动作用下，易出现密封失效、止水层破损，进而引发渗漏病害。本文以徐汇乔高综合体开发项目全期连廊工程为案例，系统梳理楼面防震型变形缝的施工工艺，提出优化措施，旨在杜绝因变形缝防水失效导致的工程返工，提升施工效率，延长节点使用寿命，为同类楼地面变形缝施工提供标准化参考。

【关键词】：楼面防震型变形缝；防水；施工工艺；渗漏；质量通病防治

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.097

引言

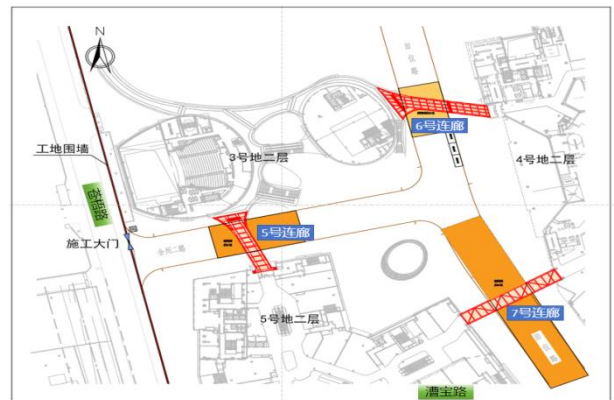
随着我国城市综合体、高空连廊、装配式建筑等现代化建筑工程的快速迭代发展，建筑结构形式愈发复杂多样，跨地块、高空露天式建筑结构的占比持续提升，楼面防震型变形缝得以广泛应用。传统变形缝施工多注重型材安装与表面密封防水，然而，随使用年限增长，密封胶逐渐老化，渗漏水问题时常显现。因此，优化变形缝施工工艺、强化过程管控、提升防水施工质量，对保障连廊及建筑整体质量具有重要意义。本文系统总结徐汇乔高综合体开发项目全期连廊工程的相关技术经验，以期同为同类高空露天连廊变形缝防水施工提供实操参考。

1 工程概况及重难点分析

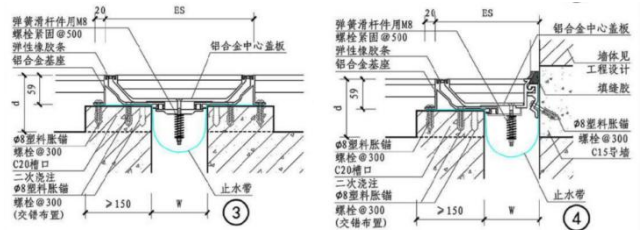
1.1 工程概况

徐汇乔高综合体开发项目全期连廊工程位于上海市徐汇区漕宝路和苍梧路交叉口，属于周边商业体配套工程，主要涵盖3座连廊分别连接3、4、5号地二层平台。所涉及的伸缩缝主要为A系列AD7-3和AD7-4两种型号楼面防震型变形缝。总长约100m，其中AD7-3适用于设计缝宽为150mm，盖板宽度380mm，伸缩量±75mm连廊与建筑楼板间的平缝位置，AD7-4适用于设计缝宽为150mm，盖板宽度265mm，伸缩量±37.5mm连廊与建筑立柱间的角缝。

伸缩缝位于建筑二层露天设置，底层为商业综合体的门厅。上海地处沿海地区，夏季台风天气频发，降雨量较多。遇台风和暴雨时层面会出现短暂雨水滞留，变形缝将面临雨水浸泡的考验，故而对伸缩缝的施工质量要求较高。若发生渗漏，将损坏商业综合体内部装修工程造成经济损失，项目施工前3个地块均出现不同程度的沉降变形，其中5号地块变形量最大，超过5cm，也为后续项目施工增加了难度。



1.1-1 连廊布置平面图



1.1-2 AD7-3

1.1-3 AD7-4

1.2 施工核心难点

(1) 细部节点防水收口难度高：连廊防水体系与变形缝防水体系形需形成一体化。变形缝阴阳角转角、金属型材与混凝土基层交接界面均属于防水体系薄弱节点，导致变形缝局部防水薄弱点聚集，易形成质量缺陷及渗水通道。(2) 户外复杂工况对防水耐久性干扰突出：变形缝露天布置，长期面临雨水冲刷、高温暴晒等恶劣环境，高分子防水材料易老化、粘结力衰减、胶体开裂等问题，降低防水服役寿命。

1.3 楼面防震型变形缝质量控制要点

(1) 连廊、建筑结构与变形缝二次结构新旧结合面质量控制：变形缝二次结构槽口是防水卷材附着于型材安装的核心

基底,新旧混凝土结合面属于结构薄弱界面,易出现界面开裂、渗水及结构空鼓等缺陷,影响变形缝整体稳定性与防渗。施工阶段需重点把控施工质量。新旧结合面需采用机械凿毛处理,彻底清除表面浮浆、松散骨料及杂物,露出新鲜骨料界面,提升二次浇筑混凝土与原结构的咬合黏结性能,规避界面收缩开裂。槽口二次浇筑采用 C30 细石抗渗混凝土,应分层振捣密实,严控浇筑厚度与线形平整度,杜绝蜂窝、麻面、空洞等结构性缺陷,保障槽口整体刚度与结构完整性。同时,结合面需严控基面高差,保证槽口顺直、受力均匀,有效抵御结构变形。

(2) 变形缝防水质量控制:本工程采用“表层密封隔水+底层 SBS 卷材防渗”的组合防水体系,构建自上而下防渗体系。防水质量核心控制要点如下:一是做好基层处理,保证基层平整坚实、干燥无缺陷,阴阳角做圆弧倒角与八字坡处理,弱化应力薄弱点;二是规范 SBS 卷材施工,热熔铺贴密实均匀,严格控制搭接宽度与跨缝松弛量,避免空鼓、翘边、开裂等问题;三是在转角、接头、搭接端头等易渗漏部位增设卷材附加层,抵消结构形变产生的应力;四是保证表层橡胶密封条嵌装密实、顺直贴合,筑牢表层隔水层;五是执行淋水试验,对所有隐蔽防水部位全面检测,及时排查渗漏隐患,确保防水体系持久有效。

(3) 变形缝安装质量控制:变形缝型材安装精度影响结构伸缩及防水效果,偏差过大会造成伸缩受阻、挤压防水层、缝体失效等问题。安装主要从定位、锚固、拼装三方面管控:首先精准放线,以建筑轴线为基准确定缝体中心线与锚固线,保证缝宽一致、线条顺直,防止出现偏位、错台、宽窄不一等情况;其次规范基座锚固,基座对称布置,高差控制在 1mm 以内,锚固点位避开主防水区域,密封封堵螺栓孔,防止单点渗水;最后安装伸缩滑杆与不锈钢盖板,确保滑杆伸缩灵活、预留充足位移空间,盖板平整贴合,不因结构反复形变撕裂防水层。此外,施工全过程做好成品保护,避免型材施工及后续工序划伤、挤压防水构造,保障变形缝伸缩功能与防水系统完好。

2 变形缝施工流程和施工工艺

2.1 施工流程

变形缝施工流程为:测量定位放线→槽口二次浇筑→基面浮渣清理与缺陷清理→防火阻燃带施工→基面含水率检测调控→防水层施工→铝合金基座锚固固定→伸缩滑杆及面板安装→缝口密封嵌缝→淋水试验防渗检测→面层石材铺贴→面层成品保护

2.2 施工工艺

(1) 测量定位放线:根据桥梁轴线及建筑轴线为基准标

定变形缝中心控制线,双向弹出缝体边线及基座锚固控制线,严格执行一放两复核流程减小人为误差,控制缝宽保证通长缝体顺直无偏移、无宽窄不均现象。

(2) 槽口二次浇筑:槽口二次混凝土浇筑采用 C30 细石混凝土分层浇筑、振捣密实,避免槽口混凝土蜂窝、空洞、疏松等结构性缺陷。浇筑过程中应充分考虑后续防水卷材铺贴厚度和变形缝的缝体高度,控制槽口深度、宽度及平整度,保证槽口通长尺寸统一、线型顺直,两侧基面平整对称,杜绝局部高低差与结构死角。混凝土浇筑完成后及时收面压光及养护,确保槽口混凝土强度、密实度,无收缩裂缝。

(3) 基面浮渣清理与缺陷清理:使用机械清理与人工精修相结合的作业方式,机械凿除缝体不规则线型、基层错台及坡面偏差,控制缝体两侧基面高差偏差 $\leq \pm 2\text{mm}$,保障缝体通长顺直规整。随后钢丝刷配合高压吹风设备,清理缝内及两侧基面浮渣、松散混凝土及建筑垃圾,保证防水粘结界面洁净无尖锐物。细微缺陷,统一采用聚合物水泥防水砂浆分层修补压实。

(4) 防火阻燃带前置施工:防水施工前完成无机纤维阻火布带设,施工时将无机阻火带通长铺设于变形缝槽口内部,使用螺栓固定。保证铺设平整顺直,无缝隙及错台。阻火带施工时应考虑后续防水施工,预留充足作业空间,实现防火、防水构造分层有序布设。

(5) 基面含水率检测调控:基面含水率直接影响卷材及涂膜防水施工质量,潮湿基层易造成防水层空鼓、脱粘、开裂等问题。防水施工前需用专业仪器多点检测,基面含水率须控制在 9% 以内。高湿、雨后、地下潮湿等易出现返潮的工况,要使用热风设备全面烘干,逐段检测验收。严禁在结露、潮湿基面上施工,从源头防范粘结病害,保障防水工程质量。

(6) 防水层施工:防水层选用 SBS 防水卷材作为主要防水。变形缝处的防水卷材铺贴应和连廊防水卷材同时施工,构成整体的防水系统。变形缝阴阳角、槽口转折处、卷材搭接端头等节点为结构应力集中及渗水高发区域,是防水体系的薄弱点。为分散结构形变应力、强化节点防渗能力,需优先施工防水附加补强层。附加层选用和主防水同材质 3mm 厚 SBS 改性沥青防水卷材,保证材料相容性。施工前对节点基层进行专项处理,将阴角修整为边长 $\geq 50\text{mm}$ 八字坡、尖锐直角打磨为直径 $\geq 20\text{mm}$ 圆弧角,杜绝锐角划破卷材;随后对节点区域彻底除尘清杂,保证粘结面洁净坚实。基层处理完成后均匀涂刷 SBS 专用基层处理剂,静置至晾干后开展后续施工。附加层采用热熔法铺贴,全程控制 200~250℃烘烤温度,确保卷材底面均匀熔融、贴合基面,无空鼓、褶皱及翘边缺陷;附加层双向外延至伸缩缝两侧 250mm。铺贴后采用滚筒反复滚压排气,

压实封边、杜绝张口缝隙。

附加层验收合格后,开展大面SBS防水卷材铺贴作业。连廊主体防水层与变形缝节点防水层同步成型,将节点附加层覆于大面卷材底部,形成上下一体的连续防水构造。变形缝处卷材采用U型松弛铺贴工艺,预留充足形变余量,适配结构沉降位移。卷材铺贴时严格控制喷枪烘烤温度与行进速度,保证卷材底面熔融均匀。卷材收头端部采用密封材料封堵压实,封闭细微渗流通道,构建全域封闭、受力协调的防渗体系。

(7) 铝合金基座锚固固定:依据中心控制线精准定位两侧基座,保证基座对称布设、平整顺直,左右基座高差偏差 $\leq 1\text{mm}$;基座采用间距 300mm , $\phi 8\text{mm}$ 塑料膨胀螺锚固固定,所有锚固点避开卷材薄弱部位,避免钻孔破坏完整的防水体系。钻孔作业完成后,彻底清理孔内浮尘与杂物,预埋配套塑料管后植入螺栓紧固;锚固施工完成后,对螺栓外露部位及基座螺栓孔周边采用密封胶封堵密闭,切断钻孔形成的竖向渗水通道,消除渗漏隐患。

(8) 伸缩滑杆及面板安装:铝合金基座锚固后清理滑槽内部杂物,保证滑杆滑动顺畅。滑杆按 500mm 间距通长布设,预留充足形变余量适配结构伸缩沉降。铝合金中心盖板采用M8螺栓将盖板与伸缩滑杆精准紧固连接,保证盖板与变形缝中心线对齐、两侧贴合平整,无翘曲、错台。盖板拼接接缝处采用聚氨酯耐候密封胶封堵严实。

(9) 缝口密封嵌缝:铝合金型材安装完毕后对缝口区域进行二次清理,确保槽内无浮尘、油污、积水及施工残留杂物,然后嵌装配套U型橡胶密封条,确保密封条与型材贴合紧密、无松动、扭曲脱落,形成完整闭环的表层隔水防护体系。

(10) 淋水试验防渗检测:淋水试验是核验变形缝防水施工质量、排查隐蔽渗漏缺陷的关键工序,未经检验严禁进入下一道工序。淋水检测时长不低于 2h ,重点检查缝体底部、槽口交接界面、阴阳角节点及螺栓孔周边等防渗薄弱区域有无渗水漏水。检测发现渗漏点时及时进行修复,修复后重新检测直至检测合格。

(11) 面层石材铺贴:石材铺贴阶段,严格把控面层平整度、排水坡度及缝体顺直度,确保石材面层与变形缝型材衔接平顺、过渡自然,无高低错台、接缝偏差等质量缺陷。施工全

过程做好防护,防止水泥砂浆、浆料残渣灌入变形缝内部,避免固化杂物卡顿伸缩构件、磨损表层密封构造;

(12) 面层成品保护:变形缝全套施工工序验收完成后,采用模板架空覆盖的方式对变形缝通长封闭防护,落实防撞、抗压保护措施,并设置醒目警示标识,严禁重物堆载、机具磕碰及车辆碾压缝体区域。

3 效果检查

通过对变形缝施工工艺的优化和施工过程的管控。在 $0.2\sim 0.3\text{MPa}$ 水压连续淋水 2h 的情况下,变形缝缝体、槽口交接面、阴阳角、锚固点位、密封收口等防渗薄弱区域均未出现渗水、湿渍、洇水等渗漏隐患。

4 结论

本项目依托系统化、精细化的变形缝施工质量控制体系,针对性规避和预防传统施工模式下的各类质量缺陷,有效提升楼面防震变形缝施工质量与长期服役稳定性,取得良好的工程应用效果与经济效益,为变形缝后期安全稳定运行提供坚实保障。本工程变形缝总施工长度 77m ,全程严格落实新旧结构结合面、防水体系、型材安装三位一体质量控制标准,完工后经整体淋水试验全数验收合格,施工一次合格率达 100% 。历经1年现场跟踪观测,在上海梅雨暴雨、冬季低温收缩等恶劣气候工况下,各变形缝节点防水完好、伸缩顺畅,未发生渗漏、胶体开裂、界面脱粘及型材卡顿等质量病害,整体施工质量可靠。在经济效益层面,系统化质量控制虽小幅增加施工与材料投入成本,但从源头规避了渗漏返修、面层破除、二次施工、场地恢复等高额后期运维费用,大幅降低工程全生命周期成本。经核算,每米返修成本约 2000 元,项目整体节约返修及运维成本超 15 万元,同时有效缩短施工工期、减少设备租赁与现场管理等间接投入,综合经济效益优势明显。

综上,本文所构建的变形缝全过程质量控制体系,可有效预防各类施工质量问题,保障防水构造与变形功能协同稳定,延长构件服役年限,同时实现提增效、节约造价的双重目标。整套工艺管控逻辑清晰、落地性强,可为后续同类建筑楼面变形缝施工质量管理、长效安全运行提供可靠的技术参考与实践借鉴。

参考文献:

- [1] 国家建筑标准设计图集.14J936 变形缝建筑构造[S].北京:中国计划出版社,2014.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB 50345-2012 屋面工程技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [3] 张磊.建筑楼地面变形缝渗漏原因分析及防水施工对策[J].施工技术,2023,52(11):112-115.
- [4] 余平高,万学飞.弹式防震型滑动支座在超宽变形缝中的应用[J].建筑设计理论,2024,24:109-111.