

地下工程防水隐患剖析及施工控制措施

任爱媛

(北京广得安工程有限责任公司, 北京 100060)

摘要: 结合某项目实例, 地下防水工程采用高分子自粘胶膜防水卷材、强力交叉层压膜高分子湿铺卷材、非固化橡胶沥青防水涂料、耐根穿刺SBS沥青防水卷材组成复合防水层, 最大限度地发挥不同防水材料的性能, 利用非固化防水关键技术, 解决常规防水系统窜水及不同材料接槎技术难题, 满足工程防水设计要求, 达到良好的防水效果。

关键词: 地下工程; 管廊; 防水卷材; 防水涂料; 施工技术

中图分类号: TU94 **文献标识码:** A

1 复合防水层在地下室中的应用

1.1 工程概况

某项目总投资为33005.28万元, 总占地面积为73333m², 总建筑面积为95000m², 包含康复颐养中心、附属医院及服务中心等配套设施地下工程建筑面积12400m², 地下一层埋深4.8m, 地下水位-10.000m, 混凝土抗渗等级P6, 防水设防等级为一级。

1.2 防水设计

地下室底板防水设计选用1道1.5mm厚高分子自粘胶膜防水卷材, 采用预铺反粘法施工。长边带自粘胶搭接边, 短边采用配套专用双面胶粘带对缝搭接, 地下室侧壁防水设计选用1道1.5mm厚强力交叉层压膜高分子湿铺防水卷材, 采用自粘法施工, 地下室顶板防水设计为1层1.5mm厚非固化橡胶沥青防水涂料+1道4.0mm厚耐根穿刺SBS沥青防水卷材, 采用热粘法施工^[1]。

1.3 防水特点

(1) 地下室底板防水卷材颗粒层可充分填充后浇混凝土表层凹陷空间, 与混凝土结构形成榫卯结构, 胶膜层中的活性剂(乙烯基三甲氧基硅烷)能够与混凝土发生反应, 可牢固黏合, 防止水分渗入卷材与结构之间的空隙, 持久有效地避免窜水及渗漏, 抗窜水性能达到《预铺防水卷材》(GB/T 23457—2017)要求的0.8MPa/35mm, 4h不窜水, 单层施工即可满足一级防水设防标准要求, 按照《地下防水工程质量验收规范》(GB 50208—2011), 无须施作施工保护层, 可直接浇筑混凝土, 节约了工期^[2]。

(2) 图纸设计优化后, 地下室侧壁未采用水泥净浆湿铺施工工艺, 而是采用自粘法施工, 既减少人工成本, 又提高施工效率, 特别是解决侧

壁空鼓、下坠等问题, 保证工程质量。

(3) 地下室顶板采用的防水层不仅解决材料相容性问题, 且解决防水层窜水难题, 降低渗漏水概率。

1.4 施工难点

地下室底板高分子自粘胶膜防水卷材属于非沥青基防水卷材, 地下室侧壁湿铺防水卷材属于高聚物改性沥青类防水卷材, 两种卷材不相容, 无法直接施工, 这是本工程施工的难点。

1.5 技术措施

由于高分子自粘胶膜防水卷材表面的SIS型热熔压敏胶具有强度高、黏结性好的特点, 兼具热塑性塑料和橡胶弹性体双重特性, 可与非固化橡胶沥青防水涂料中的SBS橡胶较好地黏合, 采用非固化橡胶沥青防水涂料作为黏结过渡材料, 使非沥青基与沥青基材料接槎黏结, 将底板非沥青高分子自粘胶膜防水卷材与沥青基湿铺防水卷材连接为整体防水层, 形成整体防水系统, 地下室底板预铺反粘防水卷材, 与立面湿铺防水卷材接槎连接部位采用2mm厚非固化橡胶沥青防水涂料, 作为黏结过渡材料。

1.6 操作要点

(1) 混凝土垫层强度需满足设计要求, 应密实、表面平整、无裂缝、无积水。

(2) 铺设高分子自粘胶膜防水卷材时, 应合理划分施工区段。铺设每个施工区段防水卷材时, 首先铺设较远部分, 其次铺设较近部分, 以保证施工人员不过多踩踏已铺设完成的卷材, 便于防水层的成品保护。

(3) 大面积防水卷材排气、压实后, 使用压辊对搭接部位进行滚压, 压出空气, 保证贴铺牢固, 防水材料须与辅助材料匹配, 每批材料进场

时,须按照规范要求对防水卷材接缝进行黏结质量检验。

(4)如果卷材接缝发生张口、翘边,须及时进行修补。

(5)进行钢筋焊接作业时,应采用木板、防火毯等作为临时保护措施,提前在焊花可能溅射到的部位进行洒水保护,避免高温焊接灼伤防水层。

(6)不得在已验收完成的防水层上打眼凿洞,如必须穿透防水层,应提前通知施工方,以便提供合理的处理方案。

2 复合防水层在地下管廊中的应用

2.1 工程概况

某市现浇电力管廊工程结构安全等级为一级,设计使用年限为100年,采用C40混凝土,抗渗等级为P8,最大裂缝宽度限值为0.2mm,防水设防等级为二级。

2.2 防水设计

管廊底板采用1层2.0mm厚非固化橡胶沥青防水涂料+1道1.5mm厚强力交叉层压膜高分子复合自粘防水卷材,管廊侧壁采用1层2.0mm厚非固化橡胶沥青防水涂料+1道1.5mm厚强力交叉层压膜高分子复合自粘防水卷材。管廊顶板采用1层2.0mm厚非固化橡胶沥青防水涂料+1道4mm厚SBS改性沥青耐根穿刺防水卷材。

2.3 防水特点

根据图纸优化设计,联合使用非固化橡胶沥青防水涂料与强力交叉层压膜高分子复合自粘防水卷材形成管廊底板与侧壁防水层,联合使用非固化橡胶沥青防水涂料与SBS改性沥青耐根穿刺防水卷材形成管廊顶板防水层。防水特点如下:

(1)利用非固化橡胶沥青防水涂料不固化、自愈能力强、碰触即粘、难以剥离等特性,有效解决防水层窜水问题。

(2)非固化橡胶沥青防水涂料经酸碱盐介质浸渍试验后的性能保持率大于98%,热处理试验后的性能保持率大于95%,提高整体防水系统的耐化学腐蚀性和耐老化性能。

(3)无须施工找平层,可将非固化橡胶沥青防水涂料直接用于结构层,利用非固化涂料的高蠕变、零内聚、超延伸、高黏结和强自愈性,可修复混凝土结构开裂产生的渗漏。

(4)本工程使用的非固化橡胶沥青防水涂料耐热性能达95℃,超过规范要求的65℃,耐热性

能的提高可有效解决涂料流挂问题,更适合立面施工。

(5)涂料与卷材同时施工,可节省工期。

2.4 施工难点

防水涂料与防水卷材结合后,易相互侵蚀,导致防水层耐久性较差,由于侧壁防水层采用非固化沥青防水材料,在夏季高温日晒环境下,侧壁抗滑移性能大幅衰减,此时进行回填土作业,防水层易出现下滑现象。

2.5 技术措施

防水涂料与防水卷材复合防水层有效利用非固化橡胶沥青防水涂料优异的蠕变性,封闭基层细微裂缝,且其具有较高的延伸率,不会将基层应力转移至防水卷材层。可有效解决建筑结构中变形缝等特殊部位的渗漏水问题,保护防水层不被破坏,利用非固化橡胶沥青防水涂料中含量约70%的树脂、胶质、热塑性弹性聚合物,确保防水涂料与基层和SBS防水卷材具有良好的黏结性能^[3]。

2.6 操作要点

(1)基层清理。使用扫帚、铁铲等工具将基层表面灰尘、杂物等清理干净,对顶板进行打磨处理,增加表面粗糙度,增强防水涂料对基面的附着力,对基层裂缝及凸出部位通过防水砂浆进行修补平整,保证混凝土结构基层强度。

(2)将非固化橡胶沥青防水涂料放入专用电加热器中加热至流态,并达到施工温度,基层无明水时,方可涂刮防水涂料。

(3)节点加强处理。对管道根部、阴阳角、施工缝、后浇带、落水口等节点部位进行防水加强处理,增设防水涂料附加层(内置无纺布进行加强,平面和立面宽度均为250mm)。

(4)定位弹线。根据防水卷材铺贴方向,以分格的方式弹线,确定非固化橡胶沥青防水涂料喷涂范围,每个分格宽0.92m、长5m。

(5)平面试铺防水卷材。将自粘防水卷材自然松弛地摊开,按控制线摆放,然后将防水卷材自两端向中间收卷。

(6)喷涂非固化橡胶沥青防水涂料,采用专用设备将加热熔融的防水涂料按厚度要求喷涂。防水涂料厚度应均匀,不露底,立面防水涂料应自上而下喷涂,确保防水涂料用量适宜。

(7)铺贴、搭接防水卷材。喷涂非固化橡胶沥青防水涂料后,及时揭除湿铺防水卷材下表面

隔离膜和搭接边防污染隔离膜，将防水卷材粘贴在防水涂料上，同时进行防水卷材自粘搭接，长边搭接宽度为80mm，短边采用对缝搭接，并用压辊碾压密实。

(8) 顶板变形缝填充。在变形缝内部填充衬垫材料，涂刮非固化橡胶沥青防水涂料后铺贴防水卷材，并在上方加贴1层自粘防水卷材进行封口。

(9) 后浇带施工。在后浇带部位首先进行防水涂料附加层施工（内置无纺布进行加强），防水涂料两端各伸出后浇带部位400mm，然后大面积喷涂非固化橡胶沥青防水涂料，在保证防水涂料厚度的情况下，及时铺贴防水卷材。

(10) 收口密封。立面卷材上部应在水平面进行收口处理，上翻 ≥ 300 mm，顶部卷材须下翻 ≥ 300 mm，收口密封完整。

3 技术措施及办法

3.1 加强保温、保湿养护

顶板以及其他防水性能要求高的混凝土结构的养护措施要在其完成凝固之后马上进行，通过在其结构表面覆盖毛毡以及薄膜等措施，便于混凝土结构的保温养护，具体的养护工作所需时长为7d；而对外墙，其结构的带模养护所需时长不能少于3d，要保证外墙混凝土结构的内部温度和外界自然环境的温度差值不超过 15°C 。另外，在模板拆除之后必须坚持进行7d的外部结构洒水养护工作，但是当外部自然环境温度低于 5°C 时不能进行洒水养护^[4]。

3.2 添加高性能膨胀剂

在各种高性能膨胀剂中，一种将CaO-MgO作为膨胀源的膨胀剂能够有效抑制混凝土结构由于干燥而发生结构收缩的状况，还可以很好地补偿混凝土结构所产生的自收缩现象，而且能够减少混凝土发生水化反应时消耗的水量。补偿收缩混凝土结构内部的预压应力在借助高性能膨胀剂进行调配的情况下，能够达到 $0.3 \sim 1.0\text{MPa}$ ，从而能够提升混凝土结构抗开裂以及抗收缩的能力。这种方法目前在各种工程建设活动中的应用也变得越来越常见。为了减少混凝土结构中裂缝的形成，增强其防水以及抗裂的性能，选择在该工程的自防水混凝土中投入高性能膨胀剂来进行补偿收缩混凝土的配制。

3.3 混凝土配合比的优化

使用减水率不低于25%的高性能聚羧酸减水

剂能够有效实现混凝土单方用水量的降低，从而能够明显降低后期混凝土结构因干燥而发生的结构收缩程度。在工程设计里，60d龄期抗压强度是C40P8自防水混凝土所参照的标准，降低混凝土结构产生的水化热量以及因温度变化而产生的结构收缩量。在补偿收缩混凝土的调配中，所使用的膨胀剂掺量为 $30\text{kg}/\text{m}^3$ ，混凝土的限制膨胀率不低于 2.5×10^{-4} ；膨胀加强带和后浇带的高性能膨胀剂掺量为 $40\text{kg}/\text{m}^3$ ，混凝土的限制膨胀率不低于 3.5×10^{-4} 。

3.4 施工技术措施

对外墙施工所应用的单侧钢模板支模技术，首先需要开展外防水的施工工作，之后再按照次序依次进行钢筋、模板和浇筑混凝土的施工工作。在施工现场要投入1台汽车泵设备以及2根振捣棒，目的是对混凝土的施工振捣进行有效强化。另外，要将振弦式应变计埋设在各个工程结构之中，同时要有专人负责结构温度的动态监测，实时记录应变的变化状况。具体的监测活动时长不能少于28d。

4 结束语

前文以某实际项目工程地下防水工程为依托，研究复合防水层的应用，对防水设计、防水特点、施工难点、技术措施、操作要点进行详细叙述。工程实践表明，通过应用复合防水层，可以达到良好的防水效果。地下防水工程为系统工程，须不断进行图纸优化与工艺改进，只有进行科学的防水设防、选用合适的防水材料、进行精细化的细部节点处理、采用标准化的施工工艺、完善全过程的防水系统服务，才能有效解决地下工程渗漏水问题，提高防水工程质量，真正确保工程达到设计使用年限。

参考文献

- [1] 游宝坤, 侯维红. 地下空间建筑结构自防水新技术[J]. 商品混凝土, 2006(02): 22-26.
- [2] 何炳泉. 广州海心沙亚运会场馆大型人防地下室工程防水施工技术[J]. 广东土木与建筑, 2011(08): 37-39.
- [3] 衡会. 我国地铁地下工程防水技术研究[J]. 城市建设, 2011, 000(012): 186-187.
- [4] 沈春林. 地下工程防水堵漏应用技术研究总结[J]. 中国建筑防水材料, 1991(03): 21-27.