

城市地下综合管廊全封闭式防水施工技术要点探讨

辛昌华

(广州市市政集团有限公司工程总承包分公司, 广东 广州 510030)

摘要 城市地下综合管廊能够容纳城市排水系统、通信系统与电力系统等, 综合管廊位于城市地表以下, 主要采取隧道结构形式予以施工。近些年以来, 城市地下综合管廊的规模逐步扩大, 管廊防水施工中的技术手段也在不断改进。全封闭式的城市地下综合管廊防水施工技术具有可靠性、安全性与节能性的显著优势, 充分体现出全封闭式管廊防水施工技术应用用于城市大型管廊工程的价值所在。本文探讨了城市地下综合管廊的全封闭式防水施工方案, 结合管廊施工实际情况加以改进, 以期为同行业人员提供借鉴。

关键词 城市地下综合管廊; 全封闭式防水施工技术; 管廊基面处理; 管廊顶底板防水; 管廊墙体防水

中图分类号: TU96

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0046-03

全封闭式防水施工的基本特征在于布置封闭结构形式的防水施工场地, 采用自粘性的防水卷材来铺贴管廊主体、管廊顶底板、管廊侧墙等部分, 确保地下综合管廊的防水体系结构完整。相比于城市地下管廊的传统防水施工形式而言, 全封闭式的防水施工理念更可保证管廊结构的完整与坚固, 且能够延长城市地下大体积综合管廊的工程寿命。因此, 在当前城市化深入推进的形势下, 如何利用全封闭式的防水施工技术来确保城市地下综合管廊的安全、可靠运行, 已经成为城市管廊工程建设中的突出问题。

1 城市地下综合管廊全封闭式防水施工实例

某城市地下综合管廊属于大体积的城市管廊工程, 其主要包括管廊干线(1支)与管廊支线(10支)。经过测量得知, 城市大体积地下综合管廊的干线部分长达27.8 km, 支线部分总长达到30.26 km。该管廊工程位于城市地表以下, 预计使用年限达到80年。工程技术人员通过实施现场勘察作业, 判断为该管廊工程所在区域的地质状况较为复杂, 主要为粉质黏土、腐殖土、湿陷性土层等特殊地质构造^[1]。管廊工程处于较强腐蚀性与封闭性的特殊运行空间, 决定了管廊施工单位需采用全封闭式的防水施工技术加以应对, 以此保证城市地下综合管廊达到抗渗性与耐腐蚀性的基本要求。

2 城市地下综合管廊全封闭式防水施工设计

2.1 选取防水材料

选取防水卷材的施工方案需具备可行性, 工程设计方需采取行之有效的技术方案来保证管廊防水材料

的抗渗性能达标。近些年的防水卷材种类日益多样, 新型防水卷材普遍具有绿色环保、节省材料成本等优势, 决定了城市地下综合管廊的施工设计人员需重点考虑采取自粘式的管廊防水材料。此外, 选取防水材料还需充分考虑卷材耐腐蚀性、抗氧化性与耐磨性等技术指标, 结合管廊工程所在区域的地形结构、地质特征因素加以灵活选择, 如选择弹塑性良好的非固化粘贴材料作为防水层。

例如, TPO自粘式的防水卷材不仅具有优良的防渗效果, 还能节约城市管廊防水施工材料与资源, 体现出自粘式新型防水卷材的良好实用性。工程技术人员经过综合对比发现, 应用TPO自粘式防水材料来铺设管廊侧壁与管廊顶底板, 总体上能够达到20%左右的管廊防水材料节约效果, 且能够保证铺贴施工完毕后的管廊防水层维持70年以上的使用寿命。因此, 在综合对比与成本评估的基础上, 工程技术人员将施工方案设计为TPO防水卷材铺贴城市地下综合管廊的顶底板、侧墙与主体部分^[2]。

2.2 确定工程方案

城市地下综合管廊的防水施工方案应满足管廊基本使用需求, 技术人员具体在确定管廊防水施工方案之前, 首先有必要全面勘测管廊所在区域的特殊地质条件, 以此作为管廊防水施工的科学根据。如在上述的大体积地下管廊工程勘测中, 技术人员发现管廊所在区域的地层湿陷性较强, 且管廊边坡的支护结构主要为咬合桩形式。工程技术人员据此推测得到, 管廊

两侧墙体部分存在较大的渗漏风险，则需采用行之有效的防渗处理手段加以应对^[3]。

如在确定管廊主体部分的防渗处理方案时，技术人员重点考虑到管廊主体工程的部分结构位于积水较多的低洼处，长期积水造成的腐蚀作用就会不利于管廊主体结构的使用功能发挥。为确保城市地下综合管廊的防渗处理目标得以实现，管廊施工单位人员拟定采取全面铺贴封闭式防水卷材的形式，重点铺贴位于地下低洼处、凹陷处与湿陷土体区域的管廊结构。表 1 为城市地下综合管廊全封闭式防水施工的总体方案设计。

表 1 城市地下综合管廊全封闭式防水施工方案及其技术指标

管廊结构部分	防水施工技术指标
管廊侧墙	铺贴 41.3 cm 厚度的自粘性防水卷材
管廊主体	P8 混凝土防渗等级
管廊顶底板	铺贴 49.2 cm 厚度的自粘性防水卷材

3 城市地下综合管廊全封闭式防水施工技术的应用

全封闭式防水施工方案的设计与实施直接关系到城市地下综合管廊的工程价值发挥，并且影响到地下综合管廊的使用寿命与安全性能。在实施地下管廊全封闭式的防水施工实践中，有效应用地下管廊的防水处理工艺应集中于如下要点。

3.1 管廊基面处理

城市地下综合管廊的基面防水处理非常关键，管廊基面只有达到清洁、光滑、平整的基本要求，才能有助于施工人员顺利铺贴防水卷材。在开展管廊基面防水施工之前，施工单位人员有必要全面检查管廊基面结构，通过彻底清理管廊基面才能够避免油渍、杂物或水泥浆附着于管廊表面。施工人员在预埋管廊基面的埋件过程中，应保证预埋后的管廊孔洞得到妥善密封，防止出现管廊孔洞裂缝或渗水的工程事故。管廊基面施工平台应保证干燥、平整、坚实、无油污、无灰尘，基面施工前应先清理渣土，将表面清扫干净，必要时用高压吹尘机或吸尘器吹净基底表面。

管廊施工人员在利用机械设备来平整管廊基面之后，应全面检查防水卷材的密实度与平整度等，确保进入施工场地的管廊防水卷材符合工程质量要求。开展管廊基面处理施工需结合管廊周边环境、土壤地质条件、地下水位变化等因素，充分保证经处理后的管廊基面平整度满足工程使用需要。管廊施工单位人员还应密切沟通工程设计方与勘测人员，严格落实管廊施

工前期的技术交底工作，切实有效维护管廊施工质量。

3.2 管廊顶底板防水

3.2.1 管廊顶板防水

目前城市地下综合管廊工程常用的顶板防水材料主要为聚氯乙烯、聚氨酯的防水涂料等，施工单位人员在选择防水涂料作为管廊顶板防水材料的基础上，应充分搅拌聚氨酯的浆液混合料，直至防水浆液达到良好的均匀度。通常来讲，实施管廊顶板的防水涂刷作业应限定于五分钟左右的搅拌时长，施工人员需保证搅拌后的防水涂料能够在短时间里投入使用。施工人员对于阴阳角等特殊管廊顶板结构在进行防水作业时，可适当借助增强型的防水材料作为辅助，主要考虑借助聚氨酯的浸泡防水卷材。施工人员如遇到防水处理难度较大的特殊墙体结构，则需借助 CAS 的特殊防水涂料来全面覆盖管廊顶板基层，直至管廊顶板的墙体基层达到良好的坚固度指标。

如 PVC（聚氯乙烯）的管廊防水卷材有着较好的抗渗性，能够在腐蚀性较强的特殊工程环境中保持长期稳定；而改性沥青与丙烯酸结合的防水卷材则具有较好的耐磨性与抗氧化性，即便在长期使用的情况下也不会出现显著的破损。在管廊顶板的防水施工进行中，施工方应采取综合对比的形式来确定管廊顶板防水材料种类，以此实现管廊顶板的最佳防水作业效果。管廊施工人员在选择最佳防水卷材类型的基础上，还需妥善实施管廊防水材料的铺贴、接缝处理等，以此保证铺贴完成后的卷材与顶板结构得到稳定连接^[4]。

3.2.2 管廊底板防水

城市地下的综合管廊底板具有承载管廊上部结构的重要功能，因此需保证管廊底板的防水层坚固且完整，以此实现长期支撑管廊上部结构的目的。建构机械化施工平台，依靠机械设施来吊装、运送底板防水卷材，并且将特殊防水材料与胶带作为辅助。碾压与搭接管廊底板的防水材料应限定于 80 mm 以内的搭接边缘宽度，施工人员需在确保卷材边缘已经搭接稳定的基础上，才能撕掉卷材保护膜，然后将其粘贴于管廊底板的相应位置。

如施工人员在涂刷聚氨酯的管廊底板防水涂料过程中，关键是要把握管廊底板防水涂料的刮涂操作次数，通常需限定于三次左右的刮涂次数。

具体而言，施工人员初次刮涂防水材料的结构厚度至少为 0.4 mm，然后需等待 12 小时再去进行第二层的防水材料刮涂作业。施工人员如果察觉到刮涂后的防水卷材出现堆积，则需暂停刮涂作业然后立即检查

出现堆积的聚氨酯涂料部位,对其采取行之有效的处理措施。

3.3 管廊墙体防水

管廊侧墙的防水施工主要涉及侧墙基面清理、刮涂防水灰浆、铺设防水卷材、搭接卷材接缝处、施工质量检测等。城市地下综合管廊的侧墙面积较大,施工单位人员需结合管廊侧墙的防渗处理需求来选取最具适宜性的卷材类型。在清理管廊侧墙基面时,关键要借助施工机械来彻底清除管廊基面的表层渣土与灰尘,或者利用吸尘器来清除基面尘土^[5]。

如在管廊墙体防水施工的刮涂灰浆作业中,施工人员察觉到管廊墙体表面的灰浆出现气泡或者沉淀情况,则需立即暂停施工作业,并且查找墙面灰浆起伏空鼓的形成根源,然后利用施工机械设备加以妥善处理。经过贴合后的管廊基层与涂刷灰浆层应达到紧密贴合的程度,施工人员在处理管廊墙体基层的浆液沉淀之后,才能继续完成下一步骤的灰浆涂刷作业。刮涂防水灰浆的施工作业至少需两名以上的施工人员相互配合开展,施工人员需妥善做好分工合作,直至管廊墙体的刮涂防水灰浆作业全部完毕^[6]。刮涂砂浆的操作人员需妥善控制人工作业力度,避免由于刮涂力度过大而损坏外墙结构。经过人工刮涂完成后的墙体防水砂浆表面需保持平整、光滑,施工人员应采取必要的工程养护手段,等待砂浆彻底硬化凝固之后才能达到外墙坚固度的要求。

3.4 管廊细部性能优化

优化城市地下综合管廊的防水施工细部,关键应确保管廊侧墙与管廊底板的牢固连接,施工人员需重视加强管廊工程各节点部分的防水处理力度。铺设管廊底板部分的防水卷材应保留指定的宽度距离,并且在浇筑混凝土的过程中需妥善保护管廊侧墙与底板,避免钢筋混凝土结构扎破管廊防水卷材。管廊底板的施工平台采用混凝土材料作为垫层、细石混凝土作为保护层,将现浇钢混结构作为管廊底板的作业支撑平台。施工人员在完成管廊混凝土的浇筑作业基础上,应结合实际情况拆除部分的管廊防水卷材,并借助钢钉等设施来固定防水卷材,直至管廊侧墙与防水卷材紧密贴合。

城市地下管廊的结构细部性能需得到改善,管廊施工单位应安排专门人员负责管廊工程的细部维护作业。具体而言,地下管廊防水卷材的保护层需采用防渗细石混凝土材料,施工人员在保护层的强度未达标

之前不可将其他材料堆放在防水层上面。如有必要实施火焊或电焊施工,则需避免在卷材附近予以施工;如果确有需要,则施工人员应当在防水卷材上方、施工面下方采取专门的防护措施,避免对防水层造成破坏。管廊施工人员在结束防水层施工的情况下,应及时将施工现场打扫干净,避免将硬物和重物直接堆放在防水卷材表面。可采用5 cm厚度的挤塑聚苯作为地下综合管廊的外墙防水保护材料,综合管廊的基坑回填施工应紧跟外保护层施工,在回填施工时应严格控制回填土料的质量,回填土中不得掺杂石块,避免对防水卷材以及外保护层造成破坏。在多数情况下,城市综合管廊底板的混凝土保护层主要为商品混凝土,采用溜槽转运混凝土直达管廊基坑内部,且需要在溜槽的底部安放竹胶合板。

4 结束语

近些年,很多城市地区正在着手修建更大规模的地下综合管廊,然而某些大体积地下管廊由于缺少行之有效的防水保护措施,因此导致管廊细部出现渗漏或裂缝,不利于城市地下综合管廊的使用目标实现。为了发挥全封闭式防水施工技术在城市地下综合管廊工程中的最大化价值,施工单位人员需密切重视管廊基面处理、管廊顶板与底板、墙体结构防水、管廊细部的抗渗性能优化等步骤,采取因地制宜的管廊防水施工思路加以应对。管廊防水施工的技术人员还要配合进行管廊防渗性能测试,经过科学测试来确保管廊抗渗性能达标,切实维护城市地下综合管廊的使用安全。

参考文献:

- [1] 黄丽菊. 地下综合管廊防水施工要点与质量保障措施[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(05): 193-195.
- [2] 吕桂军. 市政地下综合管廊防水施工关键技术研究[J]. 中国水运: 下半月, 2024, 24(05): 150-152.
- [3] 陶东辉. 城市地下综合管廊全封闭式防水施工技术要点探讨[J]. 建设监理, 2024(01): 102-104.
- [4] 李旭升, 孙佳宁. 地下综合管廊侧墙预铺防水施工创新技术[J]. 建筑工人, 2022, 43(12): 40-44.
- [5] 陈加楼, 李晓龙, 姚康, 等. 保山中心城市地下综合管廊全封闭式防水施工技术研究[J]. 价值工程, 2019, 38(21): 144-146.
- [6] 杨志. 城市地下综合管廊全封闭式防水施工技术[J]. 四川建材, 2019, 45(12): 133, 136.