

Discussion on the Problems Existing in the Application of Thermoplastic Polyolefin (TPO) Waterproof Coil in Integrated Pipe Gallery and Construction Quality Control

Chenghu Wei

General Contract Department, Beijing Uni-Construction Group Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

With the increasing use of thermoplastic polyolefin (TPO) waterproofing membranes in various fields, it is gradually known. Although the application of TPO polymer coils is extensive, it is still the first time for large-scale application in the underground integrated pipe gallery of the Beijing City Sub-center. As a new type of waterproofing product, TPO waterproofing membrane has many excellent performances and features, such as easy construction, easy welding, permeability resistance and toughness, high tensile strength, wear resistance, chemical corrosion resistance and environmental protection. This paper takes thermoplastic polyolefin (TPO) waterproofing membrane as the research object, and elaborates its excellent performance, construction technology and specific application in the integrated pipe gallery. Finally, the main problems of TPO waterproofing membrane in the waterproof application of integrated pipe gallery and some specific measures for how to control the construction quality are put forward.

Keywords

Thermoplastic polyolefin (TPO) waterproofing membrane; integrated pipe gallery; existing problems; quality control measures

浅谈热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材在综合管廊应用存在的问题及施工质量控制

魏诚虎

北京住总集团有限责任公司总承包部，中国·北京 100000

摘要

随着热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材在各个领域应用范围越来越广，逐渐被人们所熟知。TPO 高分子卷材应用领域虽然广泛，但在中国北京城市副中心地下综合管廊中大规模的应用还尚属首次。TPO 防水卷材作为一种新型的防水产品，具备诸多优异的性能和特点，如易施工，易焊接、抗渗透性及韧性好，拉伸强度高、耐磨、不易遭受化学侵蚀、环保等。本文以热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材为研究对象，详细阐述其优异的性能、施工工艺和在综合管廊的具体应用，最后提出 TPO 防水卷材在综合管廊防水应用中存在的主要问题以及如何控制施工质量的几点具体措施。

关键词

热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材；综合管廊；存在问题；质量控制措施

1 热塑性聚烯烃（TPO）及综合管廊的特性

1.1 热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材

TPO 是 Thermoplastic polyolefin 的简称，热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材采用 Catalloy（催化合金）工艺，是乙丙橡胶与聚丙烯结合在一起的热塑性聚烯烃合成树脂材料，属合成高分子防水卷材类防水产品。

1.1.1 TPO 防水卷材的特性

TPO 防水卷材具有三元乙丙橡胶防水卷材的耐候性，又

有像 PVC 树脂类防水卷材一样的可焊性；它安全、环保，不含任何增塑剂和其他有害物质，焊接过程中不使用明火，采用热风焊接对人体无害，属于完全环保的防水卷材；在低温下具有良好的柔韧性，使用温度范围大；耐侵蚀性能好，防水功能可与结构同寿命；超强的断裂延伸率，确保适应基层变形；具有超强的物理阻隔功能，耐穿刺能力强。

TPO 防水卷材每卷面积超过 40 m²，是常规卷材的 4 倍，接缝数量为常规卷材的 1/4，接缝越少，施工速度越快，出现防水缺陷的可能性更小。较常规防水材料需两道防水材料相

比 TPO 防水卷材只采用一道就能达到一级的防水效果且能加快施工速度。TPO 防水卷材搭接全部采用热风焊接, 接缝强度高, 确保防水效果。

1.1.2 TPO 防水卷材的发展应用

TPO 防水卷材最早盛行于欧美地区, 自本世纪初进入中国。早期主要是一些进口产品, 中国生产厂家较少, 由于当时中国还没有相关的产品国家标准, 因此产品质量差异很大, 推广困难, 总体市场应用量较少。

经过多年的使用实践, 中国于 2012 年 11 月开始实施 GB27789-2011《热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材》的国家标准, 至此 TPO 防水卷材走上了规范化的道路。到目前已有十多家企业生产相关产品, 由于自身防水的优越性, 近年来在中国发展尤为突出。主要应用于屋面种植、机场、大型工业厂房、公用建筑等屋面以及桥梁、地下室等防水防潮工程。但是在规模庞大、长距离的, 具有多变形缝的、地下条件复杂的, 使用寿命为一百年的地下综合管廊工程中大面积的应用尚属首次, 充分说明它的防水效果的可靠性。TPO 防水卷材发展至今已成为中国高分子防水卷材市场上的新宠, 它具有较为广泛的应用前景。

1.2 地下综合管廊的功能及防水要求

综合管廊是一种地下市政基础设施, 他是一种用于容纳两类及以上城市工程管线(比如给水、雨水、污水、再生水、天然气、热力、电力、通信等管线)的构筑物及附属设施, 综合管廊一般独立分舱设置^[1]。通常设置于城市机动车道下方如图 1 所示, 综合管廊的应用发展基于统一规划、设计、施工和维护。由于是深埋地下且结构设计使用年限是 100 年, 且综合管廊属于超长距离的封闭式混凝土框架结构, 所以每不大于 30 米须设置一道宽 30mm 的变形缝。因为管廊深埋地下, 结构变形较大而且一般都在水位线以下, 这就对防水提出更高的要求, 防水材料必须与管廊结构同寿命才能保证结构的安全性和耐久性。

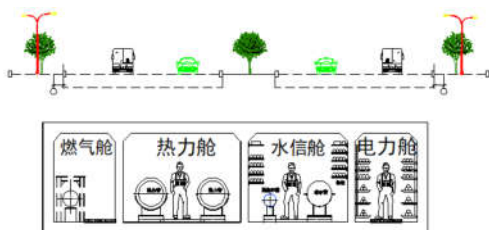


图 1 综合管廊断面图

综合管廊解决了城市发展过程中各类管线的维修、扩容造成的“拉链路”和空中“蜘蛛网”的问题, 对提升城市总体形象, 创造城市和谐生态环境起到了积极推动作用。综合管廊已成为 21 世纪城市现代化建设的热点和衡量城市建设现代化水平的标志之一。

2 TPO 综合管廊防水节点设计与施工工艺

本文以北京城市副中心行政办公区综合管廊 TPO 防水卷材施工项目为例。

2.1 综合管廊 TPO 防水节点设计

综合管廊采用现浇钢筋混凝土矩形结构, 采用明挖法施工, 全封闭式防水设计。管廊底板、外墙及顶板防水工程, 均采用热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材作为防水层, 形成一个全封闭的 TPO 高分子卷材防水系统。TPO 防水卷材搭接全部采用热风焊接, 接缝强度高, 确保防水效果; 侧墙和顶板采用 TPO 防水卷材, 搭接采用热空气焊接的方式, 焊接是所有防水卷材最为可靠的接缝方式。

2.1.1 综合管廊底板、墙体及顶板 TPO 防水构造

(1) 管廊底板防水构造

采用一道 1.5mm TPO 防水卷材, 采用预铺反粘工法施工, 其防水系统构造由上至下分别为:

自防水钢筋混凝土底板→50mm 厚 C20 细石混凝土保护层→1.5mm 预铺反粘型热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材→100mm 厚 C15 细石混凝土垫层。

(2) 管廊外墙防水构造

采用一道 1.5mm 厚自粘型热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材加上一道 2mm 厚聚合物水泥防水灰浆, 形成复合防水层。其防水系统构造由内向外分别为:

自防水钢筋混凝土侧墙→2mm 厚聚合物水泥防水灰浆→1.5mm 厚自粘型热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材→80mm 厚挤塑板保护层。

(3) 管廊顶板防水构造

采用一道 1.5mm 厚自粘型热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材加上一道 2mm 厚聚合物水泥防水灰浆, 形成复合防水层。其防水系统构造由下至上分别为:

自防水钢筋混凝土顶板→2mm 厚聚合物水泥防水灰浆→1.5mm 厚自粘型热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材→200g/

m²聚酯无纺布隔离层→70mm厚C20细石混凝土。

2.1.2 综合管廊变形缝承插口防水构造

为了减小管廊结构变形而采用了承插口式的变形缝，这是整个防水节点的关键部位。为了达到良好的防水效果对变形缝的防水构造进行了优化设计，对墙体及顶板的变形缝处增设直径为50mm的泡沫棒预防结构变形撕裂防水卷材，增设的附加层采用收口压条和螺钉固定防止脱落，并对螺钉固定的地方采用双组份聚硫密封胶密封，多道防水工序保证了管廊防水的有效性。如图2所示：

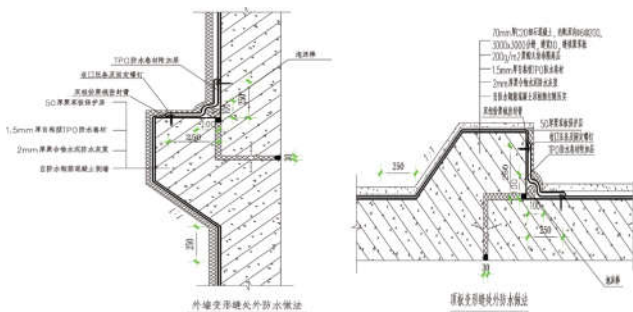


图2 综合管廊外墙、顶板承插口变形缝防水细部做法

2.2 综合管廊 TPO 防水施工工艺

2.2.1 管廊底板预铺反粘 TPO 施工工艺

不同于常规的防水卷材，TPO 采用的是预铺反粘（自粘面朝上）的施工工艺，预铺反粘 TPO 卷材与底板垫层采用空铺法施工，沿管廊方向纵向铺设。反粘的 TPO 卷材利用混凝土的自发热与反粘面的胶分子充分粘接在一起形成一个整体。施工工艺流程为：基层处理→细部附加层→铺设预铺反粘型 TPO 防水卷材→热风焊接 TPO 卷材搭接缝→焊缝检查→检查验收。

操作要点及技术要求：基层应坚实、平整、无灰尘、无油污，凹凸不平和裂缝处应用聚合物砂浆补平，施工前清理、清扫干净；铺设附加层卷材时，附加层卷材与底板基层采用专用胶粘剂进行粘接。铺设防水卷材时，相邻卷材错缝铺设，不得出现十字接缝。防水卷材之间接缝采用卷材预留搭接边，搭接的部分没有粘胶，搭接宽度为8cm。长边采用搭接方式，短边采用均质型 TPO 卷材对接方式施工。底板短边搭接如图3所示：

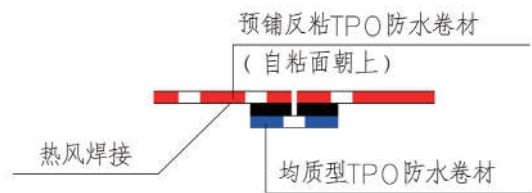


图3 TPO 底板短边对接方式

2.2.2 管廊墙体及顶板 TPO 施工工艺

管廊墙体及顶板施工时 TPO 正好与底板施工相反（墙体自粘面朝内、顶板自粘面朝下），其他施工工艺与底板相同。卷材短边搭接方式与底板不同，如图4所示：

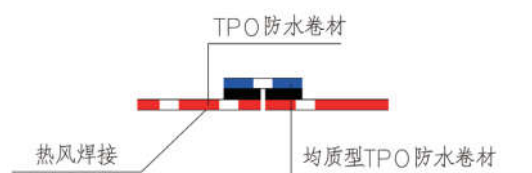


图4 TPO 顶板短边对接方式

2.2.3 TPO 防水卷材焊接及检查

管廊底板与顶板卷材焊接采用自动热空气焊接机，正式焊接前先进行试焊，确定焊接温度和行走速度，以保证焊接效果。墙体焊接采用手持式焊接机进行焊接。长边方向采用搭接8cm焊缝宽度4cm进行焊接，短边方向对接焊接是采用均质的 TPO 盖口条的方式焊接。焊缝冷却后，使用专用钩针对所有焊缝全部100%进行检查，如图5所示，确保不出现漏焊现象。若发现缺陷，使用手持焊接机进行修补焊缝缺陷。



图5 焊缝检测专用钩针

3 TPO 防水卷材存在综合管廊存在的问题及质量控制措施

随着 TPO 防水卷材在建筑防水工程的应用越来越广，一些问题开始逐渐显现。建筑防水的质量优劣直接关系到建筑物的使用寿命和使用功能，所以就如何提高 TPO 防水施工质量与加强质量控制也是当前施工管理研究的重要课题。

3.1 TPO 防水卷材存在的问题

TPO 防水卷材在综合管廊施工过程中存在的实际问题有

以下几方面:

第一:容易发生局部鼓起甚至大面积鼓状隆起。这种问题的出现常见于工程完成一段时间后,而且大部分鼓起发生在防水卷材和基层中间。白天温度高,鼓状隆起增大,夜晚温度变低,鼓状隆起则变小,昼夜温差使得其不断发生变化。温度造成鼓状隆起内部拉力时刻变化,日积月累,防水卷材的弹性将会降低,鼓状隆起则容易破裂造成防水渗漏。因此,鼓状隆起将会缩短TPO防水卷材的使用寿命。

TPO防水卷材出现鼓状隆起的主要原因是基层潮湿,由此可见避免鼓状隆起出现的方法:在铺贴TPO防水卷材之前,必须保证找平面是干燥无水,并且要避免在雨天或雨后施工。

第二:TPO卷材搭接面有油污或者有尘土沙粒杂质直接施焊时,焊缝容易开裂。开裂的原因是采用热风焊接的卷材由于中间夹杂着一层杂质形成了隔离层,两侧卷材未经完全融合无法牢固的粘接成为一体,导致焊缝开裂。

避免出现开裂的方法:卷材焊接前两侧的搭接面必须用干净的抹布擦拭几遍,不能有水渍、油污、尘土沙粒等杂质,保证搭接面干燥干净无污染。

第三:TPO防水卷材易遭受极端高温的热焊施工。高温焊接会使TPO防水卷材中的耐紫外线剂和热稳定剂受到影响,导致卷材的老化。卷材过热的表现是很明显的,比如焊接区域卷材冒烟、卷材表面变色、卷材变形等。

为了避免高温焊接产生的危害,在正式焊接前应该进行试焊,根据当地当日具体气温调节焊接设备的热风温度。对于TPO防水卷材而言,537.7℃是比较适宜的温度,焊接设备的速度也应加以调控,最好设定在3.7m/min。^[2]

3.2 TPO 防水卷材施工质量控制措施

3.2.1 组织管理措施

首先要选择具有资质的和技术力量雄厚并且具有良好信誉的专业的防水施工单位作为合作对象,良好的健全的管理体系是质量保证的根本。施工管理有序,指挥得当,责任分工明确。应设置专业的质量负责人对现场的防水施工质量进行全面的、全过程的跟踪控制。坚决执行“样板引路制度”,认真组织项目部管理人员及施工操作人员学习公司和现场各项规章制度,加强员工对质量意识的培养,把质量问题消灭在萌芽状态之中,杜绝质量事故的发生。

3.2.2 物资检验措施

目前防水材料的品牌在市场上是鱼龙混杂数目众多、材料质量参差不齐。其中不乏一些大的知名厂家生产的产品也存在一定的质量问题。施工企业应多进行考察生产企业,选择质量可靠的防水材料。严把防水材料进场关,进场材料必须提供出厂合格证和检测报告。进场材料严格按照规定及时进行抽样检测,严禁以次充好。进场后的物资材料必须进行明确标识,分类堆放、严格保管,避免使用不合格的材料。

3.2.3 技术指导措施

严格依据现行国家规范及验评标准、结合工程实际特点编制施工方案。根据施工方案指导现场施工。开工之前,严格对操作班组进行技术、质量、安全培训和交底。让每一个管理人员及现场操作人员深入理解施工重点要点,熟悉TPO防水卷材的特性,施工工艺和施工流程。重点做好防水操作人员的技术培训和考核,TPO防水卷材是通过热风焊接的方式连接两片卷材的,对焊接温度和焊机行进速度都有严格的要求,这就对操作人员的技术水平有很高的要求。通过现场试焊达到要求的合格人员才能正式进行焊接工作。这样可以避免因操作人员的技术水平不高而导致质量问题的出现。使用熟练的合格的操作技术人员是保证TPO防水质量的前提。

3.2.4 过程控制措施

在施工过程中要严格执行国家现行规范、标准及公司的各项规定,严格按照施工方案施工。每一道工序都应该按照相关规范和标准执行,焊接前卷材应铺放平整,搭接尺寸准确,焊接缝的结合面应清扫干净;控制热风加热温度和时间,焊接处不得漏焊、跳焊或焊接不牢;焊接时不得损害非焊接部位的卷材。卷材防水层的搭接缝应粘贴或焊接牢固,密封严密,不得有扭曲、折皱、翘边等缺陷。综合管廊防水层的转角处、变形缝、施工缝、穿墙管等细部部位必须作为重点检查对象。

施工实行“三检制”,做到检查上道工序、保证本道工序、服务下道工序。严格执行自检、互检、交接检及工序检查,不合格的工序不经过返修合格不得进行下道工序的施工。认真抓好班组自检工作,质检员必须严格控制施工过程中的质量,严把质量关,不得隐瞒施工中出现的质量问题,并督促操作者及时整改。焊缝要100%的检测,从防水施工班组自检合格到施工总包单位再到报请监理和甲方进行验收。四道关卡层层把关,严控质量。施工过程的质量控制是整个防水

施工的关键。

3.2.5 成品保护措施

防水工程施工完毕后,因TPO卷材非外露使用,在后续施工中卷材易损伤而造成渗漏,因此成品保护显得极为重要。

第一,建立成品保护责任制,加强对成品保护工作的巡视检查,发现问题及时处理。

第二,工程管理各方要对后续工序的施工队伍提出成品保护要求。

第三,对交叉施工、后续工序的施工采取相应的保护措施。例如在已完成的防水层面上铺设细木工板、多层板或其他硬质板材,形成行走通道;在防水层上搬运材料、物品时,不能在防水层上拖拽,以免划坏、划伤防水层;防水层上进行焊接作业时,作业部位防水层上应铺设防火布或其他保护防水层的材料,以免焊渣烧坏防水卷材;绑扎钢筋及浇筑混凝土时应注意避免破坏防水层。

第四,综合管廊回填土施工对防水卷材的保护措施,由于管廊是深埋地下的构筑物而且在管廊的上方又是机动车道,这就对回填土的质量提出更高的要求。在回填土方的施工过程中大型的施工机械要与管廊结构保持一定的距离,避免管廊结构的防水层接触。靠近管廊一侧采用人工与小型夯机配合施工。管廊两侧沟槽回填时一边回填一边用80mm厚的挤塑板铺贴在防水层外侧作为保护层。回填土密实度要达到设

计要求,如回填不实,土方一旦下沉其拉力会撕裂防水层的焊接部位。在实际施工中,有大量的防水层遭到机械破坏。如果没有及时的发现一旦回填后发生渗漏,再去寻找漏点则比较困难,水会在卷材内部流动。

综上所述,防水成品保护尤为重要,它关系到整个防水效果的好坏。不管如何好的防水材料,在后期成品保护不力造成破坏,防水作用则前功尽弃。

4 结语

建筑防水成为工程建设必不可少的重要组成部分,防水工程的施工质量越来越受到关注与重视。热塑性聚烯烃(TPO)高分子卷材在建筑防水应用越来越广,中国北京城市副中心综合管廊项目主要采用的热塑性聚烯烃(TPO)高分子卷材与PMC-421聚合物水泥基防水灰浆为防水材料,配合上述施工技术的应用,保证了工程的防水质量,为后续类似工程施工提供了案例。虽然在施工过程中总结了不少的施工经验,但就如何更好的提高防水施工质量仍然是我们继续思考与探索的问题。

参考文献

- [1] 城市综合管廊工程技术规范 .GB 50838-2015.
- [2] ASTM 标准对 TPO 防水卷材的新要求 .2012,中国建筑防水.