

预制装配式技术应用在综合管廊建设中的探讨

吴会平¹, 刘金鹏², 卫田荷³

(1.武汉市市政工程质量监督站,湖北 武汉 430015; 2.武汉市市政工程设计研究院有限责任公司,湖北 武汉 430023;

3.武汉市市政工程机械化施工有限公司,湖北 武汉 430030)

摘要:综合管廊作为市政管道的重要载体是目前城市地下空间开发的重要形式之一。在城市“双碳”治理、绿色发展的前提下,以综合管廊建设为出发点,结合既有装配式技术在综合管廊建设中的应用,对比了全预制和叠合装配式两种装配结构形式的优缺点,前者构件重量大、运输效率较低、防水性能较差,适用于场地开阔、运输条件好、地下水相对来讲不丰富地区,后者构件重量小、运输效率高、成本低、施工简单、工期短、节点防水性能好,更适合作为综合管廊建设的优选方案。给出装配式技术在工程实践中的若干关键技术点。

关键词:综合管廊;预制装配式技术;地下空间开发

中图分类号: TU990.3

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2024)10-0315-04

0 引言

市政公用工程作为我国基础建设的支柱产业,其显著特点是高能耗与低回收,面对复杂多样的城市生态环境,有效转变生产方式、发展绿色建筑成为保护生态环境的重要举措。

随着城市的高速发展,已运行的城市地下管线需要增减、维修或重新敷设。传统市政工程需要将现状道路重新破开,对交通和居民出行造成较大的影响。采用综合管廊后,所有的管线扩容、维修及维护改造均可在管廊内进行,对路面基本没有影响。综合管廊舱内可铺设管线包含电力、通信、天然气、热力、给水、雨水、污水等城市工程管线,综合管廊可统筹城市工程管线,使城市地下空间利用更紧凑,因此修建综合管廊是经济合理和技术先进的,是我国城市实现可持续发展的重要方向。

粗放型的工程建设模式在上世纪是主流,进入 21 世纪后,随着生产效率低下、安全隐患多、工程质量差等弊端的暴露,国家开始倡导精细化、可持续发展的文明绿色施工模式。因此,探索工程建设现代化的模式,建立完整的可持续发展评价指标体系,高效利用既有资源,降低对环境影响的施工活动,是工程建设领域改革的重要方向。2017 年住房和城乡建设

部颁布了《“十三五”装配式建筑行动方案》《装配式建筑示范城市管理办法》《装配式建筑产业基地管理办法》文件以推动装配式建筑发展。国家政策层面的市政行业发展方向是深化市政行业体制改革,推动市政行业现代化及绿色施工,推广预制装配式技术等。

预制装配式技术,从狭义的角度来讲是前期的工厂预制和后期的现场装配;从广义的角度来讲是运用现代工业手段对建筑生产过程中各阶段各要素进行整合,实现建筑生产的标准化、工厂化,以实现效率和质量的提高,同时减少生产过程中的能耗。在全球保护生态和节约资源的大环境下,预制装配式技术会是市政工程发展的重要方向。

综合管廊作为市政管网的重要载体,预制装配式技术在综合管廊结构中的应用应得到重视。

1 国内外现状、水平和发展趋势

装配式混凝土结构简称“PC 结构”,由工程对结构构件进行工业化生产,在工地完成组装最终形成永久的结构体系。装配式结构开始的标志为 20 世纪 50 年代法国的“第一代建筑工业化”。20 世纪 70 年代后,逐渐过渡为以通用构配件制品和设备为特征的“第二代建筑工业化”^[1]。20 世纪后半期预制装配式开始应用于中低层住宅,随着技术的成熟逐步普及整个建筑行业。

中国传统的木结构建筑可以认为是装配式建筑

收稿日期: 2024-05-09

作者简介: 吴会平(1967—),男,学士,高级工程师,从事市政工程质量监督工作。

的起源。近代我国借鉴苏联经验提出建筑工业化,却因为工程质量问题,在20世纪60—90年代出现了中断,取而代之的是全现浇混凝土建筑体系取代,因此中国多数已建或在建的建筑为全现浇的混凝土结构,加上粗放型的管理模式,工程建设领域出现了诸多弊端。由于预制装配式技术具有工期短、质量高、环境污染小等优点,已广泛有的应用在工业与民用建筑。预制结构结合面^[2]防水性、抗震的整体性、结构单元模块化、设计施工管理等专业化研究不够^[3]、没有贯穿的产业链、设计与施工脱节、专业人才不足等问题,造成其在市政公用工程领域技术经济性较差,导致装配式结构在市政领域处于停滞状态。

21世纪,我国出现了预制装配式技术的萌芽,并慢慢的嵌入工程建设各个领域。根据施工工法,预制装配式可分为明挖预制装配、暗挖预制装配、盖挖预制装配式。本文讨论内容为明挖预制装配式在综合管廊建设中的应用。根据施工模式,明挖装配式可分为全预制装配式、叠合装配式等形式^[4]。

随着装配式技术在工业与民用建筑领域越来越成熟的应用,市政公用工程也开始逐步采用预制装配式技术,且由城市桥梁领域向综合管廊等领域拓展^[5]。目前的市政公用工程领域,装配式预制率较为低下,原因是构件场内和现场施工成本均居高不下。虽然装配式混凝土综合管廊比现浇式造价虽然偏高,但装配式技术最大的优点在于它能大大缩短施工工期^[6],且是一种绿色环保施工模式,因此当下虽然应用不多但改良后未来可期。

2 研究现状分析及评价

通过上述国内外文献调研发现,国内外众多学者在装配式技术方面进行了大量研究,工业与民用领域已日臻成熟,市政公用工程领域仍有很大的上升空间。装配式技术理论知识加上工业与民用领域的装配式实践经验作为引导,大面积的推广应用于市政公用工程,形成市政行业通用做法将会成为新趋势。

从国家层面来讲,装配式技术是未来国家推进建筑工业化,促进建筑业转型升级的重要抓手,是推进智能建造和建筑业信息化升级的重要载体,市政公用工程作为建筑业的重要组成部分也必将迎来新的变革。从环境生态、经济性、装配化水平、社会效益四个方面来看装配式技术必将取代全现浇技术成为市政行业的主流。

目前多数综合管廊建设多数为城市内部现状道路,对交通及环境影响较大,对工期要求较高,装配式技术降低时间成本,创造时间价值,更适于当下的环境。

3 项目主要研究内容

目前在综合管廊建设中,比较成熟的明挖预制装配式结构形式有2种:(1)全预制装配式,如图1(a)所示;(2)叠合装配式,如图1(b)所示。

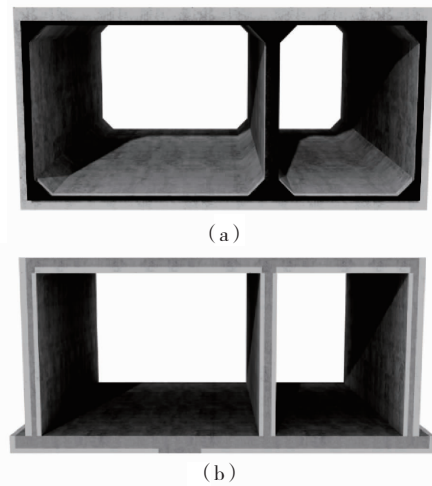


图1 明挖预制装配式结构形式

全预制装配式:综合管廊结构采用节段整体工厂预制,施工现场对预制节段采用预应力拉锁等措施进行张拉拼装;

叠合装配式:综合管廊结构采用预制板和现浇节点形式,具体为单层叠合顶、底板和双层叠合墙板,其墙板与底板、顶板通过预留钢筋,在节点处互锚入后现浇混凝土。

两种预制装配式结构形式各有优劣,简单对比情况见表1。

表1 2种预制装配式结构形式的方案对比

方案	全预制装配式	叠合装配式
构件预制	产品规格单一、制作养护难度大、厂家资源少、成本高	厂家资源少
运输	构件重量大、运输效率低、成本高	构件重量小、运输效率高、成本低
施工难度	拼装难度大	施工简单
结构质量	结构安全性好	等同现浇、结构安全性好
防水质量	拼缝多、节点防水质量不易控制	节点现浇、防水性能好

如图2所示,对照2种预制装配式方案发现,采用叠合装配的结构形式可减轻预制构件尺寸和重量,降低构件制作成本;叠合装配现浇节点可提高防水性能。

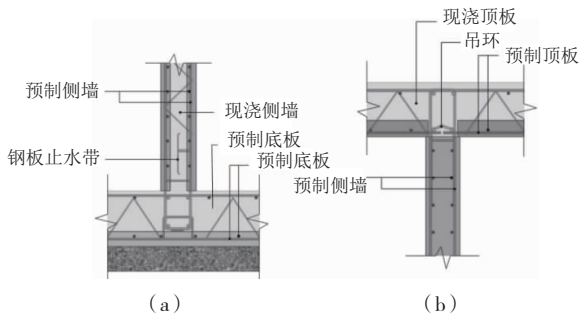


图2 顶底板与侧墙连接节点构造

4 工程实践

综合管廊施工有多种方法:明挖现浇法、明挖预制拼装法、浅埋暗挖法、顶管法、盾构法等。在我国综合管廊建设中,有一定比例工程位于道路绿化带活非机动车道下,具备大开挖施工条件。

预制管廊和现浇管廊断面形式一致,均采用钢筋砼闭合框架结构。由于施工工艺的不同,预制管廊和现浇管廊在防水性能、抗干扰性方面有所不同。

4.1 全预制装配式

全预制装配式施工技术方便、无模板和脚手架,构件表面平整、美观,因此,在建或者已建成的综合管廊均有采用全预制装配式技术的工程案例。虽然工程上有所应用,但是其限制条件较多,全预制装配式需要运输和吊装整节段综合管廊,运输和吊装结构尺寸和重量较大,需要特殊的运输道路且现场配备专用的汽车吊或者龙门吊(见图3),导致其受限于周边环境的影响。



图3 龙门吊吊装全预制装配式综合管廊

全预制装配式除了受限于运输和吊装,其防水性能差也是其未能在综合管廊领域推广的重要原因。

全预制综合管廊管廊节段长度一般为2m,节段预制管节之间通过高强钢筋螺杆或钢绞线贯穿预制管节腋角位置预留孔道张拉锁紧。理论上可以通过预制管节间预应力张拉索让管节内部弹性橡胶密封

垫处于受压状态,以保证预制管节间不出现渗漏问题(见图4)。但在实际施工过程中,受限于垫层平整度、现场张力施工规范性等因素影响,全预制装配式综合管廊应用实际过程中,在管廊预拼装界面均出现了不同程度的渗漏问题,严重的甚至影响到了管廊的运营和维护。

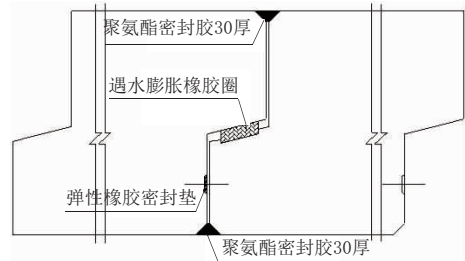


图4 全预制装配式综合管廊节点防水构造

预制管廊和现浇管廊在防水上有以下几个特点。

(1)全预制管廊在承插口处安装有遇水膨胀橡胶圈,在接缝处注入聚氨酯密封胶。遇水膨胀橡胶圈随着时间会发生老化,影响其防水效果。预制管廊为保证防水效果,施工中应对每一接口进行接口抗渗检验。

(2)现浇管廊施工缝采用钢板止水带的方法,在长期有水环境中容易发生锈蚀而影响防水性能。根据规范,现场浇筑的钢筋混凝土闭合框架管廊变形缝间距在不设置后浇带的情况下一般小于等于25m,变形缝通长采用闭孔型聚乙烯泡沫塑料板嵌缝、中埋式橡胶止水带、外贴式止水带及聚氨脂密封胶封胶进行加强防水处理。止水带正常老化或受地基不均匀沉降、施工质量差等因素影响,可能出现止水失效,出现渗漏。

综上所述,由于全预制管廊每节约2m长,管廊接头较多,防水效果现浇管廊会比预制管廊好。全预制装配式比较适用于地下水不丰富且有空旷施工作业面的市郊。

4.2 叠合装配式

叠合装配式技术是全预制装配技术和现浇装配技术的比较成功的整合,其在综合管廊建设中的应用尚未得到普及,目前仅在部分城市小规模应用,虽然都为部分试验段,但反响良好。

叠合装配式技术的预制部分的混凝土构件可兼作现浇构件的模板工程,可减少传统胶合板模板的使用量,有利于减少施工废弃物,节约木材等资源,有利于环境的保护。湖南某叠合装配式管廊施工过程中仅需要部分钢管撑杆支撑预制混凝土叠合墙(见图5),无需另外的模板及脚手架工程,且管廊主

体面层美观,尺寸准确。叠合装配式技术在该项目的应用完美实现了绿色施工,极好的契合了全球保护生态和节约资源的大主题。

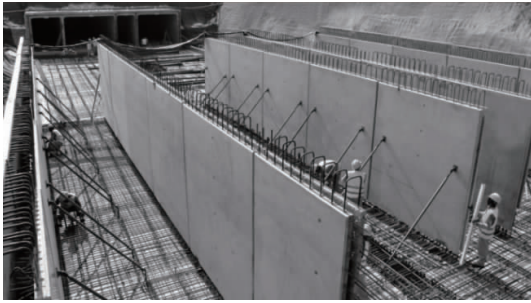


图5 湖南某叠合装配式管廊

综合管廊国标规范规定管廊防水等级为二级,其主要依靠两道防线,一是结构自防水,二是防水卷材。综合管廊结构防水混凝土在自身合格的前提下,其自防水几乎可以达到二级防水的要求,防水卷材仅是对其局部缺陷的补充。实际工程防水卷材本身质量参差不齐,现场施工严重不规范,经常出现卷材未与混凝土面层紧密贴合、卷材破损、卷材搭接不规范等情况,导致防水卷材形同虚设,因此结构自防水就显得至关重要。预制装配式技术通过预留钢筋及现浇接头使得叠合装配式管廊节点及整体防水可达到现浇结构水平,局部节点防水示意如图7所示。

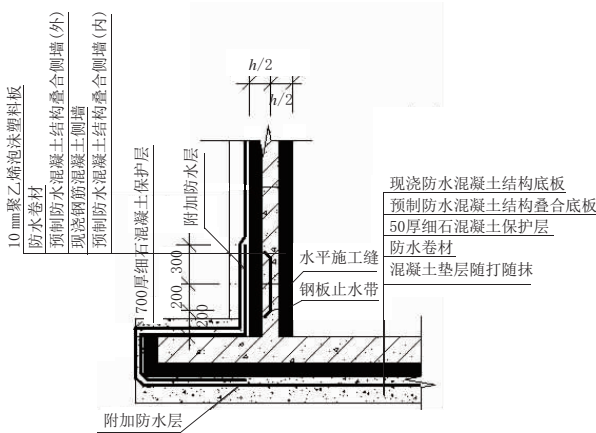


图7 节点防水构造示意

综上所述,综合管廊工程采用叠合装配整体式技术,其结构安全基本等同于现浇钢筋混凝土结构,其优点可简要概况如下。

(1)综合管廊节点及整体防水可达到现浇混凝土

土结构。

(2)叠合板尺寸不受模数的限制,可按设计要求随意分割;合理的设计,可以实现模具标准化,循环使用,降低成本。

(3)安装机械化,构件制作不受季节及气候限制,单工件较轻,无需大型起重设备,施工速度快。降低了运输成本,提升运输效率。

(4)主要构件工厂化,施工现场系统化,可保证施工精度,大幅度缩短工期。

(5)施工工艺简单,易形成标准化施工,可大幅度减少模板、脚手架,节约材料,节约现场劳动力,以达到绿色、环保的目标。

(6)远期可实现部分预制件拆卸替换,可在管廊内部实现二次改造。管廊内拆卸的预制混凝土构件可二次利用与其他建构筑物。

5 结语

装配式技术本身具有良好的适用性、稳定性,若通过模块化提高预制率,装配式在综合管廊的应用必将进一步推动综合管廊在我国的大力发展,也迎合了当下城市“双碳”治理、绿色发展理念。

全预制装配式结构形式构件重量大、运输效率较低、防水性能较差,适用于场地开阔、运输条件好、地下水相对来讲不丰富地区。

叠合装配式结构形式构件重量小、运输效率高、成本低、施工简单、工期短、节点防水性能好可作为综合管廊建设的优选方案。

参考文献:

- [1] 张少伟.我国房地产业实施住宅产业化的策略研究[D].济南:山东大学,2013.
- [2] SJG 18—2009,预制装配整体式钢筋混凝土结构技术规范[S].
- [3] 蒋勤俭.国内外装配式混凝土建筑发展综述[J].建筑技术,2010(12):1074,1077.
- [4] 油新华,薛伟辰,李术才,等.城市综合管廊叠合装配技术与实践[J].施工技术,2017(22):68,71.
- [5] 何毅威.浅析预制装配式技术在市政工程的应用现状[J].城市道桥与防洪,2019(9):151-154.
- [6] 安建良.装配式混凝土综合管廊施工技术及其制约因素[J].结构施工,2017(9):1358-1360.