

综合管廊与城市下沉隧道合建方案设计

吴太广

(广东省建筑设计研究院集团股份有限公司, 广东 广州 510000)

摘要: 随着城市地下综合管廊的推广建设,越来越多的综合管廊面临与其他地下市政设施统筹规划更为重要。为此结合工程实际需求,提出地下综合管廊与城市下沉隧道合建思路。经比较分析,采用隧道底板与综合管廊顶板共板的结构方案,并通过优化隧道顶板和侧墙设计,既减轻了隧道自重,减少了隧道传递到下方综合管廊的竖向荷载,又提高了隧道内的采光和通风效果,还节约了造价。采用三维有限元模型计算分析,确定了共板合建方案的内力分布基本合理,无需增加隧道和管廊的结构尺寸。

关键词: 综合管廊;城市隧道;管廊与隧道合建;结构共板

中图分类号: TU990.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)06-0375-04

Design of Co-construction Scheme of Utility Tunnel and Urban Sinking Tunnel

WU Taiguang

(Guangdong Architectural Design and Research Institute Group co., Ltd., Guangzhou 510000, China)

Abstract: With the promotion and construction of urban underground utility tunnel, more and more utility tunnels are facing more important coordinated planning with other underground municipal facilities. Therefore, combined with the actual needs of projects, the co-construction idea of underground utility tunnel and urban sinking tunnel is put forward. Through comparative analysis, the structural scheme of common plate for tunnel floors and utility tunnel roofs is adopted. By optimizing the design of the tunnel roof and side wall, the weight of the tunnel is reduced, the vertical load transmitted from the tunnel to the lower utility tunnel is reduced, the lighting and ventilation effects in the tunnel are improved, and the cost is saved. Based on the calculation and analysis of three-dimensional finite element model, it is determined that the internal force distribution of the common-plate co-construction scheme is basically reasonable, and there is no need to increase the structural size of the tunnel and utility tunnel.

Keywords: utility tunnel; urban tunnel; co-construction of utility tunnel and tunnel; structural common plate

0 引言

为避免城市道路反复开挖现象,建设地下综合管廊越来越受到城市的青睐,这使得综合管廊不可避免的与其他地下建筑构筑物争夺地下空间,比如地铁、城市下沉式隧道等,为了解决此类问题,将综合管廊与地铁、城市下沉隧道统筹考虑,合并建设是一个比较可行的方案^[1-12]。

在梅州市江南新城棚改区地下综合管廊等市政基础设施建设项目中,中环路综合管廊与中环路跨绿轴下沉式隧道平面位置重叠,综合管廊在隧道下方,由于综合管廊与隧道同期建设,因此可以考虑隧

道与管廊合建的方式,充分利用地下空间,减少征拆^[5]。

1 综合管廊与隧道合建方案总体布置

1.1 综合管廊布置

中环路综合管廊布置在道路中央绿化带下方,中环路道路总宽度50 m,需改造提升,综合管廊与旧路改造同步实施。综合管廊横断面有3个舱室,管廊总宽度12 850 mm,总高度4 050 mm,三个舱室分别为综合舱、电力舱、燃气舱,各舱室布置见图1,其中综合舱除常规给水及通信管道外,还存在DN1400原水管及重力流污水管,电力舱存在2回110 kV高压电缆及24回10 kV电缆^[5]。

1.2 隧道总体布置

中环路下穿绿轴隧道为双向六车道,隧道平面

收稿日期: 2024-11-22

作者简介: 吴太广(1983—),男,硕士,高级工程师,从事桥梁隧道设计工作。

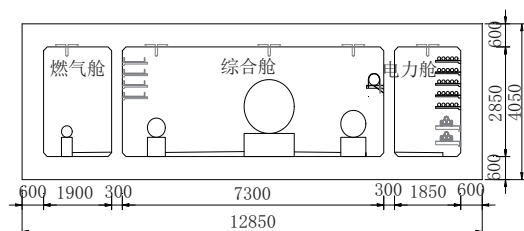


图1 中环路综合管廊典型断面(单位:mm)

布置在半径为500 m的圆曲线上,全长83 m,共分为三个节段。如图2所示,隧道顶板第1、3节段端部结合隧道顶掉头匝道设半圆孔,直径为隧道净宽,将原本的闭口段变为开口段,可以减少顶板自重,有利于减小隧道传递到下方综合管廊的荷载,且可以增加隧道内采光和节约造价。

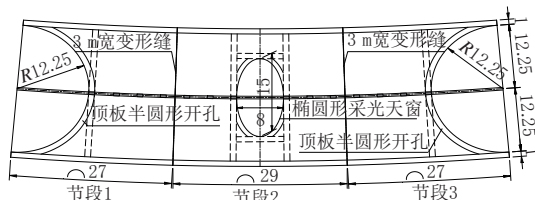


图2 隧道平面布置图(单位:m)

同样第2节段为建少隧道自重对下方综合管廊的影响,也采取了两项新颖设计,其一为在隧道顶板中央设置一椭圆开孔,长轴为隧道横向,长15 m,短轴8 m,见图2。此开孔既可以减轻顶板自重,又可将自然光引入隧道,通风效果更好,结合节段1的顶板半圆弧开孔,实现隧道内白天无需开灯,节能环保。其二为将传统的封闭中隔墙设计为连拱造型的梁柱式结构,见图3,立柱宽度为1 m,厚度为0.5 m,立柱间距为4~4.25 m,柱上部设半圆形拱顶,在保证受力的情况下,节约了造价,也更通透美观。

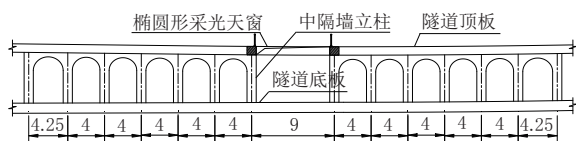


图3 隧道中隔墙立柱布置图(单位:m)

1.3 综合管廊与隧道合建方案

综合管廊与隧道合建方案一般可采用结构分离和结构共板两种方式^[13-20],结构分离即隧道底板和综合管廊顶板相互独立,次方案虽隧道和综合管廊受力清晰,但需设置两层板结构,较浪费,而且综合管廊顶板刚度较小,难以支撑隧道底部荷载,只适用于隧道底板与管廊顶板之间间距较大的情况。结合本项目的特点,隧道底板和综合管廊顶板间距较小,因此推荐采用共板合建方案。

合建方案隧道横断面为单箱双室结构,单个箱

室净宽12 m,侧墙厚度1 m,中隔墙厚度0.5 m,总宽26.5 m,隧道底部存在综合管廊顶板与隧道底板共板,见图4。隧道侧墙高度根据隧道纵坡与综合管廊的纵坡变化设置为变高度,净高5.6~6.38 m。综合管廊位于隧道下方,综合管廊除取消顶板外,其余布置与标准段无异。

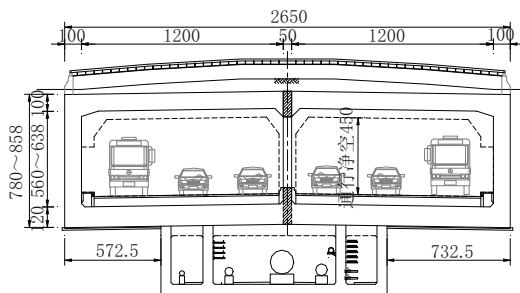


图4 标准段综合管廊横断面(单位:cm)

1.4 基坑支护

合建方案基坑开挖深度12.4~13.1 m,根据地质情况及计算分析,选用钻孔管桩桩+1道锚索支护方案,钻孔灌注桩直径为0.8 m,间距1.4 m,锚索采用预应力钢绞线,间距1.4 m。具体支护断面见图5。为保证隧道和管廊沉降均匀,管廊两侧三角形区域回填采用C20素混凝土回填,隧道顶回填采用中粗砂回填。

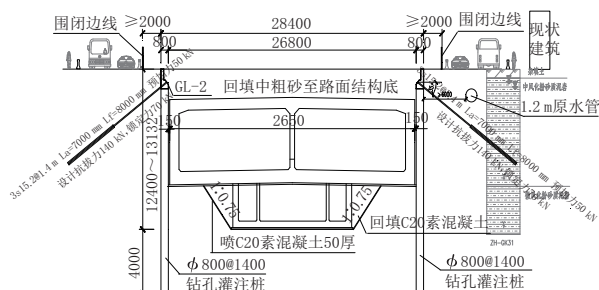


图5 基坑支护横断面(单位:mm)

2 合建段内力分析

2.1 计算模型

合建段内力分析选取节段1和节段2,采用有限元软件,分别建立三维有限元模型,见图6、图7,综合管廊及隧道顶底板、侧墙用板单元建模,暗梁、柱选用梁单元建模,与土层接触的综合管廊底板和隧道底板的边界条件,采用仅受压面弹性支撑^[13]。

2.2 计算结果分析

节段1和节段2的承载能力极限状态基本组合弯矩包络计算结果见图8、图9,结果显示,节段1和节段2正弯矩最大位置都发生在隧道底板中隔墙柱底位置,节段1正弯矩最大值2100 kN·m/m,节段2

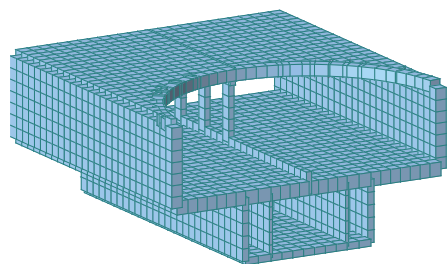


图6 节段1三维计算模型

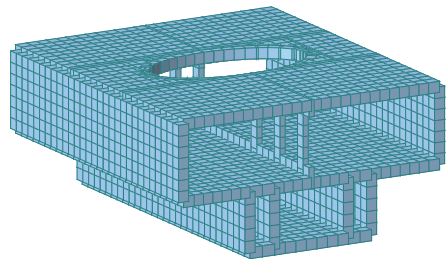


图7 节段2三维计算模型

正弯矩最大值 $1\,957\text{ kN}\cdot\text{m/m}$ 。节段1和节段2负弯矩最大位置都发生在侧墙顶部和顶板中隔墙处,节段1负弯矩最大值为 $1\,138\text{ kN}\cdot\text{m/m}$,节段2负弯矩最大值为 $1\,436\text{ kN}\cdot\text{m/m}$ 。

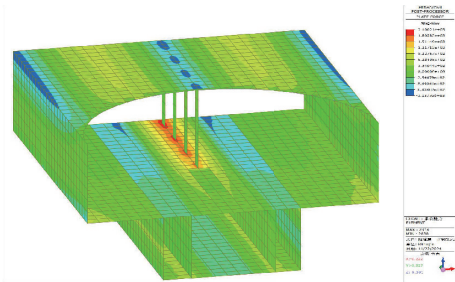


图8 节段1承载能力极限状态基本组合弯矩包络图

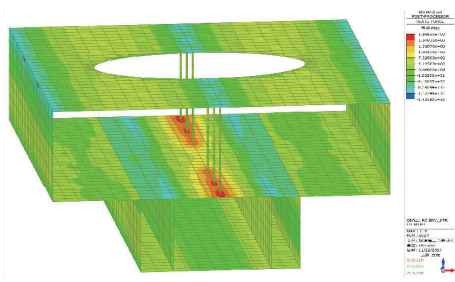


图9 节段2承载能力极限状态基本组合弯矩包络图

图8、图9及表1主要弯矩计算结果显示,两个节段计算结构显示内力分布规律与一般隧道断面内力分布规律一致,内力大小均在正常范围,因此无需增加隧道和综合管廊侧墙及底板厚度。

3 结 语

本文结合工程实际需求,提出城市下沉式隧道与综合管廊合建方案,通过比较结构合建和分离两种方式的优劣,最终选定下沉隧道底板和管廊顶底板共板的合建方案。并通过隧道两端洞门段顶板平

表 1 主要弯矩计算结果表				单位: $\text{kN}\cdot\text{m}$
位 置	节段	基本组合	频遇组合	准永久组合
隧道顶板中墙处	节段 1	1 137	813	731
	节段 2	1 133	806	724
隧道底板中墙处	节段 1	2 100	1 527	1 383
	节段 2	1 957	1 426	1 295
隧道顶板端部	节段 1	1 127	828	756
	节段 2	1 437	1 072	992
隧道底板端部	节段 1	761	630	632
	节段 2	365	275	261
隧道底板管廊侧墙顶	节段 1	933	685	625
	节段 2	1 084	786	711

面采用圆弧开孔、隧道中间节段采用椭圆形开孔、隧道中隔墙采用梁柱型结构,在保证受力的前提下减轻了隧道自重,减小了传递到隧道底综合管廊侧墙上中墙上的竖向力,并且通过这些优化设计,缩短了隧道暗埋段,提高了隧道采光通风效果,节约了造价。

通过三维有限元计算,验证了合建方案结构受力的可行性,结果显示不会因合建显著增加隧道及综合管廊的内力,无需增加隧道和综合管廊结构尺寸。

目前该项目隧道已建成通车(见图10),且运营效果较好。因此城市下沉式隧道与综合管廊采用结构共板方案合理可行,对同类型工程有一定参考价值。



图10 综合管廊顶合建隧道实景照片

参考文献:

[1] 张一航,温禾,郑丹.综合管廊与地下基础设施一体化建设现状及技术要点研究[J]. 建筑结构,2020,50(23):138-141.

[2] 李少杰,史一鸣,罗建晖,等.城市核心区地下道路与综合管廊共建模式研究[J]. 交通与港航.2021,8(6):54-58.

[3] 刘文,袁红.综合管廊与地下空间一体化建筑设计模式研究[J]. 地下空间与工程学报.2021,17(5):1362-1375.

[4] 刘力.随地铁建设综合管廊的设计探索[J]. 特种结构.2019,36(3):42-46.

[5] 管逸超.公共建筑及市政配套工程在地下空间中的一体化设计研究[J]. 中国市政工程.2017(1):17-19;90.

- [6] 张忠宇,徐建,黄俊,等.综合管廊与地下工程协同建设的关键问题与对策[J].地下空间与工程学报,2018,14(增刊2):493-499.
- [7] 姜炯.综合管廊穿越地下交通隧道的共建设计[J].城市道桥与防洪.2022(11):248-250;258.
- [8] 李少杰,罗建晖,黄平,等.某新区地下道路、地下物流及综合管廊共建方案研究[J].城市道桥与防洪.2020(10):200-202.
- [9] 傅琼阁.浅谈综合管廊在城市建设中的应用[J].城市道桥与防洪.2016(7):339-342.
- [10] 叶至盛,杨凤梅.市政下穿隧道与地铁车站合建设计[J].隧道建设.2015,35(12):1301-1305.
- [11] 秦方方.城市核心区地下道路与综合管廊一体化设计探索研究[J].城市道桥与防洪.2018(5):50-53.
- [12] 张景娥,杨玉修,高志宏,等.地铁车站与综合管廊结合设计研究[J].铁道工程学报.2019,36(6):80-85.
- [13] 王华,吴太广.综合管廊与桥梁桥墩及桩基合建节点方案设计[J].广东土木与建筑.2021,28(8):81-84.
- [14] 王寿生.大型隧道与综合管廊一体化设计研究[J].地下空间与工程学报,2017,13(增刊1):170-174.
- [15] 金威尧,云涛,濮成强,等.城市隧道、轨道交通、综合管廊三合一工程方案分、合建研究.中国公路[J].2018(19):113-115.
- [16] 吕荔炫.地下综合管廊结构受力性能的精细化数值模拟[J].公路.2020(11):289-293.
- [17] 汪乐,王涛,宋磊.地铁明挖车站-市政桥梁合建结构的关键技术研究[J].隧道建设,2018,38(12):2006-2012.
- [18] 周小凤.城际铁路与地下道路共构设计大断面方案比选[J].公路交通技术.2020(2):100-107.
- [19] 程凯华,张珍华.综合管廊与地铁同步施工设计及研究[J].建筑技术.2023,54(18):2222-2225.
- [20] 夏霄,甘鹏路.市政隧道与地下停车库合建方案研究[J].安徽建筑.2022,29(3):144-147.

(上接第374页)

- [3] 张坚,徐以纬,虞炜,等.某超长混凝土结构温差效应分析及构造措施[J].建筑结构,2011,41(1):63-67.
- [4] 张平.超长混凝土结构温度裂缝及控制技术[D].杭州:浙江大学,2006.
- [5] 王宏伟,许名鑫,陈少杰,等.某超长地下室混凝土结构温度效应的数值分析[J].水利与建筑工程学报,2016(2):127-131.
- [6] 王强,尹润杰,刘桂玲,等.超长地下室混凝土结构温度应力分析[J].沈阳建筑工程学院学报(自然科学版),2009,25(3):437-441.
- [7] 郭华箏.地基土约束下大体积混凝土底板的温度裂缝研究[D].西安:长安大学,2010.