

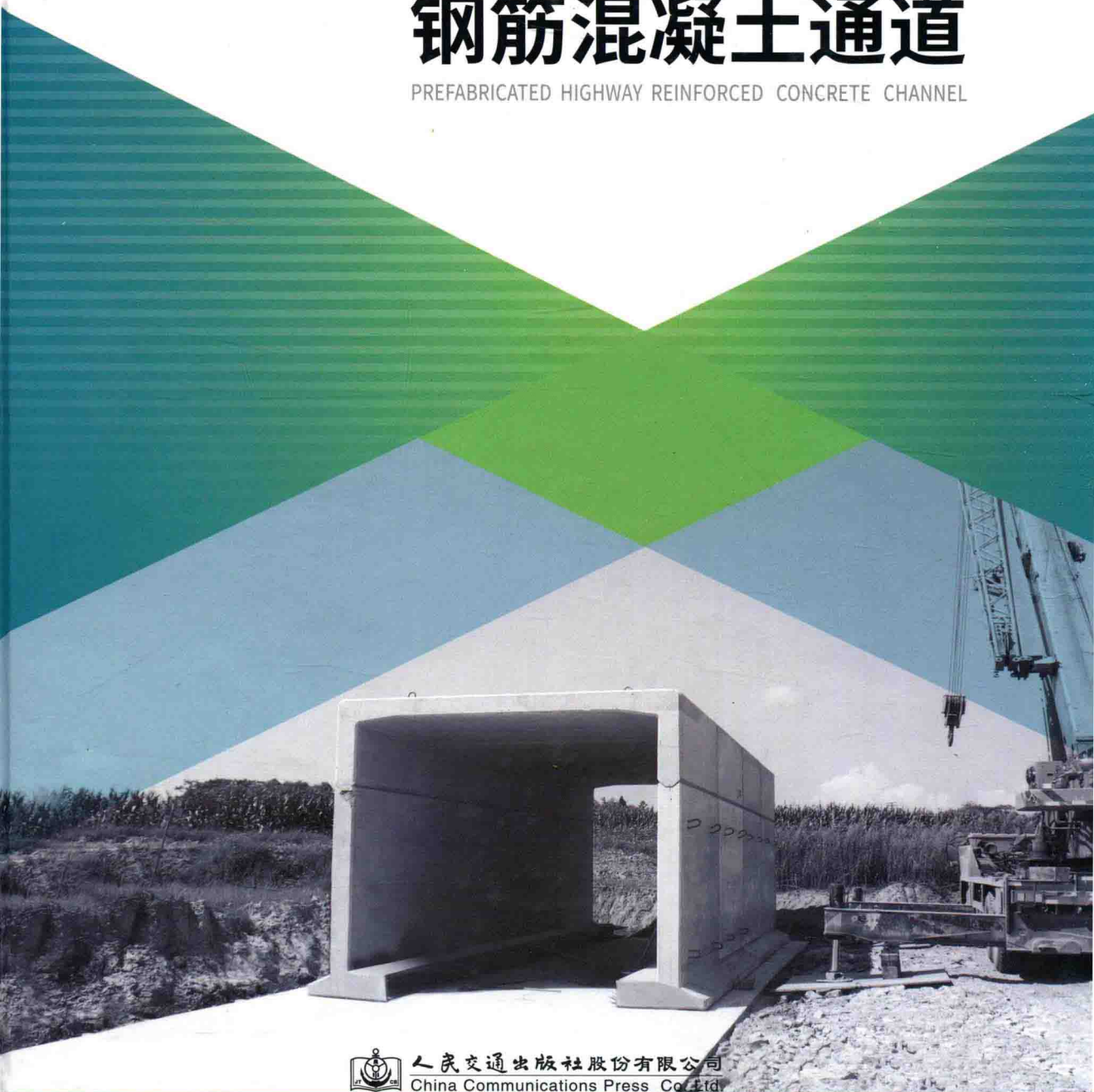


书系

胡 可 杨晓光 陈发根 等 / 著

公路装配式 钢筋混凝土通道

PREFABRICATED HIGHWAY REINFORCED CONCRETE CHANNEL



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

公路工业化建造书系

Prefabricated Highway Reinforced Concrete Channel
公路装配式钢筋混凝土通道

胡 可 杨晓光 陈发根 等 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书系统介绍了公路装配式钢筋混凝土通道的设计和建造技术,包括装配式钢筋混凝土管形通道、箱形通道和通道洞口的标准化设计、设计计算方法、结构性能与试验验证、工业化建造技术以及工程实例。

本书结合工程实例阐述相关知识,实用性强,可供从事桥涵设计与施工工作的工程技术人员参考。同时,书中给出了理论推导、数值模拟和试验研究的相关内容,可供土木工程专业的学生和科研人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

公路装配式钢筋混凝土通道 / 胡可等著. — 北京:
人民交通出版社股份有限公司, 2017.8
ISBN 978-7-114-13975-8

I. ①公… II. ①胡… III. ①钢筋混凝土结构—装配式构件—涵洞工程 IV. ①U449

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 155204 号

公路工业化建造书系

书 名:公路装配式钢筋混凝土通道

著 作 者:胡 可 杨晓光 陈发根 等

责任编辑:尤 伟 潘艳霞

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:13.75

字 数:317 千

版 次:2018 年 1 月 第 1 版

印 次:2018 年 1 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-13975-8

定 价:98.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

《公路装配式钢筋混凝土通道》

编 委 会

主 编：胡 可

副主编：杨晓光 陈发根 石雪飞

编 委：郑建中 曹光伦 阮 欣 张其云 马祖桥

左敦礼 赵可肖 王 凯 李润清 姚春江

蔡 兵 刘志权 陈修和 王胜斌 董 阁

王建国 方诗圣 边学成 申文明 段海澎

王宏斌 吴建民 邹正明 夏柱林 于春江

序

Foreword

工业化建造是以现代化的制造、运输、安装和科学管理的建造方式,替代传统粗放式、高消耗、低效率的建造方式。目前,我国的公路建设正处于由传统产业向现代工业转型升级的重要阶段。在国家工业化发展政策的引导下,探索公路工业化建造新技术、新模式,是行业发展的趋势,也是社会发展的需要。

在不断探索、持续开拓公路工业化建造新模式的过程中,安徽省创新先行,成功研发、设计和应用多种具有明显创新和突破的系列标准化技术和装备。装配式全体外预应力箱梁、装配式钢板组合梁、装配式钢管桁架梁、装配化桩板式无土路基、装配式钢筋混凝土通道、装配式夹持型鞍座—自防护拉索系统等在经历了多年磨砺后,如雨后春笋般涌现。这些技术以其在结构构造创新、设计方法改进、施工工艺革新等多个层面上取得的突破,实现了集约、高效、安全、环保、经济的建设目标,综合效益显著,引领了当下绿色公路发展新变革、新方向。

安徽省交通控股集团作为安徽省国有重点骨干企业,高度重视科技创新,始终坚持产、学、研紧密结合,不断推进科技创新与产业转型升级。经过多年实践,集团逐步形成了以节约资源、降低造价、升级质量、提高工效、建设绿色低碳公路为目标,以标准化、系统化、工厂化、信息化为核心的公路工业化建造理念,并形成一批具有良好示范效应的公路工业化建设成果,成为安徽省交通创新发展的主力军。

为更好地展示创新技术成果,促进行业技术交流,推动成果推广应用,安徽省交通控股集团组织编写了《公路工业化建造书系》。这套专著的出版,也将为进一步探讨以绿色为主题的公路工业化建造技术的发展提供重要参考。

2017年8月

于安徽合肥

前言

Preface

通道结构是公路工程重要的组成部分,广泛用于车辆、行人、水流与公路的交叉通行。通道结构虽然单个体量小,但设置密度高,且建造工序复杂、场地离散,往往成为影响公路建设质量和进度的关键因素。

目前,我国的通道结构仍然以现浇为主要建造手段,虽然在装配化方面也开展了一定的探索和尝试,但尚未在受力好、施工快、造价低、性能稳上取得技术平衡。由于通道结构的多样性,装配化结构在标准化、体系化上往往存在不足,应用中不仅不能有效取代传统结构,产生规模化、工业化效应,反而常常成为施工附加负担,落入技术高、造价也高的尴尬处境。欧洲、美国等对装配式通道进行过系统的研究和应用,并已发展至产业化的高度。但其关注点主要在结构工厂大断面预制,现场大型机械设备快速安装上。这妨碍了装配化技术在国内的直接应用。

随着我国公路建设的快速发展,工业化建造已经成为传统产业转型升级的重要战略和绿色公路建设的必由之路,得到行业及各级政府的高度重视和大力支持。作为其中重要一环的装配式通道,如何结合我国国情,在结构优化、预制精准、装配高效、使用便利上取得突破,使工业化建造的优势在公路全寿命中得到体现,也成为系统技术发展必须解决的问题之一。

安徽省交通控股集团从2006年开始,依托一系列高速公路建设工程,开展对装配式通道在计算、设计、预制、安装等方面的成套技术的研究和应用。基于对通道与土的联合作用效果的深入研究,新型四构件双铰管形通道、四构件双铰箱形通道和模块拼装通用挡墙洞口得以先后推出。由此,建立了一套可使用于不同填土高度和斜交角度的装配式通道标准结构体系,实现了通道工业化建造的新模式和全覆盖。同时制定了装配式通道设计与施工标准,不仅助力了创新技术的推广应用,而且填补了国家、行业及地方在相关标准上的空白。

装配式通道已成功应用于安徽省六武、徐明、马巢、巢无、济祁、滁定、定长等十余条高速公路,并已推广至黑龙江、青海、内蒙、浙江、广东等地,累计建造1665道,总长60663m,取得了显著的经济与社会效益。

本书系统总结了相关研究成果及工程应用经验,供读者参考借鉴使用。编著过程中,难免存在偏颇或不足,恳请读者批评指正。

于安

2017年8月

于安徽合肥

目 录

Contents

1	概述	1
1.1	常用通道结构概述	1
1.2	装配式钢筋混凝土通道的原型设计	3
1.3	实现工业化建造的关键问题	5
2	装配式通道体系的标准化设计	6
2.1	通道体系设计原则	6
2.1.1	设计基本标准	6
2.1.2	通道体系设计	7
2.2	通道标准化设计	11
2.2.1	管形通道截面设计	11
2.2.2	箱形通道截面设计	14
2.2.3	局部构造设计	15
2.2.4	装配式通道通用结构示例	18
2.3	洞口标准化设计	19
2.3.1	总体设计	19
2.3.2	洞口构件定位	21
2.3.3	构造设计	23
2.3.4	装配式通用洞口示例	30
3	装配式通道的设计计算方法	32
3.1	通道与土体作用的模型试验研究	32
3.1.1	试验方法与过程	32
3.1.2	填载下土与结构力学特性	41
3.1.3	静载下土与结构力学特性	53
3.1.4	动载下管周土体变形特性	56

3.2 考虑通道与土体相互作用计算模型..... 60

3.2.1 基本模型..... 60

3.2.2 管通计算模型及试验验证..... 61

3.2.3 箱通计算模型及试验验证..... 70

3.2.4 通道设计计算方法..... 74

3.2.5 洞口设计计算方法..... 93

4 装配式通道结构性能及试验验证 102

4.1 管形通道结构性能及试验验证 102

4.1.1 管通结构性能荷载参数化分析 102

4.1.2 III型管通结构性能数值仿真分析 116

4.1.3 III型管通现场试验综合性能验证 125

4.2 箱形通道结构性能及试验验证 137

4.2.1 结构性能数值仿真分析 137

4.2.2 现场试验综合性能验证 144

4.3 洞口结构性能研究 156

4.3.1 数值模型及分析简介 156

4.3.2 填土荷载下性能分析 157

4.3.3 交通荷载下性能分析 163

5 装配式通道工业化建造技术 168

5.1 装配式通道建造基本流程和关键问题 168

5.1.1 工厂预制基本流程 168

5.1.2 现场安装基本工序 169

5.1.3 回填土施筑基本过程 170

5.1.4 面向工业化建造的关键问题 170

5.2 基于工业化的施工流程再造 172

5.2.1 预制场选址和布置 172

5.2.2 工厂流水线预制工艺 173

5.2.3 现场机械化安装技术 179

5.2.4 回填土施筑技术 186

5.3 工业化建造的质量管控 188

5.3.1 工厂预制的质量管控 188

5.3.2 构件安装的质量管理 191

5.3.3	竣工后通道质量检验	192
5.3.4	运营阶段的管理维护	193
6	装配式钢筋混凝土通道工程应用实例	196
6.1	管形通道工程应用	196
6.1.1	应用实例	196
6.1.2	经济效益分析	199
6.2	箱形通道工程应用	200
6.2.1	应用实例	200
6.2.2	经济效益分析	202
6.3	装配式洞口工程应用	204
	参考文献	207

1 概述

1.1 常用通道结构概述

通道是公路工程中常见的小型结构物,常见的结构形式有管涵、箱涵等。以往此类结构常采用现浇方法,虽然施工简便、造价低廉,但质量难以保证,给后期管养带来很多困难。从国外的经验和国内近几年的实践看,构件工厂预制结合现场安装将是通道结构主要的发展趋势。如何设计科学的结构形式和装配方法,实现结构受力、工程预制、现场安装和长期使用的最优化是通道结构发展中必须解决的问题。

波纹管涵洞采用波纹管作为涵身,断面呈波纹状,材料可采用钢、铝等;组装方式有螺栓连接、铆接和套接等,其中以螺栓连接较为普遍。波纹管涵洞施工简单且工期短,一般 5~7d;对地基扰动小,热阻小,对土层的热扰动小,不渗水,在冻土区使用时有利于保持水热平衡,不影响涵洞基础的稳定性。但由于波纹管涵为无基涵洞,对沉降敏感,涵底砂石换填、碾压、周围回填土等的施工要求很高;沉降较大或不均匀时极易造成涵内积水、管节变形、接头断裂等病害,因此应避开软硬有显著变化的地方使用。此外,波纹管本身的防锈、防腐和耐久性问题也值得注意。

1997 年交通部第一公路勘察设计院在青藏公路第二期整治工程中修建了三座波纹管涵作为试验工程,使用效果良好。2007 年 8 月,312 国道星星峡至吐鲁番高速公路的梯子泉至红山口段修建了长 86m、直径 4m 的钢波纹管涵洞,降低造价约 8%。波纹管涵的相关研究工作针对力学性能和工程实用效果展开,如测定不同边界条件下的钢波纹管涵洞的受力和变形特征,基于有限元方法分析钢波纹管涵洞的力学性能等^[1-3]。目前波纹管已经基本实现工厂化生产,可以通过设计,确定孔径和钢板厚度,然后采购厂家产品即可,国内已有很多厂家能提供此类产品。金属波纹管涵如图 1-1 所示。



图 1-1 金属波纹管涵

装配式箱涵是在整体闭合式涵洞基础上,结合预制安装技术发展而来。拼装完成后的断面形状为矩形,具体的构件划分有很多不同的方法,主要的构件有涵身、翼墙、基础、变形缝等。

预制装配式箱涵对地基承载力要求低,结构受力合理,刚度大,整体性好,有效通行面积大,能够适应各种地质条件。如果结合预制装配,形成系列产品,则在施工速度、质量等方面还有更多的优势可以挖掘。目前实践中存在以下问题:预制装配式箱涵由于划分成很多涵节,涵节间连接不当时,可能出现错节,严重时路面出现高低错位,影响路面的行车使用性能。

预制箱涵(图 1-2)在国外已经被大量采用,在美国、英国、加拿大、澳大利亚、日本等国均有预制箱涵的设计和施工规范,并且有很多专门生产预制箱涵的厂家,能够提供很多尺寸和很多形式的预制箱涵。例如,美国在 20 世纪 70 年代末 80 年代初开始采用预制箱涵,有专门的预制箱涵的设计规范 ASTM C1433,有很多专门的生产厂家;美国 Oldcastle 公司能生产 4 种形式的预制箱涵:带有顶板的槽形预制箱涵、封闭的四边预制箱涵、没有底板的三边预制箱涵、OMEGATM 预制箱涵等^[4-6]。国内在箱形涵洞方面也有很多研究,但针对预制装配方法,尚未形成体系,未能大规模应用。构件的纵向和横向划分形式将影响结构受力、预制质量、吊装要求以及长期性能,需要结合生产技术综合确定,这些研究在国内非常匮乏^[7,8]。这也是国内目前装配式箱涵未能推广、优势未能充分发挥的主要原因之一。



图 1-2 预制箱涵

盖板涵可以看作是箱涵的一种衍生形式,主要由盖板、涵台、基础、支撑梁、洞身铺砌及翼墙组成。其工作原理是:上部构造为钢筋混凝土矩形板,下部为轻型桥台,上部构造与桥台通过锚栓连接,下部桥台设置钢筋混凝土支撑梁,构成四铰刚构体系,并借助两端台后的土压力来保持稳定。装配式盖板涵洞基本结构如图 1-3 所示。

盖板涵的优点是洞身为矩形,过水面积大,水流顺畅;建筑高度低,受填土高度限制少;上部能采用工厂预制,现场装配;盖板涵为简支结构,受力简单,遭受破坏后易于修复、养护等。盖板涵的缺点是混凝土及钢筋用量较大,造价较高;下部结构需支模现浇,施工工序烦琐,工期较长;明盖板涵若台背处理不好,易产生跳车现象。故在有条件的情况下,应尽量采用暗盖板涵。

考虑到通道结构在使用阶段的受力状态和隧道结构类似,因此,也有将隧道中常用的马蹄形断面用作涵洞结构,称为马蹄涵(图 1-4)。马蹄涵的最大优点是利用拱环结构优化了结构的受力状态,有利于充分发挥混凝土材料特性;施工组装简单,速度快,周期短,因此降低了造

价。与圆形管道相比,马蹄涵在通行车辆或排输河水方面都降低了结构高度,减少了土方量。而其宽平的底层结构可安稳地置于地基土上,所产生地基应力较小,一般地质条件的承载能力即可满足。

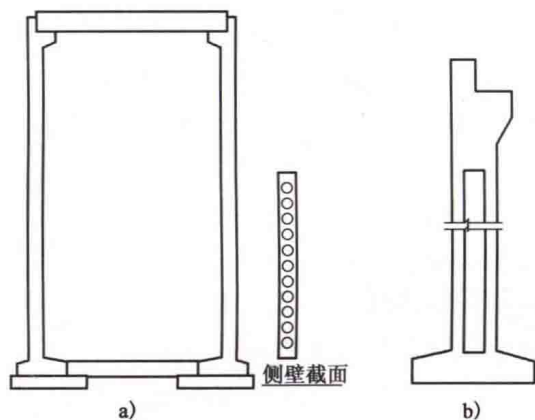


图 1-3 装配式盖板涵洞基本结构

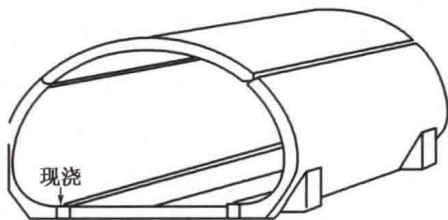


图 1-4 马蹄形涵洞

但这种结构对设计要求很高,设计过程要充分考虑结构与土的相互作用,才能得到合理的断面;对于预制、拼装的设计,更要求对构件划分进行精细的研究。因此虽然这种结构在国外有一些成功的例子^[9],但国内应用的很少。

综上所述,虽然通道是小型结构物,但目前常用的各种形式均有明显的局限性,尚没有一种结构能够在结构受力、施工方便、造价经济、性能稳定等方面较好平衡。通道结构的生产方式虽然正在向预制安装转化,但设计与施工未能很好地结合,设计过程未能对工厂预制和机械安装的特点进行考虑,预制安装方法的优势未能全面地发挥出来。这些问题也在一定程度上反映出目前对通道结构的受力特性、设计理论与方法等方面研究的匮乏。

1.2 装配式钢筋混凝土通道的原型设计

装配式钢筋混凝土通道的原型设计是在综合考虑现有通道结构问题的基础上,结合目前标准化和工业化思想所形成的。原型设计的基本考虑主要有:

(1)设计的核心是改变传统的混凝土现场浇筑方法为工厂集中化预制方法,采用工厂预制、现场装配的施工工艺,实现规格化工厂施工、现场快速拼装施工。

(2)在基本的结构形式和断面选择方面,采用应用广泛的管形和箱形结构形式。箱形通道利用箱形断面空间利用率大的特点,发挥其框架受力特点,利用箱形侧边卸载顶部的跨中正弯矩,主要应用于覆土不高的填土条件。管形通道利用拱形结构降低拱顶正弯矩,提高跨越能力,充分发挥混凝土材料的受压性能,适用于较高覆土的填土条件。

(3)纵向划分节段,以减轻单节吊装重量并解决不均匀沉降的问题;横向划分节段,在保证结构受力的同时,进一步降低对现场吊装能力的要求以及工厂预制的难度。

(4)洞口为匹配通道主体的结构,采用通用性强的模数化拼装构件,能适应不同斜交角度带来的变化,形成系统化的装配式通道体系。

在上述设计要求下,本书提出装配式钢筋混凝土通道的原型设计如下:

通道基本结构由 4 个混凝土预制构件组合而成,包括顶板、底板和两个侧墙。在断面内顶板与侧墙连接处采用阴阳铰接接头,底板与侧墙连接处采用现浇湿接缝刚接接头(或者整个底板现浇),使构件形成整体,待现浇混凝土达到设计强度后进行通道两侧台背填土及顶部填土,形成土与结构相互作用的联合整体结构。

顶板是通道的上缘组成部分,以受弯为主,竖向荷载作用下顶板与侧墙铰接处产生水平推力,使得顶板内产生一定的轴向压力并降低跨中正弯矩;底板是通道的下缘组成部分,以受弯和承受车轮压力为主;侧墙是通道的侧向组成部分,以受弯和受压为主。

在纵向布置上,通道结构由 3m 标准节段和 1m 标准节段组成。3m 标准节段是结构的主要节段,设计在最大范围内使用。1m 标准节段用于调整结构的纵向长度,一般设于结构两端最后一个 3m 标准节段内侧。标准节段内外轮廓线及顶板处铰缝纵向设置倒角,节段底板外轮廓线处不设倒角。纵向划分节段后,又可将每一个标准节段划分为顶板、底板、两侧墙 4 个构件。

装配式洞口采用标准梯形模块拼装通用挡墙形式,由翼墙、端墙(帽梁)、基座、面板 4 组件组成,翼墙和端墙(帽梁)采用工厂预制,基座和面板采用现场浇筑。洞口统一按正交形式设计,左、右翼墙与公路轴线呈固定的 45° 角,以适应通道与公路轴线 $0 \sim 40^{\circ}$ 范围内的变化。

通道顶板、侧墙和洞口翼墙、端墙采用工厂集中预制、养护,运至现场精确安装,预制底板与侧墙之间采用钢筋混凝土现浇带连接,或者底板全部采用现浇与侧墙连接,洞口基座和面板采用现浇方式与翼墙连接。现浇带达到设计强度后进行通道两侧台背填土及顶部填土,形成整体结构。

装配式通道及洞口的基本结构如图 1-5 和图 1-6 所示。

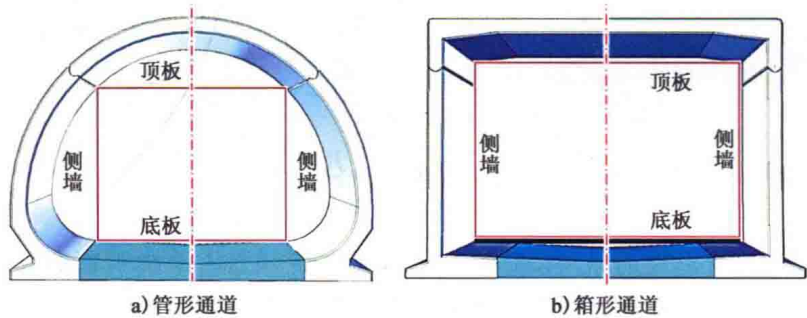


图 1-5 装配式钢筋混凝土通道结构示意图

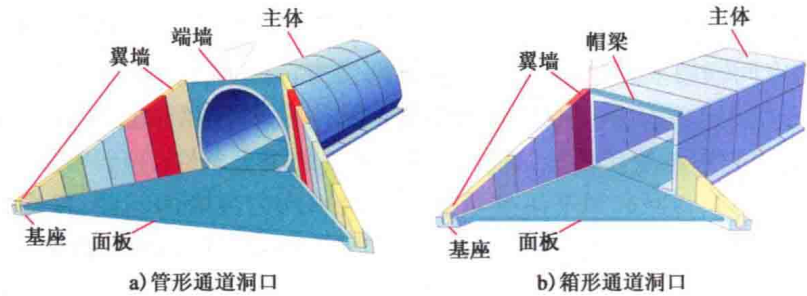


图 1-6 装配式钢筋混凝土通道洞口示意图

1.3 实现工业化建造的关键问题

上述原型设计最大程度地体现了工业化建造对设计的基本要求,但要在工程中进行批量的应用,还需要解决一些关键问题,主要包括:

(1)设计中如何考虑结构与土的相互作用。通道结构设计中如果将上覆填土全部作为荷载,虽然可以简化设计计算,但这是非常保守的做法,将使得构件尺寸、厚度增大,造成材料的浪费和预制安装的困难。考虑土作用的难度在于,首先土的类型多样,其与结构作用的特性不同;其次,填土是通过施工过程逐渐形成,填土过程是一个荷载(填土及机械)与结构(通道和已有填土)相互作用的复杂过程,荷载和结构都在变化,分析十分困难。

(2)设计中如何考虑结构周边的土压力分布。土压力是通道设计的主要荷载形式,由于通道结构的存在改变了土体变位模式,使得通道周边的土压力分布与经典土压力理论不同。目前,地下结构分析有多种土压力计算理论,这些理论与结构施工方式、填土类型、填土过程紧密相关,且施工过程与后期运营中的土压力分布还可能不一致,需要根据通道施工特点确定。

(3)如何进行断面形状的优化。通道截面需要综合考虑填土荷载和交通荷载的作用,由于填土荷载随着土体的施筑及后期固结沉降效应,土压力分布模式在不断变化,而移动荷载的作用也存在包络性,确定合理的结构外形和尺寸较难,如何从工业化生产的角度进行断面线形优化成为关键。另一个方面是横向构件划分的问题,基本想法当然是将连接位置设置在弯矩为零的位置,使得接缝位置受力较为明确,有利于长期性能的保证;但此时当然也要考虑荷载变化时弯矩变化的问题,如图 1-7 所示。

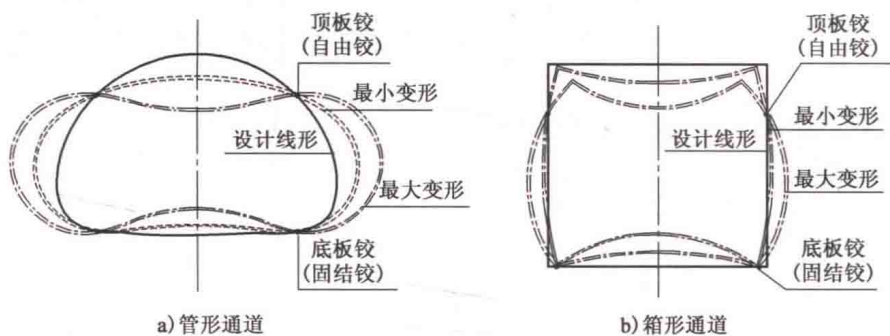


图 1-7 结构变形示意图

(4)面向工业化生产的优化。从国内以往的实践经验看,如果只是简单通过纵向和横向的分段、分节将现浇通道结构改为预制,而没有根据工业化生产的特点——标准化、工厂化、自动化,对整个生产链条进行重新规划、调整、整合,则很难起到事半功倍的效果。对于通道体系来说,在对前两个问题分析的基础上,需要对设计进行进一步的整合,形成适应不同条件的基本形式;研究相应的预制、安装方法,形成规范后,才能真正在工程实际中实现工业化的建造过程。

2 装配式通道体系的标准化设计

2.1 通道体系设计原则

2.1.1 设计基本标准

1) 参考规范

作为应用于高速公路的通道结构,装配式通道可以用于人行、车行、过水等,其设计条件主要参考高速公路和桥梁的设计要求,本书研究涉及的装配式通道结构,主要参考的设计规范包括:

- (1)《工程建设标准强制性条文》(公路工程部分)(2002年4月17日)
- (2)《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)
- (3)《公路工程水文勘测设计规范》(JTG C30—2015)
- (4)《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)
- (5)《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)
- (6)《公路圬工桥涵设计规范》(JTG D61—2005)
- (7)《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63—2007)
- (8)《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50—2011)
- (9)《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1—2012)

2) 设计要求

(1)装配式通道作为与高速公路交叉穿越的构造物,应按《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)规定的小桥、涵洞分类设计,相关参数可按下列规定取用:

①通道顶部填筑厚度(包括路面)大于或等于0.5m,或通道跨径小于5.0m时,按小桥或涵洞设计。在持久状况承载能力极限状态下,设计安全等级为三级,结构重要性系数取0.9。

②通道顶部填筑厚度(包括路面)小于0.5m且通道跨径大于或等于5.0m时,按小桥或重要小桥设计。持久状况承载能力极限状态,设计安全等级为三级或二级,结构重要性系数取0.9或1.0。

(2)装配式钢筋混凝土通道用作人、车通行时,标准净空应符合《公路工程技术标准》(JTG B01—2014)和《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2015)的下列规定:

- ①人行通道净宽应大于或等于4.0m,净高应大于或等于2.2m。
- ②拖拉机、畜力车通道净宽应大于或等于4.0m,净高应大于或等于2.7m。
- ③农用汽车通道净宽应大于或等于4.0m,净高应大于或等于3.2m。
- ④汽车通道净宽应大于或等于6.0m,净高应大于或等于3.5m。

3) 通道设计的适用参数

装配式通道的主要适用参数为:

- (1) 设计荷载:公路—I级车辆荷载。
- (2) 斜交角度: 0° 、 10° 、 20° 、 30° 、 40° (结构轴线与路线法线夹角)。
- (3) 填土高度: $0 \sim 6\text{m}$ (顶板以上填土高)。
- (4) 标准尺度:对于以通行功能的,用 B_k (标准宽) $\times H_k$ (标准高)控制,对于以过水为功能的,用净面积 S_j 控制,如图2-1所示。

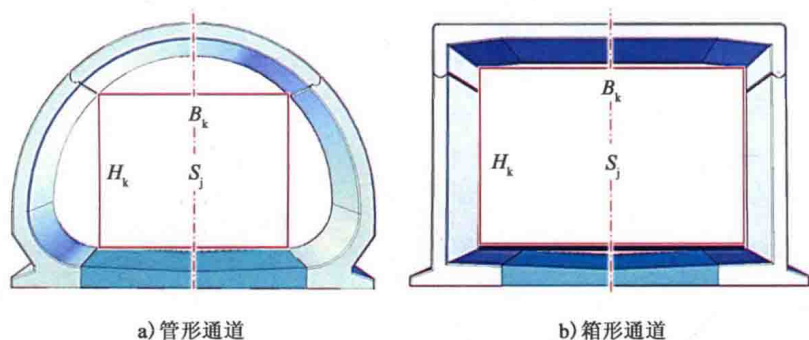


图 2-1 装配式钢筋混凝土通道示意图

2.1.2 通道体系设计

1) 基本体系

在原型设计的基础上,结合实际通道设计需求和工业化生产的要求,提出装配式通道的基本结构体系。首先,为了便于预制和吊装,将通道沿着纵向划分为若干个节段;然后,为了进一步减轻单件吊装重量和降低预制难度,将单个节段在横向划分为顶板、底板、两侧墙4个构件;在断面内顶板与侧墙连接处采用铰接接头,底板与侧墙连接处采用现浇湿接缝刚接头(或者整个底板完全现浇),待现浇混凝土达到设计强度后形成整体结构。

装配式通道包含管形和箱形两种基本结构形式,如图2-1所示。为了避免通道设计在单一结构形式使用上的局限,应该因地制宜灵活选择管形通道和箱形通道。

(1) 管形通道主要适用于顶部填土厚度(不包括路面)大于或等于 2.0m 的情况。

(2) 填土高度小于 2.0m 的优先选用箱形通道,如果箱形通道顶部填筑厚度(包括路面)小于 0.5m 时,顶板应设置纵向连接弯螺栓使整个结构形成整体;如果箱形通道用作明通道时,顶板应设置牛腿,安置搭板。

(3) 为了配合通道主体的装配式施工和标准化设计,通道洞口也宜采用装配化形式,且不影响通道主体的标准化设计、工厂化制造等特点和优势。

装配式钢筋混凝土通道采用主要材料见表2-1。

2) 节段划分

节段类型及长度的确定主要考虑预制和吊装的方便。目前设计中的基本节段类型有三个:3m标准节段、1m标准节段及3m非标节段,见图2-2。3m标准节段是主要节段,使用量最大;1m标准节段用于调整结构的纵向长度,一般设于结构两端最后一个3m标准节段内侧;3m非标节段是管形通道特有,主要用于结构端口,由3m标准节段去除顶板,切取部分侧墙