



现浇板桥设计施工及 裂缝修补技术

白宝合 赵振祥 徐仲民 主编



人民交通出版社
China Communications Press

U448.21/13

2010

Xianjiao Banqiao Sheji Shigong Ji Liefeng Xiubu Jishu
现浇板桥设计施工及裂缝修补技术

白宝合 赵振祥 徐仲民 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

现浇钢筋混凝土板桥是小跨径桥梁中最常用的形式之一,本书介绍了现浇钢筋混凝土板桥设计、施工的方法和要求,并针对使用阶段出现的各种结构裂缝提出修补措施。全书包括七部分:桥梁概述、现浇板桥现状调查、混凝土裂缝理论、现浇板桥纵向结构设计、现浇板桥横向弯矩计算、现浇板桥施工、现浇板桥混凝土裂缝修补。本书对现浇板桥结构设计理论研究以及在实际工程中的现浇板桥设计和施工具有参考作用。

本书可供从事桥梁设计、施工、养护的工程技术人员参考使用,亦可供从事相关结构设计理论的科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现浇板桥设计施工及裂缝修补技术 / 白宝合等主编.

—北京:人民交通出版社,2010.5

ISBN 978-7-114-08262-7

I. ①现… II. ①白… III. ①板梁桥—设计②板梁桥

—工程施工③板梁桥—裂缝(建筑)—修缮加固 IV.

① U448.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 040599 号

书 名:现浇板桥设计施工及裂缝修补技术

著 作 者:白宝合 赵振祥 徐仲民

责任编辑:曲 乐 王文华

出版发行:人民交通出版社

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)59757969, 59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京交通印务实业公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:11.25

字 数:277千

版 次:2010年5月 第1版

印 次:2010年5月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08262-7

定 价:25.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

在所有结构形式的桥梁中,现浇钢筋混凝土板桥以其建筑高度小,外形简单而久用不衰。尤其是在建筑高度受限的城市和平原区的中、小跨径桥梁建设中,现浇钢筋混凝土板桥可以降低路堤填土高度,减少土方填筑数量,既可少占耕地,又可节省工程投资。而对于高等级公路和城市立交工程,现浇钢筋混凝土板桥又极易满足斜、弯、坡及 S 形、喇叭形等特殊要求。因此,不论是在一般公路,还是在高等级公路和城市道路的桥梁选型中,其均被广泛采用。

随着国民经济的迅速发展,社会对公路交通运输的要求日益提高。目前,道路上的交通量和车辆轴载急剧增加,超载现象已成为普遍存在的问题,它直接导致公路结构严重破坏,造成桥梁结构损毁,危及公路运输安全。河北省承德市交通运输局养护部门在桥梁养护及调查中,对现浇钢筋混凝土板桥的各种病害进行了归类分析,其中较为普遍的病害是裂缝。有很多桥的行车道板受拉区表面出现了较为严重的沿行车方向纵向贯通的裂缝,并且裂缝宽度已远远大于桥规所规定的裂缝宽度(0.2mm),甚至一些新建不久的桥梁也出现了程度不同的纵向裂缝。调查发现,纵向开裂是整体式板桥中存在的一种普遍病害,裂缝宽度在 0.2~2mm 之间,开裂位置居于板宽约 1/3 处或 1/2 处。这些病害严重制约着现浇板桥的应用。因此,找出现浇钢筋混凝土板桥裂缝成因,并通过科学的方法进行有效防治非常必要。

1995 年以来,我们开始收集现浇板桥技术状况调查资料,并着手对结构破坏原因进行分析。1998 年在承围二级公路现浇板桥建设中进行了横向配筋设计试验,积累了一定经验。2004~2006 年,承德市交通局(现承德市交通运输局)与河北工业大学承担的“简支整体式板梁桥(涵)防治纵向裂缝的设计理论分析研究”项目,在系统研究现浇板桥病害现状的同时,在桥梁纵向和横向结构设计上取得成功经验,尤其是现浇钢筋混凝土板桥横向结构设计,填补了该类桥梁设计理论空白。

本书是在上述科研成果的基础上编写而成,因作者水平有限,书中难免有疏漏和谬误之处,恳请读者批评指正。

作 者
2010 年 1 月

目 录

第一章 桥梁概述	1
第一节 桥梁基本概念.....	1
第二节 桥梁结构分类介绍.....	2
第三节 桥梁设计要点.....	5
第四节 结构的耐久性.....	7
第五节 新桥规特点.....	8
第二章 现浇板桥现状调查	9
第一节 现浇板桥使用中存在的问题.....	9
第二节 病害分析	10
第三节 现浇板桥纵向裂缝	11
第四节 国内外横向配筋要求	14
第三章 混凝土裂缝理论	16
第一节 混凝土裂缝产生的主要原因	16
第二节 混凝土裂缝产生的机理	18
第三节 裂缝宽度计算	21
第四章 现浇板桥纵向结构设计	24
第一节 设计总体要求	24
第二节 作用(荷载)标准	24
第三节 现浇板结构设计一般规定	35
第四节 材料及构造设计要求	36
第五节 现浇板桥的计算理论	42
第六节 折算宽度法计算纵向弯矩	48
第七节 用有限元程序 ANSYS 计算纵向弯矩	53
第八节 折算宽度法与有限元法纵向弯矩计算结果的比较	59
第五章 现浇板桥横向弯矩计算	61
第一节 比拟正交异性板法计算横向弯矩	61
第二节 刚接板法计算横向弯矩	66
第三节 有限元法计算横向弯矩	69
第四节 横向弯矩计算结果分析	71
第五节 横向弯矩与纵向弯矩的比较	71
第六章 现浇板桥施工	72
第一节 施工前的准备工作	72
第二节 基础挖方及回填	72
第三节 模板、支架制作与安拆.....	73

第四节	钢筋加工制作	78
第五节	普通混凝土工程	92
第六节	预应力混凝土工程.....	108
第七节	桥面铺装.....	116
第八节	伸缩缝施工要求.....	119
第九节	竣工总体要求.....	121
第十节	开放交通.....	122
第七章	现浇板桥混凝土裂缝修补.....	123
第一节	裂缝调查、检测及成因分析	123
第二节	裂缝修补与补强加固的判断.....	131
第三节	裂缝的修补方法.....	133
第四节	裂缝修补材料.....	138
附录一	现浇混凝土板桥内力及配筋计算书.....	147
附录二	设计实验桥结果检验分析.....	169
参考文献		173

每孔拱跨两个拱脚截面最低点之间的水平距离。

总跨径:是多孔桥梁中各孔净跨径的总和,也称桥梁孔径,它反映了桥下宣泄洪水的能力。

计算跨径:对于具有支座的桥梁,是指桥梁结构相邻两个支座中心之间的距离。对于拱式桥,是指两相邻拱脚截面形心点之间的水平距离,因为拱圈(或拱肋)各截面形心点的连线称为拱轴线,故也就是拱轴线两端点之间的水平距离。桥跨结构的力学计算是以此为基准的。

桥梁全长:简称桥长,是桥梁两端两个桥台的侧墙或八字墙后端点之间的距离。对于无桥台的桥梁为桥面系行车道的全长。

2) 桥梁纵断面

桥梁高度:简称桥高,是指桥面与低水位之间的高差,或为桥面与桥下线路路面之间的距离。

桥下净空高度:是设计洪水位或计算通航水位至桥跨结构最下缘之间的距离,它应保证能安全排洪,并不得小于对该河道通航所规定的净空高度。

建筑高度:是桥上行车路面(或轨顶)高程至桥跨结构最下缘之间的距离,它不仅与桥梁结构的体系和跨径大小有关,而且还随行车部分在桥上布置的高度位置而异。公路(或铁路)定线中所确定的桥面(或轨顶)高程对通航净空顶部高程之差,又称为容许建筑高度。显然,桥梁的建筑高度不得大于其容许建筑高度,否则就不能保证桥下的通航要求。

净矢高:是从拱顶截面下缘至相邻两拱脚截面下缘最低点之连线的垂直距离。

计算矢高:是从拱顶截面形心至相邻两拱脚截面形心之连线的垂直距离。

矢跨比:是拱桥中拱圈(或拱肋)的计算矢高与计算跨径之比,也称拱矢度,它是反映拱桥受力特性的一个重要指标。

3) 桥梁墩(台)

桥梁墩(台)组成:桥梁墩(台)主要由墩(台)帽、墩(台)身和基础三部分组成。

桥梁墩(台)分类:墩台形式大体上可以归纳为两大类,即重力式墩(台)和轻型墩(台)。

4) 地基与基础工程

刚性基础:砌石、素混凝土等材料做成的满足刚性角要求的基础。满足刚性角 $\tan\alpha = b/t/h$,可以防止基础发生弯曲破坏。

扩展基础:钢筋混凝土基础,抗弯、抗拉、抗压能力较强,尺寸不受刚性角限制,厚度较小。

桩基础:低承台桩、高承台桩、受水平力和上拔力桩。

桩的分类:

按荷载传递方式分端承型桩、摩擦型桩、摩擦端承桩、端承摩擦桩。

按材料不同分混凝土桩、钢筋混凝土桩、钢桩和组合材料桩。

按制作方法分预制桩、灌注桩。

按桩径大小分小桩($d \leq 250\text{mm}$)、普通桩($250\text{mm} < d < 800\text{mm}$)、大直径桩($d \geq 800\text{mm}$)。

按挤土效应分挤土桩、小量挤土桩、非挤土桩。

第二节 桥梁结构分类介绍

桥梁按结构类型分为梁(板)式桥、拱式桥、刚架桥、悬索桥和组合体系桥梁几种形式。

1. 板桥

板桥是公路桥梁中量大、面广的常用桥型,它构造简单、受力明确,可以采用钢筋混凝土和

预应力混凝土结构,可做成实心和空心,就地现浇为适应各种形状的弯、坡、斜桥,因此,在一般公路、高等级公路和城市道路桥梁中广泛采用。尤其是建筑高度受到限制和平原区高速公路上的中、小跨径桥梁,特别受到欢迎,可以降低路堤填土高度,少占耕地和节省土方工程量。

实心板一般用于跨径 13m 以下的板桥。因为板高较矮,挖空量很小,空心拆模不便,可做成钢筋混凝土实心板,立模现浇或预制拼装均可。

空心板用于等于或大于 13m 跨径的板桥,一般采用先张或后张预应力混凝土结构。先张法用钢绞线和冷拔钢丝;后张法可用单根钢绞线、多根钢绞线群锚或扁锚,立模现浇或预制拼装。成孔采用胶囊、拆装式模板或一次性成孔材料,如预制薄壁混凝土管或其他材料。

钢筋混凝土和预应力混凝土板桥,其发展趋势为:采用高强度混凝土,为了保证使用性能尽可能采用预应力混凝土结构;预应力方式和锚具多样化;预应力钢材一般采用钢绞线。板桥跨径可做到 25m,目前有建成 35~40m 跨径的桥梁。预制装配式板应特别注意加强板的横向连接,保证板的整体性,如接缝处采用“剪力键”。为了保证横向剪力传递,至少在跨中处要施加横向预应力。图 1-2 为板(梁)桥结构简图。

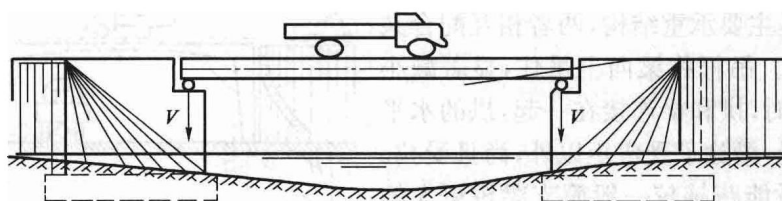


图 1-2 板(梁)桥结构简图

2. 梁桥

梁桥是一种在竖向荷载作用下无水平反力的结构。由于外力(恒载和活载)的作用方向与承重结构的轴线接近垂直,与同样跨径的其他结构体系的桥梁相比,梁内产生的弯矩最大。公路上应用最广的是预制装配式钢筋混凝土梁桥。

梁桥的结构简单,施工方便,对地基承载能力要求也不高,其常用跨径在 25m 以下,梁桥分为简支梁桥、连续梁桥、悬臂梁桥和 T 形刚构桥。

3. 拱桥

拱桥的主要承重结构是拱圈或拱肋。拱桥在竖向荷载作用下,桥墩或桥台同时承受垂直力和水平推力。水平推力将显著抵消荷载所引起的主拱圈(或拱肋)内的弯矩。与同跨径的梁桥相比,拱的弯矩和变形要小得多。鉴于拱桥的承重结构以受压为主,通常可用抗压能力强的圬工材料(如石、混凝土)或钢筋混凝土等来建造,但是对地基的变形和承载力要求较高。拱桥的跨越能力很大,外形也较美观,在条件许可的情况下,修建拱桥往往是经济合理的。

拱桥按主拱圈使用的材料可以分为圬工拱桥、钢筋混凝土拱桥等;按照拱上结构的形式可以分为实腹式拱桥与空腹式拱桥;按照主拱圈所采用的各种拱轴线的形式可将拱桥分别称为圆弧拱桥、抛物线拱桥和悬链线拱桥等;按结构受力图式分为三铰拱、两铰拱或无铰拱;按主拱圈截面形式分为板拱桥、肋拱桥、双曲拱桥、箱形拱桥。图 1-3 为拱桥结构简图。

4. 刚架桥

刚架桥的主要承重结构是梁或板和立柱或竖墙整体结合在一起的刚架结构。梁和柱的连接处具有很大的刚性,在竖向荷载作用下,梁主要受弯,而在柱脚处也具有水平反力,其受力

状态介于梁桥与拱桥之间。对于同样的跨径,在相同的荷载作用下,刚架桥的跨中正弯矩要比一般梁桥的小。根据这一特点,刚架桥跨中的建筑高度就可以做得较小。在遇到线路立体交叉或需要跨越通航河道时,采用这种桥型能尽量降低线路高程以改善纵坡,并能减少路堤土方量。图 1-4 为刚架桥结构简图。

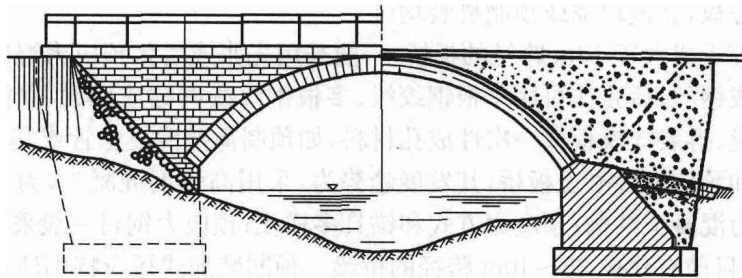


图 1-3 拱桥结构简图

5. 梁、拱组合体系桥

梁和拱都是主要承重结构,两者相互配合共同受力(图 1-5)。吊杆将梁向上吊住,显著减小了梁中弯矩;同时,拱和梁连接在一起,拱的水平推力传给梁承受,梁除了受弯矩以外,尚且受拉。这种组合体系桥能跨越较一般简支梁桥更大的跨度,而墩台没有推力。因此,对地基的要求就与一般简支梁桥一样。

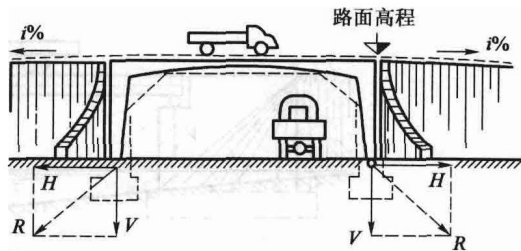


图 1-4 刚架桥结构简图

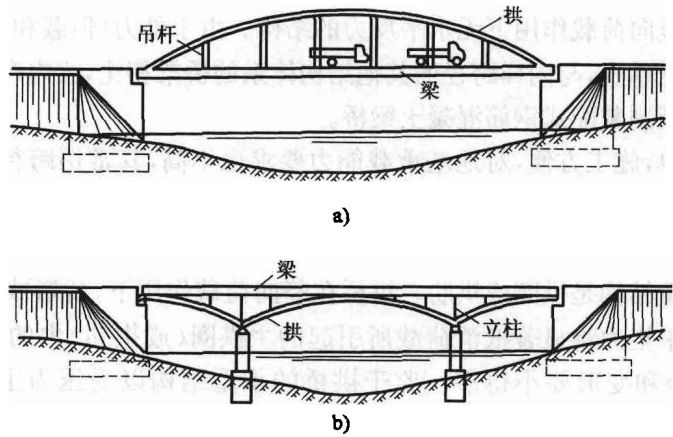


图 1-5 梁、拱组合体系桥结构简图

6. 斜拉桥(梁—索组合)

斜拉桥是典型的悬索结构和梁式结构组合的结构体系(图 1-6)。结构由主梁、缆索和塔架组成,充分利用了悬索结构和梁结构的特点。梁结构直接承受桥面外荷载引起的弯矩和剪力,桥塔两侧的斜拉索张紧后为梁结构提供弹性支承,同时承受由荷载引起的拉力,其拉力的竖向分量通过桥塔传至基础和地基;斜拉索中荷载引起拉力的水平分量,使桥结构承受轴向压力,相当于对梁结构施加预应力。

7. 悬索桥

悬索桥又称吊桥(图 1-7)。其特点是桥梁的主要承重结构由桥塔和悬挂在塔上的高强度

柔性缆索及吊索、加劲梁和锚碇结构组成。桥跨上的荷载由加劲梁承受,并通过吊索将其传至缆索。主缆索是主要承重结构,但其仅受拉力。缆索本身是几何可变体,但可通过桥塔、锚碇结构及作用的荷载相组合,在空间形成有一定几何形状的平衡受力结构体系。主缆索的拉力通过对桥塔的压力和锚碇结构的拉力传至基础和地基。这种桥型充分发挥了高强钢缆的抗拉性能,其结构自重较轻,能以较小的建筑高度跨越其他任何桥型无法比拟的特大跨度。

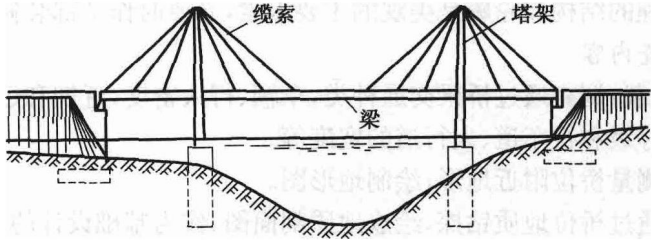


图 1-6 斜拉桥(梁—索组合)结构简图

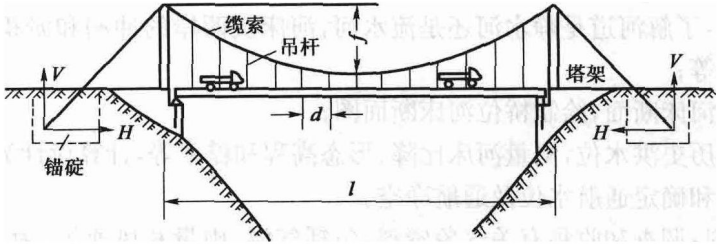


图 1-7 悬索桥结构简图

第三节 桥梁设计要点

1. 设计的基本要求

1) 使用要求

- (1) 桥梁必须满足通行要求,保证车辆和行人的安全、顺畅通行;
- (2) 桥梁必须满足承载力和正常使用要求;
- (3) 满足桥下净空或泄洪能力要求;桥梁加固尽可能减少对桥梁净空的影响;
- (4) 适当兼顾今后的发展要求;
- (5) 满足耐久性要求。

2) 设计要求

桥梁设计应积极采用新结构、新材料、新技术、新工艺、新设备,反映新的设计思想。整个桥梁结构及其各部分构件,在制造、运输、安装和使用过程中,应具有足够的强度、刚度、稳定性和耐久性。

3) 施工要求

桥梁结构应便于制造和安装,尽量采用先进的工艺技术和施工机械,以利于加快施工进度,保证工程质量和施工安全。

桥梁加固设计必须考虑施工的可行性,尽量方便施工。

4)经济要求

桥梁设计应体现经济上的合理性:桥梁设计方案必须技术经济比较,使桥梁的总造价、材料的消耗及使用期间养护维修费用的综合经济效益最优。另外,桥梁设计还应满足快速施工的要求,缩短工期。

5)美观要求

桥梁应具有优美的外形,与周围的景致相协调。城市和游览区的桥梁,应更多地考虑建筑艺术上的要求。合理的结构和轮廓是美观的主要因素,必要时作细部装修。

2. 设计资料调查内容

(1)交通量与荷载:调查通过桥梁交通种类,车辆、行人密度,近期和远期交通量的增长,借以确定桥梁的荷载等级和行车道、人行道的宽度等。

(2)地形地物:测量桥位附近地形,绘制地形图。

(3)地质资料:通过桥位地质钻探,绘成地质剖面图,作为基础设计的重要依据。为使地质资料更接近实际,可以根据初步拟订的桥梁分孔方案,将钻孔布置在墩台附近。

(4)河流的水文资料。

①河道性质:了解河道是静水河还是流水河,河床及两岸的冲刷和淤积,以及河道的自然变迁和人工规划等;

②测量桥位河床断面,绘制桥位河床断面图;

③调查了解历史洪水位,测量河床比降、形态高程和糙率等,计算设计流量、流速和推算设计洪水位。了解和确定通航水位及通航净空。

(5)气象资料:调查和收集有关气象资料,包括气温、雨量和风速等,为施工组织计划提供依据。

3. 初步设计内容

初步设计包括以下几方面:

(1)设计任务的来源和要求;

(2)桥址自然条件和资料;

(3)技术条件的选定;

(4)桥梁方案的比选;

(5)推荐方案及其理由;

(6)推荐方案的指导性施工组织,包括施工方法、进度安排等;

(7)工程概算。

4. 施工图设计

施工图设计包括:桥梁纵、横断面,平面设计。

(1)桥梁纵断面设计决定桥面的宽度和桥跨结构横断面布置。

(2)桥梁纵断面设计确定桥梁总跨径、桥梁的分孔、桥梁的高度、桥梁基础埋置深度、桥面及桥头引道纵坡。

(3)桥梁平面设计确定桥梁的线形,并使桥头引道保持平顺连接。

(4)设计规定。

《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)规定:

(1)公路桥涵的设计基准期为100年。设计基准期是针对桥梁结构的主要受力构件(受压、受拉、正截面受弯、斜截面受剪和偏心受压)而言的。

(2)公路桥涵结构设计的两类极限状态为承载能力极限状态和正常使用极限状态。

(3)公路桥涵的三种设计状况为持久状况(使用阶段)、短暂状况(施工阶段)、偶然状况(可能遇到的罕遇地震等状况)。

(4)公路桥涵结构的设计安全等级为:特大桥、重要大桥采用一级;大桥、中桥、重要小桥采用二级;小桥、涵洞采用三级。

(5)公路桥涵设计采用的作用及作用效应组合。

作用:施加在结构上的一组集中力或分布力,或引起结构外加变形或约束变形的原因。前者称直接作用(荷载),后者称间接作用。

作用效应:作用在结构上产生的内力(如轴力、弯矩、剪力、扭矩等)和变形(挠度、转角等)等。

桥梁作用分类:随时间的变异分为永久作用、可变作用、偶然作用。

永久作用:在结构使用期间,其量值不随时间而变化或其变化值与平均值比较可忽略不计的作用,包括结构重力和预加力。结构重力为结构自重及桥面铺装、附属设备等附加重力,其标准值按常用材料的重力密度乘以体积计算。

可变作用:在结构使用期间,其量值随时间而变化,其变化值与平均值比较不可忽略的作用。

偶然作用:在结构使用期间出现的概率很小,一旦出现,其值很大且持续时间很短的作用。偶然作用包括地震作用、船只或漂流物撞击作用、汽车撞击作用。

作用效应组合:结构设计时,必须考虑设计基准期内可能同时出现的各种作用效应的组合。求总的作用效应,同时考虑到作用出现的变化性质,包括作用出现与否及作用出现的方向,这种组合是多种多样的,应在必须考虑的所有可能的组合中,取其最不利的效应组合进行设计。作用效应设计值为作用标准值效应与作用分项系数的乘积。

第四节 结构的耐久性

1. 定义

混凝土的耐久性是指在正常维护的条件下,在设计使用期间,在指定的工作环境中保证结构满足规定的功能要求。

2. 影响因素

影响因素分为内部因素、外部因素和其他因素。内部因素为混凝土的强度、渗透性、保护层厚度、水泥品种、强度等级和用量等。外部因素为环境温度、湿度、二氧化碳含量等。其他影响因素为高温作用,生物腐蚀,混凝土徐变等。这些因素使结构出现混凝土冻融破坏、混凝土碳化、侵蚀性介质的腐蚀、混凝土碱集料反应、钢筋锈蚀。

3. 提高耐久性的措施

- (1)足够的保护层厚度;
- (2)合理设计混凝土配合比;
- (3)提高混凝土密实性,增强抗渗性;
- (4)控制混凝土掺和料的量;
- (5)采用覆盖面层;
- (6)采用钢筋阻锈剂或防腐蚀钢筋。

第五节 新桥规特点

《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)较老桥规在以下几方面作了修订:

(1)明确了公路桥涵结构应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计,并引入了结构设计的持久状况、短暂状况和偶然状况三个设计状况;

(2)修改了公路桥涵结构设计的作用效应组合方式及其组合系数,引入了作用的短期效应组合和长期效应组合,并提出了各种可变作用短期效应组合时的频遇值系数和长期效应组合时的准永久值系数;

(3)引入了公路桥涵设计的安全等级及其重要性系数,以桥涵结构破坏可能产生的后果严重程度的不同采用不同的重要性系数,使结构的设计更趋合理;

(4)开展了“公路桥涵分类标准”专题研究,根据研究成果,适当调整了公路桥涵的分类标准;

(5)进行了“高速公路和一级公路桥涵设计洪水频率标准”专题研究,分析比较了原标准与国内外相关标准间的关系,比较分析了设计洪水的计算分析方法,经综合分析比较,认为可维持原规范的规定;

(6)取消了原标准汽车荷载等级,改为采用公路—I级和公路—II级标准汽车荷载;取消了挂车和履带车验算荷载,将验算荷载的影响间接反映在汽车荷载中;

(7)将汽车冲击系数以跨径为主要影响因素的计算方法,改为以结构基频为主要影响因素的计算方法;

(8)局部调整了人群荷载的标准值;

(9)调整了风荷载的计算公式及各影响系数,给出了全国基本风速图及全国各气象台站的基本风速和风压值表;

(10)补充了冰压力的计算方法和计算公式;

(11)改善了温度作用的规定,完善了体系温度的规定,调整了温度梯度曲线的规定;

(12)增加了汽车撞击荷载的计算和设计要求;

(13)补充了通航海轮船舶撞击作用的规定。

第二章 现浇板桥现状调查

板桥是小跨径钢筋混凝土桥中最常用的形式之一,因建成后上部构造外形像一块薄板而得名。在所有桥梁形式中,板桥以其建筑高度小,外形最简单而久用不衰。对于高等级公路和城市立交工程,板桥又极易满足斜、弯、坡及 S 形、喇叭形等特殊要求的特点而受到重视。

板桥按施工方式可分为装配式、现浇式和组合式三种类型,本文主要讨论有关现浇式板桥的问题。现浇板桥其主要特点为:

- (1)外形简单,制作方便。
- (2)建筑高度小,适宜桥下净空受限制的桥梁使用。
- (3)双向受力结构,比一般桥梁有更高的承载力和刚度。
- (4)施工时需要搭设支架,工期较长。
- (5)一般为实心截面,材料使用率低。

现浇板桥的这些特点,使其在公路桥梁,尤其是小跨径公路桥梁中,得到了广泛的应用,因而设计、使用中的一些问题也越来越得到重视。

第一节 现浇板桥使用中存在的问题

随着国民经济的迅速发展,社会对交通运输的要求日益提高。目前道路上的交通量和车辆轴载急剧增加,车辆严重超载已成为普遍存在的问题。据调查统计,目前,在一些道路上行驶的运输车辆中超载者达 70%~80%,超载吨位比原车辆额定吨位净增 60%~100%,甚至更多,从而带来的负面效应是:载重汽车的超载日益严重,引起实际累计标准轴载剧增,直接导致路面严重破坏,这种现象在桥面尤为普遍,桥面的破坏情况非常严重,有为数不少的桥梁在通车后不久,桥面就不同程度地出现了裂缝、壅包、车辙、碎裂、脱落等现象,造成了重大的经济损失。

我国公路现有桥梁大部分是在中华人民共和国成立以后修建的,桥梁建设随着国家经济和汽车工业的发展经历了不同的发展阶段。小跨径桥梁有相当数量的现浇板桥。这些桥梁在使用期间,由于超载车辆的大量存在、外界各种因素的作用和影响,随着时间的推移很多都陆续地出现了各种程度不同的病害,出现了各种缺陷,严重影响了桥梁的正常使用。

现浇钢筋混凝土板桥,一般做成实体式等厚度的矩形截面或肋板式截面,其跨径一般在 8m 以下,由于高等级公路的发展,桥(涵)面宽度往往大于跨径(最大宽跨比高达 3)。因此,在荷载作用下,除板的纵向弯曲外,横向也会发生弯曲。现浇板桥出现了较为严重的沿行车方向的纵向贯通裂缝,并且裂缝宽度已远远大于《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTJ D62—2004)所规定的裂缝宽度(0.2mm),甚至一些新建不久的桥梁也出现了程度不同的纵向裂缝,开裂位置位于板宽约 1/3 处或 1/2 处。

就目前我国现有的桥梁状况来说,主要问题有:

- (1)桥梁的设计荷载较低。在中华人民共和国成立以后,我国的公路桥梁建设随着国家经

济和汽车工业的发展经历了不同的发展阶段。为了满足不同时期公路运输对桥梁承载能力的要求,《公路工程技术标准》曾几次修订,设计荷载等级不断增大。由于依据旧标准、旧规范设计建造的桥梁仍在运营使用,整个公路网中就出现了各种承载能力桥梁并存的情况。根据设计荷载的演变,结合有关资料分析,在二级及二级路以下的现有桥梁中,除按 1972 年部颁《公路工程技术标准(试行)》和 1982 年以来部颁《公路工程技术标准》设计建造的桥梁,尚能基本满足近期交通要求外,1972 年之前建造的桥梁大部分存在承载能力不足、变形、破损等情况。为了适应目前的交通情况,2004 年我国又颁布了最新的《公路桥涵设计通用规范》,对桥梁的承载要求有了进一步的提高。随着国民经济的发展,车辆增长率迅速提高,各种重型运输车辆的出现,旧规范中的车辆及车队已经远远不能满足要求。

(2)超负荷的使用。对于一些桥梁,按路线等级、预计交通量来说设计荷载等级是符合要求的,但是由于大量超载车辆的出现,特别是一些出产砂石料及矿产地区的超载现象极为普遍,使得桥梁的使用荷载超过了桥梁的设计荷载。长期的超负荷运营使得桥梁过早地出现了许多严重的病害。

(3)设计施工的先天不足。由于设计理论的不完善,实践上缺乏经验,很多桥梁设计不是很合理,结构布置不够科学,桥梁在运行一定时间后,病害就逐渐显现出来。有些桥梁在施工时由于施工工艺、施工手段及施工队伍的素质问题,产生了一些质量上的缺陷,在长期的运营中病害也逐渐发展起来。

(4)很多桥梁的桥面狭窄,已经不适合当前交通量发展的需要,成为公路交通中的“瓶颈”。

(5)养护管理不善、维护水平较低。由于缺乏养护费用、制度不完善等原因,很多桥梁病害不能被及时发现,得不到好的处理,一些病害受加固技术的制约,即使有所发现也不能得到好的维修。

第二节 病害分析

现浇钢筋混凝土板(梁)桥在修建或运营一段时间后往往会伴有病害的发生。产生病害既有外界因素,也有内部因素。设计考虑不周或施工组织不当、地基基础的不均匀沉降、桥梁长期处于超载状态等原因,均会对混凝土桥梁产生不同程度的损伤,影响结构的正常使用,降低其使用性能及使用寿命。

一座桥梁安全与否是以其结构的强度、刚度、稳定性及耐久性等指标来判定的。桥梁从建造、使用直到报废,大都经历这样 4 个阶段:①规划、论证阶段;②设计阶段;③施工阶段;④投入运营阶段。在 20 世纪 80 年代以前,由于受技术水平、经济能力所限,对桥梁的规划、论证不够,因而客观上要求不高、眼光不远,建造的桥梁承载力不高,设计不尽合理,强度不高。80 年代以后,这种情况有所改观。但由于桥梁结构物所处环境不同于其他结构物,除饱受风吹雨打日晒外,还要经受汽车等各种动载的反复作用,经受各种物理化学反应及汽车冲击力的作用,必然产生病害(只是时间早晚的问题)。

下面主要对产生桥梁裂缝有关的病害进行分析。

1. 钢筋锈蚀

钢筋锈蚀可分两种情况:一种是混凝土开裂后导致的钢筋锈蚀,即先裂后锈;一种是因为保护层太薄或露筋而引起的钢筋锈蚀。钢筋锈蚀,体积膨胀,导致混凝土开裂或表面混凝土成块脱落,即先锈后裂。由于钢筋锈蚀,混凝土表面开裂甚至脱层,从而使原来处于混凝土保护

层下的钢筋暴露于空气中而锈蚀,如此恶性循环,如不加以维修养护,此种病害对桥梁的危害也是不可忽视的。在桥梁竣工后几年内,保护层太薄或露筋问题并不显得太突出,甚至一直处于被忽视的状态,直到长期的大气作用导致钢筋严重锈蚀后,才引起人们的注意,此时需花费人力、物力进行维修养护。

2. 基础变形

由于洪水冲刷,河床高程急剧下降,桥梁基桩裸露,基桩混凝土剥落、露筋,或者由于地基的不均匀沉降,造成基础偏移、变形,这些都减低了基础的承载能力,进而使上部结构产生变形、破坏,形成裂缝。

3. 混凝土开裂

从目前钢筋混凝土桥梁的使用情况看,桥梁上部结构的混凝土开裂包括桥梁梁体开裂和桥面铺装混凝土损坏。

在现浇混凝土桥梁中,板梁体开裂是一种较为普遍的现象。对于普通混凝土板桥而言是允许其开裂的,对部分预应力混凝土板桥而言,根据其预应力度大小分别对其开裂性作了严格的限制。这些裂纹,有的会严重影响到结构的正常使用和耐久性,有的对桥梁结构的影响则微不足道,但会给人一种不安全的感。引起板体开裂的原因是多方面的。构造处理不当导致的局部应力集中、混凝土早期养护不当引起的干缩、混凝土的碱—集料反应、温度的骤升骤降、钢筋的锈蚀、超载等均会引起混凝土开裂。

桥面铺装混凝土破坏也是一种常见的病害,桥面裂纹一般为横桥向走向,也有少量纵向裂纹。在长期超重汽车荷载作用下,部分横、纵向裂纹交汇在一起,使该处桥面大面积剥落,有些地方甚至暴露出桥面混凝土的钢筋网。出现裂缝的原因一般是由于铺装设计厚度不够,或施工质量存在问题,使铺装的厚度、强度达不到要求。有时由于工期紧迫,在桥面铺装未达到设计强度时就通车运营也容易造成破坏。

任何一座桥梁,从交付运营时起,或多或少就带有一定程度的病害,如不加以处理,病害将越来越严重,最终危及桥梁的安全。对桥梁病害必须进行维修处理,但更重要的是从设计、施工中去预防病害的发生,降低后期的维修养护费用。

第三节 现浇板桥纵向裂缝

一、纵向裂缝调查

在河北省承德市的桥梁养护及调查中,发现了各种不同的病害,如墩台倾斜、基础不均匀沉陷、落梁、裂缝、防护破损、桥面铺装层破坏等。其中较为普遍的病害是裂缝。尤其在一些混凝土板桥中,有很多桥的行车道板受拉区表面(多为现浇整体式板桥)出现了较为严重的沿行车方向纵向贯通的裂缝,并且裂缝宽度已远远大于《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTJ D62—2004)所规定的裂缝宽度(0.2mm),甚至一些新建不久的桥梁也出现了程度不同的纵向裂缝,调查发现纵向开裂是整体式板桥中存在的一种普遍病害。裂缝宽度在0.2~2mm之间,开裂位置居于板宽约1/3处或1/2处。

二、纵向配筋和设计荷载调查

河北省承德市对20世纪80年代以来所建的现浇钢筋混凝土板桥的基本资料进行了调