

GANGQIAO

1

〔日〕小西一郎 编

钢 桥



人民铁道出版社

钢

桥

第一分册

〔日〕小西一郎 编

朱立冬 应达之 译
许克宾 霍铭煊

人民铁道出版社

1980年·北京

钢 桥

第一分册

〔日〕小西一郎 编

朱立冬 等 译

人民铁道出版社出版

责任编辑 王能远

封面设计 赵敬宇

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 1/32 印张：12.5 字数：304千

1980年9月第1版 1980年9月第1次印刷

印数：0001—2,700册 定价：1.30元

出版说明

本书是一部详细阐述现代桥梁设计理论及设计方法的巨幅著作。原书共四册，分为设计篇及基础篇。前者阐述各式桥梁的设计方法及介绍结构实例，后者着重介绍桥梁设计所用的基础理论及基本资料。

我国目前新建、待建的大跨度钢桥虽然为数不多，但是本书中所述设计原则及力学分析也适用于同样结构型式的钢筋混凝土桥及预应力混凝土桥。我们深信本书的翻译出版，将有助于我国桥梁事业的发展。

为了及早与读者见面，我们将全书分为11个分册陆续出版。

全书主要内容及分册划分见下页。

6A140 4

原 书	内 容	译 本
设计篇 I	第 一 章 桥面系构造	第一分册
	第 二 章 板梁桥	第二分册
	第 三 章 桁架桥	第三分册
设计篇 II	第 四 章 拱桥	第四分册
	第 五 章 斜拉桥	
	第 六 章 悬索桥	第五分册
	第 七 章 曲线桥、斜桥	第六分册
	第 八 章 纵向联结系、横向联结系、桥门架	
	第 九 章 支座	
基础篇 I	第 一 章 绪论	第七分册
	第 二 章 荷载	
	第 三 章 结构材料	
	第 四 章 安全系数、安全度、可靠度	
	第 五 章 强度设计法	
	第 六 章 构件连接法	第八分册
	第 七 章 平板理论	
	第 八 章 格子梁理论	
	第 九 章 屈曲理论	第九分册
	第 十 章 构件设计	
基础篇 II	第 十 一 章 抗风设计	第十分册
	第 十 二 章 抗震设计	
	第 十 三 章 钢结构的安全性、可靠性的统计学方法	第十一分册
	第 十 四 章 电子计算机的应用	
	第 十 五 章 特大桥的架设	

序

近二、三十年来,世界(包括日本在内)桥梁工程取得了划时代的长足进展,可以说,开辟了桥梁工程史上的一个伟大时代。由于这一期间材料、焊接、建筑方法、预应力、结构力学、电子计算机等各项技术、科研大大进步,加上按照战后经济复兴,民生稳定这一时代的要求及必要性,促使科学技术的进步,呈现出高度发展。另外,在近十几年中,世界许多国家修建了一些长大桥梁,特别是欧美各国修建了一些长大吊桥,1940年达柯玛、纳罗乌兹吊桥断毁以来受到挫折的长大吊桥在新的技术基础上建立起来,这是值得重视的。就日本而言,虽然为时稍晚,但也进行了跨越海峡的长大桥梁的规划和施工,建成了若户大桥、关门大桥。本州-四国联络桥的规划和施工,也正在进行各方面的调查研究。

战后钢桥新技术的基础,从结构分析方面看,是钢材、焊接、结构构造、结构力学、电子计算机应用等的综合体。然而,随着结构日益趋向大型化、巨大化,除土木工程外其他领域(例如船舶工程、航空工程、气象学、地震学……)的影响也是不能忽略的。尤其因为日本是多台风、受强台风侵扰的国家,因而从抗震、抗风设计方面进行调查研究和设计就成为一项重大课题,要求在技术上求得解决。

这一类新钢桥的规划及其设计理论,多数已经发表在日本国内外的研究报告、技术研究杂志、技术研究委员会报告上。

编者多年在京都大学从事教育、研究工作,同时为了推动关于适应时代的钢桥一书的写作计划,恳请同本人关系较深的、地区较近的、于“执笔者一览表”中所示的各位先生,为完成本计划而执笔。1969年12月27日在京都召开了第一次执笔者会议。在这次会上议定的编写方针,在后来虽依此为依据,但在细节上经过几次会议的讨论也有变动的地方。至于实现这个计划意外迟缓的原因,尽管同各位执笔者内外诸多事情有关,但其责任多半在于编者,愿在此说明。

编者自1935年于京都帝大毕业以来,曾在军队中服役数年。返校后,在航空工程科担任飞机结构、塑性力学讲座。后来回到土木工程科,除短期担任过结构强度学讲座外,几乎在职期间多数岁月是担任桥梁工程讲座。根据退休制度,于1975年4月在京都大学退職,数年前开始的著书计划同时成了编者的退休纪念作品。值得庆幸的是全书当中的设计篇I在编者退休之年出版了,这是编者感到最欣慰的事情。

本书由设计篇I、设计篇II和基础篇三册组成*,预定按此顺序陆续发行。设计篇I、II的内容为各种钢桥结构形式的设计理论与示例,基础篇讲述作为结构设计基础的钢材、强度理论、荷载、结构构件的设计理论、抗风和抗震设计、电子计算机应用、长大桥架设、随机现象的安全性和可靠性的统计方法等。

本书所述内容以前人形成的桥梁工程学为基础,以京都大学桥梁工程讲座的研究、教育为中心,增添了新技术和研究成果。编者借此机会对本书所引用的各项成就表示敬意,同时希望读者为了深入研究内容能确切使用本书所引各种参考文献。

编者今天能使本书问世,实多赖过去指导、教育、鞭策过本人的已故恩师高橘逸夫先生、近藤泰夫先生、泽井八洲男先生、石原藤次郎先生以及各位前辈、各位同事,志此表示深切的谢意。此外,对就本书的出版直接承担内容的计划、设计和执笔之劳的各位先生表示感谢的同时,特别是最后汇总的京都大学各位先生,尤以山田善一教授,付出的辛劳尤多。

另外,承蒙丸善株式会社出版部各位先生多年多方面给予全面协助,值兹出版之际,谨致深切谢意。

编者 小西一郎

1975年1月6日

*译注:实际上原著已分四册出版,即设计篇I, II, 及基础篇I, II。

《钢桥》执笔者一览

池田哲男	建设省中部地方建设局
伊藤鉦一	立命馆大学教授
大橋昭光	本州四国连络桥公团
加藤隆夫	大阪市土木局
国広哲男	建设省土木研究所
小西一郎	京都大学教授
小堀為雄	金沢大学教授
小松定夫	大阪大学教授
近藤和夫	大阪市土木局
佐伯章美	大阪市土木局
篠塚正宣	美国哥伦比亚大学教授
白石成人	京都大学助教授
高岡宣善	鸟取大学教授
高久達将	日本钢管株式会社
成岡昌夫	名古屋大学教授
西村 昭	神户大学教授
福本喙士	名古屋大学助教授
松川昭夫	大阪市土木局
松本 勝	京都大学讲师
山田善一	京都大学教授
渡辺英一	京都大学助教授

内 容 提 要

本分册讲述桥面系构造, 桥面系作为桥梁空间结构组成部分的特性, 正交异性板的算法, 并介绍了新型梁桥钢筋混凝土桥面板的设计理论。

本书可供高等院校桥梁专业师生和有关工程技术人员参考。

目 录

设计篇 I

第一章 桥面系构造.....	2
1.1 桥面系构造概述	2
1.1.1 一般构造	2
1.1.2 桥面系梁和桥面板	3
1.2 钢桥面板	9
1.2.1 一般构造	9
1.2.2 钢桥面板的计算方法	20
1.2.3 算例	131
1.2.4 钢桥面板构造细节	144
1.3 钢筋混凝土桥面板	162
1.3.1 概述	162
1.3.2 钢筋混凝土桥面板的设计	162
1.3.3 关于桥面板设计弯矩的研究	170
1.3.4 其它国家对钢筋混凝土桥面板的规定	172
文献	186

设计篇 I 绪言

本书把钢桥的各种结构形式分成两部分，前一部分把桥面系、板梁桥、桁架桥汇编为一册，题名为设计篇 I。

第一章讲述桥面系构造。桥面系是桥梁中直接支承活载的重要结构。特别是钢桥面板，它有利于减轻恒载和发挥空间结构的特性，是战后研制的一种新型构造。在日本的实践表明，把钢桥面板这些优点利用起来，在提高设计经济效果上是十分有效的，而且，上部结构自重减轻对抗震设计产生有利的效果，并能使软弱地基的下部结构设计变得容易些……，由于这些原因，所以跨度在80m以上的梁式桥中已广泛地采用。不过，从它的设计理论、承载力研究方面来看，由于钢桥面板要同时承受平面内力和弯矩，所以是比较复杂的。在本书中，虽以讲述弹性理论的设计方法为主，但桥面板承载力和安全性的问题也涉及到了。钢筋混凝土桥面板虽然是一种老式的桥面板，可是在结合梁桥、连续梁桥等桥式中，其力学性能只用古典的设计方法去说明是解释不清楚的。本书将按新的观点介绍新型梁桥钢筋混凝土桥面板的设计理论。

第二章讲述板梁桥。由于板梁桥采用了高强度钢材、焊接工艺和空间结构构造，故其经济跨度加大了。钢桥面板梁桥、结合梁桥、格子梁桥、箱梁桥、双主梁桥等等桥式，都是近代桥梁有代表性的桥梁结构形式。作为这些桥梁的设计基础理论，本书讲述了钢桥面板的有效宽计算。主梁的组合应力计算。格子作用、薄壁结构理论等内容，并叙述了这些桥梁的设计细节。

第三章讲述桁架桥。虽然长大桥梁采用桁架桥这种形式由来已久，不过由于出现了焊接桁架，所以要求采用新的结构构造。此外，关于二次应力、桁架的风载、钢管桁架、桁架拱桥、桁架空间结构分析、桁架非线性分析、钢桥面板合成桁架桥、桁架动态分析等等，都是重要的问题。本章在详细讲述这些问题的同时，还介绍了日本国内外许多长大桁架桥的实例。

编者 小西一郎

1975年1月6日

第一章 桥面系构造

1.1 桥面系构造概述

1.1.1 一般构造

桥面系由桥面板和桥面系梁组成。桥面板直接承受活载，而桥面系梁具有把桥面板上的荷载传递给主梁的作用。桥面系结构有下列各种分类法。按照交通种类不同可分为：公路桥面系和铁路桥面系；按照建桥采用的主要材料分：钢桥面系，混凝土桥面系，木桥面系等；按照桥面系的结构性能分：非合成桥面系和合成桥面系；按照桥面系自重的大小分：重型桥面系和轻型桥面系。所谓合成桥面系，是指桥面板同时参与桥面系工作，或者同时参与主梁工作的桥面系。为结合梁桥、钢桥面板梁桥的桥面系均属于合成桥面系。典型的轻型桥面系是采用钢桥面板的桥面系。但采用开口格子桥面板或工字钢格子桥面板的桥面系，因为也比钢筋混凝土桥面板轻，所以也属于轻型桥面系。

正确选择桥面系结构是桥梁设计中的重要问题，下面指出选择时必须注意的事项：

(1) 公路桥的桥面系需要耐久性强、抗滑性好，又能取得平滑的表面，普通多采用混凝土桥面系和钢制桥面系。铁路桥则需采用有利于轨道稳定、具有养护容易的水平基础的桥面系。往往还要求采用列车频繁通过时振动和噪音都小的那种桥面系。

(2) 桥面系施工所要求的工期，常常会变成重要的因素。若采用普通现场灌注的混凝土桥面板，势必需要颇长的养生时间，因而在不允许较长工期时就要注意这个问题。另外，在铁路桥架设、换梁这一类工程中，工期对造价有重要影响，故以采用钢桥面板或装配式桥面板为宜。

(3) 减轻桥面系结构重量对于减轻桥梁总恒载有很大的影响，它能导致包括上、下部结构在内的整个结构物的材料节约。所以在跨度桥梁中，轻型桥面系结构对降低桥梁总造价实际有利。还应指出，轻型桥面系的关键问题是选用适当的结构体系和有效地使用高强度钢材。

(4) 桥面系的结构功能必须和主梁的作用相适应，在普通的结合梁桥和钢桥面板梁桥中，其桥面板作为主梁的一部分和主梁共同作用，有助于材料的节约。一般设计时总是期望桥面系只在活载作用下参与合成作用，但由于架设方法的不同，桥面系常常会受到恒载的影响。尤其在大跨度桥梁中，因恒载在总设计荷载里占很大比例，故往往需要有意识地避免桥面系参与共同作用。在这种情况下，就应当注意选用非合成桥面系结构。

下面谈谈桥面排水的问题。为把桥面上的水尽快排除，就必须在桥面上设置坡度、提出排水的措施。横向坡度随路面铺装种类而定，一般采用1~3%。通常沿桥梁轴线向两侧设置坡度，并在中央1~2米范围内做成曲面。但单向通行的汽车道则只作成单向斜坡。在侧方缘石位置处需设侧沟。纵向坡度和桥梁本身的倾角有关，但其最小值：沥青铺装为1:2000；混凝土或木块铺装为1:150；其他铺装为1:100。侧沟坡度必须陡于纵向坡度。为排除侧沟里的水，应设排水孔，其布置方法可根据纵、横坡度的具体情况适当加以确定，但要

求桥面300~400平方米范围之内至少有一个排水孔。”

1.1.2 桥面系梁和桥面板

为说明简单起见,这里以非合成桥面系结构为主要对象进行叙述。支承桥面板的桥面系梁(有时也叫桥面系格子结构),一般由纵梁和横梁组成。下面简述它们的构造要素、连接部构造、桥面板构造。

(1) 横梁

横梁把桥面板、纵梁上的荷载传递给主梁,同时又是平纵联和横联的组成部分。通常用实腹截面梁、工字梁或者组合截面梁作横梁。横梁高度以等于其跨度的 $\frac{1}{6} \sim \frac{1}{8}$ 为宜,但在横梁布置较密等特殊情况下,其高度有时可降低到跨度的 $\frac{1}{20}$ 。

象图1.1那样的横梁,一般按简支梁计算,并设其计算跨度就等于主梁间距。可是实际上横梁和主梁为刚性连接,从而把桥梁横截面组成开口刚架或闭口刚架的形状。横梁和主梁连接处将产生固端弯矩,因此应当对连接处的构造细节予以注意。图1.2表示下承式板梁桥的一例。从图上看到,当主梁较高时,可通过肱板将主梁和横梁的腹板连成一体。与此相反,图1.1为在主梁和横梁之间设置了简单三角形的肱板的构造。以上两例都是铆接构造。图1.3是和图1.2相对应的焊接构造的例子。在横梁端部将其上翼缘切成两半,然后通过贴角焊把它焊到和横梁腹板成为一体的肱板上。

当主梁为桁架结构并且节点处有竖杆时,可以把横梁连接到竖杆上。所以构造比较简单。图1.4是铆接构造的例子,在图1.5中看到的则是焊接构造的例子。以上两图中的竖杆都是工字形截面,因此用铆钉或螺栓在现场拼装作业都是比较简单的。图1.6表示在竖杆和横梁各自的腹板位置上嵌入与之连成一体的肱板,并在三处用拼接角钢和钢板从两侧拼接起来的构造。因为这时横梁端弯矩是靠铆钉的剪力来传递的,所以一向作为理想的构造在铁路桥上经常被采用。倘若采用图1.4中的构造,因为安装在竖杆上的拼接角钢的铆钉要承受一部分拉力,所以连接处的变形就比较大。焊接构造不用图1.4中的连接方法,宜采用图1.5中示出的高强度螺栓结合的构造。若节点位置上没有竖杆,只有弦杆上伸出的节点板,则必须将

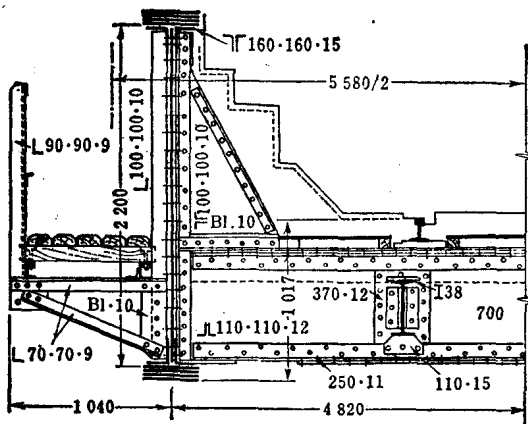


图 1.1

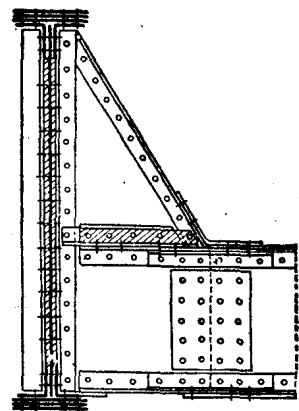


图 1.2

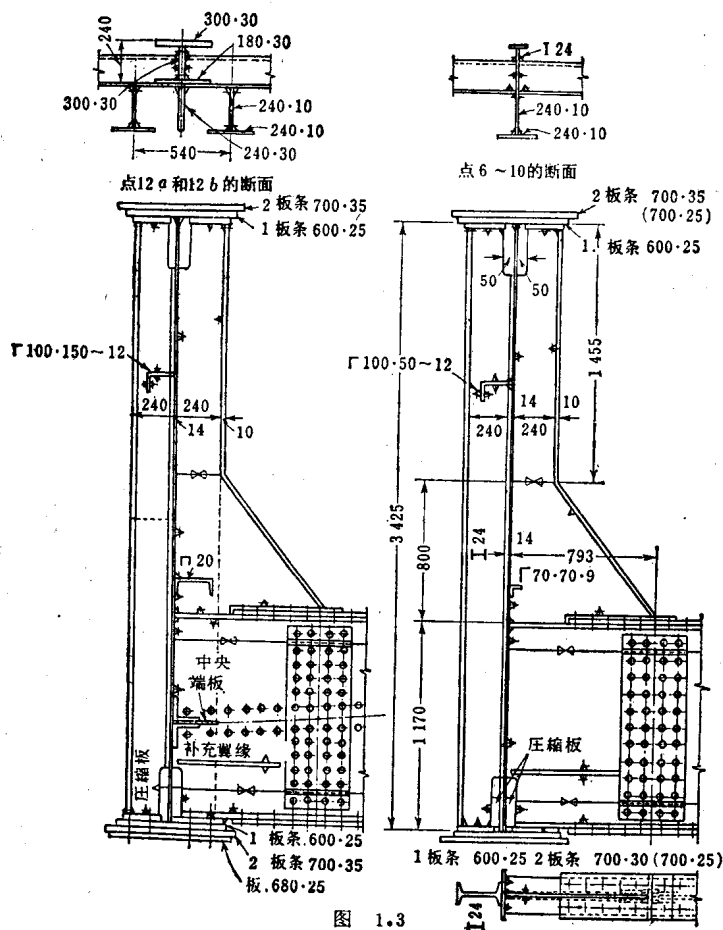


图 1.3

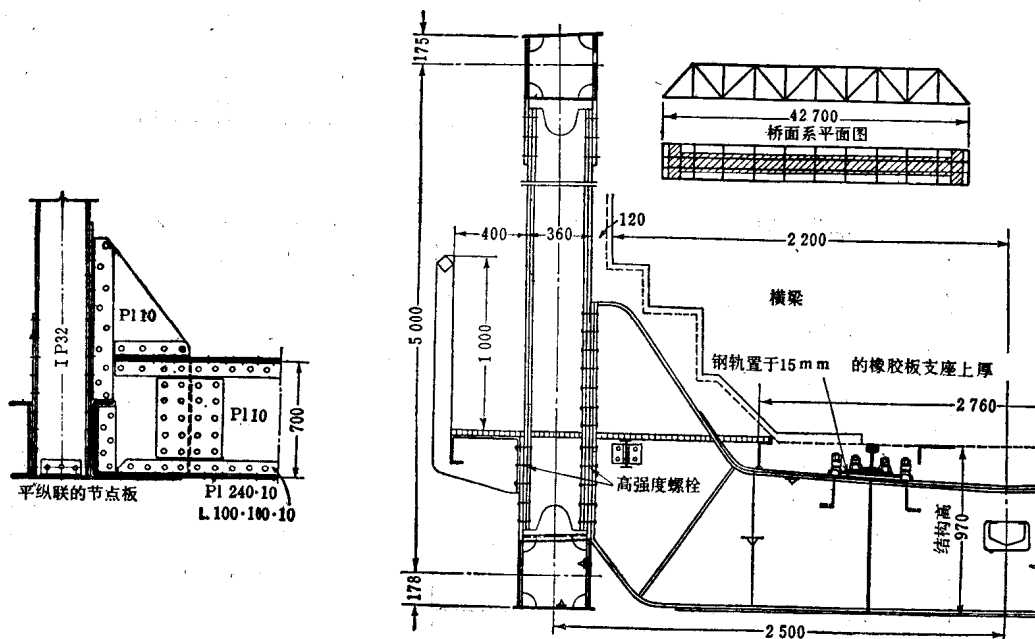


图 1.4

图 1.5

节点板加强后与横梁连接起来。这种传递连接弯矩的构造不至让斜杆产生过大的应力，其构造例见图1.7。

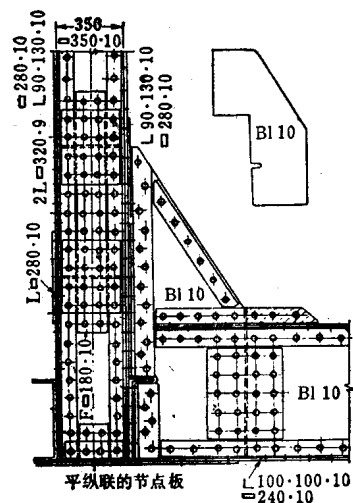


图 1.6

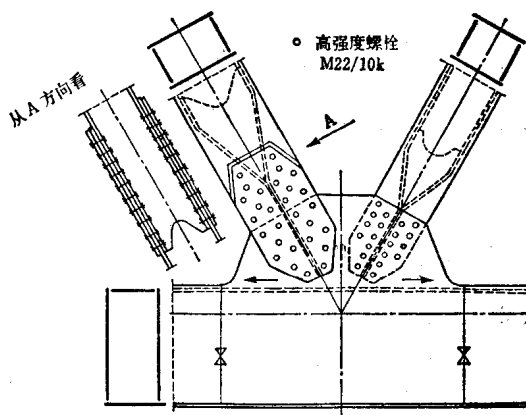


图 1.7

当主梁间距较大、横梁结构高度不受限制的时候，可采用桁架式的横梁。例如，常用它作为吊桥和双主梁桥中的横梁。另外，作为多主梁桥（格子梁桥）的荷载分配梁，虽然也采用过桁架式横梁，但是这样的例子并不多。

(2) 纵梁

通常采用工字钢之类的轧制梁或组合截面工字形梁作纵梁，其跨度在12米以下。纵梁的间距和数目则视桥面板种类、活载作用位置而有所不同。

纵梁直接承受活载，所以最好有较大的刚度。为此，铁路桥的纵梁高度大致为其跨度的 $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{10}$ 。此外，若纵梁使用高强度钢材，由于挠度变大，所以不怎么好。

纵梁和横梁的连接，可采用各种不同的构造。这里叙述一般常用的构造形式。

a. 纵梁置于横梁之上的构造

这种构造只适用于结构高度十分敷余的情况。一般，它们的连接多采用铆钉结合或高强度螺栓接合，图1.8为这种构造的实例。为防纵梁倾倒并能抵抗横向力起见，用系杆把两片纵梁连成整体，然后和横梁连接。当纵梁传来的反力较大时，为了不让横梁盖板下的铆钉传递较大附加剪力，同时能将荷载直接传入横梁腹板内，必须在横梁腹板两侧布置承力加劲角钢和填板。

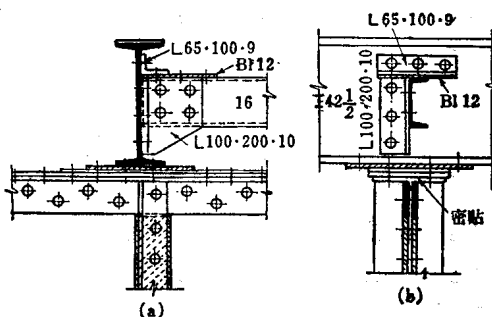


图 1.8

纵梁承受荷载后在横梁上产生转角。然而，支承纵梁的横梁，其抗扭惯性矩一般较小，所以被刚性连接的横梁的上翼缘将有附加弯扭应力，并有疲劳破坏的危险。此时，若用垫板把纵梁支承反力传至支承横梁的中心，便可避免这种危险。

以上所述虽是铆接构造，但在焊接构造中同样的原则也能适用。

b. 纵梁和横梁连接于同一平面内的构造

在这种情况下, 为了把纵梁嵌入横梁之间, 所以在纵梁和横梁相遇之处纵梁必须断开。图 1.9 是纵梁上、下翼缘分别用一块鱼形板连接的例子。此外, 下翼缘的鱼形板亦可改为牛腿连接, 例如图 1.10。在这个纵、横梁相交的部位上除了要承受剪力外, 还要承受颇大的弯矩, 若采用图 1.10 的连接方式, 由于横梁腹板连接铆钉不受拉, 所以不至产生较大的变形。不过铁路桥上常采用图 1.9 的连接方式, 即用鱼形板把纵梁的上、下翼缘连接起来的构造。此时, 因横梁腹板须挖槽口设置连续板, 故应采取适当补强措施。

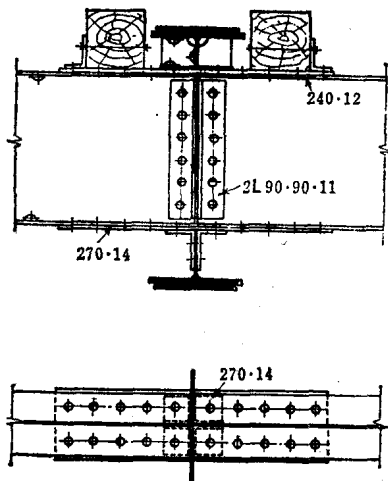


图 1.9

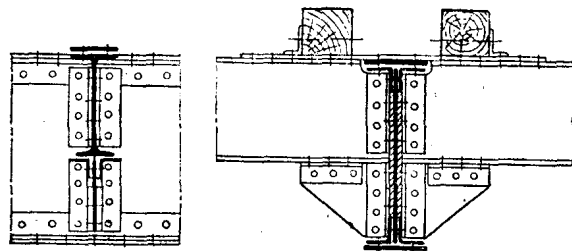


图 1.10

作为一种简单的连接方式, 也可采用图 1.11 中的构造。即一侧用短连接角钢设于纵梁的上、下翼缘之间, 另一侧用长连接角钢设于横梁的全高范围内, 从纵梁的上、下翼缘端部切口通过。因不用鱼形板, 连接处将产生很大的附加应力, 疲劳破坏的危险增大, 所以铁路桥中不允许采用这样的构造。还要注意, 当采用这种构造时, 切口的地方必须设圆口, 以防发生裂缝。

如采用图 1.9 或图 1.10 中的连接构造, 支点弯矩就可以充分地传递, 所以纵梁具有连续梁的作用。对横梁来说, 当不对称荷载作用于纵梁时, 将受到附加扭矩, 因而在纵梁跨度较大的情况下就要引起注意。

由于桥面系梁位于上弦杆或下弦杆 (主梁为板梁时位于上翼缘或下翼缘) 的高度处, 所有横梁和弦杆的连接均为刚性连接, 而且具有连续梁作用的纵梁如图 1.9 或图 1.10 那样亦为刚性连接, 所以当恒载和活载作用于主桁时, 弦杆产生的变形势必传入桥面系梁, 从而使纵梁分担一部分弦杆的内力——拉力或者压力, 其大小决定于纵梁和弦杆的相对刚度比。与此同时, 横梁在平面内受到弯曲, 如果横梁刚度小, 则纵梁的附加内力也相应变小。当然, 主梁的情况恰恰相反, 由于桥面系结构的共同作用, 主梁会收到内力降低的效果。关于这方面具体的计算法, 请参阅文献 2)。在大跨度桥梁中, 此项附加力是很大的, 所以要特别注意。为了缩减恒载引起的纵梁附加力, 架设过程中可先用临时螺栓将纵梁与横梁试拼在一起, 等到全部恒载作用到桥上之后, 再用扩孔器调整螺栓孔, 重新用铆钉铆紧或用螺栓拧紧即可。

关于平纵联的共同作用, 道理和上述桥面系对主梁的作用相同。例如, 若主梁的翼缘或

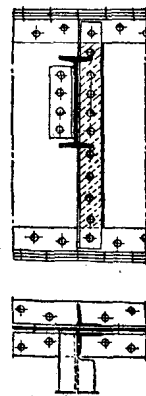


图 1.11

者弦杆所在平面附近设有平纵联, 该平纵联在竖直荷载作用下便和主梁翼缘或者弦杆共同作用以至产生颇大的附加力。与此相反, 翼缘或者弦杆里的内力则相应减小。涉及这方面的计算请参阅文献3)。在大跨度桥梁中, 其平纵联里的附加力会变得很大, 所以必须采取前述降低应力的措施。

(3) 公路桥上采用的桥面板

正确地选用桥面板结构, 在桥梁设计中有重要意义。这是因为桥面板重量在桥梁总恒载中占了很大比例的缘故。尤其大跨度桥梁, 减轻恒载对桥梁的经济效果更大, 所以迄今为止, 关于桥面板轻型化的研究已经进行了大量工作。

1937年前后, 为了减小桥面板自重和加大桥面板跨度, 西德曾研究用钢筋、铁丝网、传力筋等加固压曲板 (Buckelblech) 或筒形板 (Tonnenblech) (参阅表 1.1 中的第 3 项) 作桥面板, 但由于重荷载作用下该桥面板里的填充混凝土发生裂缝, 故试验没有成功。后来又把上述压曲板或筒形板的凸面朝上, 即变成拱形, 作成对填充混凝土适当加固的桥面板, 又作了试验 (参阅表 1.1 中的第 4 项)。不过, 为了取得一定的刚性, 在支承梁上的混凝土厚度显然需 12~14 厘米厚。加之, 用于试验的多数桥面板后来都经过了修补, 所以这种桥面板也以失败告终。

可以说, 最早获得成功的轻型桥面板, 就是采用面层为沥青铺装和加劲平钢板的桥面板; 也就是所谓钢桥面板。这种桥面板不仅自重轻, 并且能作为主梁、横梁和纵梁的一部分翼缘而共同受力。由于这些性能, 故能达到节约材料的预期目的。除此而外, 这种桥面板还兼有平纵联的作用。

正如前面所说, 公路桥上最广泛采用的是不用钢板加固的普通钢筋混凝土桥面板, 关于这种桥面板的构造在此不必重述。但是, 这种钢筋混凝土桥面板也可以和钢结构合成后作成所谓结合梁桥的一个组成部分, 还可以施以预应力作成比原来使用范围更广、更有效的预应力混凝土桥面板。

鉴于目前大部分钢桥的桥面板, 以钢筋混凝土桥面板、预应力混凝土桥面板和钢桥面板应用最广, 所以本章主要叙述钢桥面板和钢筋混凝土桥面板。

(4) 铁路桥的桥面系结构

按道床构造分类, 铁路桥桥面系结构可分为明桥面的桥面系和道碴桥面的桥面系两类。

a. 明桥面的桥面系 当结构高度受限制或者跨度较大时, 常采用没有道床的明桥面桥面系。尤其在桥梁结构高度必须限制得很低的时候, 还可把钢轨直接搁在纵梁上或者主梁上。图 1.12 是结构高度受限制的例子。这种构造的缺点在于: 冲击作用比较大, 并且铆钉之类连接件容易松动。

当不可能采用道床时, 为了减轻冲击, 一般常使用硬木作的轨枕, 少数情况下也有用钢制轨枕的。当桥梁主梁间距小于 1.8m 时, 轨枕可直接放在主梁上。图 1.13 (a) 和图 1.13

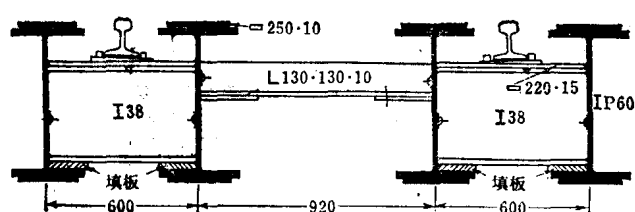


图 1.12

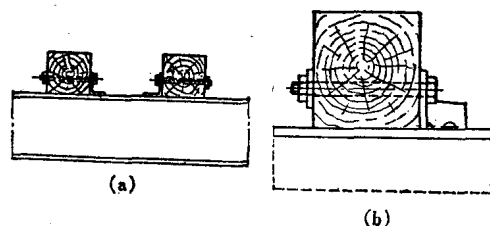


图 1.13

(b) 分别表示用角钢和用T形钢防止轨枕移动的措施, 这件构件往往交错地布置在枕木的左右。

为了在明桥面上步行方便, 应当在轨枕上铺设步板, 其实例见图1.14。它是将轨枕直接支承在主梁上的明桥面的典型构造。

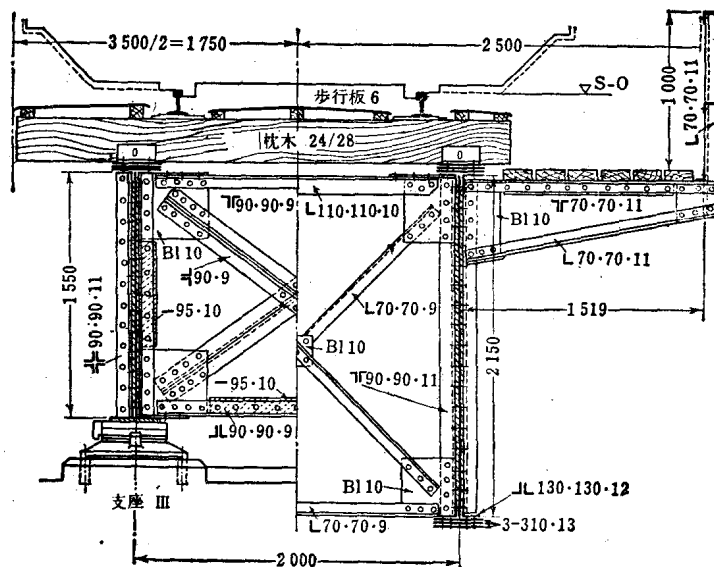


图 1.14

b. 道碴桥面的桥面系 桥上设有道床的桥面系, 叫道碴桥面桥面系。这样的构造冲击弱, 噪音小, 即便要移动桥上钢轨位置也能办到。因而, 如果是站内的桥梁, 这种构造就特别重要。不过它的结构高度比明桥面高得多, 自重重大, 是缺点。因为道床重量大约等于 3 吨/平方米, 故对跨度较大的桥梁是不利的。

在道碴桥面桥面系中, 一般用压曲板或筒形板、最近则用平钢板安上竖直的或倾斜的侧板形成道碴槽, 其中存放道碴道床。

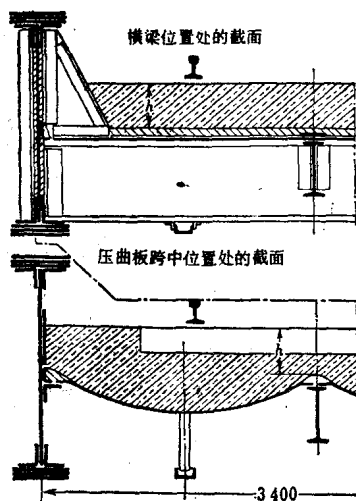


图 1.15

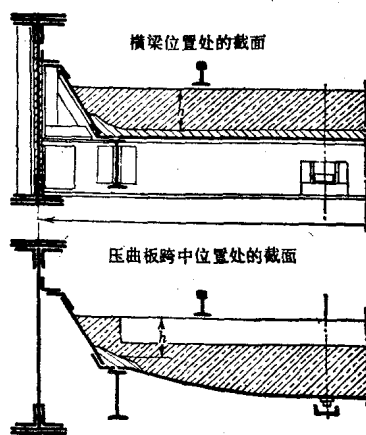


图 1.16