

610289

GANGQIAO

2

55148
7/9011
T. 2

〔日〕小西一郎 编

钢 桥

43
011



人 民 铁 道 出 版 社

钢 桥

第 二 分 册

〔日〕小西一郎 编

宋 董 慕 兰 震 译

人 民 铁 道 出 版 社

1980年·北京

内 容 提 要

本分册讲述板梁桥。包括钢桥面板梁桥、结合梁桥、格子梁桥、箱梁桥及双主梁桥等等在近代桥梁中有代表性桥梁的结构形式，作为这些桥梁设计的基础理论，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细节设计。

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。

钢 桥

第 二 分 册

〔日〕小西一郎 编

宋慕兰 董其震 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 $\frac{1}{16}$ 印张：17.5 字数：376千

1980年9月 第1版 1980年9月 第1次印刷

印数：0001—2,500册 定价：1.80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表。

34140/03

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	

目 录

第二章 板梁桥

2.1 概述	1
2.2 板梁桥	7
2.2.1 截面组成	7
2.2.2 截面设计	13
2.2.3 连接构造与计算	17
2.3 钢桥面板梁桥	24
2.3.1 概述	24
2.3.2 一般构造和设计	25
2.3.3 钢桥面板的有效宽度	32
2.3.4 钢桥面板梁桥的设计例	34
2.4 结合梁桥	60
2.4.1 概述	60
2.4.2 符号	60
2.4.3 结合梁的基本理论	62
2.4.4 结合梁中的混凝土	63
2.4.5 结合梁中徐变、温差、收缩产生的应力	69
2.4.6 设计细节	75
2.4.7 例题	80
2.4.8 负弯矩的处理方法	85
2.4.9 预应力连续结合梁	86
2.4.10 非预应力连续结合梁	99
2.5 格子梁桥	111
2.5.1 概述	111
2.5.2 格子梁的力学特性	114
2.5.3 设计计算例	118
2.5.4 格子梁桥的构造	128
2.6 箱梁桥	134
2.6.1 概述	134
2.6.2 箱梁桥的结构分析	140
2.6.3 横隔板和截面变形	156
2.6.4 剪力滞后和有效宽度	163
2.6.5 设计计算例	168
2.6.6 各部分的设计	185

2.6.7 实桥介绍	211
2.7 双主梁桥	249
2.7.1 概述	249
2.7.2 构造和设计	252
译后记	266
参考文献	267

第二章 板 梁 桥

2.1 概 述^{1)~33)}

梁桥是一种用实腹梁作主要承重结构的桥梁形式，包括以下几种类型。图2.1(a)为板梁桥，它的桥面板支承在纵横梁构成的桥面系上，而横梁则支承在板式主梁上。钢筋混凝土桥面板和主梁结合的桥则叫结合梁桥。图2.1(f)所示的形式是将钢桥面板连接在主梁上，并和主梁共同作用，称为钢桥面板板梁桥。将具有较大抗弯刚度的分配荷载横梁与并列的主梁正交相连，构成格子状刚架结构的称作格子板梁桥。这种格子板梁桥中，如果主梁是工形梁，则称为格子工形板梁桥，如主梁为箱梁，则称为格子箱梁桥，如图2.1(b)所示。当主梁为箱梁时，一般均称作箱梁桥，有如图2.1(d)所示的单室箱梁和图2.1(e)所示的三室箱梁等型式。在箱梁桥中，又有结合箱梁桥和钢桥面板箱梁桥两种。此外，还有如图2.1(g)所示的具有开闭混合截面的板梁桥。

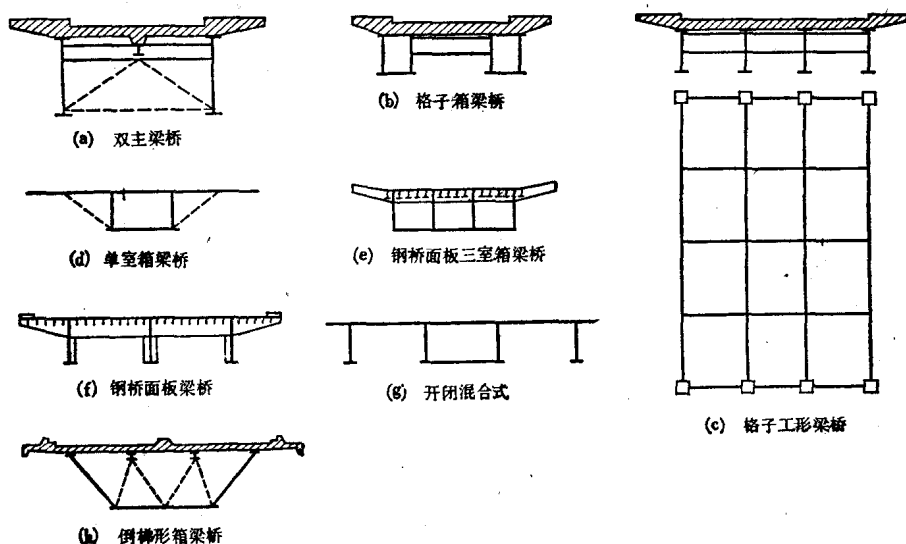


图2.1 梁桥的种类

图2.1(h)所示为一结合箱梁桥，它用钢筋混凝土桥面板作上翼缘，并与钢的腹板和下翼缘组成结合箱梁结构。

板梁桥是一种很早就被采用的桥梁型式。由于它比桁架等别的形式具有外形简单的特点，所以，它所需要的制造和架设费用都较低。譬如，在作施工设计时，由于上述特点，就可以采用自动或半自动焊接工艺。再有，就是油漆、检查等都比较简单，所以管理及维修费用也少。特别是箱梁结构，这些优点就更加突出。

板梁桥用作坡道桥时，可采用结合梁桥或钢桥面板梁桥的型式。这些桥梁结构中，由于令桥面板参与主梁的作用而使之具有主梁上翼缘的功能，所以，这种梁桥在力学方面来讲是

有利的。再者，钢桥面板梁桥和箱梁桥，由于其翼缘板宽而薄，可以在一定板厚的条件下变化板宽而随意改变翼缘的截面积，这样，就容易使设计更加合理。当然，为了防止上翼缘板本身丧失局部稳定，需要设置适当的加劲肋。

由于板梁桥是一种需同时承受弯曲和剪切的结构，所以从力学性能上来讲，板梁结构的力学效率比其他结构如悬索桥、拱桥、桁架桥等是稍差的。因此，尽量减小腹板厚度来减少用钢量的做法已成为一种世界性的倾向。当然，为了不使腹板承载力因此而急剧下降，需设置适当的纵横加劲肋。此外，由于采用极限设计法，利用了腹板弹性屈曲后相当大的承载力，这样，将板梁桥设计得更为经济的可能性就更加明显了。再有，可按照应力种类及其分布情况，在沿桥跨度方向的不同截面位置，采用不同的钢种；或者是翼缘与腹板采用不同的钢材，这样也可做到设计更加合理。当翼缘和腹板用不同钢材时，一般都是翼缘钢材较腹板钢材的强度高，这种梁称为异材梁 (Hybrid girder)。还有，可以变更梁高，使梁截面所具有的抵抗弯矩和抵抗剪力与弯矩和剪力沿梁长的变化相适应。这种变截面梁桥可以跨越较大的跨度。

板梁桥的历史是很悠久的。近代板梁桥时代是以第二次世界大战后，1948年在西德的 Kōln，将 Kōln-Deutz 桥重建成三跨连续板梁桥而开始的。这座桥如图 2.2 所示，跨度为 $132.13\text{m} + 184.45\text{m} + 120.73\text{m}$ 。它利用了战时被炸毁的旧悬索桥的桥墩，用同样长大的跨度跨越，为此，成为一个轰动当时桥梁界的壮举。这座桥的实质，在出现了广泛用于飞机结构上的薄壁闭合截面结构型式的所谓箱梁桥的新桥梁形式时，才被清楚地认识到。也就是，

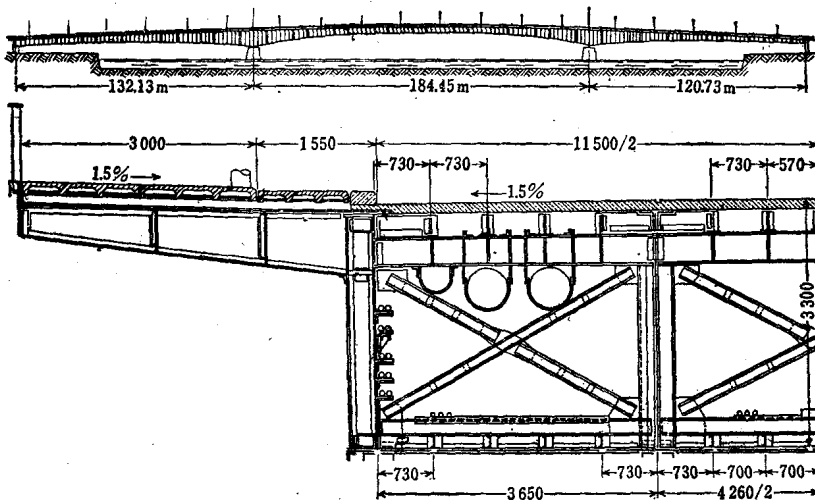


图2.2 Kōln-Deutz 桥

梁的截面是由两块很宽的上下翼缘板及两块腹板构成的箱形截面，而在上翼缘上铺设沥青兼作桥面板用。中间跨的跨中截面梁高为跨长的 $1/56$ ，十分纤细，而在中间墩上方梁高却增至 8m ，因此，截面变化是十分明显的。采用了这种新型式后，每平方米用钢量为 630kg ，约为旧桥的 $2/3$ ，可以说做到了轻型化。这用战前设计梁桥的理论是不可能做到的。

在此基础上，出现了结合梁形式，这就是将钢筋混凝土板作为主梁上翼缘，并与主梁共同工作。目前， 100m 以下的中小跨度大多用此种形式。

由于结合梁桥采用了重量较大的钢筋混凝土桥面板，因而，它所能达到的最大跨度也就随之下降。为了弥补这个缺点，出现了钢桥面板梁桥。图2.3所示的，用钢桥面板与箱梁结合

的Porta桥 (63.72m + 77.88m + 106.20m)，就是采用此种形式的早期桥梁。

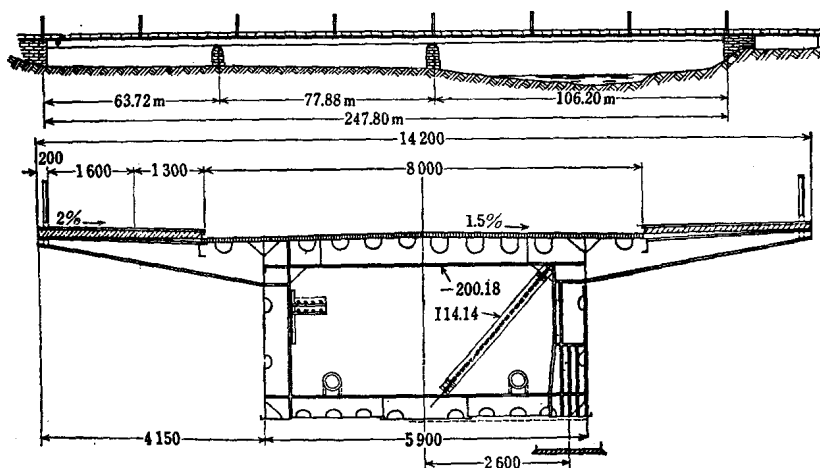


图2.3 Porta桥

在此之后,1956年西德的技术人员在贝尔格莱德架设了跨度为75m + 261m + 75m的Save桥。这座桥是在两个板梁上方设置钢桥面板而成的,它参与了主梁工作从而组成一个Π形截面的构造形式,并如图2.4所示那样,截面有着明显的变化,这种形式就称为双主梁桥,继之又架设了表2.1所列举的各个双主梁桥。双主梁桥的特点是(1)板梁在荷载作用下,腹板的应力状态是按三角形分布的,这样,在设计时对容许应力而言往往有相当大的数余量。因此,仅具有最低限度的两个腹板的双主梁桥在用钢量上,较之具有多腹板的多主梁桥就有相当大的节省。(2)双主梁桥的翼缘宽度小而厚,所以,容易根据弯矩分布来改变翼缘的截面积。(3)翼缘板不用设置加劲肋,而腹板加劲肋的总数也较少,所以总用钢量也较省。(4)双主梁桥的构件数,组成构件的零件数,构件种类,焊接长度,螺栓个数等都较少,构件形状也较简单,所以其优点是制造及架设费用都较低。由此可见,在板梁桥中,双主梁桥是实现长大、轻型以及经济化的最有前途的桥梁形式。

表2.1 有代表性的钢桥面板双主梁桥

桥 名	跨度划分[m]	桥宽[m]	总用钢量[t]	单位用钢量 [kg/m ²]
Kiefersfelden	165 + 165 = 330	29	4300	450
Grenzwald	65 + 100 + 2 × 120 + 125 + 2 × 120 + 100 + 65 = 935	30	8600	317
Sinn	60 + 80 + 5 × 110 + 80 = 770	30	6200	268
Hochheim	83 + 150 + 83 = 316	24.5	2700	348
Sinzing	3 × 90 + 95 + 100 + 105 + 115 + 130 + 115 = 930	28.5	8400	317
Schierstein(2)	85 + 205 + 85 = 375	25.0	3280	350
Schierstein(1)	70 + 170 + 70 = 310	25.0	2320	300
Haseltal	76.2 + 101.6 × 5 + 76.2 = 660.4	29.0	4735	248
新十三大桥	$\begin{cases} 90 + 90 + 89.5 \\ 89.5 + 90 + 89.5 \\ 89.5 + 81 + 81 \end{cases}$	18.2	$\begin{cases} 1457 \\ 1456 \\ 1338 \end{cases}$	$\begin{cases} 296 \\ 296 \\ 291 \end{cases}$
St. Alban	57.5 + 135 + 57.5 = 250	22	$\begin{cases} \text{St.52-1492} \\ \text{St.37-425} \\ \text{铸钢-15} \end{cases}$	350
Krems	84 + 120 + 168 + 84 = 456	24.3	约3500	315

当跨度较短,桥宽较大,桥面呈正方形或长方形时,可用图2.5所示的结构。即将数根梁

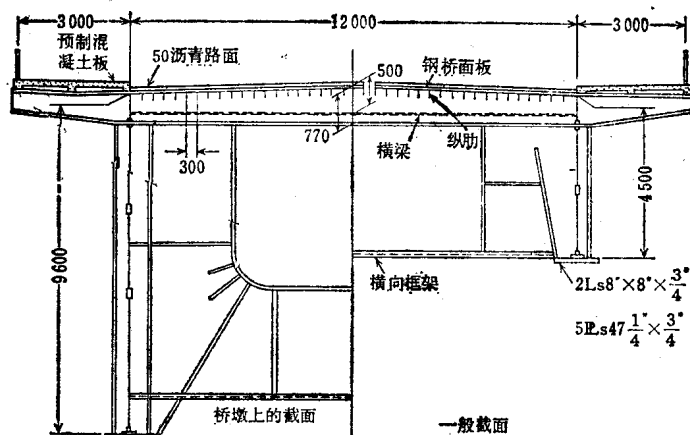


图2.4 Save桥

高较小的工形梁并列布置，并和与之正交的分配荷载横梁连结成为一种格子状框架。具有这种构造的桥称为格子梁桥。图2.5(a)是主梁为简支工形梁的简支格子工形梁桥；图2.5(b)是主梁为连续工形梁的连续格子工形梁桥；图2.5(c)是主梁为简支箱梁的简支格子箱梁桥；图2.5(d)为变截面连续格子工形梁桥。

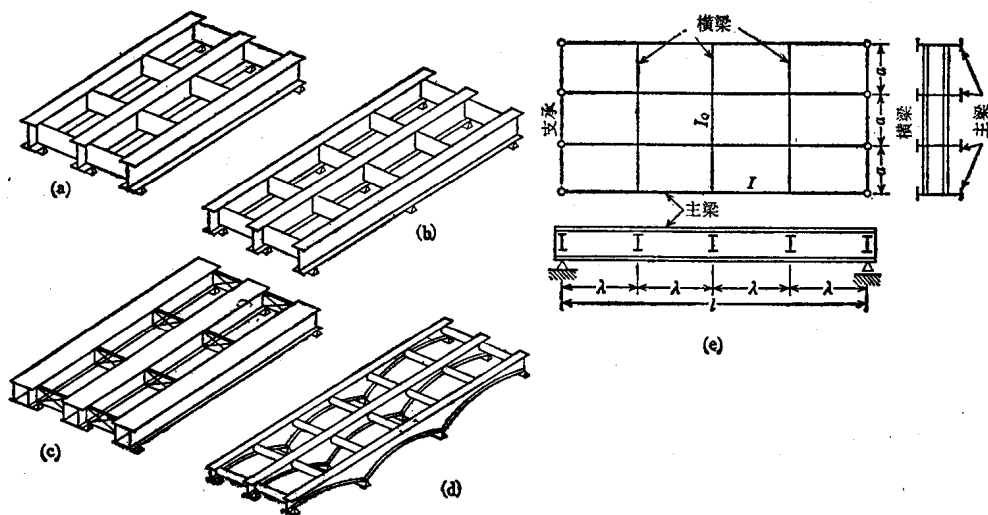


图2.5 格子梁桥

将上述格子梁和钢筋混凝土桥面板结合起来，使桥面板和主梁共同作用的结构则称之为结合格子梁桥。

在这种格子梁桥中，作用在桥面板上的活载，将由主梁和横梁的空间共同作用而被传递到整个框架上去，因此，在一个很大的范围内都将产生应力。如图2.6所示，在格子梁的主梁 a 上作用有一单位集中荷载，由于主梁与横梁刚性连结，而横梁又具有相当大的抗弯刚度，它将起着连续梁的作用，这样，格子梁就整体地产生变形，不但主梁 a 产生挠曲，其他主梁 b, c, d 也产生挠曲，也就是说主梁 b, c, d 上也分配有荷载，这就降低了主梁 a 所需承担的荷载值，从受力来看这是有利的。这种荷载分配作用将随由(2.1)式所决定的 z 值的增大而加强。 z 值表示格子抗弯刚度。这个特性可从图2.6(b), (c)所示的主梁 a 与 b 分配荷载的横向影响线明显的看出来。

$$z = \left(\frac{l}{2a} \right)^3 \frac{I_0}{I} \quad (2.1)$$

式中, l 为主梁跨长, a 为主梁间距, I_0 、 I 分别为横梁及主梁的惯矩。

表2.2中列举了主跨长度在 70m 以上的有代表性的板梁桥。

一般来讲,在现代技术水平条件下,达到90 m级的结合板梁桥是经济的也是可行的。超过这个跨度后,由于自重的急剧增加,主梁和桥面板的轻型化就成为很重要的了。因此,当跨度在100m以上时,宜采用具有薄壁结构的钢桥面板箱梁桥和钢桥面板双主梁桥。目前,这些形式的最大跨度桥梁是 Save 桥,跨长为261m,用钢量是同一跨长的旧悬索桥的55%,因此,它的轻巧和美观实堪赞许!此外,在 Köln, 还有一座 Zoo 桥,跨长为259 m, 新西兰的 Auckland Harbour 桥跨长是243.8m, 美国的 San-Mateo 桥跨长是228.6m, Düsseldorf 的 Düsseldorf-Neuss 桥跨长是 205m, 这五座桥可以说是世界上五个跨度最大的板梁桥。日本大阪市的千本松大桥 (3 跨连续钢桥面板箱梁桥) 跨度 95 + 150 + 77.5 m (1973) 是目前日本已有板梁桥达到的最大跨度; 正在施工中的神戸市第一摩耶大桥是 75 + 210 + 75m。

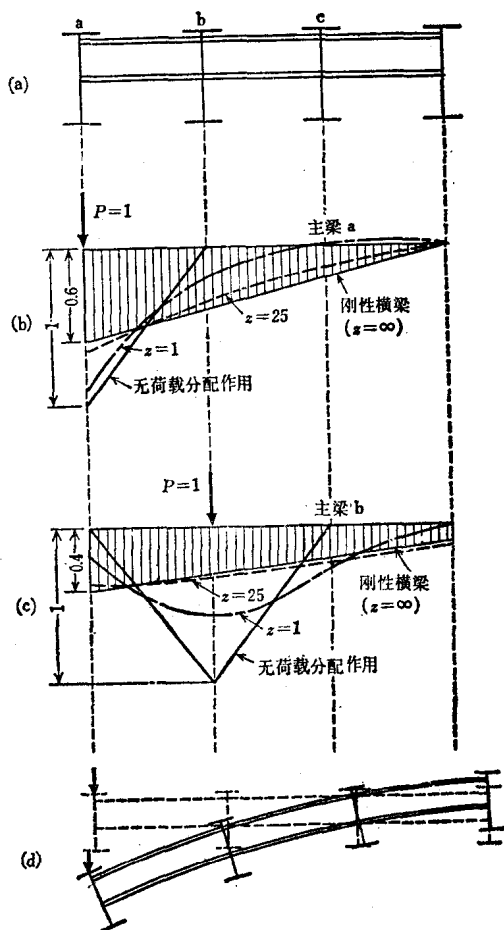
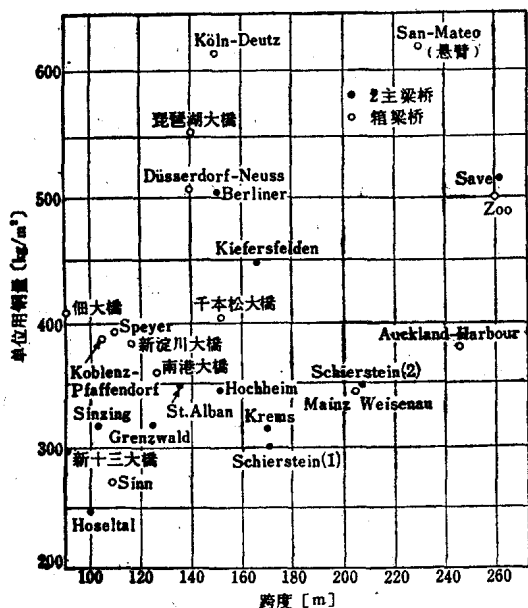
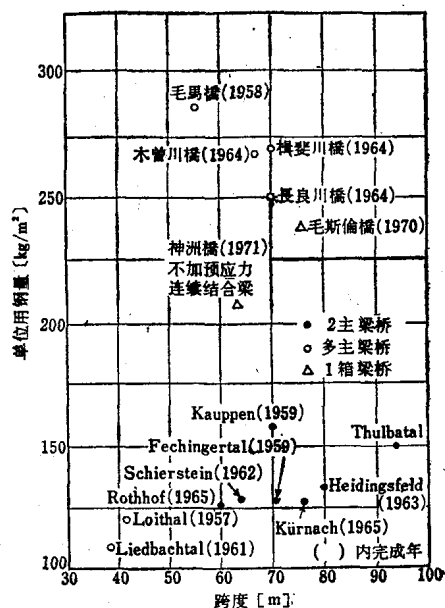


图2.6 格子梁的分配荷载作用



(a) 钢桥面板梁桥



(b) 连续结合梁桥

图2.7 梁桥的用钢量

表2.2 有代表性的板梁桥

桥名	形式	跨度	划分	有效桥宽 [m]	总用钢量 [t]	单位用钢量 (kg/m ²)
Zoo-brücke	钢桥面板双箱梁桥	73.5 + 259.0 + 144.5 + 119.7		2.50 + 28.0 + 2.50 = 33.0	10000	508
La Louvière Bridge	多主梁板梁桥	50.0 + 109.0 + 50.0		1.70 + 41.1585 + 1.70 = 44.5585	2420	260
Donaubridge	钢桥面板双主梁板梁桥	90.0 + 90.0 + 90.0 + 95.0 + 100.0 + 105.0 + 115.0 + 130.0 + 115.0		1.50 + 11.5 + 1.25 = 14.25	8400	634
Rheinbrücke Wiesbaden-Schierstein-Grosse Strombrücke	钢桥面板双主梁板梁桥	85.0 + 205.0 + 85.0		2.75 + 20.0 + 2.75 = 25.5	3347	350
Rheinbrücke Wiesbaden-Schierstein-kleine Strombrücke	钢桥面板双主梁板梁桥	70.0 + 170.0 + 70.0		2.75 + 20.0 + 2.75 = 25.5	2372	300
Rheinbrücke Wiesbaden-Schierstein-Flutbrücke	双主梁板梁桥	70.0		2.75 + 20.0 + 2.75 = 25.5	232	130
Grenzwaldbücke	钢桥面板双主梁板梁桥	65.0 + 100.0 + 120.0 + 120.0 + 125.0 + 120.0 + 120.0 + 100.0 + 65.0		1.50 + 27.0 + 1.50 = 30.0	8600	307
Sinnbrücke	钢桥面板双主梁板梁桥	60.0 + 80.0 + 5@110.0 + 80.0		1.50 + 27.0 + 1.50 = 30.0	6200	268
Rheinbrücke Neuenburg	双主梁结合板梁桥	73.0 + 73.0 + 73.0		0.50 + 6.0 + 2.25 = 8.75	348	182
Rheinbrücke Breisach	钢桥面板倒梯形单箱梁桥	73.0 + 73.0 + 73.0 + 63.8		1.50 + 8.5 + 1.50 = 11.5	964	297
Weserbrücke Porta	钢桥面板单箱梁桥	63.72 + 77.88 + 106.2		2.90 + 8.0 + 2.90 = 13.8	884	258
新 十 三 大 桥	钢桥面板双主梁板梁桥	(1)90 + 90 + 89.5 (2)89.5 + 90 + 89.5 (3)89.5 + 81 + 81		2.35 + 13.5 + 2.35 = 18.2	(1)1457 (2)1456 (3)1338	(1)296 (2)296 (3)291
新 淀 川 大 桥	钢桥面板单箱梁桥	57.5 + 115 + 57.5		1.5 + 14.5 = 16	1415	383
干 本 松 大 桥	钢桥面板单箱梁桥	95 + 150 + 77.5		2.25 + 7.5 = 9.75	1330	404
南 港 大 桥	钢桥面板悬臂单箱梁桥	75 + 125 + 75		2.5 + 13.5 = 16	1589	360
Auckland Harbour	钢桥面板单箱梁桥	176.8 + 243.8 + 177.2 + 124.0 + 114.3 + 103.4 + 114.3 + 42.4		平均 10 + 10 = 20	9620	440
Kurpfalz	钢桥面板多主梁板梁桥	56.1 + 74.8 + 56.1		3.5 + 1.65 + 17.7 + 1.65 + 3.5 = 28	2005	383

图2.7(a)和(b)表示钢桥面板梁桥及连续结合梁桥的相应于各种跨长的单位用钢量。从图中可以了解这些桥式的适用跨度³³⁾。各种板梁桥的适用跨度示于图2.8。

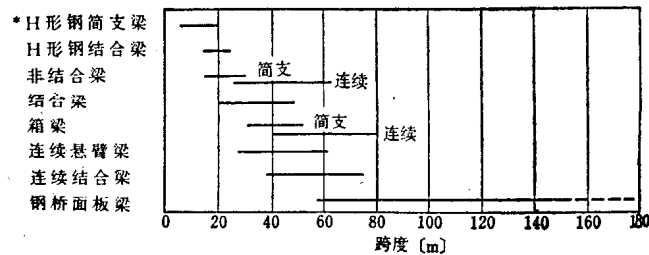


图2.8 日本各种板梁桥的适用跨度

2.2 板 梁 桥^{1)~33)}

2.2.1 截面组成

(1) 腹板高的决定

简支板梁桥：SS41级钢 $h = l/10 \sim l/15$ (l ：跨长)

连续板梁桥：SS41级钢 $h = l/25$

对于SM50级等高强度钢材，梁高可取稍大的值。

(2) 腹板厚的拟定

按照公路桥规范Ⅱ钢桥篇8.4或建筑物设计标准（铁路钢桥）8.3的规定，由腹板宽 b 及钢种决定腹板厚度。

(3) 翼缘尺寸

翼缘厚度一般采用50mm以下。但是，当只用一块翼缘板和腹板焊连时，厚度应在30mm以下。

为了不至产生扭转屈曲，公路桥梁规范Ⅱ3.2.2或建筑物设计标准（铁路钢桥）8.1中，规定翼缘宽 b 采用以下各值。一般来讲，为了不至产生扭转屈曲，受压翼缘宽度 b 应比受拉翼缘稍宽一些， $b = l/25 \sim l/60$ ，但考虑到应尽量减小焊接变形，限制 $b = (0.2 \sim 0.45)h \leq 600\text{mm}$ 。例如，跨长 $l = 22\text{m}$ 时， $h = l/12.5 = 22/12.5 \approx 1.76\text{m}$ ， $b = l/40 = 22/40 \approx 0.55\text{m}$ ，那么， $b/h = 0.55/1.76 = 0.312$ ，也就是在上述范围内。如果用SS41级钢，翼缘板厚 $t_f = b/26 = 550/26 \approx 22\text{mm}$ ，腹板厚 $t_w = h/152 = 1760/152 \approx 12\text{mm}$ 。

(4) 用两块翼缘板的情况

在设计板梁的截面时，都是根据弯矩的分布来决定所应具有抵抗弯矩的。所以，为满足所要求的抵抗弯矩，翼缘就用一块或者两块板叠合而成。当翼缘用二块板时，必须根据公路桥规范Ⅱ8.3.3的规定去决定翼缘板和贴角焊缝的尺寸。上盖板的宽度应在其25倍厚度以下。下盖板比上盖板宽出的 b' 值（见图2.9所示），必须满足贴角焊接所需的足够悬出宽度，规定 $b' \geq 2.4a + 15\text{mm}$ 。其中 a 为两层盖板间贴角焊缝的计算厚度。

(5) 翼缘板和腹板的焊接（T形连接）

焊接板梁截面的构造和焊接方法有下列三种。

*译注：H形钢即宽翼缘工字钢

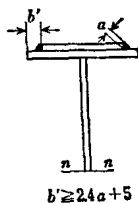


图2.9 用二块翼缘板的情况
($n-n$: 中性轴)

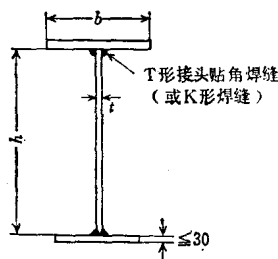


图2.10 截面组成形式a

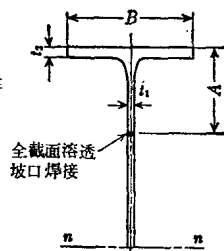


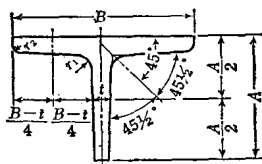
图2.11 T形钢 (或CT形钢)
和腹板焊接组成的组合截面
($n-n$: 中性轴)

a. **用板材作翼缘。**日本一般采用的形式如图2.10所示。T形接头采用K形焊接连结可靠，应力流也可匀顺通过。但如果焊接有缺陷，要注意因为裂缝扩张将贯通颈部全长而会导致完全破坏。在K形焊接处因为剪应力和正应力同时作用，所以需要根据公路桥规范Ⅱ4.2.8作换算应力的检算。

b. **用T形钢或CT形钢和腹板焊连成组合截面。**图2.11所示为用T形钢或CT形钢作上、下翼缘，将腹板夹在中间，用全断面溶透开坡口焊接 (V形或X形) 焊成的截面形式。由于焊接处距应力值大的边缘部分相当远，所以这种形式比较合理。表2.3列举了T形钢规格，表2.4列举了CT形钢的规格。

表2.3 T形钢的各种尺寸

JISG3192-1959 (型钢的形状、尺寸和重量) (旧JIS) 型

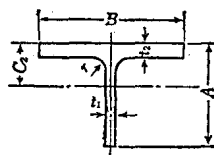


尺 寸 [mm]				截 面 积 [cm ²]	单 位 重 量 [kg/m]
$B \times A$	t	r_1	r_2		
40 × 40	6	5	3.5	4.474	3.51
50 × 50	8	6.3	4.4	7.413	5.82
75 × 75	9.5	7.6	5.3	13.41	10.5
100 × 75	9.5	8.2	5.7	15.81	12.4
120 × 60	9.5	7.6	5.3	16.28	12.8
125 × 100	12.5	9.5	6.6	26.66	20.9
150 × 100	12.5	10.8	7.5	29.84	23.4

c. **用特殊型钢作翼缘。**在西德，为了使翼缘和腹板间的应力流能匀顺通过，采用了如图2.12所示的特殊型钢作为翼缘。图2.12(a)采用Dörnen的带肋型钢，其最大长度为50m，最大重量为9.5t。这种形式的翼缘宽 $b=250\sim800\text{mm}$ ，翼缘厚 $t_2=15\sim60\text{mm}$ (如果钢材是St52则只可达50mm)。它和腹板是用全断面溶透开坡口焊接 (X形) 的。图2.12(b)采用Union系的Nasen截面，其最大长度为33m，最大重量约6t。这种翼缘宽 $b=250\sim600\text{mm}$ ，翼缘厚 $t_2=10\sim55\text{mm}$ 。它和腹板连接的形式是这样的，为了使翼缘和腹板便于组装，将腹

* 译注：CT形钢为H形钢从中部切断而成的型钢

表2.4 CT形钢的各种尺寸



规格 [mm]	尺寸 [mm]	截面积 [cm ²]	单位重量 [kg/m]	截面惯性矩 [cm ⁴]		回转半径 [cm]		截面抵抗矩 [cm ³]		重心 C _x [cm]
	$A \times B \times t_1 \times t_2 \times r$			I_x	I_y	i_x	i_y	Z_x	Z_y	
100 × 50	50 × 50 × 4 × 6 × 7	4.970	3.90	9.91	6.30	1.41	1.13	2.61	2.52	1.20
	50 × 50 × 5 × 7 × 8	5.925	4.65	11.8	7.39	1.41	1.12	3.18	2.96	1.28
100 × 100	50 × 100 × 6 × 8 × 10	10.95	8.60	16.1	66.9	1.21	2.47	4.03	13.4	1.00
125 × 60	62.5 × 60 × 4.5 × 6.5 × 8	6.695	5.26	21.8	11.8	1.81	1.33	4.61	4.93	1.52
	62.5 × 60 × 6 × 8 × 9	8.418	6.61	27.5	14.6	1.81	1.32	5.96	4.86	1.64
125 × 125	62.5 × 125 × 6.5 × 9 × 10	15.16	11.9	35.0	14.7	1.52	3.11	6.91	23.5	1.19
150 × 75	74 × 74 × 5 × 8 × 9	9.568	7.51	41.5	27.1	2.08	1.68	7.28	7.33	1.70
	75 × 75 × 6 × 9 × 9	11.06	8.68	50.1	31.9	2.13	1.70	8.81	8.50	1.81
150 × 100	73 × 99 × 5 × 8 × 11	11.69	9.18	42.7	64.9	1.91	2.36	7.29	13.1	1.44
	74 × 100 × 6 × 9 × 11	13.42	10.5	51.7	75.3	1.96	2.37	8.84	15.1	1.55
	76 × 101 × 7 × 11 × 11	16.18	12.7	63.8	94.7	1.99	2.42	10.7	18.8	1.64
	78 × 102 × 8 × 13 × 11	18.98	14.9	77.0	115	2.01	2.47	12.4	22.6	1.74
150 × 150	75 × 150 × 7 × 10 × 11	20.07	15.8	66.4	282	1.82	3.75	10.8	37.6	1.37
	77 × 151 × 8 × 12 × 11	23.84	18.7	80.4	345	1.84	3.80	12.9	45.7	1.46
	79 × 152 × 9 × 14 × 11	27.65	21.7	95.7	410	1.86	3.85	15.1	54.0	1.55
175 × 90	86.5 × 89 × 5 × 8 × 9	11.39	8.94	68.2	47.1	2.45	2.03	10.1	10.6	1.91
	87.5 × 90 × 6 × 9 × 9	13.16	10.3	82.1	54.9	2.50	2.04	12.2	12.2	2.03
175 × 125	83.5 × 124 × 4.5 × 7 × 12	12.74	10.0	60.3	111	2.18	2.96	8.82	18.0	1.51
	84.5 × 125 × 5.5 × 8 × 12	14.83	11.6	74.1	131	2.24	2.97	10.9	10.9	1.63
	86.5 × 126 × 6.5 × 10 × 12	18.19	14.3	92.1	167	2.25	3.03	13.3	26.5	1.71
	87.5 × 126 × 6.5 × 11 × 12	19.45	15.3	95.8	184	2.22	3.07	13.6	29.2	1.69
175 × 175	85.5 × 174 × 6 × 9 × 12	20.87	16.4	88.4	395	2.06	4.35	12.4	45.5	1.41
	87.5 × 175 × 7.5 × 11 × 12	25.61	20.1	115	492	2.12	4.38	15.9	56.2	1.55
	89.5 × 176 × 8.5 × 13 × 12	30.00	23.6	136	591	2.13	4.44	18.7	67.2	1.64
	91.5 × 177 × 9.5 × 15 × 12	34.44	27.0	160	694	2.15	4.49	21.6	78.4	1.74
200 × 100	95 × 99 × 4.5 × 7 × 11	11.59	9.10	93.8	56.8	2.84	2.21	12.1	11.5	2.14
	100 × 100 × 5.5 × 8 × 11	13.58	10.7	114	67.0	2.90	2.22	14.8	13.4	2.29
	102 × 101 × 6.5 × 10 × 11	16.60	13.0	142	86.2	2.92	2.28	18.0	17.1	2.36
	103 × 101 × 6.5 × 11 × 11	17.61	13.8	147	94.7	2.89	2.32	18.4	18.8	2.32
200 × 150	96 × 149 × 5 × 8 × 13	17.05	13.4	103	221	2.46	3.60	13.0	29.6	1.67
	97 × 150 × 6 × 9 × 13	19.51	15.3	125	254	2.53	3.61	15.8	33.8	1.79
	99 × 151 × 7 × 11 × 13	23.50	18.4	152	316	2.54	3.67	18.9	41.9	1.87
	100 × 151 × 7 × 12 × 13	25.01	19.6	157	345	2.51	3.71	19.3	45.7	1.86

表2.4 (续一)

规格 [mm]	尺寸 [mm] $A \times B \times t_1 \times t_2 \times r$	截面积 [cm ²]	单位重量 [kg/m]	截面惯性矩 [cm ⁴]		回转半径[cm]		截面模量[cm ³]		重心 C_x [cm]
				I_x	I_y	i_x	i_y	Z_x	Z_y	
200 × 200	98 × 199 × 6.5 × 10 × 13	26.35	20.7	145	657	2.35	4.99	17.7	66.1	1.59
	100 × 200 × 8 × 12 × 13	31.77	24.9	184	801	2.41	5.02	22.3	80.1	1.73
	102 × 201 × 9 × 14 × 13	36.79	28.9	217	948	2.43	5.08	25.8	94.3	1.82
	104 × 202 × 10 × 16 × 13	41.81	32.8	251	1100	2.45	5.13	29.5	109	1.91
	100 × 204 × 12 × 12 × 13	35.77	28.1	256	851	2.67	4.88	32.4	83.4	2.09
250 × 125	124 × 124 × 5 × 8 × 12	16.34	12.8	208	127	3.57	2.79	21.3	20.5	2.63
	125 × 125 × 6 × 9 × 12	18.83	14.8	248	147	3.63	2.79	25.6	23.5	2.78
	127 × 126 × 7 × 11 × 12	22.60	17.7	300	184	3.65	2.85	30.5	29.2	2.85
	128 × 126 × 7 × 12 × 12	23.86	18.7	310	200	3.31	2.90	31.0	31.8	2.80
250 × 175	120 × 174 × 6 × 9 × 16	23.42	18.4	239	396	3.19	4.11	24.3	45.5	2.19
	122 × 175 × 7 × 11 × 16	28.12	22.1	289	492	3.20	4.18	29.1	56.3	2.27
	124 × 176 × 8 × 13 × 16	32.86	25.8	341	592	3.22	4.24	34.0	67.2	2.36
	126 × 177 × 9 × 15 × 16	37.64	29.5	396	694	3.24	4.29	39.1	78.5	2.45
250 × 250	124 × 249 × 8 × 13 × 16	42.35	33.2	364	1670	2.93	6.29	34.9	134	1.98
	125 × 250 × 9 × 14 × 16	46.09	36.2	412	1820	2.99	6.29	39.5	146	2.08
	127 × 251 × 10 × 16 × 16	52.36	41.1	473	2110	3.01	6.35	45.0	168	2.17
	130 × 253 × 12 × 19 × 16	62.49	49.1	592	2570	3.08	6.41	55.6	203	2.36
	122 × 252 × 11 × 11 × 16	41.03	32.2	445	1470	3.29	5.98	45.3	117	2.39
	125 × 255 × 14 × 14 × 16	52.34	41.1	589	1940	3.36	6.09	59.4	152	2.58
300 × 150	149 × 149 × 5.5 × 8 × 13	20.40	16.0	393	221	4.39	3.29	33.8	29.7	3.26
	150 × 150 × 6.5 × 9 × 13	23.39	18.4	464	254	4.45	3.29	40.0	33.8	3.41
	152 × 150 × 6.5 × 11 × 13	26.39	20.7	496	310	4.34	3.43	41.4	41.3	3.21
	153 × 151 × 7.5 × 12 × 13	29.42	23.1	571	345	4.40	3.42	47.9	45.7	3.37
300 × 200	145 × 199 × 7 × 10 × 18	30.74	24.1	485	658	3.97	4.63	41.3	66.1	2.77
	147 × 200 × 8 × 12 × 18	36.19	28.4	572	802	3.97	4.71	48.2	80.2	2.83
	149 × 201 × 9 × 14 × 18	41.68	32.7	662	949	3.99	4.77	55.2	94.4	2.91
	152 × 202 × 10 × 17 × 18	49.23	38.6	774	1170	3.96	4.87	63.3	116	2.97
300 × 300	149 × 299 × 9 × 14 × 18	55.40	43.5	715	3120	3.59	7.51	57.0	209	2.36
	150 × 300 × 10 × 15 × 18	59.89	47.0	798	3380	3.65	7.51	63.7	225	2.47
	152 × 301 × 11 × 17 × 18	67.41	52.9	903	3870	3.66	7.57	71.4	257	2.55
	155 × 303 × 13 × 20 × 18	79.54	62.4	1100	4640	3.73	7.64	86.5	306	2.73
	147 × 302 × 12 × 12 × 18	53.83	42.3	858	2760	3.99	7.16	72.3	183	2.84
	150 × 305 × 15 × 15 × 18	67.39	52.9	4110	3550	4.05	7.26	92.5	233	3.03
350 × 175	173 × 174 × 6 × 9 × 14	26.34	20.7	679	396	5.08	3.88	50.0	45.5	3.71
	175 × 175 × 7 × 11 × 14	31.57	24.8	815	492	5.08	3.95	59.3	56.2	3.75
	177 × 176 × 8 × 13 × 14	36.84	28.9	955	591	5.09	4.01	68.8	67.2	3.82
	179 × 177 × 9 × 15 × 14	42.15	33.1	1100	694	5.11	4.06	78.6	78.4	3.91
350 × 250	168 × 249 × 8 × 12 × 20	44.08	34.6	881	1540	4.47	5.92	64.0	124	3.02
	170 × 250 × 9 × 14 × 20	50.76	39.8	1020	1830	4.48	6.00	73.1	146	3.09
	173 × 251 × 10 × 17 × 20	59.99	47.1	1180	2240	4.44	6.11	83.6	179	3.14
	175 × 253 × 12 × 19 × 20	68.51	53.8	1430	2570	4.57	6.12	91	203	3.38