

日 本 土 木 工 程 手 册

梁 桥

中 国 铁 道 出 版 社

日 本 土 木 工 程 手 册

桥 梁

【日】主 审 田 島 二 郎 (本州四国連絡桥公团)

干 事 太 田 实 (建设省)

执笔者 青 木 重 雄 (東京都)

阿 部 英 彦 (日本国有铁道)

安 藤 慎 一 (日本道路公团)

太 田 实 (建设省)

大 塚 昭 夫 (首都高速道路公团)

国 広 哲 男 (建设省)

小 寺 重 郎 (八千代工程公司)

佐佐木道夫 (新日本技研)

田 島 二 郎 (本州四国連絡桥公团)

津 野 和 男 (首都高速道路公团)

成 瀬 輝 男 (石川島播磨重工業)

西 田 繁 一 (大橋设计中心)

堀井健一郎 (早稻田大学)

顾发祥 田庆丰 译

劳远昌 校

中 国 铁 道 出 版 社

内 容 简 介

本书译自日本土木工程手册（1974年第三版）的第21篇，介绍日本铁路桥及公路桥的荷载，各种钢桥、混凝土桥、预应力混凝土桥、结合梁桥的构造及关键性细节和施工要点。还有关于桥梁养护维修方面的概况介绍。

本书内容丰富实用，可供从事公路、铁路桥梁设计、施工、养护方面的工程技术人员以及高等院校桥梁专业的师生参考。

日本土木工程手册

桥 梁

〔日〕田岛二郎等编

顾发祥 田庆丰 译

劳远昌 校

中国铁道出版社出版

责任编辑 王能远

封面设计 王毓平

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张：8.625 字数：217 千

1984年7月第1版 1984年7月第1次印刷

印数：0001—7,500册 定价：1.35元

出版者的话

从事各项工作的工程技术人员，都希望能得到一部内容较丰富而又切合实用的手册。

这些年来，我们在积极组织编写和出版有关铁路工程设计和施工技术手册的同时，征求一些国内专家对手册类工具书的意见。1979年中国土木工程学会桥梁及结构工程学会开会期间，经同济大学李国豪校长推荐，认为日本土木学会主编的1974年修订出版的土木工程手册，在内容上有其特色，它反映了现代科学技术的新成就，加强了基础理论方面的内容。为此，根据我国情况及我社的出版能力，决定选译其中的应用数学、材料力学、结构力学、土力学、水力学和水文学、混凝土、钢筋混凝土结构、钢结构、基础及挡土结构、桥梁、隧道等十一篇，作为十一个分册出版，供我国广大土木工程人员参考。

在各分册的翻译过程中，承陈英俊教授热心指导及各位参加译校同志的共同努力，提高了译文质量，我们在此深表感谢。

目 录

第1章 总 论	1
1.1 概 述	1
1.2 规范、标准等	9
1.3 建筑限界、桥宽组成等	13
1.4 荷 载	13
1.5 材 料	28
1.6 容许应力和荷载系数	32
1.7 挠度限制	42
第2章 桥面系构造	45
2.1 桥面系构造的种类	45
2.2 就地灌筑的 RC 桥面板	46
2.3 预制桥面板	52
2.4 钢桥面板	54
2.5 其它桥面板	58
2.6 铁路桥上的轨道构造	63
2.7 桥面系	67
第3章 上部主结构	70
3.1 钢结构	70
3.2 结合式结构	123
3.3 RC结构	138
3.4 PC结构	159
3.5 圬工拱	179
第4章 下部结构	184
4.1 概 述	184

4.2 桥 台	187
4.3 桥 墩	198
第 5 章 支座及附属设备	209
5.1 支 座	209
5.2 伸缩装置	222
5.3 其它附属设备	228
第 6 章 维修、管理、改善、加固等	236
6.1 公路桥	236
6.2 铁路桥	250
参考文献	267

第 1 章 总 论

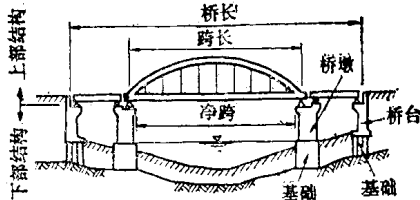
1.1 概 述

1.1.1 桥梁的定义、名称

桥梁是与河流、山谷、海峡、湖沼或交通线（公路、铁路、运河）等横交，并在其下方留出空间而建造的实用通道，以及支承此通道的结构物的总称。再者，近年来为了避免各种不同的交通线路的平面交叉，将其中之一的路面抬高，使其连续形成高架桥。由于建设用地的关系，在繁华市区也正在逐渐更多地采取在河流中或公路上连续地建桥的形式。

桥梁一般由上部结构（或称上部工程）与下部结构（或称下部工程）两部分组成。上部结构是指直接承受交通车辆荷载的桥梁部分而言，下部结构则为支承此桥梁的桥台、桥墩和基础工程的总称。

沿一座桥梁长度方向的支座中心点之间的距离称为跨度，桥台间或桥台与相邻桥墩间、或两相邻桥墩正面之间的距离称为净跨，后者一词最近几乎已不再使用。上部结构的全长称为桥长，一般以胸墙正面间的距离来表示。因此，桥长为各孔跨长的合计与各梁端之间的距离之和 *



图—1.1 桥梁的各部名称

上部结构由下列部分组成：直接支承车行道（公路路面，铁路的轨道等）的桥面系，支承桥面系、并形成桥梁主体的主梁，连接主梁并保持桥梁的刚性而且抵抗风、地震及其它侧向力的纵

向联结系与横联，位于桥台与桥墩之上支承主梁的支座，以及车行道的伸缩装置、栏杆、排水设备、检查设备、照明等附属设备。还有，由主梁直接支承车行道而不设置桥面系的型式，作为桥面系的钢桥面板与主梁形成一体并起主梁作用的型式等也经常采用。

组成上部结构的构件，一般可区分为主要构件、次要构件和其它构件。主要构件为组成桥面系、主梁的构件及其连接构件；次要构件为纵向联结系、横联、加劲杆、横隔板等，以及次要构件相互之间或次要构件与主要构件的连接构件。还有，桁架杆件应力方向的加劲杆、为了分配活荷载的横联（分配荷载的横梁）等也属于主要构件。

下部结构由桥台、桥墩与基础组成，也有基础直接向上延伸而支承桥梁的结构，或基础上方的墩台与桥梁形成一体的结构，还有上部结构、下部结构或基础等区别并不明显的情况。

1.1.2 桥梁的分类

a. 按用途分类 可分为公路桥、铁路桥、渡槽、管道桥等。公路桥中也包括仅通过行人的人行桥。管道桥为支承水、石油、煤气等管道的桥，渡槽有管道与槽型渠两种，还有建成为供上述用途两种以上的多用桥。

b. 按使用材料分类 可分为以木材为主要材料的木桥，以石、砖等为主要材料的圬工桥，钢筋混凝土（RC）、预应力混凝土（PC）、钢筋钢筋混凝土（SRC）、无筋混凝土等的混凝土桥，以钢材为主要材料的钢桥，以高强度铝合金为主要材料的轻合金桥等。还有使钢主梁与混凝土桥面板结合在一起的或将H形梁包上混凝土设法使二者起整体作用的结合梁。

c. 按主梁形式分类 主梁可大致分为主要由抵抗弯矩及剪力的构件组成的板梁（钢梁的情况）或梁结构，由承受轴向拉力或压力的构件组合而成的桁架结构。在拱桥中，即使是板梁形式的主梁也承受轴向力。

还有，在板梁形式中有I形梁及箱形梁，在结合梁中，也有

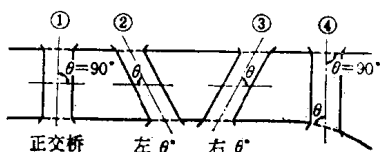
把钢梁作成U形，上加混凝土桥面板使梁成为箱形的。

d. 按支承条件分类 可大致分为外力静定的简支梁桥、悬臂梁桥（铰接连续梁）与外力超静定连续梁、拱、刚构等。还有在拱桥中把支点部分用系杆连接起来的系杆拱，虽为超静定结构，但对外力为静定的。

此外，有由缆索将主梁（加劲梁）吊起的悬索桥和从斜方向在几处吊起的斜拉桥。还有用浮箱支承在水上的浮桥。

e. 按桥梁活动与否分类 一般说来，桥梁固然会有由于活荷载、温度等因素而伸缩等情况，但就其位置而言，毕竟还有不怎么移动的固定点（即固定桥）。不过，为了给船隻通航足够的净空，也有将主梁作为可动的活动桥。这些桥分为平旋桥、升降桥、竖旋桥等。也有由岸墙架越到联络船作为船车联系的活动桥。

f. 按角度分类 桥梁当其纵向轴线（桥轴）与连接梁一端的二支座直线所形成的角度呈直角时称为正交桥（直角桥），呈斜角时称斜桥。如图—1.2所示，立于河岸一侧观看桥梁，偏右时称为右斜角几度，偏左时称为左斜角几度，角度以图中的 θ 表示。也有如图中之④所示，一端为直角、另一端为斜角或两端斜角不同的斜桥。

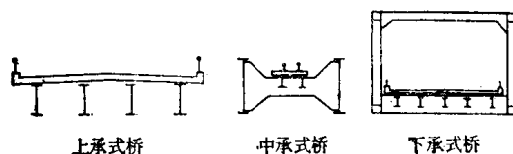


图—1.2 桥梁的角度

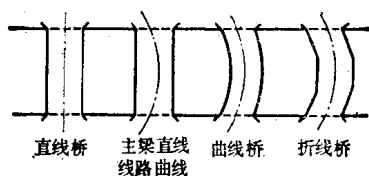
g. 按路面位置分类 路面或轨道面设于主梁上部时称为上承式桥（上承式梁），设于主梁下部时称为下承式桥（下承式梁），设于中间时称为中承式桥（半穿式梁）（图—1.3）。

h. 按主梁曲直分类 主梁在平面上看，构成直线的称为直线桥，构成曲线的称为曲线桥。不过，也有线路虽为曲线，仍把梁做成直线的。在铁路桥上，由于线路的曲线半径较大，线路虽为曲线，主梁多取直线，这种情况日本国营铁路也称之为曲线梁（我国也有此习惯叫法，应理解为“曲线上的梁”——译注）。至于曲线桥，又有将主梁作成平滑曲线的和沿着曲线在几处弯折

的折线桥。折线桥中有在跨中央弯折的，以及在连续梁、悬臂梁等中仅在支点上弯折的（图—1.4）。



图—1.3 路面的位置



图—1.4 桥的曲直

1.1.3 桥梁计划的基本点

建桥计划，要立足于既具有相应于其使用目的所需的强度与耐久性，又在所需期限内经济地、安全地建成适应环境的桥梁。

桥梁应承担多大的交通容量，即公路路面宽度或车行道数目、铁路的轨道股数，多由该桥的线路计划来确定。必要时，也有在梁部应预先考虑将来扩宽或增加容量（选定能够增设车道的路面宽度等）的情况。

桥梁应具有强度，视第1种、第2种等（公路桥），1级线、2级线等（国营铁路的桥梁）该桥所在的线路等级而定，其应采用的活荷载的大小在设计标准等中有所规定，但超过一般设计标准适用范围的大跨度桥以及特殊桥梁，就需要重新进行活荷载的研究。

同时，也需要调查由风、地震、波、流水、雪等自然条件要求的荷载，应考虑温度变化影响的温度范围，考虑地基条件而选择的基础结构的变位的影响等。上述各项一般应采取的数据虽然已在设计标准中示出，但必须根据不同的桥址，注意有无例外事项。

对于耐久性的判断，要考虑到桥梁的保养管理状况、重要

性、及更换难易等，以及由于社会形势的变化而导致的线路计划变更的可能性等。但必须认识到一般从设计上稍加考虑，对耐久性就有大的影响。

对于环境方面的考虑，必须使桥梁的存在无损于环境。从美观角度，不仅考虑桥梁与环境协调，人为的加工对景色有所创新的情况也不少。在对环境的影响方面，有噪声、振动等问题，对此必须考虑到结构型式以及施工中针对该种结构型式选择施工方法。此外，对给予其它交通方面的影响，给予河流、海峡等水流的影响等也必须充分加以研究。

从环境方面受到的影响中有火灾的影响，在判断其影响程度的同时，必须相应地探讨材料、结构型式以及防火设备。

桥梁的经济性，可从桥梁上部结构、下部结构的造价与养护管理经费来判断。桥梁型式和施工方法对工期的影响也大。再者，在研究施工方法时，必须就其安全性进行充分的考虑。

1.1.4 桥梁型式的适用范围

桥梁设计根据考虑上述各项因素来进行，桥位选定则可从考虑线路的使用性能（平面线形及纵坡线形）和地形、地质方面的设计、施工、养护管理上的问题以及与环境条件相协调方面来进行判断。以往是从建桥的技术问题及造价的角度考虑，例如横过河流时首先选择地质良好桥梁长度较短的地点，但在最近有把重点放在路线的使用性能方面的强烈倾向。另外也有从用地的判断来选定路线的。桥位选定应综合地考虑这些条件来作出判断。

现在，世界的大跨度桥如表1.1所示，跨度在500m以上的几乎全是悬索桥。其次的型式是悬臂式桁架及拱桥，从对刚度的要求出发，载有铁道的桥特别希望采用这后两种型式。可是本州四国连络桥作为公铁两用桥，却建成中央跨度为1780m、1100m的所谓大跨度悬索桥。

表一1.2为在一般采用的桥梁型式中所适用的跨度和以桥式区分的最大跨长。桥梁型式是考虑包括架设在内的经济性、与环境的协调、工期、施工管理上的问题以及其它问题而选定的。

表—1.1 世界的大跨度桥 (跨度500米以上)

桥 名	完成 年度	桥 址	最大 跨度 (m)	型 式	用 途
1 Verrazano Narrows	1964	美国、纽约	1,298	悬索桥	公 路
2 Golden Gate	1937	美国、旧金山	1,280	悬索桥	公 路
3 Mackinac	1957	美国、密执安州	1,158	悬索桥	公 路
4 Bosporus	1973	土耳其、伊斯坦布尔	1,074	悬索桥	公 路
5 George Washington	1931	美国、纽约	1,067	悬索桥	公 路
6 Salazar	1966	葡萄牙、里斯本	1,013	悬索桥	公路, 将来 增设铁路
7 Forth Road	1964	英国、苏格兰	1,006	悬索桥	公 路
8 Severn	1966	英国、威尔士	988	悬索桥	公 路
9 Tacoma Narrows	1950	美国、塔科玛	853	悬索桥	公 路
10 Olinoco	1967	委内瑞拉、奥和诺珂河	712	悬索桥	公 路
11 関 門	1973	日本、北九州	712	悬索桥	公 路
12 San Francisco Oakland Bay	1936	美国、旧金山	704	悬索桥	公路以前用 公铁两用
13 Bronx Whitestone	1939	美国、纽约	701	悬索桥	公 路
14 Frontenac	1970	加拿大、奎北克	668	悬索桥	公 路
15 Delaware Memorial	1951	美国、威尔明顿	655	悬索桥	公 路
16 2nd Delaware Memorial	1968	美国、威尔明顿	655	悬索桥	公 路
17 Walt Whitman	1957	美国、费拉德尔菲亚	610	悬索桥	公 路
18 Tancarville	1959	法国、坦卡维耶	608	悬索桥	公 路
19 Little Belt	1970	丹麦	600	悬索桥	公 路
20 Ambassador	1929	美国、底特律	564	悬索桥	公 路
21 Quebec	1917	加拿大、奎北克	549	悬臂式 桁架桥	公路、铁路
22 Throgs Neck	1961	美国、纽约	549	悬索桥	公 路
23 Benjamin Franklin	1926	美国、费拉德尔菲亚	533	悬索桥	公路、铁路
24 Skjomen	1971	挪 威	525	悬索桥	公 路
25 Firth of Forth	1889	英国、苏格兰	518	悬臂式 桁架桥	铁 路
26 港 大 桥	1974	日本、大阪	510	悬臂式 桁架桥	公 路
27 Bayonne	1931	美国、纽约	504	拱	公 路
28 Sydney Harbour	1932	澳大利亚、悉尼	503	拱	铁 路
29 Chester	1974	美国、特拉华	501	悬臂式 桁架桥	公 路
30 Emmerich	1966	联邦德国、埃麦利希	500	悬索桥	公 路

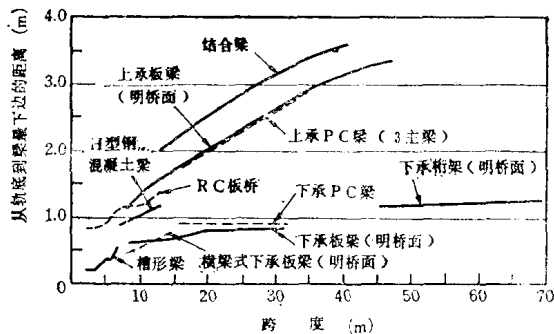
表—1.2 桥梁的一般适用跨度与最大跨度

跨 度 型式 (m)	10	50	100	500	1000	日 本 最大跨度	世界 最大跨度
RC 梁桥 H R							
PC 梁桥 H R						230 (3) 105 (5)	同 左
钢板梁 H R						150 (4) 63.5 (3)	261 (3)
结合梁 H R						62	
桁 架 H R						510 (c) 164	549 (井) (c)
拱 H R						St. 261, RC 794, St. 120, RC 70	St. 504, RC 305, St. 503
斜拉桥						216	St. 350, PC 287
悬索桥						712	1 298 533 (井)

注：1. H 为公路桥，R 为铁路桥，（井）为公铁两用桥。

2. (3) 为三跨连续梁，(C) 表示悬臂梁，跨长表示最大跨度，有等跨度与不等跨度两种情况。

3. St. 表示钢梁，RC 表示钢筋混凝土梁，PC 表示预应力混凝土梁

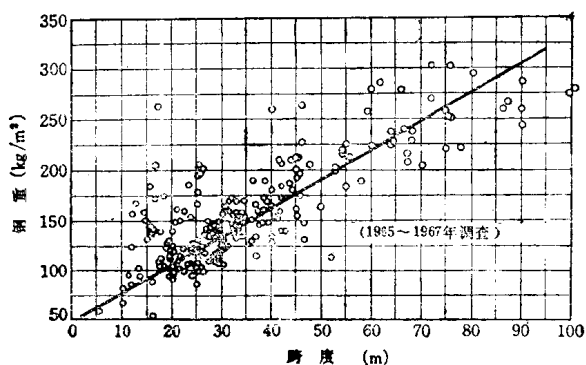


图—1.5 从轨底到梁最下边的距离 (KS18 单线，标准梁高)

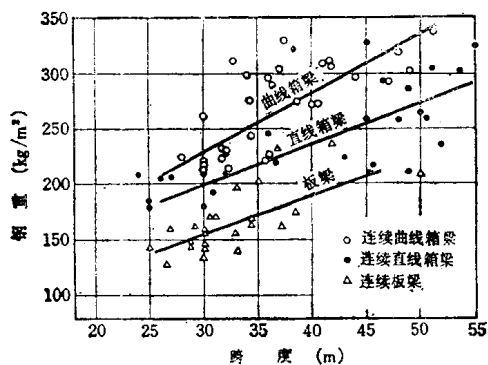
图—1.5 为从铁路桥的轨底到梁最下边的距离之示例。为了在立体交叉中及在河流上留出净空，这些尺寸在桥式选定中也考虑进去了。

图—1.6 为主要普通公路的，图—1.7 及图—1.8 为首都高速公路的桥梁钢重之例。在公路桥中，视桥面宽度的不同等等而定，每平方米钢重的差别是很大的。并且由于桥墩位置的限制、曲线梁的曲率不同等，钢重数值相当分散。图—1.9 及图—1.10

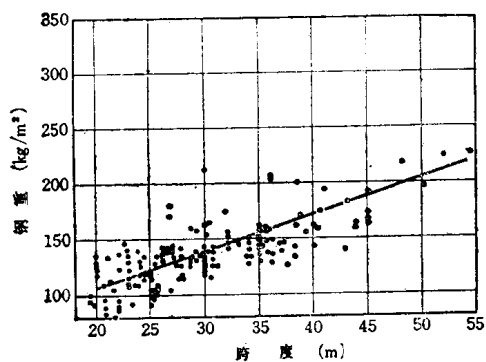
中表示铁路桥重量的标准值。



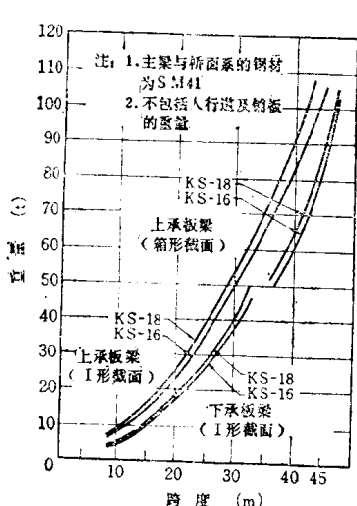
图—1.6 1级钢桥用钢量(包括各种形式)



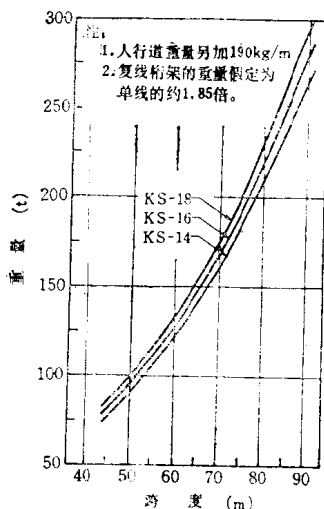
图—1.7 连续梁每平方米钢重



图—1.8 结合梁每平方米钢重



图一.9 板梁估算重量



图一.10 焊接桁架的估算重量

1.2 规范、标准等

为了把公路桥与铁路桥在统一的考虑下设计成具有妥当的安全性及经济性，已分别制订出了设计准则。

目前采用的公路桥与铁路桥设计标准均分别以常用的桥梁型式为对象，而且作为一般采用的桥梁的范围，在公路桥中以 200 m 以内、在铁路桥中以 150 m 以内的跨度为对象。超过上述适用范围，特别对大跨桥及特殊桥梁，在考虑每座桥的作用荷载、使用材料、结构特性方面，各有关部门都制订有各自的设计标准。

现将用于一般公路桥与铁路桥设计的规范、标准之主要事项列举如下。

1.2.1 有关公路桥的规范标准等

公路桥的建筑限界、桥梁宽度组成、汽车荷载等基本建造标准规定于 1970 年 10 月公布的公路结构法令（道路构造令）中。

作为设计标准，针对钢桥、RC 桥、PC 桥按种类区别以及下部结构、有关抗震方面，都分别制订有各种规范。特别是关于钢桥方面，已就铆接桥、焊接桥、结合梁桥，分别订出了规范。然

而，由于考虑到不管桥梁采用的材料或结构型式为何，桥梁设计施工的标准必须是始终不变的，所以将这些合并整理，汇总于一个规范中，首先汇总了对各种桥梁有共性的事项与钢桥的关系，并于1972年3月制订了下面（1）中所示的公路桥规范（Ⅰ．共同篇；Ⅱ．钢桥篇）〔道路桥示方书（Ⅰ．共通编，Ⅱ．钢桥编）〕。下面（2）中所示的规范、方针等也预定将逐步编入（1）中，这项工作正在进行中。

（1）公路桥规范（道路桥示方书）——Ⅰ．共同篇，Ⅱ．钢桥篇（1972年3月）

适用于跨度200m以下的公路桥，暂先完成和收录了共同篇与钢桥篇。共同篇涉及钢桥及混凝土桥共同的事项，规定有关桥梁的结构规格、设计荷载、挠度限制、使用材料等基本事项以及支座、栏杆、伸缩装置等有关通用构件。

钢桥篇适用于使用从40kg/mm²级到SM58级钢材的公路钢桥的设计与施工，其中制订了对各种桥式通用的规定：总则、容许应力、关于构件的一般事项、连结、横联、纵向联结系、桥面板、桥面系等章，及对以下结构型式各分章所作的规定：板梁、结合梁、桁架、拱、缆索、钢管结构、刚构，以及有关这些结构施工的规定。

（2）钢筋混凝土公路桥设计规范〔鉄筋コンクリート道路橋設計示方書〕（1964年6月）

除荷载、容许应力、支座以及附属设备等一般事项的规定以外，还规定了对板桥、T梁桥、箱形梁桥、连续梁桥、刚构桥以及拱桥的设计法和构造细节。

（3）预应力混凝土公路桥规范〔プレストレストコンクリート道路橋示方書〕（1968年3月）

此规范适用于跨度150m以下的预应力混凝土公路桥的设计，除有关设计计算的一般事项、容许应力等基本事项及锚头、支座等构造一般规定以外，还规定了板桥、T梁桥、箱梁桥、连续梁桥、刚构桥以及结合梁桥的构造细节。

(4) 公路桥下部结构设计指南 (道路桥下部构造设计指针)

本指南分为以下各篇:

①调查及一般设计篇 (1966年11月); ②桥台桥墩设计篇 (1968年3月); ③扩大基础设计篇 (1968年3月); ④桩基础设计篇 (1964年3月); ⑤桩基础施工篇 (1968年10月); ⑥沉箱基础设计篇 (1970年3月); ⑦就地灌注桩设计施工篇 (1973年1月)。

(5) 公路桥抗震设计指南 [道路桥耐震设计指针] (1972年4月)

适用于跨度200m以下的公路桥的抗震设计。抗震计算原则上用地震系数法,按不同的地区、地基条件以及桥梁的重要程度分别规定设计地震系数。但在自地基面量起下部结构高度超过25m的桥梁等,以及在桥墩容易变形、周期较长的桥梁的设计中,则采用考虑桥梁地震反应的修正地震系数法。

1.2.2 关于铁路桥的标准等

在日本国营铁路建筑规程 [日本国有铁道建设规程] (1972年7月) 及新干线铁路结构规则 [新干线铁道构造规则] (1971年10月) 中,规定有日本国营铁路桥梁的建筑限界、承载力等基本的建筑标准。在建筑物基本结构标准规程 [建造物基本构造基准规程] (1965年9月) 及新干线建筑物基本结构标准规程 [新干线建造物基本构造基准规程] (1966年9月) 中收录了这些内容,规定了结构的各基本技术数据等。根据这些,还制订有结构物设计标准规定,其中规定了在设计中考虑的荷载、容许应力、结构要点等,又将这些进一步收录,制订了反映详细的设计准则的各种设计标准。

以下就设计标准规程,叙述其概要如下。

(1) 结构物设计标准规程 [建造物设计基准规程] (1970年2月)

其中规定了铁路钢桥、钢混凝土结合梁铁路桥、素混凝土及