



中交科技丛书 · 外文译解

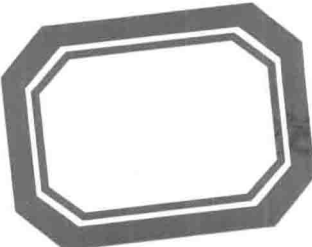
INTERPRETATIONS OF JAPAN
CODE FOR SEISMIC DESIGN OF HIGHWAY BRIDGES

日本公路桥梁 抗震设计规范释义

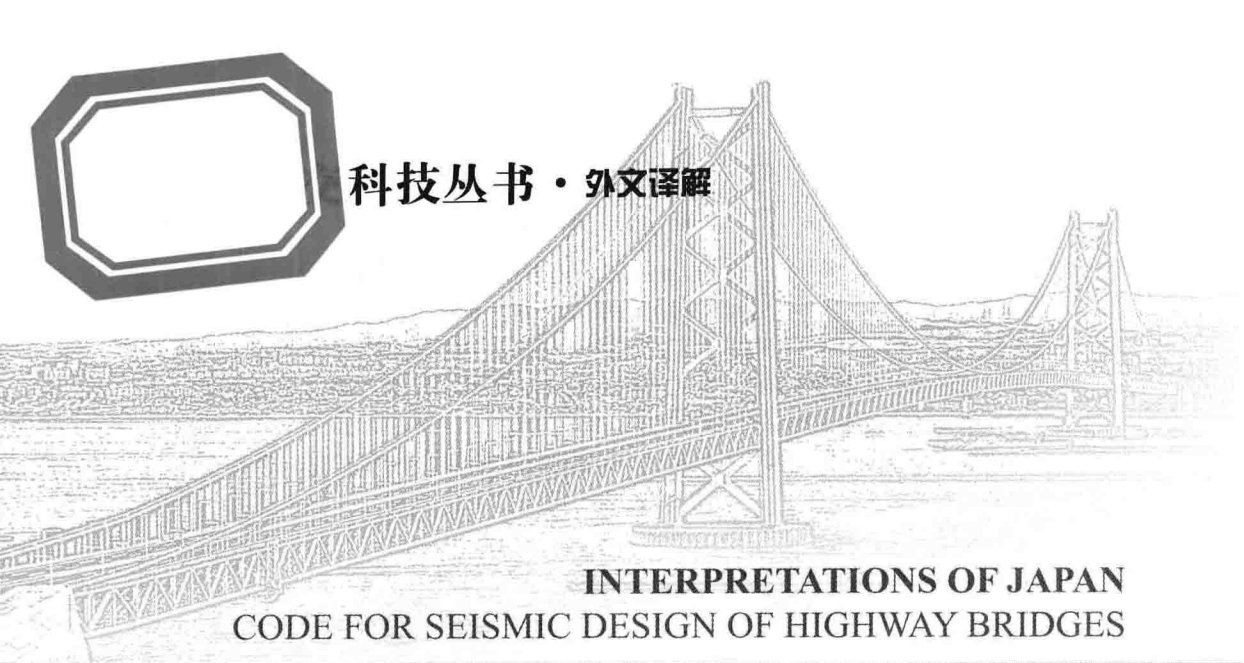
刘健新 葛胜锦 编著
刘士林 主审



人民交通出版社
China Communications Press



科技丛书·外文译解



INTERPRETATIONS OF JAPAN
CODE FOR SEISMIC DESIGN OF HIGHWAY BRIDGES

日本公路桥梁 抗震设计规范释义

刘健新 葛胜锦 编著
刘士林 主审



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书介绍了日本公路桥梁抗震设计规范的抗震设计理念、思想和主要设计方法。为加深读者的理解,将其与我国公路桥梁抗震设计细则做了简要对比,找出我国和抗震领先国家在抗震设计上的差距,并帮助读者理解桥梁抗震设计规范条文的意义和背景。最后采用日本公路桥梁抗震规范对某钢筋混凝土门架式桥墩进行抗震设计计算,进一步加深读者对日本公路桥梁抗震设计规范相关规定的认识和理解。

本书可供公路桥梁抗震设计人员及相关技术人员使用,也可供相关院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

日本公路桥梁抗震设计规范释义/刘健新,葛胜锦
编著. —北京:人民交通出版社,2014. 5
ISBN 978-7-114-10819-8

I. ①日… II. ①刘…②葛… III. ①公路桥—防震
设计—设计规范—注释—日本 IV. ①U448. 142. 5-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 068620 号

中交科技丛书·外文译解

书 名:日本公路桥梁抗震设计规范释义

著 作 者:刘健新 葛胜锦

责任编辑:郑蕉林 卢俊丽

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.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京天宇万达印刷有限公司

开 本:720×960 1/16

印 张:8.25

字 数:143 千

版 次:2014 年 5 月 第 1 版

印 次:2014 年 5 月 第 1 版第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-10819-8

定 价:50.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

编者于 20 世纪 80 至 90 年代赴日本工作学习,期间有幸接触到了日本公路桥梁抗震减灾技术研究领域。回国后,致力于我国公路桥梁抗震及减隔震技术研究,并持续跟踪日本公路桥梁抗震设计领域的最新发展动态。

在编写和宣贯《公路桥梁抗震设计细则》(JTG/T B02-01—2008)的过程中,作为背景和对比资料,大量参考并借鉴了日本《道路桥示方书·同解说·V 耐震设计篇》。与我国公路桥梁抗震设计细则相比,日本公路桥梁抗震设计规范的条文规定更为详细且操作性强,规范的修订更新周期短,不断地引入最新的震害经验教训、抗震设计理念和构造措施等。日本公路桥梁抗震设计规范对于我国桥梁抗震领域的工程技术和科研人员具有很高的参考价值,为了促进国内从事抗震设计人员更好地理解与运用我国公路桥梁抗震设计细则,特编写此书。

本书基于《道路桥示方书·同解说·V 耐震设计篇》(2012 年 3 月),介绍了日本公路桥梁抗震设计规范的抗震设计理念、思想和主要设计方法。为加深读者的理解,将其与我国公路桥梁抗震设计细则做了简要对比,找出我国和抗震技术领先国家在抗震设计上的差距,并帮助读者理解桥梁抗震设计规范条文的意义和背景。最后采用日本公路桥梁抗震设计规范对某钢筋混凝土门架式桥墩进行抗震设计计算,进一步加深读者对日本公路桥梁抗震设计规范相关规定的认识和理解。

本书共分 7 章,各章节主要内容安排如下:

第 1 章介绍了日本及中国公路桥梁抗震设计规范的发展及演变历程。

第 2 章介绍了日本及中国公路桥梁抗震设计的基本方针,如规范的适用范围,桥梁抗震设防类别、设防目标以及桥梁抗震设计的主要方法和流程等。

第 3 章介绍了日本及中国公路桥梁抗震设计规范中规定的地震作用及其效应组合方法。主要包括地震动参数的区划、设计地震动的取值、标准加速度反应谱、时程及场地土类别划分等。



第4章主要介绍日本公路桥梁抗震设计规范中规定的静力分析和动力分析的主要方法及其适用条件。

第5章介绍日本及中国公路桥梁抗震设计规范对延性抗震设计的相关规定,主要包括延性系数、塑性铰位置、长度及恢复力模型和构造细节等方面。

第6章介绍日本公路桥梁抗震设计规范对减隔震和抗震措施的相关规定,主要包括减隔震设计的适用条件、减隔震装置的种类及其力学模型,防落梁装置、限位装置等抗震措施的主要类型和设计方法。

第7章以某钢筋混凝土门架式桥墩为例,介绍了日本公路桥梁抗震设计规范的延性设计计算方法。

其中,第1章、第2章由长安大学刘健新编写,第3章、第4章由中交第一公路勘察设计院有限公司葛胜锦编写,第5章由中交第一公路勘察设计院有限公司彭泽友编写,第6章由中交第一公路勘察设计院有限公司翟敏刚编写,第7章由长安大学赵国辉编写,插图(表)由西安中交土木科技有限公司孙蕊鑫、长安大学硕士研究生张文华绘制。全书由葛胜锦教授级高级工程师统稿、刘健新教授校稿,由中交第一公路勘察设计院有限公司刘士林教授级高级工程师主审。

在本书编撰过程中开展了大量研究工作,先后得到了陕西省“13115”科技创新工程重大科技专项(2010ZDKG-37)、陕西省自然科学基金(2012JM7018、2013JZ017)、陕西省社会发展攻关计划(2012K12-03-07)、中交股份科技研发基金(2011-ZJKJ-04)等项目的资助,并得到了西安中交土木科技有限公司、陕西省公路交通防灾减灾重点实验室的大力支持和帮助。

此外,本书在编写过程中还得到了国内外许多专家、学者的指导和帮助。人民交通出版社对于本书的出版给予了大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请批评指正。来函请寄西安中交土木科技有限公司(陕西省西安市高新区科技四路205号,邮编:710075,联系电话:029-88851152),长安大学303信箱(西安市南二环路中段,邮编:710064,联系电话:029-82334835)。

编著者

2013年10月于西安

目 录

第 1 章	日本及中国公路桥梁抗震设计规范的发展变迁·····	1
1.1	日本桥梁抗震设计规范的发展历程·····	2
1.2	中国公路桥梁抗震设计规范的发展历程·····	6
第 2 章	抗震设计基本方针·····	9
2.1	规范的适用范围·····	9
2.2	桥梁的抗震设防类别和目标·····	9
2.3	抗震设计要求 ·····	12
2.4	抗震设计流程 ·····	12
第 3 章	地震作用 ·····	15
3.1	抗震设计中的荷载及其组合 ·····	15
3.2	抗震设防划分 ·····	16
3.3	抗震设计中的地基类别 ·····	18
3.4	设计地震动水平 ·····	20
3.5	设计加速度反应谱 ·····	20
3.6	加速度时程 ·····	32
3.7	设计功率谱 ·····	36
3.8	竖向地震作用 ·····	37
第 4 章	抗震设计分析方法 ·····	38
4.1	抗震设计方法的选择条件 ·····	38
4.2	抗震设计分析方法 ·····	39
4.3	抗震设计分析计算方法的选择 ·····	40
4.4	抗震设计用静力计算分析方法 ·····	41
4.5	采用静力验算法时荷载的计算方法 ·····	42
4.6	抗震设计用动力分析计算方法 ·····	53
第 5 章	延性抗震设计 ·····	57



5.1	延性抗震设计比较	57
5.2	延性构造细节设计	67
第 6 章	减隔震及抗震措施设计	75
6.1	减隔震设计	75
6.2	抗震措施设计	78
第 7 章	钢筋混凝土桥墩算例	86
7.1	设计条件	86
7.2	弹性抗震设计验算	88
7.3	延性抗震设计	100
参考文献		122
索引		124

第 1 章 日本及中国公路桥梁抗震设计规范的发展变迁

地震作为一种自然灾害,会对人类社会发展产生巨大的危害。地震发生的频率高,且具有随机性。据不完全统计,全世界每年约发生 500 万次地震,其中有感地震约 5 万次,具有破坏性的地震近千次,7 级以上足以造成巨大灾害的地震有十几次,这些地震在它们波及的范围内,均造成惨重的生命财产损失^[1]。表 1-1 列出了 100 多年来国内外造成较为严重灾害的地震情况。

100 多年来国内外灾害性地震简况^[2,3] 表 1-1

序 号	年份(年)	地 震 名 称	震级(级)	死亡、失踪人数(人)
1	1906	美国旧金山地震	M8. 3	3 000
2	1908	意大利墨西拿大地震	M7. 5	75 000
3	1923	日本关东大地震	M8. 2	13 000
4	1939	土耳其大地震	M8. 0	50 000
5	1960	智利大地震	M8. 5	10 000
6	1970	秘鲁大地震	M7. 6	76 600
7	1976	中国唐山大地震	M7. 8	242 000
8	1985	墨西哥大地震	M7. 8	35 000
9	1990	伊朗大地震	M7. 3	50 000
10	1995	日本阪神大地震	M7. 2	5 400
11	2004	印度洋地震海啸	M8. 9	300 000
12	2008	中国汶川地震	M8. 0	69 225(死亡) 17 923(失踪)
13	2009	印尼苏门答腊地震	M7. 9	1 115(死亡) 210(失踪)
14	2010	海地地震	M7. 3	300 000
15	2010	智利地震	M8. 8	750
16	2010	中国玉树地震	M7. 1	2 698
17	2011	东日本大地震	M9. 0	14 063(死亡) 13 691(失踪)



随着社会经济和文明的发展,现代中心城市地区一旦遭遇破坏性的地震,造成的经济损失和人员伤亡将会越来越严重。在这些地震灾害中很多直接和间接的经济损失都是因为桥梁等生命线工程遭到严重破坏而导致的救援不及时而造成的,如 1976 年中国的唐山大地震、1995 年日本的阪神大地震。因此,随着城市现代化的发展,生命线工程在抗震防灾系统中越来越重要^[4]。

近 30 年是桥梁抗震设计理论取得长足进步的时期。在这一时期,各国地震工作者与结构工程师对桥梁结构抗震展开了大量的研究,都在修改或制订新的桥梁抗震设计规范。日本抗震工作开展得较早,在近代地震工程学上贡献较多,并且一直在这一领域处于领先地位。日本在地域上离我国较近,因此,分析日本公路桥梁抗震规范的进展,有助于认识地震工程的发展方向,有助于理解我国结构抗震设计规范制定和修订的原因以及条文制定的理由。

1.1 日本桥梁抗震设计规范的发展历程

日本是世界上地震发生最多的国家之一,每年发生地震有数千次,其中震级在 3 级以上的地震每天就有 4 次。究其原因,是因为日本正好位于亚欧板块与太平洋板块交界处,当亚欧板块与太平洋板块发生碰撞、挤压时,两大板块的岩层就会发生变形、断裂等活动,从而频繁产生地震,日本陆上主要分布有 14 条地震断层^[5]。日本地震分布如图 1-1 所示。

由于日本地震频发,所以日本包括桥梁在内的结构抗震研究一直走在世界的前列。日本抗震设计规范的修订大多与其发生的地震有关,纵观日本抗震设计规范 80 余年的变迁历史,每次发生引起桥梁严重破坏的大地震后,即促成一次规范的修订,主要地震与抗震设计规范修订时间如表 1-2 所示,历次抗震规范修订的主要内容如表 1-3 所示。

纵观抗震工程发展的历史,每次发生引起严重灾害的大地震后,工程抗震的理论和技术水平都会跨上一个新台阶。1995 年阪神大地震有别于以往发生的地震,属发生于内陆地区的都市直下型地震。此类地震的震源浅、释放能量大,产生的地面加速度远远超过了日本抗震规范的设防标准,因而引起了结构的严重破坏。基于此,日本公路桥梁抗震规范在此次地震后进行了大幅度的修订。同时这次震灾也给研究者们带来许多新的研究课题。

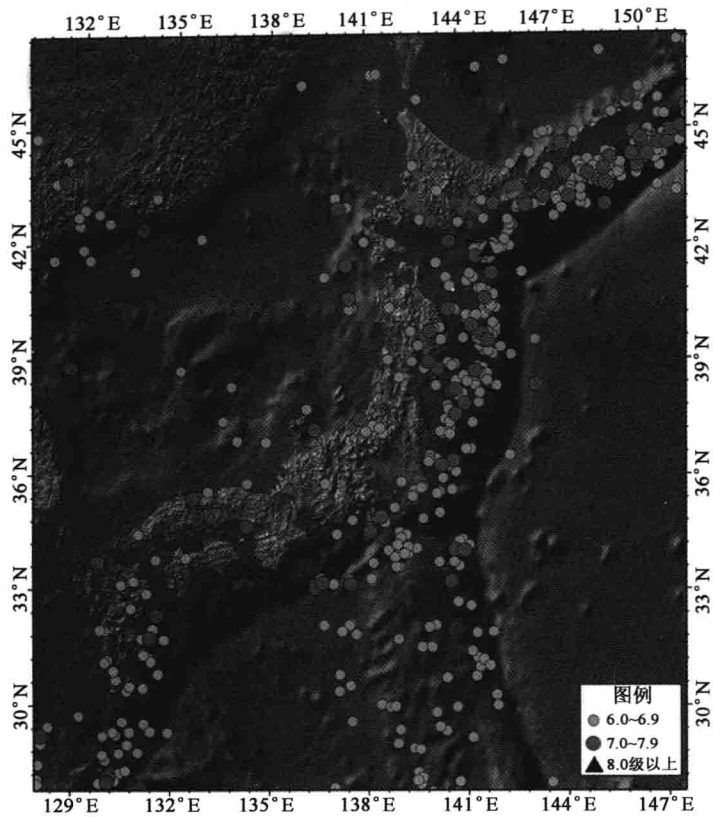


图 1-1 日本地震分布图

日本发生的强震和桥梁抗震设计规范的编年表^[6]

表 1-2

序 号	年份(年)	地 震 与 规 范
1	1923	关东大地震
2	1926	《道路构造细则方案》
3	1939	《钢桥设计示方书(案)》
4	1946	南海地震
5	1948	福井地震(M7. 3)
6	1952	十胜冲地震(M8. 1)
7	1956	《钢桥设计示方书》
8	1964	新潟地震(M7. 5)
9	1971	《道路桥耐震设计指针》
10	1978	富城地震(M7. 4)



续上表

序 号	年份(年)	地 震 与 规 范
11	1980	《道路桥示方书・同解说・V耐震设计篇》
12	1982	浦河冲地震(M7.1)
13	1983	日本海中部地震(M7.7)
14	1990	《道路桥示方书・同解说・V耐震设计篇》
15	1995	兵库县南部地震(M7.2)
16	1995	大阪、神户地震(M7.3)
17	1996	《道路桥示方书・同解说・V耐震设计篇》
18	2000	鳥取県西部地震(M7.3)
19	2002	《道路桥示方书・同解说・V耐震设计篇》
20	2004	新潟地区地震(M6.8)
21	2005	本州島地震(M7.2)
22	2007	石川县地震(M6.9)
23	2008	本州东海岸地震(M7.1)
24	2008	岩手县地震(M7.2)
25	2010	福島地震(M6.2)
26	2011	东日本大地震(M9.0)
27	2012	《道路桥示方书・同解说・V耐震设计篇》

日本抗震设计规范的修订内容

表 1-3

序号	年份(年)	修 订 规 范	抗震设计规范的修改内容
1	1926	《道路构造细则方案》	首先规定了地震作用
	1939	《钢桥设计示方书(案)》	将地震作用标准化
2	1956	《钢桥设计示方书》	根据区划的场地条件对地震作用进行了修正
3	1971	《道路桥耐震设计指针》	①增加了防止落梁的构造措施； ②增加了地基液化判定法
4	1980	《道路桥示方书・同解说・V耐震设计篇》	①进一步明确了有关地基液化的设计方法； ②改进了纵向钢筋切断部位的设计方法； ③规定了用于动力时程分析的地震输入波； ④增加了 RC 桥墩的变形性能的验算方法
5	1990	《道路桥示方书・同解说・V耐震设计篇》	①简化了地基液化的判定方法； ②简化了震度法； ③明确了动力时程分析验算方法； ④明确了 RC 桥墩的保有水平耐力法



续上表

序号	年份(年)	修 订 规 范	抗震设计规范的修改内容
6	1996	《道路桥示方书・同解说・Ⅴ耐震设计篇》	①重新确定了地震作用; ②明确了震度法; ③保有水平耐力法、动力时程法的用途; ④改良了桥墩变形能力的计算法; ⑤改良了地基液化判断法; ⑥明确了上部结构与基础的抗震强度关系和统一设计方法; ⑦规定支座、梁的连接装置按主要结构构件设计; ⑧增加了隔震设计方法
7	2002	《道路桥示方书・同解说・Ⅴ耐震设计篇》	①明确了桥梁的抗震性能、设计地震动的设定方法及抗震性能的验算; ②重新规定了地震名称及地震动的设定; ③规定了抗震性能的静力和动力验算方法,明确了验算方法的选定,扩大了动力验算方法的适用范围并给出了具体的验算方法; ④引入了水平 2 地震动的主动土压力及动水压力的评价方法; ⑤重新规定了处于液化地基上的桥台在水平 2 地震动作用下的验算方法; ⑥重新规定了钢桥墩的抗力—变形性能的评价方法; ⑦重新规定了钢及混凝土上部结构的抗震性能验算思想; ⑧重新规定了水平 2 地震动作用下支座的抗力—变形性能的评价方法; ⑨增加了对规范的理解、应用参考卷
8	2012	《道路桥示方书・同解说・Ⅴ耐震设计篇》	①考虑东海地震、东南海地震、南海地震等板块边界型的大规模地震,对等级Ⅱ的类型 1 地震动进行了修正; ②由东北地区太平洋海域的灾害经验,规定了海啸地域的防灾计划中有关桥的构造; ③为了明确道路桥示方书中要求的性能,明示了地震的影响起控制作用的构件所要求的基本事项; ④在钢筋混凝土桥墩的水平力—水平变位的关系中,根据塑性铰的形成机理,引入了轴方向拉伸应变的极限状态评价方法。这个评价方法也适用于为提高施工性能,采用比以前高的屈服点的新材料 SD390 及 SD490 作为轴向钢筋使用的情况; ⑤根据试验数据的积累,修改了矩形断面不充填混凝土的钢制桥墩的允许应变的计算式,扩大了矩形断面充填混凝土的钢制桥墩的允许应变的计算式的适用范围; ⑥为了明确对于 L2 地震支座的基本条件,并考虑维修管理的可行和方便,支座周围的构造更加合理; ⑦根据迄今为止的道路桥的落梁模式分析及近年采用的多跨连续梁桥和地震反应,为了对应于桥的构造特性而修改了落梁防止系统的构造



2002 年(平成 14 年)日本的抗震设计规范《道路桥示方书·同解说·V 耐震设计篇》(以下简称日本公路桥梁抗震规范)和以前的抗震设计规范相比有重大革新,其主要特点是:

①与原抗震规范相比,在原有延性抗震设计理论的基础上提出了性能抗震设计理论,并根据性能抗震设计理论提出了性能抗震的设计方法;

②增加了各种抗震设计相关的参考资料,增强了设计者对规范的理解和应用,可操作性更强。

2011 年 3 月 11 日,日本发生了 M9.0 级的东日本大地震,根据这次大地震的特点和对桥梁等造成的破坏,日本又于 2012 年 3 月对日本公路桥梁抗震规范进行了修订。

1.2 中国公路桥梁抗震设计规范的发展历程

中国公路桥梁抗震设计规范可划分为三代,分别是 1977 年开始实施的第一代《公路工程抗震设计规范》(简称《77 规范》),1990 年开始实施的《公路工程抗震设计规范》(JTJ 004—89)(简称《89 规范》)和最新一代的《公路桥梁抗震设计细则》(JTG/T B02-01—2008)(简称《08 细则》)。与前两代设计规范不同的是,新一代的抗震设计规范分为两个细则,分别对应桥梁和其他公路工程设施的抗震设计,并将两个细则的设防标准、抗震性能要求、设计原则和方法等内容列入公路工程抗震规范中。中国公路桥梁抗震设计规范的变迁同样与桥梁的震害有着密切的关系,表 1-4 为中国发生的强震和公路桥梁抗震设计规范(细则)的编年表。表 1-5 为中国三代公路桥梁抗震设计规范(细则)的比较^[7]。

中国发生的强震和公路桥梁抗震设计规范(细则)的编年表 表 1-4

《公路工程抗震设计规范》 (试行)1977 年	《公路工程抗震设计规范》 (JTJ 004—89)1990 年	《公路桥梁抗震设计细则》 (JTG/T B02-01—2008)2008 年
1969 年渤海湾地震(M7.4)	1985 年新疆乌恰地震(M7.3)	1994 年台湾海峡地震(M7.3)
1970 年云南海通地震(M7.7)	1988 年云南澜沧地震(M7.6)	1995 年云南孟连地震(M7.3)
1973 年四川炉霍地震(M7.6)		1996 年云南丽江地震(M7.0)
1974 年云南大关地震(M7.1)		1999 年台湾集集地震(M7.6)
1975 年辽宁海城地震(M7.3)		2001 年昆仑山地震(M8.1)
1976 年河北唐山地震(M7.8)		2002 年台湾地震(M7.5)
1976 年四川松潘地震(M7.2)		2008 年四川汶川地震(M8.0)

中国三代公路桥梁抗震设计规范(细则)对比^[8]

表 1-5

序号	项 目	规 范		
		《77 规范》	《89 规范》	《08 细则》
1	适用范围	二~四级公路	高速、等级公路	高速、等级公路桥梁
2	桥梁跨度	未明示	小于 150m	小于 150m
3	桥型	梁桥、拱桥	梁桥、拱桥	梁桥、拱桥、其他桥型
4	桥梁重要度	未明示	四类:1.7、1.3、1.0、0.6	四类,根据地震不同性能要求取值 1.70~0.23
5	设防要求	基本不坏、短期整修可保通	基本不坏、短期整修可保通	根据不同等级地震提出不同的性能要求
6	设防标准及烈度	根据桥梁所处的路线等级,设计烈度可取桥位处的基本烈度或提高一度或降低一度	根据桥梁所处的路线等级,采用重要性系数修改基本烈度作为设计烈度	根据桥梁的抗震重要性,采用重要性系数修改的峰值加速度作为地震作用
7	设计方法	一次强度设计	一次强度设计	强度、位移两次设计验算
8	综合影响系数	采用	采用	取消
9	计算方法	反应谱法	反应谱法、时程分析法	静力法:等效静力法、非线性静力法; 动力法:反应谱法、时程分析法、功率谱法
10	计算模式	单墩	单墩、板式橡胶支座的梁桥采用全联模式	有限元模型,对规则桥梁采用简化模型

中国现行公路桥梁抗震设计规范(08 细则)与前两代规范相比,在抗震设计理念和方法上存在重大变化,主要表现为:

- (1)采用了“小震不坏、中震可修、大震不倒”分级设防的抗震理念;
- (2)采用了对应于小震和大震的强度和变形的两次设计方法;
- (3)取消了概念模糊的综合影响系数 C_z ;
- (4)引入了延性抗震设计;
- (5)引入了减隔震设计;
- (6)加强和细化了抗震措施。

2008 年 8 月,我国交通运输部发布了《公路桥梁抗震设计细则》(JTG/T



B02-01—2008)。但由于时间仓促,仍有一些规定的可操作性还不是很强,计算算例未能推出,广大工程技术人员和软件开发人员应用起来还存在一定的困难。而日本是一个地震频发的国家,在经历了 1995 年阪神大地震后,抗震规范有了较多的更新,日本在桥梁抗震工程界研究经验丰富、成果显著,因此将日本公路桥梁抗震规范与我国公路桥梁抗震规范(细则)做一比较,对我国抗震设计具有很大的借鉴作用。本书旨在通过介绍日本公路桥梁抗震设计规范的条文及主要抗震设计思想,并与我国公路桥梁抗震细则深度对比,找出我国和抗震技术先进国家在抗震设计上的差距,并帮助读者理解桥梁抗震设计规范条文的背景和意义。最后利用日本公路桥梁抗震规范对某钢筋混凝土门架式桥墩进行抗震设计计算,进一步加深读者对日本公路桥梁抗震设计规范相关规定的理解。

第2章 抗震设计基本方针

2.1 规范的适用范围

日本公路桥梁抗震设计规范适用于跨径 200m 以下的桥梁,而对于 200m 以上的桥梁经相应的修正也可适用,但日本公路桥梁抗震设计规范不适用于跨线人行天桥^[9,10]。

《08 细则》适用于单跨跨径不超过 150m 的混凝土梁桥,圬工或混凝土拱桥;斜拉桥、悬索桥、单跨跨径超过 150m 的特大跨径梁桥和拱桥,可参考细则给出的抗震设计原则进行设计;《08 细则》仅适用于抗震设防烈度为 6 度、7 度、8 度和 9 度地区的公路桥梁抗震设计,对于抗震设防烈度大于 9 度地区的桥梁和有特殊要求的大跨径或特殊桥梁,其抗震设计应做专门的研究^[11]。

2.2 桥梁的抗震设防类别和目标

2.2.1 桥梁的抗震设防类别

日本桥梁的重要度根据道路的种类和桥梁的功能,可划分为标准桥梁(A 类桥梁)和特别重要的桥梁(B 类桥梁),如表 2-1 所示。

日本公路桥梁重要度的划分

表 2-1

桥梁的重要度区分	对象桥梁
A 类桥梁	B 类桥梁之外的桥梁
B 类桥梁	(1)高速公路、城市高速公路、指定的城市高速公路、本州四国公路、一般国道桥; (2)都道府县级公路、市政村道路、双层或多层桥、跨线桥及区域救灾及通行重要程度高的桥梁



《08 细则》考虑到公路桥梁的重要性和在抗震救灾中的作用,本着确保重点和节约投资的原则,对不同桥梁给予不同的抗震安全度,具体来讲,将公路桥梁分为 A、B、C、D 四个抗震设防类别,桥梁抗震设防类别的适用范围如表 2-2 所示。

中国公路桥梁抗震设防类别

表 2-2

桥梁抗震设防类别	适用范围
A 类	单跨跨径超过 150m 的特大桥
B 类	单跨跨径不超过 150m 的高速公路、一级公路上的桥梁,单跨跨径不超过 150m 的二级公路上的特大桥、大桥
C 类	二级公路上的中桥、小桥,单跨跨径不超过 150m 的三、四级公路上的特大桥、大桥
D 类	三、四级公路上的中桥、小桥

2.2.2 抗震设防目标

日本公路桥梁抗震规范规定,在进行桥梁的抗震设计时应考虑:

(1)桥梁的设计基准期发生的概率较大的地震动(水平 1 地震动)和发生概率低但强度大的地震动(水平 2 地震动)的两阶段水平设计地震动。这里,水平 2 地震动又分为板块边界型大规模地震引起的 I 类地震动和内陆断层型地震引起的 II 类地震动。

(2)桥梁的重要度根据道路的种类和桥梁的功能,划分为标准桥梁(A 类桥梁)和特别重要的桥梁(B 类桥梁)。其区别见 2.2.1 规定。

(3)根据桥梁整体反应,桥梁的抗震性能分为以下三类。

①抗震性能 1:地震不损伤桥梁的健全性和使用功能。

②抗震性能 2:限定地震对桥梁的损害,并可迅速恢复桥梁的使用功能。

③抗震性能 3:桥梁的损伤是非致命的。

(4)桥梁的抗震设计根据设计地震动水平和桥梁的重要度进行如下的抗震设计:

①对于水平 1 地震动,A 类和 B 类桥梁应确保抗震性能 1。

②对于水平 2 地震动,A 类桥梁应确保抗震性能 3,B 类桥梁应确保抗震性能 2。

(5)即使产生抗震设计时预想不到的反应和地基破坏而产生的结构破坏,也应避免落梁发生。