

Daolu Qiaoliang Weixiu

De Sheji Yu Shigong

道路桥梁维修的设计与施工

李泽生 译

江中孚 校

人民交通出版社

类型的修补实例进行分析，并以此为参考，这是很重要的。

桥梁修补历史还很短，经验也不丰富，这些都是现实。但尽量延长作为社会宝贵财富的公路结构物的使用寿命，是当今公路建设者的重要任务。

鉴于上述意义，如果本书不仅对从事公路管理的技术人员，而且对从事公路建设的设计或施工技术人员能起到一点作用的话，作者将不胜荣幸。

一九八二年十一月

冈田郁生

道路橋補修の設計・施工

岡田郁生 監修

柳田和朗 阪口 勇 音川庫三 小松信夫 著

山海堂 昭和57年12月

道路桥梁维修的设计与施工

冈田郁生 主编

柳田和朗 阪口 勇 音川库三 小松信夫 著

李泽生 译

江中孚 校

责任编辑: 张征宇

正文设计: 崔凤莲

责任校对: 张 捷

人民交通出版社出版发行

(北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本: 850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张: 7 插页: 2 字数: 161千

1990年8月 第1版

1990年8月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—4000 册 定价: 5.05 元

内 容 提 要

本书根据日本柳田和朗等所著的道路桥梁维修设计与施工（道路橋補修の設計・施工）一书译出。

全书共五章：一般概论、混凝土结构物、钢结构物、钢筋混凝土桥面板、其他结构物。其中不仅包括上部建筑及下部构造的维修，还有栏杆、支座、高强螺栓连接的维修以及抗震装置的设置等等。每章都列出许多不同类型的典型维修实例，说明其现象，分析受损原因，进行加固方案的比较，进而详细介绍了维修的设计及施工方法，书中附有许多图表及照片可供参考。

本书图文并茂，内容丰富，不仅可供公路部门桥梁工程技术人员参考使用，对其他部门的桥梁工程技术人员也有参考价值。

序 言

本书从以前公路桥上混凝土结构及钢结构的修补事例中，整理出那些结构物至今仍然能保持健全功能的实例，并作了通俗易懂的解说。

书中对修补实例并不限于介绍，而且讲述了从检查直到修补的基本考虑方法，说明了损伤原因及修补方案的比较，在此基础上叙述了修补的设计及施工方法。

其内容除了上部结构，下部结构及钢筋混凝土桥面板的修补实例，还涉及钢筋混凝土壁式栏杆，支座，高强螺栓接头的修补，并且提出了作为抗震措施之一的防止落梁装置的设计方法。

本书最后用附表形式说明了主要规范的变化情况，以便在修补时可以与建桥时的情况进行比较。

根据“1981年道路统计年报”记载，日本道路实际里程截至1980年4月1日为止约为1113387.5km，其中桥梁总长为7096.3km。

道路桥梁随着时代的发展，已日益重视其耐久性的设计，但近来交通量增长迅速，车辆也趋于大型化，这不仅使旧标准桥梁受到损伤，就连比较新的桥梁也不同程度地受到影响，这种事故已日益增多。

为了尽量继续维持这些桥梁的使用功能，通常必须在完善的管理体制下，使损伤尚在轻微时期就能得到修补，这是毋庸置疑的。

另外，对已发现的损伤，查明其原因是至关重要的。

错误的修补或加固，对整座桥梁的功能及耐久性不仅无益反而是有害的。

为了进行恰如其分的修补或加固，从各个角度对过去许多同

目 录

第一章 一般概论

1.1 概要	1
1.2 设计基本概念	4

第二章 混凝土结构物

2.1 概述	7
2.1.1 检查	7
2.1.2 变形原因及修补的紧迫程度	7
2.1.3 修补方法	17
2.1.4 修补设计及施工的注意事项	23
2.2 下部结构的修补实例	26
2.2.1 倒 L 型桥墩预加应力加固计算	26
2.2.2 单柱桥墩钢板衬砌加固	38
2.2.3 刚架桥桥墩外露预应力钢索加固计算	42
2.2.4 刚架桥桥墩采用叠合梁加固	53
2.3 上部结构修补实例	53
2.3.1 钢筋混凝土简支箱梁增设桥墩的加固	53
2.3.2 钢筋混凝土简支箱梁采用钢迭合梁的 加固计算	57
2.3.3 预应力混凝土简支 T 梁桥外露钢索的 加固计算	64
2.3.4 三跨连续预应力混凝土箱梁桥采用 粘结钢板的加固计算	74
2.3.5 五跨连续钢筋混凝土空心板桥采用	

	粘结钢板的加固.....	79
2.3.6	钢筋混凝土连续箱梁桥挂梁部分采用 粘结钢板加固.....	80
2.3.7	钢筋混凝土悬臂梁桥铰接部的修补	80

第三章 钢 结 构 物

3.1	概述	84
3.1.1	检查	84
3.1.2	变形原因及修补的紧迫程度	86
3.1.3	选择修补方法的注意事项	88
3.1.4	修补时在设计方面的注意事项	90
3.2	下部结构修补实例	91
3.2.1	钢框架桥墩构件的加固	91
3.2.2	桥墩受到撞击后的构件加固计算	99
3.2.3	单柱桥墩的加固	112
3.3	上部结构的修补实例	113
3.3.1	钢梁切口部分的加固计算	113
3.3.2	受火灾后梁的加固计算	127

第四章 钢筋混凝土桥面板

4.1	概述	132
4.2	修补方法种类	136
4.2.1	应急处理	136
4.2.2	注入施工法	138
4.2.3	钢板粘结施工法	139
4.2.4	增设纵梁施工法	143
4.3	桥面板修补实例	144
4.3.1	增设纵梁施工法的计算	144

第五章 其他构造物

5.1 预防落梁装置	157
5.1.1 概述	157
5.1.2 在原有的混凝土梁上设置预防落梁装置的方法	159
5.1.3 在原有的钢梁上设置预防落梁装置的方法	165
5.1.4 对原有混凝土梁及钢梁均适用的预防落梁装置的安装方法	175
5.2 钢筋混凝土壁式栏杆	179
5.2.1 概述	179
5.2.2 粘结钢板施工法	181
5.2.3 壁式栏杆采用粘接钢板的加固实例	185
5.3 支座	187
5.3.1 概述	187
5.3.2 修补	191
5.3.3 支座修补实例	191
5.4 高强螺栓	196
5.4.1 概述	196
5.4.2 高强螺栓的损伤实例	198

附表

附表 1 主要规范、准则等的变化	插页
附表 2 公路桥梁设计荷载的变化	插页
附表 3 设计地震系数的变化	201
附表 4 钢桥主要钢材容许应力的变化	203
参考文献	211
本书使用的公制单位与法定计量单位的换算关系	213

第一章 一般概论

1.1 概 要

日本公路法第42条规定：“公路管理人员应积极对公路进行养护，使其经常保持良好状态，以免妨碍正常交通”。

公路中桥梁部分的建设费用很高，对其进行修补或改建时，需要许多经费和时间，而且对交通有很大的影响。

桥梁一般可大致分为基础、下部结构和上部结构三部分，而上部结构则由梁、桥面板、栏杆，伸缩缝，排水设施和桥面铺装层等构成，还有用于公路上的标志、通讯设施、安全设施等附属结构物。由于这些结构物耐久性或破损状态等各不相同，因此与一般公路不同，须要极为细心地管理。为了尽可能延长桥梁寿命，应尽量避免采用等到损坏时才修补的管理方式，因此管理一般要从掌握桥梁所处的状态开始。

结构物破坏的早期发现及早期修补是延长其寿命的基础。在实施过程中，对检查—诊断—修补这一过程中的每一个环节都要很好地研究，而且需要对每一座桥梁分别对其结构、交通量、交通性质以及使用年限予以登记存档。

为了维修管理好桥梁结构物，首先要进行属于初级诊断的检查，而检查一般可分为：日常巡视检查；每隔一定时期接近结构物用目视或仪器进行仔细检查的定期检查；发生车辆冲撞、火灾、台风、地震之后的临时检查。

检查项目对不同桥梁虽然不尽相同，但在一般情况下，可分为公路结构物的主体、公路附属结构物、公路设施物及其他方面的检查。（参照表1.1）

检查流程的示例如图1.1所示。另外对图1.1中三种检查结果

的判断可以参照表1.2及表1.3。

检 查 项 目 表1.1

	检 查 项 目
公路主体结构物	桥面板、梁、桥墩、基础、预防落梁装置、支座等的损伤或变形。
公路附属结构物	栏杆、中央分隔带等的护栏、伸缩缝、桥面、涂漆、排水管等的损伤或变形。
公 路 设 施	公路照明设备、标志（导向，限制规定，警告标志，告示牌）、电气设备、交通安全设备（可变指示牌，黄色闪光灯、视线导向灯等）、通知报警设备（紧急电话，火灾检测器，通知装置，警报装置，信号机）、灭火设备（灭火器，泡沫式灭火栓、灭火水槽）、避难导向设备（紧急出口）、通风设备、其他设备（喷淋设备，无线电转播设备，监视电视，其他计测机器），上述各种仪器设施的损伤或变形。
其 他	管理用地被非法占用等（擅自在结构物上张贴广告、胡乱涂写、流浪者等的非法占据、随意抛弃废物或乱堆废土等）。

日常检查判断的通例 表1.2

判 断	状 况
I	损伤显著、阻碍交通以及对行人有很大影响，需要紧急修补。
II	损伤程度中等，或者有害于环境条件，对交通的阻碍不大，但一般认为需要修补。
III	损伤小，对目前交通无妨碍，其功能未见下降，但应继续进行日常检查，注意其形变的发展。

此外，对电气、机械、建筑等的附属设施除了经常进行保养维修外，从耐用年限及维修管理费用方面考虑，机器都要不断更新。

此类公路桥结构物及附属物设施如果从修补方面来大致分类，按其特点可分为永久性的、附属性的、需要按期更换的以及损耗性的等四种，在决定是否需要修补时也有必要考虑以上分类，然后作出决定。表 1.4 是从修补角度出发对结构物分类的例子。

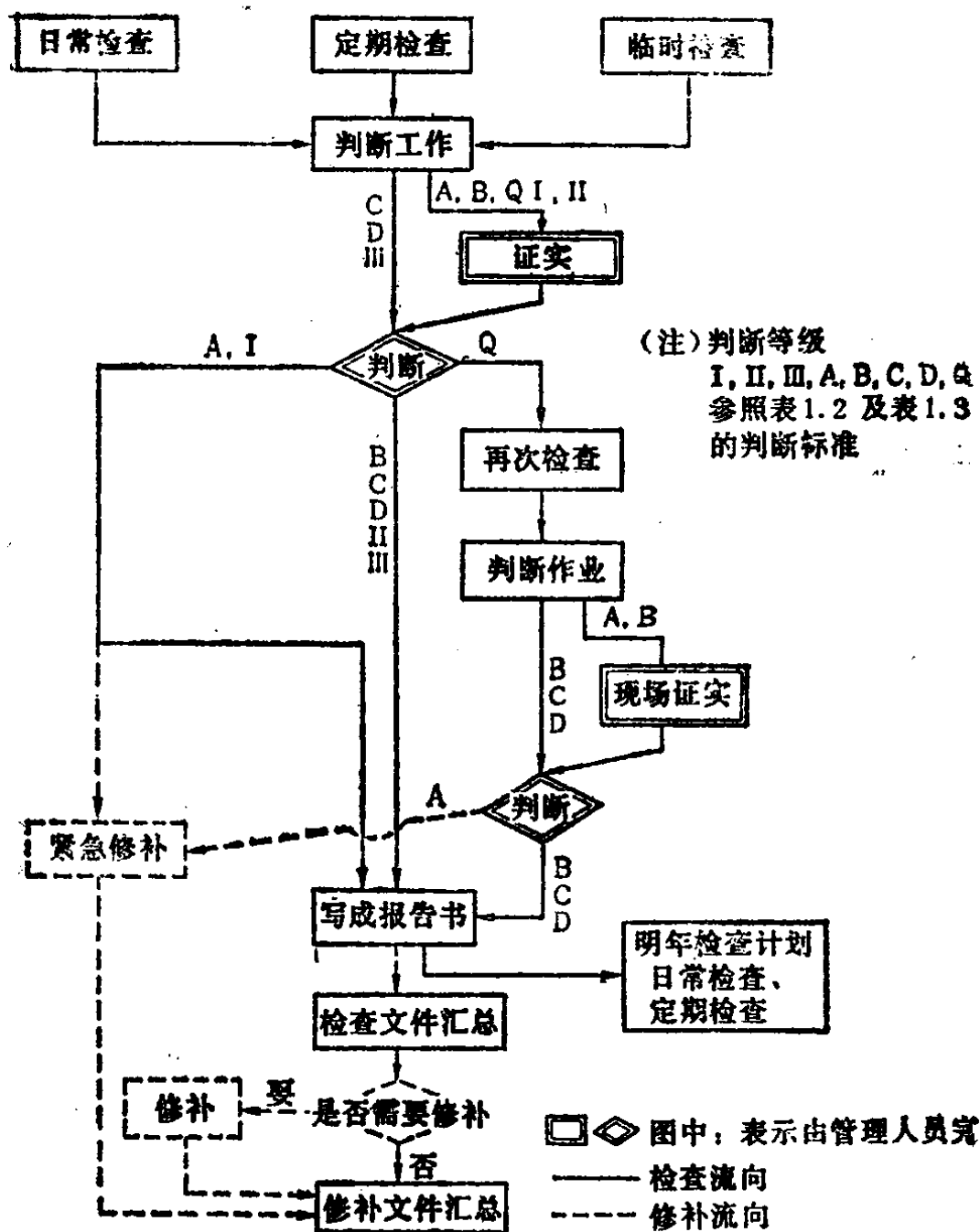


图1.1 结构物检查流程图例

对于桥面铺装损伤的修补，不能仅考虑满足行车要求，必需查明其损伤的原因。桥面板或伸缩缝损坏往往是桥面铺装损伤的原因，因此桥面铺装损伤在二者损伤的发现及修补中往往起着重要的作用。伸缩缝动态也与支座动态互相关联，二者状态异常，对桥墩或主梁来说会发生与设计应力不同的应力，而使结构物产生异常的内部应力或变形。因而对伸缩缝及支座进行修补时，不

定期检查及临时检查的判断标准通例

表1.3

状 况	判 断
由于结构物受到明显损伤，交通阻碍严重并对行人有很大影响，需要进行紧急修补的情况。	A
损伤可见，有必要修补，但紧迫程度不大。另外有必要提高结构物的承载能力以及有必要恢复其运行性能或美观。	B
有损伤，有必要记录其损伤程度的情况。	C
损伤轻微，没有必要记录其损伤程度或者无损伤的情况。	D
损伤可见，但无法明确判定其损伤程度，或者损伤与众不同，必需用其他方法再次检查。	Q

(注) 判断为Q时，必须写明其理由

在修补之前，尽管对预算、修补处的损伤程度、修补方法、修补条件、修补效果等进行综合判断存在许多困难，但如果贻误时机，则往往会增加修补工作量及费用，因此如果可行，最好能尽早进行修补。

从修补角度对结构物的分类 (仅作参考)

表1.4

分 类	项 目
永久性结构物	主体结构物 (梁、桥墩、基础、支座、预防落梁装置等)，公路附属建筑物
附属性的以及需要按期更换的结构物	土木设备 (油漆、护栏、栏杆、防护栅，围栏一类，隔音墙，其他)；电气设备 (公路照明设备、进线配电设备、通讯设备、交通管制设备，其他电器设备)；机械设备 (通风设备、排水设备、防灾设备、灭火设备、轴重测定设备、其他机械设备)；建筑设备 (收费公路的通行费收款处)
损耗性结构物	桥面铺装，路面标线，伸缩缝，泄水斗，排水管，道路照明及标志设备的灯泡的替换等

能只当作损耗品的更换而作损坏程度的判断，在检查及诊断中要仔细加以研究，这是很重要的。

1.2 设计基本概念

修补的主要目的在于使被修补的结构物恢复到与现行荷载相

符合的承载能力。

为此，如果在修补设计中，未能选定切实的方法就无法取得修补的效果。

一般来说因为损伤程度各不相同，要判断修补后的可靠程度是相当困难的，因此对经常进行的加固，例如对桥面板等的加固，实际上是根据对设计方法及施工方法的研究以及鉴定其效果的各种试验（静力及动力荷载试验等）来寻找加固的途径。另外对修补方法的计算，不要只靠某一种分析方法，最好能从不同角度对应力状态进行研究并且进行复核。

修补设计由于设计对象及其损伤程度各不相同，很难一概而论，但可对设计上的基本要求列举如下：

（1）是否满足强度的要求

原结构体系、应力分布及内力传递由于加上用于加固的杆件后往往会发生变化，是否对此进行研究？另外在修补或加固时，最好不要只采用一种计算方法，而应按可采用的不同计算方法，从各个角度来加以探讨。为了证实设计的正确，似乎有必要进行各种实验。

（2）设计是否照顾到施工的具体条件

结构物修补时如不中断交通，往往是在车辆通行而经常受到振动的状态下施工的，设计时必需充分考虑这种条件。例如钢的现场焊接、切断杆件以及混凝土的质量等都将受到影响。

进而还要考虑修补设计是否充分顾及以下各种条件，即进行修补时作业空间的限制、作业时间范围、杆件等的开裂程度以及施工器材的进场等。

（3）由于修补是否会引起对主体结构的损伤

即使对修补施工作了充分的研究，在修补过程中如果卸下或拆除主体构件的一部分而使原结构体系偏离其设计条件，也会在意想不到的地方产生应力集中，因而令人怀疑是否达到了修补的目的，此外也要充分研究拆毁原有结构物的影响范围。

（4）修补方法是否经济

修补及加固也有必要研究其经济性。单纯加大杆件等并不是最好办法，必需使材料用量、工程及施工方法等都很经济。这里所说的经济性，不只是指造价低，也包含设计与施工能相符合以及修补效果好。

(5) 修补后的美观要求

修补时也要讲究美观。一般来说，虽然由于视点与物体之间距离的不同，结构物的可见面也不同，但桥梁这样的结构物比较引人注目，修补后如果外形繁杂，往往很不雅观。另外修补处不能太显眼以造成人们心理上的不安，这也是很重要的。

第二章 混凝土结构物

2.1 概 述

2.1.1 检查

混凝土结构物的检查，是指利用肉眼观察和使用检测仪器尽早发现有无裂缝、混凝土老化、钢材腐蚀、混凝土剥离、漏水、石灰游离等缺陷，对指导修补对策有很重要的作用。

检查一般可分为日常检查、定期检查及临时检查三种。

日常检查即每天主要是乘巡道车用肉眼观察，作巡回检查，除了着重发现结构物明显的损伤外，还特别要避免因脱落物而妨碍行人或沿途居民。

定期检查可利用脚手架或检查车近距离靠肉眼观察，必要时采用检测器按预定的检查计划，对日常检查中无法观察的细部进行检查。

临时检查是在发生无法预测的突发性损伤或者在地震、台风等自然灾害发生后所进行的检查，可根据受损的规模制定适当的计划来进行。

混凝土结构物是利用了钢材与混凝土长处 的结构。反过来说，由于是互相弥补了各自短处的结构，所以对应力集中处、钢筋锚固部、钢筋弯起点、钢筋数量突减处以及混凝土断面突变处等容易发生损伤的部位都要注意，检查时可以上述部位为线索进行。

表 2.1 表示为混凝土结构物应重点检查的部位。

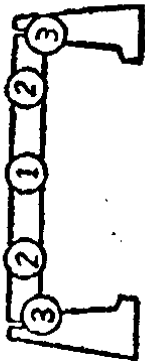
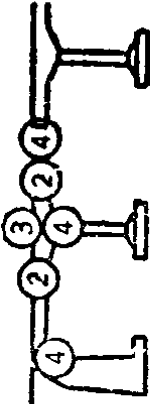
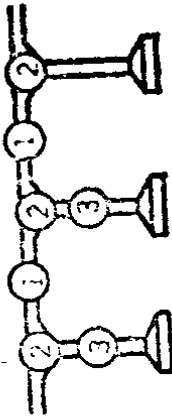
2.1.2 变形原因及修补的紧迫程度

混凝土桥抗弯刚度比钢桥的抗弯刚度大，因而除了伸缩缝处，通常很少由于活载影响而造成直接损伤。

表2.1-a

混凝土结构物的重点检查部位 (参考)

(a)上部构造的重点检查部位

结构形式	重点部位 (加○处)	备注
简支梁	侧面 	(1)跨中处 (2)'',跨径处 (3)支座处
连续梁、悬臂梁 (有铰)	侧面 	(1)跨中处 (2)反弯点 (约1/3跨径处) (3)桥墩处梁顶部 (4)支座处
刚架	侧面 	(1)跨中处 (2)角隅处 (3)腿部