

〔日〕佐佐木一吉 著

板式轨道

中国铁道出版社

81

板式轨道

〔日〕 佐佐木 直树 著

王其昌 译

中国铁道出版社

1983年·北京

内 容 简 介

本书根据日本铁道建设协会1978年发行的《新幹線のスラブ軌道》译出，作者佐佐木直树。书中汇集了日本国有铁路土木工程技术人员多年从事板式轨道的理论研究和实验成果，及在新干线上铺设运营的实践经验。

全书共分八章，内容包括：板式轨道的基础理论和结构的设计及算例；轨枕板的制造、运搬、贮存、质量管理和检查；板式轨道的轨道设备材料；板式轨道的施工方法、作业程序和施工机具的使用；板式道岔的施工；板式轨道的养护维修以及对今后技术发展的展望等。

本书可供从事铁路轨道设计、生产、施工、养护等的工程技术人员、有关的科学研究人员及大专院校师生学习参考用。

板 式 轨 道

〔日〕佐佐木 直树 著

王其昌 译

中国铁道出版社出版

责任编辑 陈 健 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

中国铁道出版社印刷厂印

开本：850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张：11.125 字数：269 千

1983年6月第1版 1983年6月第1次印刷

印数：0001—1,500册 定价：2.05元

译者的话

日本国铁从1965年开始研制新型轨道结构,1971年成立了板式轨道研究会,专门从事轨道的研究、试铺和标准定型工作。多年来,相继在日本东海道新干线和山阳新干线试铺了这种轨道。1973年该研究会出版了名为《板式轨道的设计与施工》(原名:スラブ軌道の設計施工)。时隔五年,佐佐木先生在逐步改进和发展起来的板式轨道的实践基础上,又编著出版了关于板式轨道的第二本专著。

这本书的编写,不仅是集十余年有关板式轨道理论的研究成果,而且是在积累了在正线试铺经验的基础上写成的。因此该书不仅在理论上有很大的发展,而且内容也更充实。例如,对轨枕板的设计改变了以往采用叠合梁的设计方法,而应用了平板的弹性弯曲理论;在预应力钢筋混凝土结构的设计中,在考虑了使用寿命、安全度的基础上,采用了极限状态设计法,并对极限状态作了较详细的分析;在结构型式上也采取了一些有利于铺设和养护的新措施。内容的安排,不仅对板式轨道结构及各组成部分的设计、制造、施工和养护方法作了较详尽的分析与论述,而且为扩大铺设范围,对处于严寒地区使用板式轨道的特点和特殊处理措施等也作了介绍。可以说,这是一本既有理论又有实践经验、比较完整的专著。

在“四化”建设中,随着铁路运输事业的发展,为提高和加强轨道结构的强度,改进设备装置,满足高速、大运量的运输要求而开展的新型轨下基础的研究,在我国也取得了可喜的成果。本书的翻译出版,如果能对从事这方面的研究、教学、设计、生产、施工和养护的科技人员有所帮助,并由此推动该项科研工作的尽快发展,将是个人的莫大欣慰。

本书译稿，承蒙西南交大韩毅教授细心审校，在此深表谢意。

由于译者的业务水平所限。文中难免有不妥之处，敬请读者提出批评指正。

译 者

1981年9月

自 序

“板式轨道”经过一系列的理论分析，试验线上的试铺测试和在既有线上的大量铺设，证实技术上是可行的之后，在山阳新干线上即进行了大量铺设，至今已运营三年多。

营业之初，虽然发现了一些局部病害，但仍表明了板式轨道在确保高速行车的安全性和舒适性方面比有碴轨道具有明显的优越性，在经济方面也是合算的。

在东北、上越新干线，除特殊地段外，也决定采用板式轨道。在充分利用了山阳新干线所取得的宝贵经验及后来研究发展起来的新技术的同时，考虑到这两条新干线地处严寒或大雪区域的现实，所以在结构和施工方面正在研究采取各种有针对性的措施。

象改进钢轨联结装置和可调衬垫，在隧道内采用粘接绝缘钢轨，采用预应力钢筋混凝土（PRC）轨枕板，浇灌混凝土基床板，改善充填层，研制压送CA砂浆的施工方法，铺设道岔轨枕板等等。此外，还根据使用目的的不同，统一了轨枕板的形状尺寸，制订了制造和铺设轨枕板的标准说明书，整理汇总了关于堆放基础、设备和施工方法的设想。

本书为了使从事新干线板式轨道铺设计划、设计、施工等工作的人员获得所需要的知识，省去收集和阅览分散发表在铁道技术研究报告、构造物设计资料、技术档案、国铁本社事务联络等期刊杂志上的有关问题的时间，特在书中记载和收入了有关板式轨道的基础知识及在东北、上越新干线新近采用的最新情报资料。

此外，还谈到了有关轨枕板接缝部位的折角与错位，轨道各部件的应力，列车运行的安全性和舒适性等之间的关系问题，以及在预料有地基下沉的处所可否铺设板式轨道和板式轨道的修补

1970.12

期的确定等内容，供有关人员参考之用。

板式轨道虽说不存在象有碴轨道的养路工作者在夜间从事养路作业时难以对付的噪音问题，但现实却存在着列车运行中的噪音问题。尽管本书对这些问题没有太多的描述，但在新干线综合试验线上，正结合各种结构型式的铺设试验进行研究，努力加以解决。

本书承蒙新干线建设局轨道课酒井哲夫、明圆昭二、山田正昭（现东一工）、木下隆男、宫本秀郎、大桥伟男（现岡山保线所）、石仓克之，构造物设计事务所寺岛优（现千叶局）、小仓雅彦，新干线总局小林茂树等诸位先生的莫大帮助，在本书出版之时，向他们深表谢意。

佐佐木 直树

1978年12月

目 录

第1章 板式轨道概论

1.1 新干线轨道构造概述	1
1.2 板式轨道的研制经过	2
1.3 东北、上越新干线板式轨道的铺设计划	8
1.4 在既有线上铺设板式轨道的施工成果	8
1.5 板式轨道的类型	9
1.6 板式轨道与结构物	13
1.6.1 结构物的挠曲限度和折角限度	13
1.6.2 折角部位的板式轨道	18
1.6.3 竖错和平错部位的板式轨道	19
1.6.4 板式轨道的修补限度	22
1.6.5 有关工程结构物变位的规定	26
1.6.6 适合采用板式轨道的工程结构物的地基条件	28
1.7 板式轨道的经济性	32

第2章 板式轨道的设计

2.1 概 述	35
2.2 轨枕板的设计	35
2.2.1 设计荷载	38
2.2.2 材料的容许应力	39
2.2.3 板式轨道结构分析	45
2.2.4 外力矩	52
2.2.5 钢筋混凝土轨枕板的设计	53

2.2.6 预应力钢筋混凝土轨枕板的设计	56
2.2.7 关于异型轨枕板的措施	62
2.2.8 混凝土的配合比设计	65
2.2.9 预埋件	68
2.3 混凝土凸形挡台的设计	75
2.3.1 作用于普通板式轨道混凝土凸形挡台的外力	75
2.3.2 混凝土凸形挡台的设计	79
2.3.3 无挡台板式轨道的板底凹槽	85
2.4 混凝土基床的设计	86
2.4.1 隧道内混凝土基床设计的考虑方法	86
2.4.2 露天区间混凝土基床的设计	88
2.5 水泥沥青砂浆的设计	90
2.5.1 CA砂浆需要的强度	90
2.5.2 CA砂浆的性能	92
2.5.3 严寒地区用的CA砂浆	96
2.5.4 用水泥泵压送CA砂浆施工法	98
2.6 树脂填充材料	100
2.7 PRC防振轨枕板[A-55CN]设计计算例	101
2.7.1 设计条件	101
2.7.2 设计弯矩	103
2.7.3 所需圆钢及钢筋数量的计算	108
2.7.4 应力计算	114
2.7.5 混凝土边缘应力的计算	119
2.7.6 支承应力的计算	126
2.7.7 横向力的分析	127
2.7.8 使用支承调整螺栓时的检算	129
2.7.9 吊环周围混凝土应力的检算	134
2.7.10 张拉计算	135
2.8 RC轨枕板[A-51CT]设计计算例	139
2.8.1 设计条件	139

2.8.2 设计弯矩	140
2.8.3 所需钢筋量的计算	145
2.8.4 荷载作用时的应力值计算	147
2.8.5 横向力作用下的检算	155
2.8.6 应力总表	157
2.8.7 使用支承调整螺栓时的检算	159
2.8.8 吊环周围混凝土应力的检算	163
2.8.9 轨枕板支承调整螺栓用锚定板冲剪应力 的检算	165

第3章 轨枕板的制造

3.1 概 述	167
3.2 轨枕板的制造工艺	167
3.3 轨枕板制造工厂应有的设备	168
3.4 轨枕板的制造要领	169
3.4.1 模板及模板基础	169
3.4.2 钢筋、圆钢的加工和组装	170
3.4.3 混凝土的配合比及其拌和	173
3.4.4 混凝土的浇注及其捣固	174
3.4.5 混凝土的养生	175
3.4.6 轨枕板的脱模和湿润养生	177
3.4.7 预加应力	178
3.4.8 板下防振胶垫的粘贴	179
3.4.9 轨枕板的贮存和堆放	180
3.4.10 轨枕板的最后整修加工和基准线的刻印	180
3.4.11 模板的定期检查	181
3.5 试验和检查	181
3.5.1 试验	181
3.5.2 检查	182

3.6 轨枕板的搬运和处理	183
---------------------	-----

第4章 板式轨道的轨道材料

4.1 钢 轨	185
4.2 粘接绝缘钢轨	188
4.3 钢轨扣件	189
4.3.1 直结 4 型钢轨扣件	189
4.3.2 直结 5 型钢轨扣件	191
4.3.3 直结 8 型钢轨扣件	191
4.3.4 直结 7 型钢轨扣件	191
4.4 钢轨调整衬垫	198
4.4.1 钢轨调整衬垫的演变	198
4.4.2 钢轨调整衬垫的使用范围	201
4.4.3 钢轨调整衬垫的特性	201
4.5 轨枕板的附属配件	204
4.6 板下胶垫	211
4.7 板下胶垫粘着剂	212
4.8 防水油 (防锈油)	212
4.9 板式轨道整正基准器	213

第5章 板式轨道的施工

5.1 概 述	215
5.2 施工方法和施工顺序	216
5.2.1 施工方法	216
5.2.2 施工顺序	223
5.3 板式轨道的施工	223
5.3.1 基准器的设置	223
5.3.2 轨枕板的搬运和安置	241

5.3.3 轨枕板的调整	249
5.3.4 CA砂浆的配合和搅拌	252
5.3.5 CA砂浆的注入	266
5.3.6 CA砂浆的养生	279
5.3.7 洗涤水等的处理	280
5.3.8 树脂充填层的施工	280
5.3.9 钢轨的铺设	285
5.3.10 钢轨调整衬垫的施工作业	291
5.3.11 完成后的质量标准	297
5.4 施工机械与器具	298
5.4.1 轨道摩托车	299
5.4.2 钢制轨道平车	299
5.4.3 长钢轨推进装置	299
5.4.4 钢轨纵向输送装置	302
5.4.5 驱动辊轮	303
5.4.6 龙门吊	305
5.4.7 轨枕板载运车	307
5.4.8 轨枕板搬运铺设装置	307
5.4.9 轨枕板整正千斤顶(液压式)	308
5.4.10 CA砂浆搅拌机	311
5.4.11 移动式成套设备车	311
5.4.12 CA砂浆压送机	313

第6章 板式轨道道岔的施工

6.1 概 述	315
6.2 板式轨道道岔的施工	315
6.2.1 板式轨道道岔的铺设计划	315
6.2.2 道岔轨枕板的制造	316
6.2.3 道岔轨枕板的铺设	318

6.2.4 充填层的施工	320
6.2.5 钢轨调整衬垫的施工	321

第7章 今后的技术开发

7.1 新干线综合试验线计划	323
7.2 综合试验线的试验轨道 (仅与少维修轨道有关)	323
7.2.1 C型板式轨道	323
7.2.2 D型板式轨道	323
7.2.3 E型板式轨道	324
7.2.4 弹性宽轨枕直结轨道	325
7.2.5 有碴道床弹性轨枕轨道	325
7.2.6 有碴道床轨道 (带枕下衬垫)	326
7.2.7 减振钢轨	326
7.2.8 充填层的研制	327
7.2.9 铺装轨道	328
7.2.10 板式轨道道岔	328
7.2.11 木枕直结道岔	328

第8章 板式轨道的养护

8.1 概 述	330
8.2 板式轨道的养护	331
8.2.1 轨道养护状态	331
8.2.2 板式轨道的补修	335
8.2.3 钢轨扣件的补修	340
8.2.4 板式轨道的翻浆冒泥	341
8.3 养护经费	342

第1章 板式轨道概论

1.1 新干线轨道构造概述

普通轨道是由钢轨、轨枕和道碴三要素构成的，是利用道碴道床的变形来吸收行驶列车施予轨道以能量的一种工程结构。这种轨道结构，为适应由于车辆轴重的增大、行车速度的提高和列车密度的增加对轨道所增加的破坏力，必须采取重型钢轨，增加轨枕配置根数，轨枕的预应力混凝土化，道床的碎石化及增加其厚度等强化措施。

当计划修建东海道新干线的时候，作为能够承受200公里/小时高速运行的轨道构造，究竟应采用何种结构型式，曾从各方面进行了分析研究。从经济、技术和施工性等方面考虑，结果采用了碎石道床轨道。

可是，从运营后的轨道养护经验来看，由于列车高速运行，不仅给予轨道的破坏影响比预料的大，轨道不平顺现象发展得快，而且养护维修标准也更严格，因而需要高额的养护维修费用。此外，当初没有预想到的道碴碎石的细粒化，以及由此而出现的翻浆冒泥现象，在各处相继发生了，目前在全线范围内正进行着道床的更换。

至于山阳新干线（岡山—博多），随着当时社会形势的变化，考虑到劳动力的困难，为了控制运营时养护人员的增加，则大量地铺设了预先研制的所谓省力化轨道——板式轨道。

这种板式轨道营业后虽然只经过约三年的时间，但到目前为止，已发挥了比当初预想还要充分的省力化的效果。（表1—1为新干线不同构造轨道延长里程表——译注）。

但是，并不是完全没有问题的，除联结装置及圆凸形挡台周

围的水泥沥青砂浆层等处，初期曾部分出现故障以外，与有碴道床轨道相比，列车行驶时的噪音高，具有防振构造的板式轨道还没能充分把噪音降低下来，因此目前正在对这些问题进行着各种试验研究和改进。不过，关于噪声问题，对于有碴轨道，由于使用捣固车、轨道方向整正车等重型机械，所以在夜间养护作业时的噪声是难于避免的，而板式轨道基本上没有这种情况。

表1—1 新干线不同构造轨道线路延长里程表
(线路延长km)

线 别 轨道构造	东 海 道 (东京—新大阪)	山 阳 (新大阪—岡山)	山 阳 (岡山—博多)
延 长	515.3	164.4	397.6
有碴轨道	515.3	158.5	125.0
板式轨道	0	7.9	272.6

1.2 板式轨道的研制经过

研究新型轨道结构的组织，于1965年在日本国铁开始工作，就“新型轨道构造的研究”技术课题进行了各种研究活动。而且，那时山阳新干线的建设计划已经具体化，更加明确地提出了全国新干线铁路网的规划设想。就高速铁路的轨道养护而言，对于以青函隧道为代表的很多长大隧道内的轨道和在都市内的高架区间的轨道，极力想把它们构成省力化的结构。因而，对新型轨道结构研制的必要性就更加迫切了。

于是，首先在隧道和高架桥区间有混凝土基床地段开始进行铺设省力化轨道结构的研究。这是由于考虑了在将来新干线铁路网上，隧道和高架桥区间较多，同时还考虑了在路基构造比较坚固的地段，参考过去直结轨道的经验，查清存在的各种问题及扩大其适用范围等方面的技术问题之后，同时，也把今后在土质路

基上铺设的问题作了研究。

在研制新型轨道结构的时候，考虑了如下一些基本前提条件：

(1) 在经济方面，新型轨道的投资费，应控制在以往的有碴轨道投资费的二倍以内。

(2) 应具有和有碴轨道同等程度的弹性，同时具有足够的强度。

(3) 施工速度每日应在 200 米以上，且施工方法比较简便。

(4) 对于下部构造变形所引起的轨道不平顺，应该是能较容易地进行整正的结构。

对于新型轨道结构虽然提出了种种研究方案，但由于预制混凝土板在制造上容易保证精度，又可在板与下部结构之间设置可调缓冲垫层，这种构造能够满足前面提出的前提条件，又具有实用性，所以把这种结构型式取名为“板式轨道”，在对这种结构型式的研制中，成为煞费苦心焦点的问题是缓冲垫层的材质。

关于轨枕板的支承方法，曾考虑有：

●把板作为两端支承梁的方法

●轨下用两条带状支承的方法

●板下全面支承的方法

●在土路基上作成以道路铺装为标准的铺装层，再在其上铺设轨枕板的全面支承方法，并就各种支承方法分别进行了设计、试制和试验，结果是无论采用哪种方法，其设计都是可能的，性能也是大体能满足要求的。但是，对采用两端支承的方法来说，其下部需要特殊的支承结构，并要求板具有梁的强度，所以这种支承方法不仅费用高且存在受使用地点限制的问题。

轨下条形支承方法，是在下部构造上设置两条带状的支承台，这在保证施工精度上是很困难的。而全面支承的结构，起先对缓冲垫层材料的研制上似乎显得很难，但后来由于可使沥青乳剂和灰浆混合起来，并充分利用以往直结轨道的长处，同时预料

到施工容易,并具有耐久性等特点,从而选用了这种结构型式。

至于土质路基上的轨枕板,从板式轨道可能调整的变形量来确定路基的容许下沉量出发,对于能满足这种要求的路堤和路堑的设计、施工和每小时超过210公里以上高速运转时轨道构造的安全性等问题,有待于今后的研究和试验的地方还很多。

另把这些型式的名称及简称列于表1—2。

表1—2 板式轨道的名称

简 称	名 称
A型板式轨道	混凝土基床板式轨道(沥青灰浆填充型)
M型板式轨道	混凝土基床板式轨道(垫块调节型)
L型板式轨道	混凝土基床板式轨道(长条型)
RA型板式轨道	土质路基板式轨道(灰浆填充型)

为了确认和研究上述一些问题,如表1—3所示,对板式轨道进行了实物实验和在运营线上的试铺试验。

表1—3 板式轨道实物试验和营业线上试铺试验经过

结 构 类 型	延长里程 (m)	铺设年月	试验年月	备 考
1. 津田沼土木实验所实物模型试验				
板式M-131型	15	66.7	66.7~10	
板式A-141型	22.4	66.11	66.11~67.2	
钢桥直结轨道	桁架式7.2 梁式 4.0	67.2	67.4~5	
防振钢轨	4			
2. 纪势线有田川桥试铺试验				
混凝土短块式	390	67.6	67.8~9	
短木枕式	390	67.6	67.8~9	
有孔钢板式	100	67.6	67.8~9	
板式M-141、131型	100	67.6	67.8~9	
3. 新干线名古屋站内试铺试验				