

# 道路路面设计方法

[日] 内田一郎 著 韩绍如 译

中国建筑工业出版社

# 道路路面设计方法

[日] 内田一郎 著

韩绍如 译

中国建筑工业出版社

本书系日本九州大学教授 内田一郎著述，内容包括：路面设计理论和应用公式、设计用图表、设计例题，以及筑路材料的标准规范等。这是一部关于道路路面设计方法比较新颖、全面、系统而且实用的著作。译者并将日本 1978 年修订版《沥青路面纲要》和 1979 年修订版《水泥混凝土路面纲要》两书中资料补充于本书中。

本书可供城市建设和公路部门道路工程设计施工技术 人员 参考。

\* \* \*

责任编辑 谭 璟

新 編  
道路舗装の設計法

内田一郎 著

森北出版株式会社

東京都千代田区富士見1-4-11

\* \* \*

道路路面设计方法

韩绍如 译

\*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售  
西安新华印刷厂印刷

\*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：13<sup>3</sup>/<sub>4</sub>，字数：369千字

1983年7月第一版 1983年7月第一次印刷

印数：1—10,100册 定价：1.70元

统一书号：15040·4473

## 译 者 的 话

本书系日本九州大学教授内田一郎的著作，内容包括：路面设计理论和应用公式、设计用图表、设计例题，以及筑路材料的标准规范等。这是一部关于道路路面设计方法比较新颖、全面而且实用的著作。译者受中国建筑工业出版社的委托翻译此书，认为该书所述内容，不但可帮助我们较全面、系统地了解日本的道路路面设计方法，同时，也可间接地了解到其他国家在这方面所达到的水平。

由于译者工余时间不多，因而翻译工作进行较缓慢，使该书未能早飨读者。在翻译过程中，译者陆续看到一些日本的最新资料，即1978年修订版《沥青路面纲要》和1979年修订版《水泥混凝土路面纲要》。因此，特商得中国建筑工业出版社同意，用上述两本修订版的新资料，修订并补充了原著中部分已过时的资料。

此外，关于某些名词方面，在译文中有的直接采用了日文的汉字，如“路盘”（Subbase）一词，未译作一般著述中的用词“底基层”。认为“路盘”一词言简而意赅，不致于误解，且避免了词汇本身的重复，能使人易知它在整个路面结构层中所处的位置和所起的作用。至于“底基层”一词，则有以下缺点：第一、容易与“基层”混淆；第二、因为“底”和“基”，中文是同义词，看起来显得重复，而且涵意模糊；第三、倘若此结构层用两种材料分两层构筑时，按照“底基层”的惯用词，则上层称“上底基层”，下层称“下底基层”。此“上底基层”一词

在形象上就充满着矛盾，而“下底基层”一词则从字面上就表现着重重复三次，因为下、底、基三字的中文是同义的。根据上述的看法，在我国有关部门尚未规定一个最适当的用词前，译者姑且采用“路盘”一词。

在翻译此书工作中，译者曾对原著中一些错误之处，尽可能地作了改正，但限于水平，不免仍有不足或译错的地方，请读者批评指正。

1982年10月

## 序 言

1962 年旧版的《道路路面设计方法》发行以来已历时 10 余年。在这期间以名神高速公路为始的一些高速公路建成了，而且一般的道路建设也在飞速地前进。由于汽车产量增长的很快，因而，促使道路交通也能在这期间发挥其重要的作用。这种趋势今后还要继续下去，估计会更进一步地推进道路的建设与维护工作。

最近，路面的修筑技术确实有显著的进步。以高速公路为主的许多道路建设中，在独创的见解方面做了力所能及的努力，于是形成了到目前为止的技术积累。旧版本发行以来，在日本国内与路面有关的《道路构造法令》、《沥青混凝土路面纲要》、《水泥混凝土路面纲要》等也都有所改订；在国外，美国 AASHO 的道路试验的成果也相当显著。考虑到以上这些事实，乃将旧版本全面地改写成这一本新编《道路路面设计方法》。

本书的内容，将首先在绪论里叙述路面的结构，路面所受的荷重，因荷重而产生的应力、沉陷等；随后依次说明路面各组成部分的设计方法，即叙述路床、路盘的设计方法后，随之讲述柔性路面、刚性路面的设计方法。此外，飞机场的路面可以和道路的路面同样看待，而且因为一般担任道路工程的技术工作者也担任飞机场的路面工程，所以本书也适当地涉及飞机场的路面。本书中改写的要点如下：

1. 根据现行的《沥青路面纲要》和《水泥混凝土路面纲要》。

2. 介绍AASHO道路试验的成果。

3. 采用新的资料、研究成果进行修改或增删。

此外，对于现在虽不使用的资料、成果，而认为其具有历史意义者或对于将来的发展有启发性者，则仍予以保留下来。

内田一郎 于福岡

1975年12月

# 目 录

## 译者的话 序 言

### 第1篇 绪 论

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 第1章 路面的结构 .....                       | 1  |
| 1-1 路面的种类 .....                       | 1  |
| 1-2 道路的横断面 .....                      | 3  |
| 1-3 路面设计工作中两个方面的问题 .....              | 4  |
| 第2章 作用在路面上的荷重 .....                   | 6  |
| 2-1 荷重的种类 .....                       | 6  |
| 2-2 慢速车 .....                         | 6  |
| 2-3 汽车 .....                          | 7  |
| 2-4 飞机 .....                          | 14 |
| 第3章 道路整体中产生的应力和下沉 .....               | 17 |
| 3-1 卜西奈斯克 ( Boussinesq ) 法的应力计算 ..... | 17 |
| 3-2 威士卡德 ( Westergaard ) 法的应力计算 ..... | 22 |
| 3-3 视为弹性体时的下沉 .....                   | 23 |

### 第2篇 路 床 和 路 盘

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第1章 路床土壤 .....       | 25 |
| 1-1 土壤的种类 .....      | 25 |
| 1-2, 适合做路床土的土壤 ..... | 35 |
| 1-3 土的压实 .....       | 36 |
| 第2章 路盘材料 .....       | 43 |
| 2-1 材料的种类 .....      | 43 |
| 2-2 取得最大密度的级配 .....  | 44 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 2-3 路用碎石的质量、试验方法和检查 ..... | 45  |
| 第3章 承载板试验和CBR试验 .....     | 51  |
| 3-1 承载板试验 .....           | 51  |
| 3-2 CBR试验 .....           | 54  |
| 第4章 下层路盘 .....            | 58  |
| 4-1 材料 .....              | 58  |
| 4-2 施工 .....              | 59  |
| 4-3 隔断层 .....             | 59  |
| 第5章 上层路盘 .....            | 60  |
| 5-1 调整级配的施工法 .....        | 60  |
| 5-2 碎石层的施工法 .....         | 72  |
| 5-3 水泥稳定处理施工法 .....       | 75  |
| 5-4 沥青稳定处理施工法 .....       | 94  |
| 5-5 沥青贯入式施工法 .....        | 96  |
| 5-6 沥青混合料中间层 .....        | 97  |
| 第6章 排水 .....              | 99  |
| 6-1 排水的意义 .....           | 99  |
| 6-2 路面排水 .....            | 99  |
| 6-3 路盘排水 .....            | 101 |
| 6-4 地下排水 .....            | 106 |
| 6-5 冻胀现象和应采取的措施 .....     | 114 |

### 第3篇 柔性路面的设计

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 第1章 路面厚度的决定方法 .....        | 125 |
| 1-1 迄今已提出的方法 .....         | 125 |
| 1-2 承载板试验方法 .....          | 131 |
| 1-3 CBR试验法 .....           | 143 |
| 1-4 美国各州公路工作者协会道路试验法 ..... | 165 |
| 1-5 三轴试验法 .....            | 170 |
| 1-6 根据土壤分类的方法 .....        | 184 |
| 1-7 其它设计方法 .....           | 190 |
| 1-8 飞机场内路面厚度的决定方法 .....    | 195 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 1-9 结束语 .....             | 199 |
| 第 2 章 土质路面 .....          | 201 |
| 2-1 土质路面的面层必须具备的条件 .....  | 201 |
| 2-2 土砂路 .....             | 202 |
| 2-3 砂石路 .....             | 203 |
| 2-4 防尘处理 .....            | 205 |
| 第 3 章 沥青材料及其试验方法和规范 ..... | 207 |
| 3-1 沥青材料的定义和种类 .....      | 207 |
| 3-2 道路用的沥青材料 .....        | 212 |
| 3-3 沥青材料的试验方法 .....       | 215 |
| 3-4 沥青材料的规范 .....         | 240 |
| 第 4 章 沥青混合料的配合设计 .....    | 248 |
| 4-1 沥青混合料中使用的材料 .....     | 248 |
| 4-2 沥青混合料密度和孔隙的求法 .....   | 268 |
| 4-3 沥青混合料的配合设计方法 .....    | 271 |
| 第 5 章 沥青路面施工方法的说明 .....   | 293 |
| 5-1 加热拌和式的施工法 .....       | 293 |
| 5-2 常温拌和式施工方法 .....       | 297 |
| 5-3 常温路上拌和的施工方法 .....     | 301 |
| 5-4 贯入式沥青碎石路的施工方法 .....   | 304 |
| 5-5 其它的施工方法 .....         | 306 |

## 第 4 篇 刚性路面的设计

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 第 1 章 厚度的决定方法 .....                   | 316 |
| 1-1 横断面的形状 .....                      | 316 |
| 1-2 刚性路面板中产生的应力 .....                 | 318 |
| 1-3 路盘的厚度的设计 .....                    | 339 |
| 1-4 日本岩间氏的设计方法 .....                  | 342 |
| 1-5 美国各州公路工作者协会 (AASHO) 道路试验的方法 ..... | 349 |
| 1-6 阿灵顿 (Arlington) 的半试验式方法 .....     | 352 |
| 1-7 斯伊兹 (Sheets) 公式的方法 .....          | 355 |
| 1-8 边缘加厚型断面的设计 .....                  | 356 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 1-9 飞机场路面板厚度的设计方法 ..... | 358 |
| 第2章 接缝 .....            | 363 |
| 2-1 接缝的种类和排列 .....      | 363 |
| 2-2 接缝的间距 .....         | 364 |
| 2-3 接缝的结构 .....         | 368 |
| 2-4 接缝的加固 .....         | 369 |
| 2-5 飞机场路面板的接缝 .....     | 377 |
| 2-6 接缝的填料 .....         | 379 |
| 第3章 混凝土路面的增强 .....      | 387 |
| 3-1 增强的方法 .....         | 387 |
| 3-2 用钢丝网增强 .....        | 387 |
| 3-3 用钢筋增强 .....         | 389 |
| 第4章 混凝土路面使用的材料 .....    | 391 |
| 4-1 水泥 .....            | 391 |
| 4-2 水 .....             | 391 |
| 4-3 细粒料(砂) .....        | 392 |
| 4-4 粗粒料 .....           | 395 |
| 4-5 外掺剂 .....           | 397 |
| 4-6 其它材料 .....          | 400 |
| 第5章 路面混凝土的性质 .....      | 401 |
| 5-1 路面混凝土需要具备的性质 .....  | 401 |
| 5-2 抗弯强度 .....          | 401 |
| 5-3 抗拉强度和握裹强度 .....     | 403 |
| 5-4 弹性系数和泊松比 .....      | 403 |
| 5-5 体积变化 .....          | 405 |
| 5-6 耐久性 .....           | 405 |
| 5-7 和易性与易修整性 .....      | 407 |
| 第6章 混凝土配合比的设计 .....     | 408 |
| 6-1 配合比设计的顺序 .....      | 408 |
| 6-2 强度指标 .....          | 408 |
| 6-3 决定单位粗粒料的体积 .....    | 409 |
| 6-4 单位水量的决定 .....       | 410 |

|                    |                          |     |
|--------------------|--------------------------|-----|
| 6-5                | 水泥用量的决定 .....            | 410 |
| 6-6                | 决定外掺剂数量 .....            | 411 |
| 6-7                | 配合的表示方式 .....            | 411 |
| 第7章 特殊的混凝土路面 ..... |                          | 413 |
| 7-1                | 连续钢筋混凝土路面 .....          | 413 |
| 7-2                | 预应力混凝土路面 .....           | 415 |
| 7-3                | 加气混凝土路面 .....            | 418 |
| 7-4                | 真空混凝土路面 .....            | 420 |
| 7-5                | 溽暑季节修筑的混凝土路面 .....       | 421 |
| 7-6                | 寒冷季节修筑的混凝土路面 .....       | 422 |
| 7-7                | 沥青路面的水泥混凝土基层(白色基层) ..... | 424 |
| 7-8                | 贯入式水泥碎石基层 .....          | 426 |
| 7-9                | 拌和式的水泥碎石基层 .....         | 427 |

# 第 1 篇 绪 论

## 第 1 章 路 面 的 结 构

### 1-1 路 面 的 种 类

从前的道路主要是为了人行走。随后，货车和马车也在上面通过，且通行汽车，这和以人为对象的情况比较起来，就出现种种意料不到的问题。以路面来讲，如通行高速汽车，必须保证通畅；而要求通行载重汽车就必须非常坚固。此外，通过汽车时，尘土飞扬，使附近地区会受到了干扰；尤其雨天路面滑溜，也颇危险。相反，如果在交通量不大的情况下，修筑不相称的，外观漂亮的路面，也是不恰当的，因此还需要在相适应的情况下，采用适当的路面。再者，随着航空事业的发展，今后飞机场跑道、滑行道的路面，也会出现很多问题。这些均在本书考虑范畴之内。

路面的分类可从各种观点出发，如：按照使用的材料、施工方法；按照工程造价的多少；或按照承受交通荷重的方式等分类。

#### (a) 按照使用的材料、施工方法分类

1) 土质路面 I、土砂路；II、砂石路；III、碎石路；IV、矿渣路。

2) 稳定处理路面（主要用来做上层路盘或基层）I、级配调整稳定处理；II、水泥稳定处理；III、沥青稳定处理；IV、石灰稳定处理；V、化学稳定处理；VI、木质素稳定处理；VII、

树脂系稳定处理；Ⅷ、其它。

3) 沥青路面 I、粗级配沥青混凝土路面；II、密级配沥青混凝土路面；III、托彼卡 (Topeka) 路面；IV、修正托彼卡路面；V、沥青砂；VI、瓦伦·彼特 (Warrenite-bitulithic) 路面；VII、预拌式沥青碎石路面；VIII、敞级配沥青碎石路面；IX、密级配沥青碎石路面；X、贯入式沥青碎石路面；XI、沥青表面处理；XII、其它。

4) 水泥混凝土路面 I、水泥混凝土路面；II、连续混凝土路面；III、预应力混凝土路面；IV、加气混凝土路面；V、真空混凝土路面；VI、褥暑混凝土路面；VII、寒冬混凝土路面；VIII、白色基层；IX、水泥碎石基层；X、拌和式水泥碎石基层；XI、其它。

5) 砌块路面 I、木块路面；II、石板路面；III、小方石路面；IV、砌砖路面；V、混凝土砌块路面；VI、沥青砌块路面。

上列各种路面中，稳定处理路面的大部分和白色基层、水泥碎石基层、拌和式水泥碎石基层等，大多数使用沥青面层覆盖，不露在表面。此外，尚有用氯化钙、木质素铬盐做为土路的防尘处理。

(b) 按照工程造价的高低分类 大致可分为低级路面、中级路面和高级路面三类。土质路和表面经稳定处理的路也属于低级路面。沥青路面中，除了沥青混凝土、托彼卡、修正托彼卡、沥青砂、瓦伦·彼特之外，都属于中级路面。前述中级路面以外的沥青混凝土路面、水泥混凝土路面，以及砌块路面等属于高级路面。

(c) 按照承受交通荷重的方式分类 可分为柔性路面和刚性路面。柔性路面对于剪力和弯矩的抵抗力比较小，它的面层能稍微地随着基层和路盘而变形，沥青的路面是其代表。土路和稳定处理的路面等也可以认为是属于这种类型。刚性路面能抵抗剪力，也能抵抗弯矩，不能随其下层的结构而变形，它的代表是水

泥混凝土路面。但此两类路面之间的区别不够明确。例如，设计的限界弯沉量，水泥混凝土路面是1.25毫米，沥青混凝土路面是2.5毫米，表面处理式的简易沥青路面是3毫米<sup>①</sup>。柔性路面比刚性路面的弯沉稍大一点，但从其弯沉可以恢复、不致破坏这一点论则是其优点。目前的刚性路面的设计方法与柔性路面的设计方法之间，存在着明显的区别，但是将来则可能有某种程度的接近。

### 1-2 道路的横断面

将道路切开，观察其横断面，呈如图 1-1-1 的结构。此图把道路横断面的结构分为土质路、柔性路、刚性路三种，简明地表示出它们的特点。不过，对于刚性路面，则可以用混凝土直接表示之。欲使道路不破坏，且不产生大的下沉，能长期地使用，不但对于露在路表面的部分应注意，对于其下的某些部分也必须十分重视。

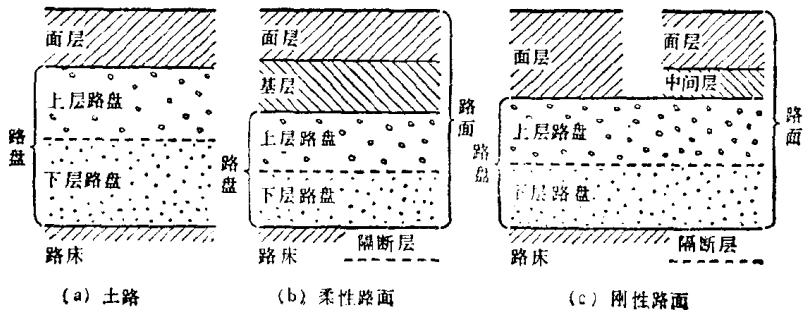


图 1-1-1 道路的横断面

面层（对于水泥混凝土路面即指混凝土板）在直接承受其上通过的轮荷载的同时，还要安全地把荷载传到下部，故须具有相当大的强度。它的表面要做到平整，使车辆容易顺利地通过；还

① 山本亨：沥青路面的破坏和路盘的下沉 道路4-1(1942年1月)

必须能抵抗轮胎的剥离和磨耗。它是直接受气候作用的部分，对此必须有充分的抵抗能力。此外，还要起到防止路表水浸入，保护基层、路盘、路床的作用。

基层是面层的直接基础，能承载从面层传来的荷重，并起着使荷重分布的作用。如果不是柔性路面，此层在路面结构上多被省去。

路盘处在基层下面，或直接处在面层下面，它和面层、基层共同承载轮荷重，使之扩大分布在路床上。因为使用的材料不同，还可分为上层和下层路盘。

从面层到路盘的厚度，以及所采用的材料，即通常设计的对象。此外，基层和路盘也必须和面层一样，应具有对气候的抵抗作用。

路床处在路盘下面，应认为是道路整体范围内的部分。换言之，即对于路盘、基层的设计也能产生影响的部分。因此，气候作用对于路床也有重要的关系，必须采取措施摆脱气候作用的坏影响。路床部分在填方时是筑堤，挖方时即自然地面。在路床土质不良，设计CBR值小于2.5的情况下，则要在路床的上面设置厚15厘米以上的隔断层，并作为路床的一部分。

通常系将如图1-1所示的面层、基层、路盘合在一起称作路面。这是因为面层、基层、路盘单独活动的效果很小，合成一个整体共同活动才能发挥充足的效果。从这种意义讲，把三者合在一起论，使路面这一名词才为恰当。

### 1-3 路面设计工作中两个方面的问题

前已述及，路面必须能经受荷重和气候条件的考验，才能起到其本身的作用。此外，还必须考虑道路所处的环境。例如：地下水位高，在山腰填土筑路等不利条件。施工方法和其它因素也必须考虑。

将上述各种因素综合考虑得出论断以后，方能进行路面设

计。而设计工作表现在两个方面：第一、路面厚度的设计，即从路盘到面层的总厚度采取多少数值？路盘、基层和面层各自的厚度又如何规定；第二、各结构层用何种材料，例如：面层是采用沥青混合料，抑是水泥混凝土？另外，它的配合比如何决定等，有关材料和配合比的设计问题。

本书即以此两方面的问题为重点，并使之相互有所联系，加以叙述。