

高等学校教学用书

公路設計

上册 第二分册

A. R. 比魯利雅著

高等教育出版社

高等学校教学用书



公 路 設 計

上册 第二分册

A. K. 比魯利雅著
南京工学院道路教研組譯
同济大学道路教研組校

高等教育出版社

本書系根据苏联汽車運輸与公路部汽車運輸科技書籍出版社 (АВТОТРАНСИЗДАТ Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог СССР) 1958 年出版的乌克兰蘇維埃社会主义共和国助科学活动家、技术科学博士比魯利雅 (А. К. Вируля) 教授著“公路設計”上册 (Проектирование автомобильных дорог, часть I) 第三版增訂版譯出。原書經苏联文化部前高等教育总署审定为高等学校“公路与城市道路”专业的教科書。

著者在本版書中,除了将 1948 年版的内容作了删改外,并将公路設計的科学作了进一步的分析和綜合。書中除增添了第五編“路面”以外,还增加了許多新的材料,特別注意到設計理論和設計方法的研究。

原書分为上下两册。上册共七篇,中譯本暫分二册出版,上册第一分册已出版,上册第二分册包括第四篇“路基和公路用地”,第五篇“路面”,第六篇“排水”,第七篇“各种自然和經濟地区的公路設計”。

上册第二分册由南京工学院道路教研組譯出。其中第 14、18、19 章为方福森同志所譯;第 12、18、24、25 章为徐吉謙同志所譯;第 15、16、17、20、21 章为杜道礼同志所譯;第 22 章为令狐世津同志所譯;第 23 章为蒋如礼同志所譯。本書譯稿由同济大学道路教研組負責校訂。

在翻譯过程中,曾参考原書 1948 年版的譯稿 (由前清华大学道路教研組譯) 和同济大学道路教研組的苏联專家諾西奇 (Н. А. Носич) 的“道路設計”講义 (1955 年)。

本書可作为我国高等学校“公路与城市道路”专业师生和道路工程人員的参考書。

公 路 設 計

上册 第二分册

A. K. 比魯利雅著

南京工学院道路教研組譯

同济大学道路教研組校

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 034 号)

商务印书館上海厂印刷 新华书店发行

統一書号 15010·734 开本 787×1092 1/16 印張 16 1/8

字數 349,000 印數 1—2,000 定价(4) 1.80

1959 年 4 月第 1 版 1959 年 4 月上海第 1 次印刷

上册第二分册目录

第四篇 路基与公路用地

第十二章 路基设计原理	185
第六十二节 路基的用途与路基作为路面基础的一般要求	185
第六十三节 作为路基的基础和材料的土壤	187
第六十四节 路基的水-温情况	194
第六十五节 路基土壤冬季水份的积聚	199
第十三章 路基的尺寸与形状	204
第六十六节 在各种典型状况下路基的结构和横断面	204
第六十七节 土方体积的确定及土方调配	210
第六十八节 边沟和取土坑	216
第六十九节 从路基引出的岔道	218
第十四章 路基稳定性的保证	220
第七十节 路基的变形及其原因	220
第七十一节 保证路基稳定性的方法	223
第七十二节 路基稳定性的计算	228
第七十三节 下部为水淹没的路堤的稳定性	233
第七十四节 山坡上路堤的稳定性	235
第七十五节 在软弱地基上的路基	235
第十五章 边坡加固	239
第七十六节 土工结构物的边坡破坏的原因	239
第七十七节 用草木加固边坡	241
第七十八节 用石料加固边坡	245
第七十九节 应用沥青的边坡护面	248
第八十节 边坡加固型式的选择	248
第十六章 公路用地	250
第八十一节 公路用地上结构物的总布置	250
第八十二节 备用道及辅助性道路	251
第八十三节 标志和号志	252
第八十四节 公路防护设备	253
第十七章 植树	254
第八十五节 公路植树的意义及分类	254
第八十六节 公路植树的一般设计原则	255

第五篇 路面

第十八章 路面设计原理	259
第八十七节 路面的用途及对路面的要求	259
第八十八节 路面结构	260
第八十九节 车轮与路面的相互影响及设计荷载	266

第九十节 柔性路面的强度理论	267
第九十一节 柔性路面厚度的计算方法	275
第十九章 路面结构	279
第九十二节 路面与路基的综合设计	279
第九十三节 路面与路基的稳定水-湿情况的保证	281
第九十四节 用各种不同材料设计路面结构层	287
第九十五节 刚性路面的结构和计算方法	295
第九十六节 路面的技术经济评价	306
第九十七节 路面的科学研究	308

第六篇 排水

第二十章 地面水的排除	311
第九十八节 流向公路的水源与排水任务	311
第九十九节 人工渠道的构造和计算	312
第一百节 侧沟(边沟)	318
第一百零一节 截水沟	320
第一百零二节 泄水沟	321
第一百零三节 取土坑和蒸发池	323
第一百零四节 人工渠道及防水设施	325
第一百零五节 跌水与急水槽	326
第二十一章 地下水的排除	333
第一百零六节 地下水的流动与排水设计	333
第一百零七节 地下排水结构物的构造	337
第一百零八节 土壤基础的排水	341
第一百零九节 路床排水	344

第七篇 在各种自然和经济地区的公路设计

第二十二章 平原区和丘陵区公路	348
第一百十节 当地定线的一般原则	348
第一百十一节 按地形布置路线	349
第一百十二节 在平原区的定线	351
第一百十三节 在丘陵区的定线	354
第一百十四节 在冲沟地区的定线	357
第一百十五节 冲沟的加固	359
第一百十六节 在喀斯特地区的定线	366
第二十三章 森林沼泽地区的公路	367
第一百十七节 沼泽的类型与分类	367
第一百十八节 沼泽上的公路设计	372
第一百十九节 木排路	379
第二十四章 干旱地区的公路	382
第一百二十节 流沙上的公路	382
第一百二十一节 盐渍土地区的公路	386
第一百二十二节 灌溉地区的公路	391
第二十五章 山区公路	395
第一百二十三节 山区的自然条件	395

第一百二十四节	山区公路选线的基本情况	396
第一百二十五节	山坡上的路基	400
第一百二十六节	回头曲线及其应用	402
第一百二十七节	碎落坍方地段的路线	411
第一百二十八节	滑坡地段的公路	414
第一百二十九节	跨越山区水流	418
第一百三十节	越岭路线	424
第一百三十一节	在雪崩地段的公路	426
第一百三十二节	山区隧道	430
第一百三十三节	地震区域的公路	433

$$\sigma_z = K \frac{P}{Z^2}。$$

除外加荷载外,作用于土体的尚有土壤自重及路面的重量,由此而产生的应力是与深度成正比,即

$$\sigma_z = \gamma \cdot Z,$$

式中 γ —土壤的容重。

当外加荷载在某一深度上所产生的应力与土壤自重比较起来较小(不大于 $\frac{1}{n}$),以致可略而不计时,该深度即被认为是外加荷载所引起的应力计算范围。一般认为,按土壤的压缩性,当外加荷载所引起的应力小于自重所引起的应力的 $\frac{1}{5}—\frac{1}{10}$ 时,其影响已很微小。

该情况可用下式表之:

$$K \frac{P}{Z_a^2} = \frac{\gamma Z_a}{n}$$

或

$$Z_a = \sqrt[3]{\frac{K \cdot n \cdot P}{\gamma}},$$

式中 $K \approx 0.5$, 而 P —车轮荷载。

由上式可得路基土壤在车轮荷载作用下所引起的应力的分布深度 Z_a 的近似值。

由于没有考虑到路面各层的刚性,以及路面可将荷载分布到土基广大的面积上(图 153),根据上式所得的 Z_a 数值是较大的。

在车轮荷载作用下而产生显著应力状态的那一个土壤体积,可以称为路基的工作区或作用区。汽车车轮的压力愈大,则工作区的深度就愈大;路面各层的刚性愈大,则工作区的深度愈小。

在工作区之下,照例仅有自重所产生的固定荷载。

为了确定作用区的深度,必须将路面层按第五篇所述的规定化为当量的土层。

在现代汽车车轮的荷载下,工作区的深度为 1.2—1.5 公尺,而对于极重的汽车,可达 3

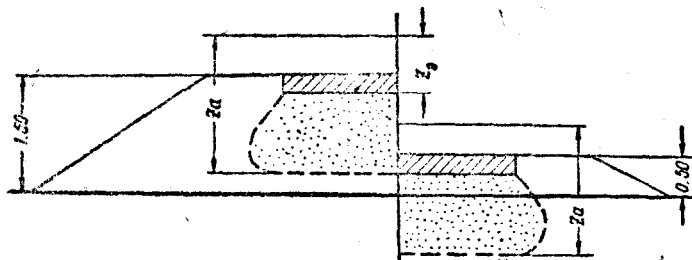


图 154. Z_a —作用区(土基)的深度; Z_0 —代替路面的当量土层。

公尺。因此,对于 0.4—0.7 公尺的矮路堤,在荷载的作用下,起作用的不仅是路基,还有在路堤以下的上层土壤(图 154)。所以基础与不高的路堤均须压实。

路基整体,特别是土基,

应该具有足够的永久不变性,以保证有平整的行驶表面,并不致使路面发生破坏性的变形或过早的磨损。

路面的类型愈高,造价愈贵和公路的设计车速愈高,则上述要求愈应充分满足。

路基与其各部分形状和尺寸的变化(变形),可能系由于下列各原因所引起:

- (1) 整个路基或其个别部分不够稳定(參閱第七十二节);
- (2) 路基以下的土基不够稳定(參閱第七十五节);
- (3) 由于行車的变动荷載的作用;
- (4) 由于路堤压实不够而逐渐沉陷;
- (5) 土壤季节性的交替受到潮湿和干燥及其温度变化的物理作用,因此由于土壤的膨胀、收縮与冬季水分重分布时的积冰,土壤就产生了体积的变化。

在适当的条件下,作用于土壤上的活动荷載既可能造成可回复的或不可回复的形变,亦可使土壤压实或挤散。

在公路建成后的若干時間內,由于土壤自重的影响,路基中的土壤将逐步沉陷与压实。在这种經常的自重作用下,土壤不应有显著的沉陷,否則这种沉陷也应当是均匀的、不大的,并随時間的增長而停止。

压实不够的路堤的沉陷过程并不是随時間而均匀地發生的,而主要的是在春季和秋季發生。土壤交替地受到潮湿、干燥和收縮对于未压实的路堤的沉陷起着主要作用。

各种类型的路面,尤其是柔性路面,对荷載的抵抗力是同路基土壤,特别是同土基土壤的强度与稳定性,有着最密切的联系。强度不够的土基在車輪通过时,其沉陷将引起柔性路面的沉陷(挠曲)。單个車輪經過时引起的沉陷不大,而当多次經過时沉陷就积累起来。結果在柔性路面上将会引起日益扩大的凹坑与高低不平。

如果这些凹坑的产生到最后路面破坏(断裂)时还不終止的話,那末它們不論对公路或汽車都将带来很大的損害,会增加車輪对路面的冲击,大大地促使路面發生强烈磨損,减低路面的工作能量,并促使行車速率降低。

土基中土壤的强度不够,将会使面層出現无数的小凹坑和橫断面的变形。这些变形虽然不致整个地危及路面,但是逐渐累积之后,就破坏行車表面的平整度与降低公路的使用品質。

在設計和修筑路基时,应使土基具有足够的强度,并保証它經常具有这种固定的强度,或限制它变动于某些容許范围之內。

要达到上述情况是有障碍的,这些障碍是由于变化多端的气候因素(特别是土壤湿度的变化)所引起的土壤强度变动。設計和修筑路基的最重要的任务之一,是利用結構与技术上的措施將路基土壤內的湿度和温度的变化减到最小,以保証土壤的强度变化最小(參閱第七十一节)。

第六十三节 作为路基的基础和材料的土壤

地壳現代風化層表面上作为建筑結構物的基础和材料的表層称为土壤。

路線所經過区域的土壤,是用作为修筑路基的材料,也用作为路面的和路上結構物的基础。此外,土壤也被广泛地利用来作为土路的行車部分和土壤路面的材料。所以土是一种

最普遍的道路建筑材料。

土壤的种类和性质对于路线的选定和公路结构物的设计的条件影响极大,因此我们要在土学、土力学以及工程地质学等课程中作详细的研究。

公路设计一课,将广泛地利用这些研究的成果。

路基与路面的结构、以及排水系统都与土壤的物理-力学性质有关。土壤的性质和施工的难易性决定了筑路机械的类型的选择和它们的生产率,因而也就决定了土方工程中施工的组织和方法。

在利用土壤作为基础时,通常不破坏它的天然层次,而可能只是用某些方法在它原来的层次上进行加固。

如利用土壤作为土体结构物的材料,那末它的天然层次和一部分由于长期天然物理-机械作用所赋予的性质,就要受到破坏。

必须指出,作为最重要的道路建筑材料的土壤并不像用于结构物的大多数的建筑材料那样,可以有一定的标准规格。在很多地区(例如在森林沼泽地区,在山岭地区)中,就是在很短的路段里,土壤性质也发生变化。除此之外,在较短的路段上,天然条件(小区地形,小区气候)也会变化。

因此,当设计和修筑路基时,为了施工设计,必须将一般的标准方案按照自然的条件(其中包括土壤的性质)加以精确化。

由抵抗载荷作用的程度来衡量的土壤强度,与下列各基本因素有关:颗粒组成与其极细散布部分的组成、密度、湿度和温度。

在一定路段的路基中,土壤颗粒的组成通常是保持不变的。

土壤的压实程度是由它的密实度来衡量,在有利的条件下这种压实度有可能保持不变,或在长时期内仅有小的变动。从某些深度开始,路基土壤的密实度,在上层重量及其他因素的作用下,将随时间而逐渐增加。

土壤的湿度,受季节变化的影响最为显著。公路设计、修筑和养护人员的努力,就在于稳定或减少一年中湿度的变动。

对于路基土壤的基本要求,就是强度和抗水性。抗水性一般理解为土壤对于水分的渗入或冲刷的一种抵抗。在湿度变化很大的情况下,能保持一定的强度的土壤也称为抗水性的土壤(例如,砂)。

从理论上说,所有的土壤都可以作为修筑路基的材料,但是要求采取一些构造上和操作技术上的措施。

在路基中最稳定的要算粗粒和中粒的砾石砂、砂质壤土(不是粉砂质)和轻粘土质壤土。

但必须在该地区的水-温情况下来研究路基中土壤的稳定性。同一种土壤在不同的地区、不同的路段中会具有不同的稳定性。

从土壤在所设计的路堤和路堑中的工作着眼来评定土壤时,必须研究土壤在天然状态

下的性質、以及在施工过程中这些性質的变化。天然土壤的强度决定了土壤开挖的难易性，因而也影响到土方的施工方法和工程造价。

当設計某段路基时，应该与影响路基稳定性与强度的自然条件綜合地来研究土壤。

公路建筑中所碰到的各种土壤可以根据規定的特征来分类。現時所采用的公路土壤的分类系根据土壤的顆粒組成及塑性指数。

依据顆粒組成来确定的土壤类型，主要是靠試驗室的分析。

土壤的性質，特別是最上層的土壤的性質，也決定于它的物理-化学成份。

比較全面地反映土壤性質的是土壤的塑性指数，而且尤其是土壤的塑性上限，該上限值很容易在實驗室和野外的情况下确定(參閱 IOCT 5184-49)。

表 35 表示了怎样按照塑性上限可以将各种土壤分別列入众所周知的公路分类中去 [5]。

現在我們从修筑路堤和路堑的适用性方面来研究最常碰到的各种土壤。

表 35.

土 壤 名 称	粘 土 成 分, %	塑 性 指 数	塑 性 上 限 F , %
砂土.....	< 8	< 1	< 16
砂質壤土.....	8—12	1—7	16—26
粘土質壤土.....	12—18	7—10	26—34
重粘土質壤土.....	18—25	10—17	34—42
粘土.....	> 25	> 17	> 42

所謂石質土壤(岩石)是指各种石質的山地岩石，它位于天然产地或由于地質过程由其形成的地点移动而来。岩石可以生成为不同强度的塊体，并視其結構而为整体的、分層的和裂縫的。石質土壤可能由于較大的岩石碎塊的堆积(积聚)而形成，这些碎塊可能由細顆粒土壤固結而形成强度不等的礫岩。

山地岩石的碎塊，由于沒有其他材料作联系，也形成松散积聚(碎落塵堆)。

岩石土壤按其强度可分为很軟的(白堊、泥灰土、泥灰石)，軟的(石灰岩)及硬的(石灰岩、花崗岩、玄武岩)。岩石的塊体及岩層，經風化后，失去其本身的强度，并应当划归为軟的或很軟的岩石土壤类。

当利用这些土壤(山地岩石)作为路基与公路結構物基础时，应当遵守下列条件：

(1) 層次应有足够的厚度，以便在所建筑的結構物的重量作用下不致于弯曲与不破裂。
(2) 岩石土壤应有足够的强度，以便能經得起所建筑的結構物的压力，而不發生不允許的沉降与破坏。

(3) 天然岩石应当是这样的，即在結構物修筑之后不發生整層或部分的向边上移动，它的平衡也不致于遭受破坏。

(4) 修筑結構物时不应当破坏岩石下層的水文情况，因为它可能引起軟岩石过份被水饱和和膨胀，以致損失了强度。

各种碎片堆积的石質土壤，可以很成功地用于修筑路堤。这种路堤的稳定性不受湿度变化的影响，能很好地抵抗水流的作用、冲刷、冲毁和波浪冲击。这种路堤能很好的使水流由堤身通过，因而可利用作为泄水结构物，即所谓渗水路堤（堤壩）。

但是如泥灰石、泥灰土、白垩、粘土質頁岩和粘土質石灰岩这样的石質土壤，就不能用于多少为水份所强烈潮湿的地方修筑路堤。这些岩石以或大或小的速度为水所饱和与膨胀，使路堤可能坍散。首先破坏的是边坡，边坡由于土壤过分潮湿会出现滑坍现象。具有较高饱水性的岩石在抗冻方面也是不好的，当冰冻时，会逐渐发生开裂和破坏现象。当全部防止它受到水的影响时，例如路堤的内部、特别是路堤的外面、路基表面和边坡，这种土壤是可以用来修筑路堤。防止表面水的渗入可以采用不易透水的土壤（如粘土或重粘土質壩壩）作为斜坡的面层。用上述土壤修筑的路壩会产生边坡的风化。新开挖的土壤看来好像是能构成坚强的垂直的路壩边坡。但是经强烈的风化后，就发生土壤的碎落坍方和滑坍。

坚隔土（碎落坍方、冰碛、河流沉积）是由较大的岩块与砂和粘土的混合物所组成。因为山地岩石碎块从天然产生的移动过程中就已经遭受水及其他风化因素的作用，因而在大多数情况下，在坚隔土里（碎落崖堆除外），岩石的特点是有足够的强度和抗湿性。没有很多砂質粘土成份的坚隔土是修筑路堤与保证路基稳定性的一种良好材料。

礫石是具有砂質粘土顆粒（后者不多于50%），而尺寸为2—40公厘的滾圓岩石碎块的混合物。礫石在自然界中按照组成和性质是非常不同的，视其起源和生成的方法而定。

因为礫石是一种贵重的路面建筑材料，所以只在个别的路段采用它来修筑路堤。礫石材料是渗水的，在潮湿的影响下其性质变化较少，而在路堤土体中是稳定的。

由一种礫石组成和足够厚度的礫石所构成的礫石层，按其本身的稳定性与强度方面来说，是路堤的很好基础。在礫石层中夹有倾斜层理的粘土薄层是不利的，由于水份由礫石层的浸入可使之过份潮湿，能引起土壤沿着薄层的倾斜面滑动。

砂土是粘性差的松散易碎的土壤，其颗粒尺寸小于2公厘。砂土通常具有良好的透水性，毛细水上升高度很少。当为水所饱和时，通常其强度也很少变化。因此砂土在不利的水文条件下——地下水位很高与路堤浸水的地方，是修筑路堤的良好材料。但是由于砂土粘性很少，对于水流的冲刷和风的吹失方面的抵抗力很弱。因此砂土路堤与路壩的边坡应当加固，以防止冲刷及吹失。含有少量粉砂和粘土質土粒的坚实砂土乃是路堤的可靠基础。

砂質粉砂土含有15—50%的粉砂，粘性差。当饱和水时，这种土壤的稳定性显著地降低，而且边坡很可能形成滑坍。在潮湿较甚的地区修筑路基时，建议不采用粉砂土。

砂質壩壩土含有粘土，因此具有粘性。它的渗水性是满意的。砂質壩壩土在潮湿的时候稳定性降低，但是比起含有大量粘土成份的粘土質壩壩和粘土降低的还是比较少的。不论在干燥或是潮湿的地方，砂質壩壩土都是修筑路基的良好材料。

細砂質壩壩土比上叙各种土壤含有更大数量的粉砂成份。因此，土壤在潮湿状态时是不稳定的，并趋向于形成翻浆。为了保证以这种土壤所修筑的河基的稳定性，必须采取措施以防止土壤过份潮湿和边坡冲刷。

粉砂土比砂土含有較多的粉砂顆粒,是粘性差的翻漿土,潮濕時容易帶有流砂狀態。只有在乾燥地區,並當採取了防止土壤潮濕與边坡冲刷的措施時,才能用於修築路基。

粘土質壩埧土具有粘性,透水性低。它是修築路基用的一種良好的土壤,但是要求有防止過份潮濕的防護措施。边坡能滿意地抵抗水流冲刷。能為由下向上的毛細水所浸濕。

重粘土質壩埧土,這種土壤比上面所說的土壤含有更多的粘土顆粒,比粘土質壩埧具有較大的粘性,較小的透水性和較大的塑性。在採取措施以防止過份潮濕的條件下,它是一種十分令人滿意的修築路基的土壤。

粉砂質粘土壩埧土含有比砂土較多的粉砂顆粒,是具有粘性而透水性不好的土壤,有形成翻漿的傾向,和在潮濕時會失去穩定性。只允許在乾燥的地方用以修築路基的下層。

粘土是有粘性而密實的土壤,實際上是不透水的,塑性極大,很慢的為水所飽和而失去其穩定性,乾燥也極其緩慢。僅容許在乾燥的地方用來修築路基。

除了上述按照土壤顆粒組成的公路土壤分類之內的土壤外,在自然界中還有很多土壤,它的性質不僅是決定於顆粒的大小,而且也與它所含有的各種礦物質與有機質的混合物,以及土壤的結構有關。

土壤的水-溫情況,特別是它與水的關係,極其重要地取決於土壤的分散性程度和吸收性的合成物含量。

黃土和黃土狀土壤按其顆粒組成屬於粉砂質粘土壩埧,部份屬於粘土。由於起源關係,它的特徵是有大孔(0.5—5公厘),因此它的總的孔隙率大。黃土的特點是通常含有大量的粉砂顆粒(70—90%)以及大量的鈣鹽混合物。堅向大孔是黃土結構的特徵。由於粘性与具有這種結構,黃土的土壤能夠在有利的條件下形成很高的垂直边坡。但是當受潮時,黃土就失去粘性,而使自己成為粉砂土。潮濕的黃土狀土壤,在荷載作用下將產生很大的沉陷,而且在潮濕時其边坡亦將崩塌。

當開挖作為路基填土時,黃土的結構被破壞,並於最佳含水量下進行壓實時,它將失去大孔隙結構而成為粉砂質粘土壩埧。

在乾燥地區,用黃土所築成的路基受到強風的吹失,故須將边坡與路肩加固。

研究了蘇聯各氣候區內修建於黃土之上的結構物和用黃土所修築的結構物的變形後,得出了這麼一個結論:即黃土的穩定性與氣候條件之間有非常重要的關係。由於地面水浸濕時边坡不可靠,建議避免修築深路塹。也不推薦在黃土狀的土壤上修築高的路堤,因為在路堤附近(在取土坑)地面水的積聚可能使基礎潮濕,以及在路堤自重作用下,潤濕的黃土將要沉陷。這些建議適合於由於暴雨與由於雪水融化而在路基附近聚積水份的適度潮濕的地方。

由於黃土的受浸,黃土上不加固的排水溝和取土坑可能遭到破壞,並形成沖溝似的洞穴。沿截水溝流動的水,由於黃土的滲透性較大,可能滲透到路塹边坡。黃土很容易被沖毀,故用這種土壤所做成的路基需要加固边坡。

當在土壤復蓋層較為發展的地區建築公路時,通常要用很長的路基,除了高路堤和深路

整外,都造在土層的深度範圍之內,而利用土壤作为路基与鋪砌層基础的材料(圖 155)。在路基或者土路的建筑与养护的过程中,在形成土壤的一定因素作用下所形成的土壤,将失去其在層次、結構及部份本身性質方面的区别。作为天然历史产物而具有一定的水份与物理-化学状态的土壤,其繼續存在将告終止,新的路基本-温情况将开始起作用。但是土壤的物理性質在很大的程度上还繼續决定着路基中以及土路行車部份中土壤的性狀。

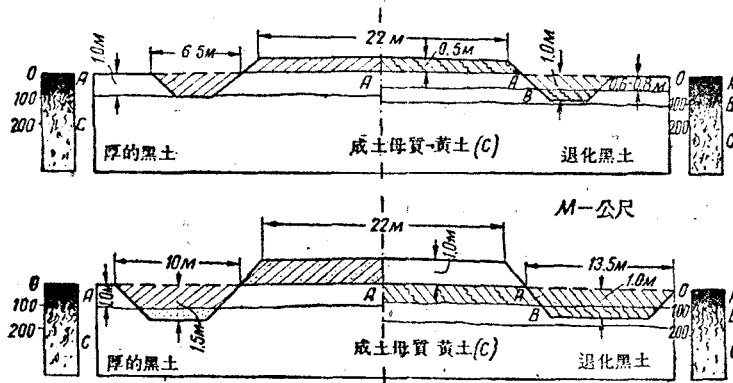


圖 155. 不同土壤層的路基構造:

A—腐植層; B—淀積層。

从建筑观点看来,土壤性質中重要的一种,就是在垂直剖面上各比較薄層之間的性質有或多或少显著的不同。由于这个原因,在修筑路堤时,照例其上層混合物具有不同的性質。

現从在路基中利用土壤的观点出發,来研究土壤的主要性質。

由于土壤是在自然的造壤因素特别是气候条件的綜合作用下形成的,所以,在地面上土壤类型的分布,其区域的規律性与景观区的分布相符。因此,苏联每一景观区中也特具一定起源的土壤类型(圖 156)。

苏联各种主要起源的土壤类型是灰化土(森林区)、黑土(草原区)、鹼性的淡棕壤和灰漠鈣土(干燥草原及半沙漠的土壤)。

灰化土相应于寒温带地区的潮湿气候,那里降水量超过蒸發量。因此这些土壤分布在森林区,但是草原与其他地区的沼澤地方亦有分布。各种不同級配的土壤——漂礫粘土、粘土質壤母、砂和砂質壤母以及冰礫起源土与冲积土等,都作为母岩。因为各灰化土区中的母岩是多种多样的,因此,其特点通常为土壤复盖層有杂色并且复杂。灰化土的厚度有60—100公分。灰化土的物理和力学性質是按不同的土層而变动的,并决定于母岩的性質。根据顆粒組成,上面通常为砂、粉砂,但淀积層則为重粘土。

灰化土的顆粒組成与物理性質沿垂直面有很大的变化,因此在設計路基施工标高、边沟深度、以及土路行車部份的改善方法时,应特別注意。

当在性質接近最佳土壤的砂質壤母灰化土上进行公路設計与修建时,在土方施工中可能将下面的淀积土層移动到表面来。在此种情况下,到淀积層的边沟或取土坑可能损坏良

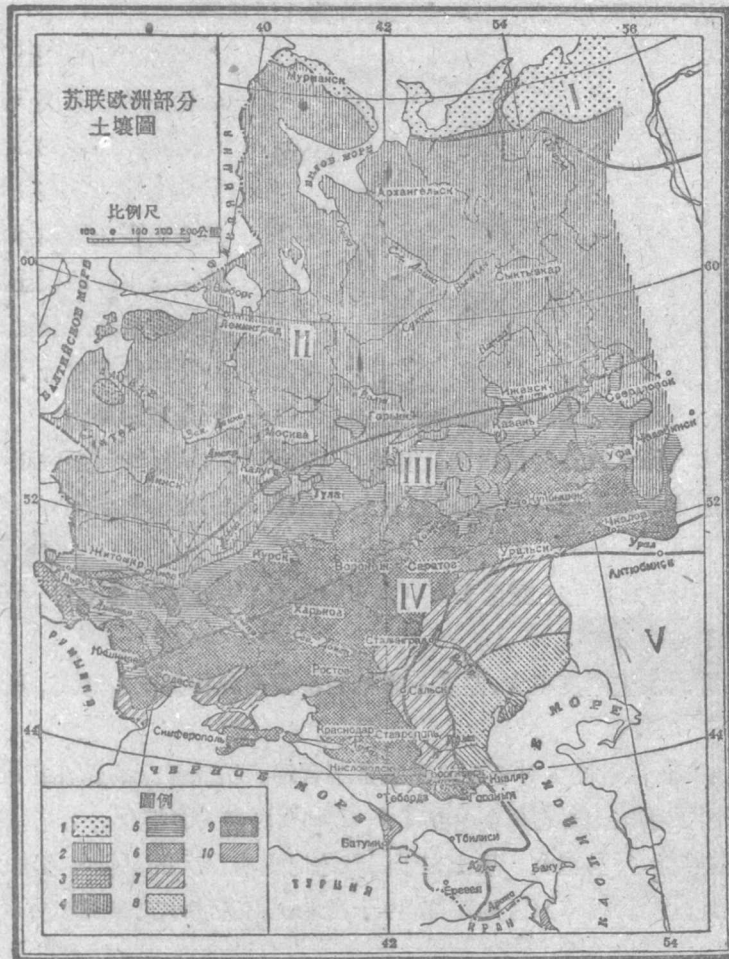


圖 156. 苏联欧洲部分公路—气候区及土壤分区对照圖：

圖例：1—冻土；2—灰化土与有些地方有不同程度沼澤化的土壤；3—山林灰化土；4—与灰化土相混乱的草皮腐植碳酸盐土；5—森林草原的灰森林土及其他土壤；6—黑土；7—有鹼土的栗鈣土；8—棕壤、鹼土和飞砂；9—克里木和高加索的南方闊叶林的棕壤；10—紅壤、黃壤和亞熱帶的灰化土。

好的令人滿意的土路，或質量差的土壤落到土基中。

反之，当为砂質灰化土时，將顆粒組成較重的淀积層土移动到表面上可能大大地改善了公路。

按照方案 1 (圖 157)，边沟或取土坑應該在上層土壤的級配完全令人滿意的情況下采用。从被冲刷而致貧的淋溶層中所取出的少量砂質粉砂土不影响到土路或路基的質量。

方案 2 (參閱圖 157) 說明，当边沟相斷深时，可能有許多淋溶層中的砂質粉砂土移到表面来。当表面土壤按土壤顆粒組成較最佳級配所要求者为重时，这个方案对土路很好。將下層的砂或砂質壩堆添加进去后，会稍微降低公路面層上的粘土顆粒含量。

当于粘土質壩堆或粘土的淋溶層上設計公路边沟的深度时，而表面为砂土时，可成功地

采用方案3。在这种情况下淋溶层中的土壤是改善性添加料。

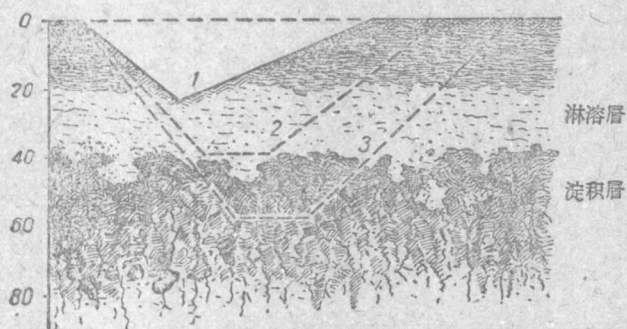


圖 157. 在灰化土地区中土壤性質与边沟深度的关系。

淋溶层及硬土层的存在对于灰化土的水文情况以及修筑在灰化土上的路基的水文情况发生着重大影响。这些防水层将促使在其上出现上层滞水。同时,某些胶结得牢固的硬土层可以作为当地材料来建筑路面的各层次。

形成灰化土地区的另一特征是有沼泽土。

黑土是在当大气降水的蒸发量很大而夏季又干燥而热的草原气候条件下发展起来的。苏联黑土的母岩通常是黄土状粘土质壤母、黄土状土壤、冰川的砂质粘土沉积物和杂质粘土等。

黑土的厚度,在厚的黑土上变化于100到150公分,一般厚的黑土为65到80公分,而南方黑土为50到60公分。

由于多种多样的黑土厚度很大,路基不得不完全采用此种黑土来修筑,因为边沟和取土坑的深度很少大于1公尺。

黑土本身的物理、化学性质对于公路建筑是不利的。按照黑土的颗粒组成,在大多数情况下黑土是属于中及重粘土质壤母,并含有4—7%及更多的腐植土。潮湿黑土的塑性很高,具有很大的粘滞性,并易泡软。黑土在干燥状态时具有很大的粘性与很高的强度。

但是在草原地区及森林草原区的南部,由于当地和路基的水文情况较有利,黑土广泛地被用来修筑路基。

在黑土上所修筑的土路,其缺点是泥濘时期长而情况严重,并且在干燥时期有强烈的尘土飞扬。在路基周期性地被水淹没的地方,不建议用黑土填筑路基。为了加固用砂所填筑的路基边坡,在边坡上撒布一层黑土,并于其上种植青草。

盐渍土是草原和沙漠的干燥气候所特有的多样复合体,包括栗-棕土、灰漠钙土及盐土。用盐渍土修筑路基需要采用特别措施(参阅第一百二十二节)。

土壤的筑路性质在非常大的程度上决定于它的含水量。因此在设计公路时,应根据土壤的性质,并与当地的水文情况紧密地联系起来加以考虑。

第六十四节 路基的水-温情况

在土体内各点中湿度与温度的规律性变化称为路基的水-温情况。

路基内湿度与温度的变化是彼此紧密相关的,因而要综合地研究水-温情况。

路基的水-温情况不同于大型工程结构物的土壤基础(设置于冰冻线以下),它在一年之

内变化很大。路基的水-温情况直接与当地的水-温情况有关,但是根据路基与路面结构的不同,还多少有些重要的差别。

天然土壤在取土坑内用机械开挖,然后移到路基中。这时,天然土壤的体态与局部结构均遭到破坏。在路基上,土层的分布与压实情况已是不同。视在修筑路基时采用什么样的机械和修筑的方法,土壤的堆置将有所不同,而且路基土体的组成也不一样。

路面的设置急剧地改变了土壤与大气之间的水、水气及空气的交换。在瀝青混凝土路面以及类似的用有机结合料修建的路面,这种交换差不多完全停止了。

路面的标高高于地面某一高度(路堤)或降低到地面以下的位置(路堑),这都使得路基的水-温情况不同于周围地面的情况。

因为路面的传热性与热容量与公路范围外的地面不同,路基土壤与空气之间的热交换也就不同于周围地区。

公路上表面的潮湿与雪盖情况也与周围地区不同。在养护过程中水和雪经常由路基消除掉,而在周围地区水和雪则积存一段多少比较长的时间。在草原地区,要采取特殊措施将水和雪保留在周围的田野中。

最后,路基中的土壤还要直接的或通过其他层次而变到静荷载与动荷载。

所有这些情况均使得在公路路基中的土壤中产生一种特殊的水-温情况,在这种水-温情况的影响下将形成土壤新的平衡状态。

以后在变化的水-温因素的作用下,土壤新的结构形成过程就使该段路基上达到一定的平衡(动力的)状态,在这种状态下,土壤的湿度、温度与密度,从而它的强度,在一年的各季节内或较长的时间内,按照循环的规律在一定的范围内变化着。

路基土壤湿度的变化决定于潮湿的来源及潮湿的强度。

路面基础土壤的稳定性是“路面—路基”体系稳定性的基本条件。因此首先应该保证土基不得过份潮湿或湿度有太大的变化。按照这些情况,兹根据湿度对路基可能发生的影响,来分析路基潮湿的来源(图 158)。

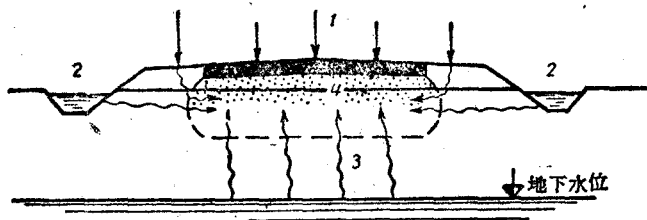


图 158. 土壤基础潮湿的来源:

1—大气降水; 2—地面水; 3—由地下水位上升的毛细水; 4—水蒸气。

降落在路基表面和沿路基表面流动的大气降水 1, 可能穿过透水的路面(白色碎石、块料路面)及路肩而渗透到土基中。当路面不透水时,这个来源几乎没有。

在路基附近的地面或边沟中的水 2, 由于地面排水困难,均可能借吸附作用和毛细作用而移向土壤基础中。

当地下水位与路面很接近时,毛细水 3 就不断上升,可以达到土壤基础并使它潮湿。在冬季,毛细水是冻胀地区中土壤基础内累积冰块的主要来源。它是最有力和最危险的一个潮湿来源。