

干燥城市道路下砂层 的完善方法

同济大学苏联专家
A. Я. 都拉也夫著

徐乃琛译
赵 驊校

人民交通出版社

353
57

这本小冊子是同济大学苏联專家А. Я. 都拉也夫的兩篇报告，内容是詳尽闡述砂层对剛性路面与柔性路面的作用，指出缺少可靠的排水砂层是高級路面大量损坏的主要原因。随着交通量和車輛重量的迅速发展，我国的道路翻漿情况某些地区还相当严重。結合本地区經濟、技术等具体条件学习本書，是很有现实意义的。

干燥城市道路下砂层的完善方法

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОСУЩЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ОСНОВАНИИ ГОРОДСКИХ ДОРОГ

А. Я. ТУЛАЕВ

本書系根据上海同济大学苏联專家А. Я. 都拉也夫專題报告的講稿譯出

徐乃琛譯 赵 驊校

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号

新 华 書 店 發 行

公 私 合 营 慈 成 印 刷 工 厂 印 刷

1958年6月北京第一版

1958年6月北京第一次印刷

开本：787×1092

印張：1 1/2 插頁2張

全書：43,000字

印数：1—1050册

統一書号：15044·1253-京

定价(10)：0.26元

目 录

干燥城市道路下砂层的完善方法.....	2
(一)道路基层工作的新条件.....	2
(二)路面基层设计原则.....	10
(三)用细粒和很细粒砂做排水层.....	33
(四) 简要结论.....	38
路基水温情况的调节及路面对路基和垫层的要求.....	40
(一)路基水温情况.....	40
(二)水泥混凝土路面对路基和垫层的要求.....	44
(三) 结论.....	52

乾燥城市道路下砂层的完善方法

(一)道路基层工作的新条件

尽管城市道路下起承载作用的土壤的工作条件，比在郊区公路上的条件优越得多，但高价的高级路面由于缺少可靠的沙基或沙层排水现在也日甚一日地经常发生损坏。

基层土壤工作条件的改变（不透水的路面——多数是黑色路面，经常地清除积雪、车轮荷载的迅速增加、行车速度的提高等），使我们有必要按当地的气候和自然历史条件来重新审查对现有排水设备系统的要求。

目前，城市内高级路面上的积雪是完全被清除了的。假如在苏联欧洲中部地区，以前在路面上有积雪的情况下，车行道中綫下的冰冻深度，特别是块石铺砌路面下的冰冻深度只不过1.2公尺，而今在高级路面下的冰冻深度会达到1.6~2.4公尺（图1）。由于基层土壤冰冻不均匀，在邻近车行道——主要损失热量的地方，水分的移动获得了良好的条件。假如人行道高出车行道，其上铺有2.5公分以下的沥青混凝土，而其基层大部分为碎砾，则上述情况更为严重。

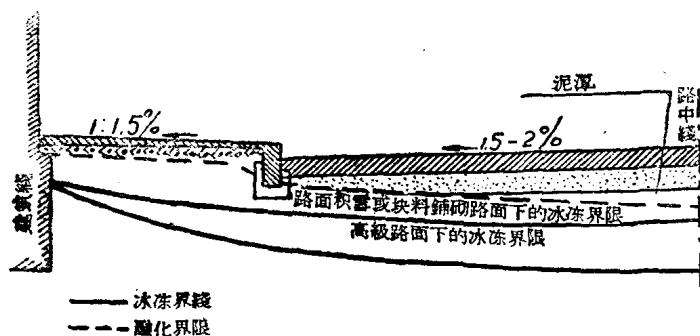


圖1 土壤不均匀結冻和融化促使路面強度降低

基层土壤工作条件的改变，大大加强了水份在温度梯差（土壤温度差和冻土厚度之比）影响下向上移动的过程。假如在苏联欧洲中部地区，粉土基层上部的相对湿度在从前不超过70~80%，那么在现在的冬季会经常达到100%；若恰巧碰上气候特别坏的年头，那么相对湿度还要高。

到了春天，在沥青混凝土路面中线以下的土壤，它的融化速度要比在人行道下快1~2倍。这样，由于在人行道与车行道下的土壤融化速度不一致，就为大家所熟知的“翻浆”现象的形成提供了良好的条件。如果基层土壤在冬季的含水量很高，不均匀的融化将助长土壤过份潮湿；且将随着当地的气候条件和土壤性质、地下水位深度、现有地下管网及建筑线之间设施良好的程度如何，水份在春季进入砂基的流量（ q ）每昼夜会达到4公升/平方公尺之多。我们在莫斯科、谢尔普霍夫和库尔斯克等市的街道上进行的观察证明，沥青混凝土路面在春天受到破坏，就是由于基层土壤过份潮湿。在莫斯科具有弹性变形的路段上，这种土壤的相对湿度达到85~95%，就是铺筑在完全由很细但很密的砂组成的、高达8公尺的填土路基上的块石路面在春季亦发生大量损坏的现象。

在该高填土路基上，虽然地面排水条件良好而地下水位亦比较深，进入基层的流量 q 亦达1公升/平方公尺/昼夜。因此即使在干燥地区，水在很细却很密的砂土内的聚积，和透过草地、疏松的路肩或边坡而渗入的地面水很有关系。此外，敷设电话线、广播网等的壕沟，因复土压实不良也助长地面水的渗入。路肩呈松散开裂的状态，所有这一切都是与路面水透入土内的程度有关^①。地面水然后在冬季以不结冰的水膜形态在路面之下移动。此时路面垫层的湿度有时达-22°。

在莫斯科很多街道上的无轨电车停车处，除了个别的例外，一到春天都有沥青混凝土破损的现象。许多例子证明，如果完全没有排水设备，沙层和粉土垫层在春天总是处于非常潮湿的状态下。

苏联以及其他国家如德国、比利时、美国、法国和英国的许多科学研究工作者的多次调查研究指出，春天的过多水份和土壤形变模量的数值

① 秋冬季垫层土壤内水份聚集理论参考B.Φ.巴布可夫，A.B.盖尔步尔德—盖衣莲维奇“土力学”。第18节，1956年莫斯科版。

不仅和当地气候条件、而且和該地段潮湿类型有关，即与地下水位深度、地面排水条件，用地开拓程度等有关。因此，即使在同一气候区内，土壤中所积聚的水份也会有多有少，并且潮湿的程度也经常非气候区界线所能概括。

由于地面排水的情况不同，建筑物和地下结构物的有无（综合管道、地下管道、地下铁道等），以及绿化带、自来水、雨水和污水管网的有无，甚至在同一条城市街道上，各地段的潮湿度也有区别。

在新开拓的用地上，如果竖向规划还没有进行，地面排水还没有加以整理，地下管网和结构物尚未建造，而地下水又高，则按潮湿程度来讲，设计道路的各地段应属于潮湿地段。在这种条件下，地下水位是确定土壤水文情况的主要因素。

通常城市用地的开拓要经过好几年。在这期间，建造了房屋、埋设了地下水管网，建筑了道路、设置了绿化带、街心花园和公园等等，因而，栽植乔木和灌木，这时已认为是能促使土壤干燥的最有效措施之一。

遗憾的是调节地面排水的详细竖向规划总是落在后面。虽然如此，随着用地的开拓，地下水位大部分是下降了些。但是，由于地面水的渗透和地下管网中水的漏洩的结果，经常在上层土基中出现上层滞水。

因此，在这些条件下，土基上层的潮湿首先是由于地面水透入而引起的。

最后，用地开拓完成，地面排水作了妥善的处理，在绿化地带铺上了根须发达的草皮，地下管网也有了正常的养护管理。

于是开始铺筑道路，作为这种用地上公用设施的最后的一个组成部分。显然，城市道路是在良好条件下修筑的，是建造在预先干燥的地段上。从潮湿的类型上来说，是属于第一类的。这样，虽然在同一开拓地段上，由于经历了数年，水文情况显然获得了改善。

所以，城市道路修建的时间有先后，地段的潮湿程度也有差异，这就是说，土基变形模量计算值也会不同（表1）。

当地坡度如大于0.004，地面排水当无问题。

如秋冬的地下水位小于表2所规定的数值，则由于水份经常由下渗入土基的结果，土基总是潮湿的。

地段按潮湿程度分类表

表 1

按潮湿程度的 地段类别	地段的特征	各类地段反映潮湿自然情况的标志
1	干燥地段	街道周围的用地已开拓。地面排水已作妥善处理。明式和暗式排水管网已布置周密。车行道宽度内的地下管网已使用了好几年，红线之内的房屋已造好。红线之间的街道路面是不透水的，在绿化地带、草地和街心花园上，已铺起很好的草皮和种植了树木。地下水位很深。
2	潮湿地段，有不经常的地面水流	用地正在开拓。明或暗式排水管正在埋设。有少数庭院式的房屋和公园、果园地带。地下工程管网敷设已结束。绿化带上正在种植树木。地下水位深。
3	潮湿地段，经常有地面水流	城市用地刚开拓。地下水位接近地面。地势平坦，地面排水无保证。

边路旁路面高出地下设计水位的最小推荐数值 表 2

编 号	路 基 土 壤	最小数值 (公尺)			
		气 候 区			
		II	III	IV	V
1	粗粒和中粒砂	1.5	1.2	1.0	0.8
2	细粒砂和细砂土	2.3	1.9	1.5	1.0
3	粉土、粉质和轻质粘土	3.1	2.6	1.9	1.7
4	重质粘土和粘土	2.2	1.7	1.5	1.5

以上标准是根据这样的条件确定的：即不论水份由下而上吸升，使土层潮湿，但总不讓冰冻有錢进到潮湿土层内①。

假如路基是用粉土、杂粘土和砂土筑成的填土路基，那么路面高出的最小数值可以比表 2 规定的减少 25%。

① 这些公路计算值的理论根据参考“公路路面设计”，1955年。中译本将由人民交通出版社出版。

遵守上述标准就能限制水份进入土基上层的流量，因而路面在冬天的冻胀高度 (H_{EC}) 可以小些。此外，春天所观察到的土基过份潮湿程度也可較少。

設計城市道路路面所必須采用的土壤形变模量計算值和春天多余水量数值，可根据气候区和按潮湿程度划分地段的类型 (如表 3、4 所列) 采用。

城市 and 工人村內土壤形变模量計算值 (E_0) 表 3

按潮湿程度划分地段的类别	土壤类型	基 層				备 注
		不渗透的		渗透的		
		无草地、 无綠化帶	有草地或 綠化帶	无草地、 无綠化帶	有草地或 綠化帶	
第II气候区						土壤类型:
1	A	150~200	120~150	150~200	150~170	“A” — 雜砂土、 細砂土和 很細的砂 土。
	B	120~160	90~120	140~170	120~140	
	B	110~150	80~110	135~160	110~135	
	Г	90~110	75~90	110~130	95~110	
2	A	120~150	80~110	130~160	110~130	“B” — 細 雜 砂 土、粉質砂 土。 “B” — 雜粘土、
	B	80~100	60~80	90~115	80~110	
	B	75~85	55~75	85~110	75~100	
	Г	70~80	50~65	90~100	65~80	
3	A	115~140	60~80	120~150	80~110	粘土。 “Г” — 粉 質 雜 粘土、粉質 土壤。
	B	75~95	40~60	85~110	60~80	
	B	70~90	45~55	80~105	55~75	
	Г	60~75	30~45	70~90	50~65	
第III气候区						
1	A	170~220	150~170	170~200	170~190	
	B	150~180	120~150	160~200	140~160	
	B	140~160	110~140	150~170	130~150	
	Г	120~150	110~120	130~160	120~140	

續表 3

按潮湿程度划分地段的类别	土壤类型	基 層				备 注
		不渗透的		透 透 的		
		无草地、 无綠化帶	有草地或 綠 化 帶	无草地、 无綠化帶	有草地或 綠 化 帶	
2	A	130~145	90~130	140~150	120~140	
	B	100~125	70~90	120~140	90~110	
	B	90~115	65~80	110~125	85~105	
	Г	85~105	60~75	110~120	80~100	
第Ⅳ气候区						
1	A	200~250	170~220	200~250	170~250	
	B	160~200	150~180	160~200	150~180	
	B	150~190	130~160	150~190	130~160	
	Г	130~160	120~130	130~160	120~130	
2	A	140~170	100~140	150~200	130~150	
	B	120~140	90~120	130~180	100~120	
	B	110~130	80~100	120~140	95~115	
	Г	90~120	75~90	105~125	90~105	
第Ⅴ气候区						
1	A	240~260	220~240	240~260	220~240	
	B	190~220	160~190	190~220	160~190	
	B	190~220	150~180	190~220	150~190	
	Г	160~190	140~180	160~190	140~180	
2	A	150~200	120~150	160~220	135~160	
	B	130~160	100~120	150~170	110~150	
	B	130~150	90~120	130~160	100~140	
	Г	125~140	85~110	130~150	100~120	

附注：克里木和高加索海岸地区的土壤形变模量采用第Ⅳ气候区的数值。

各种不同自然条件下春天从不透水路面层的土基中逸出的多餘水量(q) 表 4

按潮濕程度划分的 地段类别	土 壤 名 称	气 候 区						
		II		III	IV	V		
		多 余 水 份						
		單位水量 (q) 公升/公尺 ² 晝夜	春天总量 (Q) 公升/公尺 ²	單位水量 (q) 公升/公尺 ² 晝夜	春天总量 (Q) 公升/公尺 ²	單位水量 (q) 公升/公尺 ² 晝夜	春天总量 (Q) 公升/公尺 ²	
2	雜粘土和粘土	1~1.5	25~35	0.5~1	10~20	0~0.5	0~8	不 分 泌
	粘土和粉質雜粘土	2~3	40~60	1.5~2	25~40	0.5~1	8~15	
	細雜粘土和粉質砂土	1~2	20~40	1~1.5	20~25	0~0.5	0~8	
	雜砂土、細砂土和很細砂土	0~0.5	0~15	0~0.25	0~5	0	0	
3	雜粘土和粘土	1.5~2	40~50	1~1.5	20~25	0.5~1	10~15	不 分 泌
	粘土和粉質雜粘土	3~4	75~100	2~3	30~45	1~2	15~20	
	細雜粘土和粉質砂土	2~3	60~75	1.5~2	25~30	1~1.5	10~15	
	雜砂土、細砂土和很細砂土	1~1.5	20~40	0.5~1	10~15	0~0.5	0~5	

附注: 1) q和Q的較大值适用于該地区的西北部, 而較小值适用于東南部;

2) □ 要求設置排水暗管。

表 4 能够使設計單位按照新的方法去解決砂層干燥問題，從而提高路面的強度，特別是潮濕地段的路面強度。

雖然砂層的工作條件大大改變，但很多設計單位仍用 170 年前的老方法去設計砂層。以前城市道路的車行道寬度沒有超過 10~12 公尺，而最近幾年來車行道的寬度經常達到 40 公尺，因此，決不能不顧具體情況以同一要求去對待鋪筑墊層的砂粒。遺憾的是，大量觀察表明，甚至在莫斯科，在建築水泥混凝土或碎石基層中，對墊層砂的質量要求並無分別，儘管那裡的土壤條件、路槽寬度和車輪荷載完全不同。這種情況產生的根源在於，到目前為止，對於在不同條件下敷設砂層的砂的要求還缺乏足夠的技術根據。此外，由於沒有很好地規定排水系統的結果，使得近幾年來在設計砂層時，總是不設暗管來干燥砂層。所有這一切，造成土基和相應的砂墊層的過份潮濕，而使近 2~5 年來城市道路、村鎮道路和廠前廣場上的貴重瀝青混凝土和水泥混凝土路面大量損壞。

村鎮道路、廠前廣場上路面損壞的程度比在設施良好的城市中（有良好地下水管網的）的道路損壞來得大，這通常是由於自來水管與污水管滲洩而造成積水所引起的。

技術科學碩士 C. H. 阿勃拉莫夫進行的研究證明^①，很多廠前廣場上的地下水位比用地開拓前所觀察到的要高。這種完全不能允許的現象，是由於豎向規劃做得不好或實施得很壞，或者由於自來水管和污水管大量漏水，造成地下經常積水，或者由於雨水排洩不暢和地面水滲透作用擴大所致。

在這些情況下，假如沒有良好的地下排水設備，則在車輪荷載大大增加的今日就能使城市道路、村鎮道路和廠前廣場的路面在春季大量損壞的範圍比過去還要大。在沒有良好的地下管網的地區，這種損毀更為嚴重。如有良好的地下水管網，土基在很大程度上能得到干燥，這一點已被莫斯科和列寧格勒街道使用的實踐所証實。

總之，高級路面的鋪裝和汽車載量的增加，使路面的工作條件改變，我們必須重新研究現有對排水設備系統的要求，並且應按當地的特點採用新的路面的基層結構。

① “與廠前廣場上地下積水現象作鬥爭”建築出版社 1949 年版。

(二)路面基層設計原則

採用下列各點可以保證路面基層的穩定性：

1. 設置礦渣、泥炭板、礦渣棉和其他絕熱材料的墊層或薄層來調節基層土壤的溫度情況；

2. 調節基層土壤的水文情況；

3. 調節直接鋪在石料或混凝土基礎下的排水層的含水量。

關於調節基層土壤的溫度情況的問題，蘇聯道路科學研究院和中央科學研究院已經有詳細的闡述^①，此處不再贅敘。本文將詳細討論調節基層水文情況和排水層含水量的問題，雖然在這方面進行了大量的研究工作，但還有許多不夠明確的地方。

a. 基層土壤中水文情況的調節

1. 限制水份流入基層上部土壤

在當地不良的條件下保證郊區道路路面基層的穩定性，大家最熟悉的方法是增加路槽底到地下水位距離。其方法是修建填土路基或設置深式排水設備。多年的實踐證明，在填土路基上，假如車行道、人行道的路面或加固路肩處於良好的情況下，那麼路面的穩定性總是有保證的。這時，冰凍速度大大提高，從而冬天在冰土層內水份的移動速度比水份由融化土壤移向冰凍界限的速度要慢好幾倍。春天，由於填土路基表面蒸發率很高，因此基層土壤的含水量大大減少，或者在任何情況下都不超過其秋天數值。

路槽底到地下水位距離的計算，在理論上是由蘇聯學者H. B. 奧爾那茨基教授、H. H. 伊萬諾夫教授、H. A. 普扎科夫副教授等所制定，現在已推廣到實踐上運用（表2）。現在既有可能完全運用機械進行土方工程，所以提高填土路基的工作，已不像要用人工挑運的那個時候那樣困難，也就是說這個提高路基的辦法已是可行得通的了。也就是說不論土壤的性質和當地氣候條件的特徵如何，把郊區道路的路基設計成填

① 參看“土學與土力學”。

土路基在技术經濟方面总是最合理的。

相反，設置深式排水設備來降低地下水位，並不能保證路面的穩定性，特別在基層為粉質和粘性的土壤時。

1937年蘇聯道路科學研究院為了防止凍脹，在莫斯科附近試做了排水盲溝。在1.5公尺的深度內，上面的一層乃是厚0.4公尺的輕質雜砂土，其下則為滲透系數不小于18公尺/晝夜的中粒和粗粒砂層。當地的地面排水良好。用了如此的排水設備後，地下水位降低了0.7公尺，和路槽的距離達到2.3公尺以上，如果按照計算，所要求的距離只不過1.4公尺。但是就是這樣，經過二年後，路面還出現了凍脹，瀝青混凝土部份損壞，在最近几年中還看到路面的變形現象，因而不得不在去年（1953年）要計劃改造該段路段。這樣，由於無效，就推翻了今後使用深式排水盲溝的維護方法。儘管建造排水盲溝在理想上有降低地下水位要求標高的可能，而總歸不能達到所要求的目的，況且建造深式排水盲溝的單價也很高。因此，雖然有很大的資金，但是建造深式排水盲溝並不能保證路面面層的穩定性。只要看莫斯科州的郊區公路和城市道路，在路面下為夾雜有石塊的粉土基層，在那里所建造的深式排水盲溝在第二年就不能消除凍脹現象。因此，春天大片路面又損壞了。這種現象證明以深式排水設備降低粉土中的微管持水量是不可能的。因為粉土的性質是微管現象顯著而滲透性較小，當含水量等於微管持水量的80~90%時，粉土的形變模量數值非常小。我們在1937~1940年初步進行觀察的結果^①就指出埋設深式排水盲溝不合理。

幾乎進行了17年觀察之後的今日已可以完全肯定地說，用深式排水盲溝來保證路面面層的穩定性是不可能的，在鐵路上所得出的結論^②也是如此。

深式排水盲溝只適用於截取山坡地段上的地下水和使泥沼地區干燥。在可能提高路槽底到計算要求值的和石料成本不貴的地段，可以用透水性良好的材料做成隔離層來完全消除水份由下滲入基層土壤上部的現

① 參看作者在1940年道路技術通報卷12中的文章。

② 參看“鐵路事業技術”1949年№11和1950年№3內B.П.巴諾馬列夫和Б.И.涅查也夫的文章。

象，这在郊区公路上很容易达到。隔离层通过整个路基，而所用材料如碎石、礫石或砂礫，大家都知道并无微管特性(图2)，这种隔离层不能限

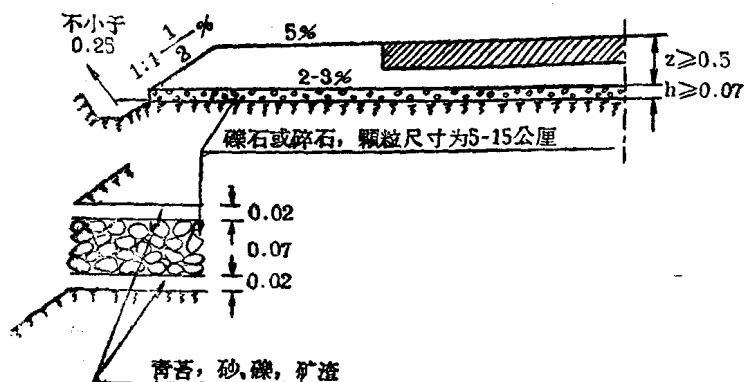


圖2 碎石、礫石或砂礫層阻止液态水份流入路基的土層

制气态水份的移动。但是，道路科学研究院的研究証明，以蒸汽形态的水份移动，它的聚积不会超过冬春期間集中在路基上层的总水量的25%。这样，在总的水量中，这一类水份的比重实际上是很小的，这一点已为多年来对当地不良土壤和水份条件下各气候区内建造的礫石隔离层的观察所証实。这些观察証明，礫石隔离层上的粉土基层中的相对湿度，在15年内沒有超过70~83%。但是，在鄰近沒有隔离层地段的相对湿度，竟达到100~150%。礫石层的厚度总共只7公分。做礫石层的礫石尺寸是10~15公厘。經驗証明，甚至在严寒的气候条件下，有了这种隔离层就是弯液面的計算水位位于隔离层中，也能保証水份不冻。这里所指的隔离层的厚度为5公分，但建造这种隔离层應該采用尺寸为5~10公厘的石料。此外，應該采取措施，防止隔离层材料被基层土壤淤塞。作为防淤层的材料是：青苔、砂礫、細屑石料、矿渣。防淤层的压实厚度为1~2公分，它們鋪在隔离层的上面和下面。为了避免隔离层出口处的淤塞，应在隔离层和路基边坡連接处用較粗的粒料，如图2所示。

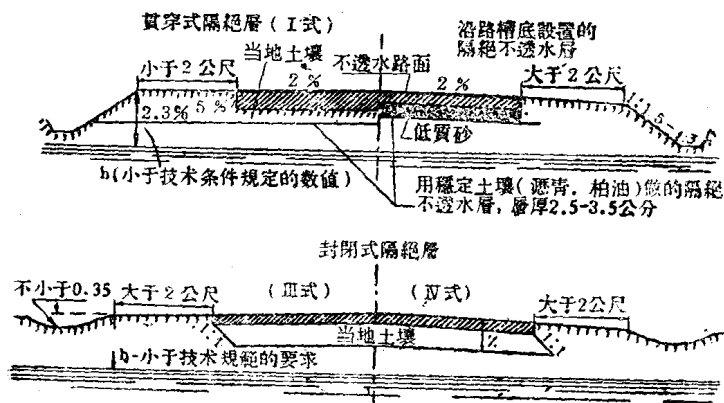
在苏联欧洲中部和較北地区的高級路面下，隔离层上界的深度不小于0.65公尺。在这种深度以下，通常可观察到水份累积得很多的土层，

好像隔离层把土层分开了上下不同湿度的两个部份；此外，隔离层埋置在0.65公尺深处时，即使在交通量很繁重和使用高级路面的情况下，也能满足路面（包括薄层在内）当量形变模量计算值的要求。

在南方地区，这一深度可减少到0.5~0.55公尺。为了排除由表面渗入的水份，隔离层横坡度应不小于3%。但是，这一措施只用于郊区道路上，因为在个别的情况下，郊区道路的路基是设在高度不小于0.6公尺的填土上的。

2. 完全不讓水份流入基层上部土壤

在当地不良土壤和水文条件下，不透水路面的城市道路，应用瀝青或柏油稳定的土壤在路面的两侧和下面做成一封闭的不透水薄层（图3）。这一方法是在使用其他措施时感到技术经济方面不合理的情况下采用的，例如，在苏联属于Ⅰ气候区的某一城市的过境干道上，其计算冰冻深度为0.8公尺，地下水位很高而基层土壤又是粉土，就采用了这个措施。这条干道的路面，在1940年春天发生损坏。因此，就在同一年在完全损坏的地段上，用液体瀝青处理当地土壤，做了第Ⅲ式厚2.5~3公分的不透水层。到现在几乎17年过去了，而这一段瀝青混凝土路面还处于良好状态。同样结构的不透水层在Ⅲ和Ⅱ气候区内也很出色的显示了它的效用。这一点在Г·謝尔普霍夫领导下（1946年）对这种不透水层进行



2- 苏联中部和北部地区采用0.7—0.9公尺，南部地区—0.55—0.65公尺

圖3 阻止任何形态的水份流入路基上層的隔絕不透水層結構圖

了五年观察的结果中可以看出(表5)。其中塑性下限为42%。封闭式薄层的优点是完全使下面、旁边的水份和路面隔绝。

在设有不透水隔离层的地段内, 封闭体中粉质杂粘土含水量的变化 表5

取试样的深度 公分	各年粉质杂粘土的含水量(重量的%)						
	1946	1947		1948		1949	1950
	秋	春	秋	春	秋	春	春
40	21.5	24	22	20	23	—	22.4
65	20.5	18	19	13	21	27.0	27.0
	21	21	20.5	19	22	—	24.7

备注: □内的数值为粉质杂粘土含水量的平均值(重量的%)

因此, 在当地没有质量很好的砂时, 在封闭体内应铺设最佳含水量的土壤。土壤可以直接取自取土坑, 种类亦不限, 甚至可包括粘土在内, 但须经很仔细的分层压实。表5是封闭体内粉质杂粘土含水量的资料, 在1946~1950的数年内, 含水量的变化范围为19~24.7%(按重量计)。在如此小的含水量下, 粉质杂粘土的形变模量为300~350公斤/平方公分。所以, 按强度来讲, 这种杂粘土已接近中粒砂的强度了。

透水隔离层的厚度通常是2~3公分。粘结料用量为4公斤/平方公尺。或者, 在路面宽7公尺时, 粘结料用量为40吨/公里。不论稳定隔离层所采用的材料如何, 隔离层埋置的深度在第Ⅲ和较南的气候区不应小于0.6公尺, 在Ⅱ和较北地区为0.7~0.8公尺。

在路肩不超过2公尺宽的郊区道路上和当地砂的质量较低的情况下, 隔离层如贯穿路基的全部宽度, 则其埋置的深度应高出沟底0.2公尺以上(参看图3的第Ⅰ式)。如路肩超过2公尺和当地没有满足要求的砂, 则应做第Ⅲ、Ⅳ式的封闭隔离层(同图)。

目前在苏联欧洲部份各地区中, 做了约20个使用封闭和贯穿式隔离层的地段, 总长超过15公里。道路科学研究院研究这些地段的状况証

明，做隔离层，特別在缺乏質量很好的砂的地区是完全合理的。

b. 用排水层調节路基的含水量

1. 排水层的效用

排水层在一般路面結構中，特別在新建的城市道路和郊区道路路面結構中是一个主要組成部份。

1955年在土耳其伊斯坦布尔召开的第十届国际道路會議的个别报告和大会決議中都指出，近四年来最重要的成就是道路工程师們已意識到，路面基层决不能比面层差。

沒有穩定的路基和質量很好的垫层不可能保証路面，特別是高級路面（即水泥混凝土和瀝青混凝土路面）能有長久的使用期限。

大多数的土壤在冬季結冰（图4），而在春季則由于过份潮湿喪失其强度（图5）。因此在高級路面下几乎都要建造垫层。况且，土壤基层不可能完全一样，所以冬天脹起和春天沉落的程度也总是不均一地发生。

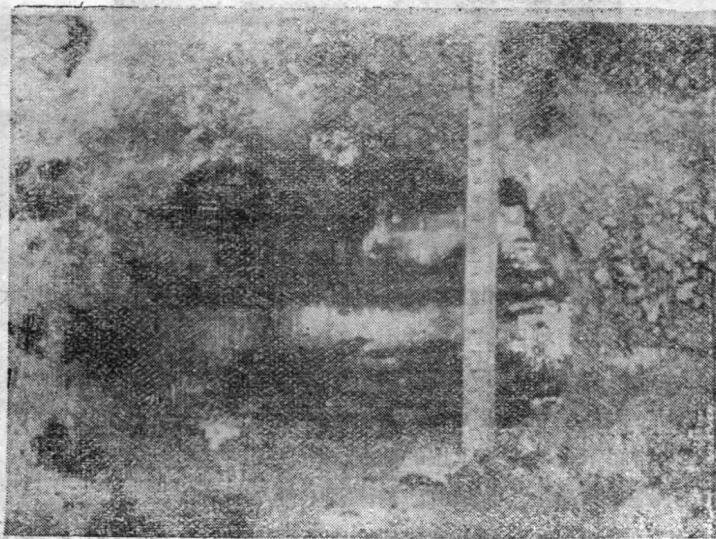


圖 4