

基本篇

257619

道路翻浆防治

王伯惠 编著



人民交通出版社

556

1025;1

道路翻浆防治

王伯惠 編著

人民交通出版社

內 容 提 要

本書結合我國具體情況詳細描述了道路遭受凍害發生的翻漿現象；介紹了蘇聯關於道路翻漿的成因、土基濕度聚流的計算以及處理翻漿的措施等各方面的先進經驗；對防治翻漿措施的設計，道路施工過程如何與翻漿作鬥爭，如何養護翻漿道路，以及道路翻漿調查等等也都作了系統的敘述和討論，可供公路工長及公路工程技術員參考。

道路翻漿防治

王伯惠 編著

*

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證出字第〇〇六號

新 華 書 店 發 行

人民交通出版社印刷廠印刷

*

1958年10月北京第一版 1959年10月北京第一次印刷

開本：850×1168 1/32 印張：5 1/2 插圖：4 頁

全書：185,000 字 印數：1—1,000 冊

統一書號：15344·1313

定 價 (1959)：1.95元

目 录

前 言

第一章 翻浆的发生和发展	6
(一) 翻浆现象的发生发展过程及其内在和外表的特征	6
§ 1 翻浆的一般概念	6
§ 2 秋季路基原始水份聚积阶段	7
§ 3 冬季路基水份冻结和重分布阶段	9
§ 4 春季化冻和翻浆暴露阶段	11
§ 5 夏季恢复干燥阶段	13
(二) 翻浆的类型和实例	14
§ 6 水文地质类翻浆	16
§ 7 温差类翻浆	17
§ 8 表面类翻浆	18
§ 9 混合类翻浆	20
(三) 促成翻浆的条件	22
§ 10 自然条件	22
§ 11 人为条件	25
§ 12 营运条件	26
第二章 冬季路基上层土壤湿度的积累及其计算	27
(一) 在温度坡差作用下湿度积累的原因	27
§ 13 湿度吸聚在野外和试验室的证实	27
§ 14 水份聚流的理论解释	28
§ 15 冻土的一些其他有关性质	31
(二) 关于冬季路基湿度积累的计算	36
§ 16 H. B. 奥尔纳茨基在设计排水沙层的方法中提到 的由温差变生的水份聚流的计算方法	36
§ 17 H. A. 布扎可夫1946年提出的计算水份聚流的近	

似理論.....	41
§ 18 H. A. 布凡可夫1930年提出的計算濕度聚流的理論.....	42
第三章 防治翻漿措施的設計.....	57
(一) 路線設計.....	57
§ 19 選綫應注意的原則.....	57
§ 20 新綫翻漿可能性的辨別.....	60
(二) 提高路基和換土.....	61
§ 21 路基高度的理論和實際.....	61
§ 22 換土.....	67
(三) 加強路面.....	71
§ 23 加強路面的若干問題.....	71
§ 24 土壤路基的形變模量的確定.....	72
(四) 沙墊層.....	78
§ 25 按吸濕原則設計沙層.....	77
§ 26 按疏水原則設計沙層.....	85
(五) 盲溝.....	93
§ 27 降低地下水位的路基盲溝.....	93
§ 28 設于路基外的截水盲溝.....	102
(六) 隔離層.....	103
§ 29 粗粒料隔離層.....	103
§ 30 不透水隔離層.....	107
(七) 隔濕層及導濕層.....	109
§ 31 使路面下土壤少凍結或完全不凍結的隔濕層.....	109
§ 32 使路面下土壤和路肩土壤均勻凍結的隔濕層.....	111
§ 33 加速路面下土壤凍結的粗粒料導濕層.....	113
第四章 施工過程對防治翻漿應採取的措施.....	115
(一) 保證路基土壤的壓實.....	115
§ 34 土壤壓實對防止翻漿的作用.....	115
§ 35 施工中对路基土壤壓實的具体要求和注意事項.....	118
(二) 填方土壤的選擇和合理布置.....	123
§ 36 如何選擇填筑路堤的材料——土壤.....	123

§ 37 填方土壤的合理布置	128
(三) 保证路基的排水	132
§ 38 路基排水对防治翻浆的作用	132
§ 39 表面排水的原则和具体措施	133
§ 40 注意施工过程中内的排水问题	136
(四) 对路基施工组织管理方面的要求	137
§ 41 加强工地试验工作	137
§ 42 健全路基施工管理工作	138
第五章 翻浆道路的养护	140
(一) 如何在养护过程中根治翻浆	140
§ 43 对翻浆路段的逐年定期观测	140
§ 44 防治翻浆措施的选择	143
(二) 翻浆路段的经常性养护方法	144
§ 45 秋季养护方法	145
§ 46 冬季养护方法	146
§ 47 春季养护方法	147
§ 48 夏季养护方法	148
(三) 处理翻浆的临时性的、养护性的及其他的措施	150
§ 49 加强路面	150
§ 50 土壤中加设冻液	151
§ 51 改良土壤	152
第六章 道路翻浆调查	155
(一) 新线可能翻浆地段的调查	155
§ 52 新线测设时土壤水文调查的一般方法	155
§ 53 可能翻浆地段调查应注意事项	160
(二) 原有道路翻浆调查	161
§ 54 只可能进行一次短期调查时的调查方法	162
§ 55 可能较长期调查时应增加的调查内容	164
(三) 设计数据和长期观测站	175
§ 56 设计数据的取得	175
§ 57 翻浆现象的长期观测	176
参考资料	178

前 言

日益发展的运输事业对公路路基的稳定提出了很高的要求。我国各地，特别北方气候严寒地带，道路翻浆，严重地威胁着路基的稳定。解放以来，各地花费在翻浆方面的人力、物力，极为巨大。仅以辽宁省为例，1953—1955年间，在三条主要路线上就处理了翻浆路段30万平方公尺，投资106万元，而翻浆现象还远谈不上根绝。如何正确而有效的处理翻浆，不仅是一个科学技术的问题，也是一个经济节约的问题。

目前苏联及其他国家的学者，对翻浆问题已有很深刻的、经过实地考察的理论研究，并提出了许多有效的防治办法。近数年来，国内的公路工作者学习了苏联的先进理论，也在这方面积累了许多好的经验，使翻浆现象基本上得到克服，而其所采用的措施相当简单，到处都可施行。因此，以前许多人尤其基层养路工作人员认为翻浆现象很神秘，不可捉摸、无法根除的那种看法是不对的。

遗憾的是，目前有关防治翻浆的资料都很零散，不便利用，更不利于广大公路工作者的学习和参考。因此，对翻浆问题的理论和实际作全面而系统的叙述探讨，很有必要。笔者不揣冒昧，试图初步编写这样一本书。在本书里，对翻浆问题的理论，结合我们历年来积累的经验，作一个比较详细而有系统的讨论，一方面供各地有关设计、施工和养护工作者参考，一方面作为对翻浆问题更进一步研究的基础，将来如积累了更多的经验，或理论上更有新的发展，再继续加以充实。考虑到基层施工和养护人员查找参考资料的不便，故书中叙述力求详细，使对实际工作能有切实的帮助，惟限于水平，对理论的领会和对经验总结的提法，难免有不正确，不完善之处，所举例证，亦多局限于笔者所接触到的地区或范围，极不全面，诸希读者提出批评、指正和补充。

目前我国所搜集到的、并在本书中曾引用过的主要参考资料名称附在书后面。书中注有〔1〕字样者，即指取材自参考资料之第一种，余类推。有些资料是别的单位或个人或我们自己在实际工作中积累或调查研究总结出来，但还没有正式发表过的，也予以注明。

融漿問題實質上就是寒冷地帶道路路基穩定性問題，這里值得研究的問題還很多。如何驗證和改進現行有關理論，探索符合我國具體條件的有關公式及其參變數值，研究更經濟有效的防治辦法等，還需要進一步的努力。希望本書能作為引玉之磚，相信將來定有更完善、更先進的理論和經驗提出，使我們的公路建設得更堅固，更完善。

本書是在遼寧省交通廳黨和行政領導的鼓勵和關懷下寫成的，原稿曾經張震、吐洪瀛、齊德福、高俊業、張炳惠等同志全部或部分中閱，提出很多寶貴意見，公路總局武惠同志以及同濟大學陳本端教授也提出許多改進意見，謹此志謝。

第一章 翻漿的发生和发展

(一) 翻漿现象的发生发展过程

及其内在和外表的特征

§1 翻漿的一般概念

翻漿是寒冷地区道路上所特有的冻害现象，道路路基土壤冬季冻结乃至隆起开裂；春暖化冻，水份不能及时排出，路基土壤含水量超过了液限，承载力降低，在行车作用下，没有路面的土路就出现稀泥和车辙，深可达70~90公分。即使有路面的路，承载能力也降低，发生沉陷、龟裂，缩短路面使用寿命。严重时，在行车压力下，泥浆从路面裂缝翻到上面来，路面因而破碎，沉陷在泥浆之中，整个路面遭到毁坏，这种现象就叫做翻漿。这时行车受到极大阻碍，甚至车轮陷入泥中不能行动。

翻漿只是寒冷地区道路所特有，温暖地带的道路并不发生翻漿，这就直接说明翻漿主要是由于冬季土壤冻结过程所引起的，而且随冰冻时间的久暂而不同。因此必须与由于降雨而发生的土路或低级路面表面泥濘的现象区别开来。东北、华北、西北和西南部份地区道路上皆出现翻漿现象。

另一方面，翻漿现象也只在道路上发生，而不存在其他地方如边沟或田野里发生；这说明翻漿的发生是与道路本身结构特点以及营运行车条件密切联系着的。认识这一点是有必要的，这与翻漿道路的处治和养护有关。近代交通汽车载重量的增大，提高汽车行驶速度对路面平整度的要求更高，高级路面容许形变的降低及恢复性能的减弱，黑色面层的铺设，宽路基的建筑，经常的除雪等，都促使发生翻漿现象。

再次，由观察得知，翻漿只在道路一定地点发生而不是普遍或随处发生；这说明该地路基的具体条件，即其土壤和水文地质条件，对翻漿的发生起着决定性的作用。

由此可知，翻漿现象是道路路基在一定的地理、气象、土壤、地质条件下，由于冻害，路基丧失稳定性，并由行车作用促使其暴露的结果。研究这些具体客观条件和其相互作用，就可找出翻漿发生的根源，从而采取有效的

措施，予以防治。

研究路基土壤稳定性尤其是翻浆现象，必须注意到两个主要问题：首先，路基上层土体内部的含水量的变化有其一定的不同于周围地表的规律，而这规律又是与土体内部的湿度变化密切相关的，因此就必须对路基土壤水份和湿度的状况。通常称为路基水温状况，进行统一的考虑；其次，土体内除水份（包括水蒸汽）外，还有空气，而空气在翻浆的各个发展阶段里，表现了极大的作用（实际上是破坏作用）。不認識土体内空气的作用，就不能全面了解翻浆现象的真象，就不能解释许多有关的现象。因此土体应被認為土壤固体颗粒、水份和空气三态的统一体来考虑。

观察表明，翻浆现象不是在春季化冻期间才突然发生的；春季表现的路基上层土壤过份潮湿、路面下沉、破坏、车辙等现象，只是翻浆危害性最明显和最严重的暴露阶段；而在一年各个季节，翻浆过程都在连续不断地、循环地发展和发生着。在不同的地区，不同的季节，有其不同的内在的（即路基土壤水温状况的）特点和不同的外在的（即路面表面的）特征。例如永冻地区的翻浆发生、发展、变化过程，就和非永冻地区的不一样。下面我们就首先来認識一年中各个季节翻浆发展的各个阶段，道路内在的水温状况和土壤三态体的变化，及相应的外在的表面特征。

§2 秋季路基原始水份聚积阶段

在一般地区，路基水分的增高，差不多都自秋季开始，这可当作翻浆发展的第一个阶段。这时路基土体的内部特点是路基上层水分聚集，地下水位升高，和土体中封入大量空气。秋季路基上层水份聚集的程度与气温、降雨量、土质、地下水深度及路面的情况有关。东北和华北地区一般雨季都在

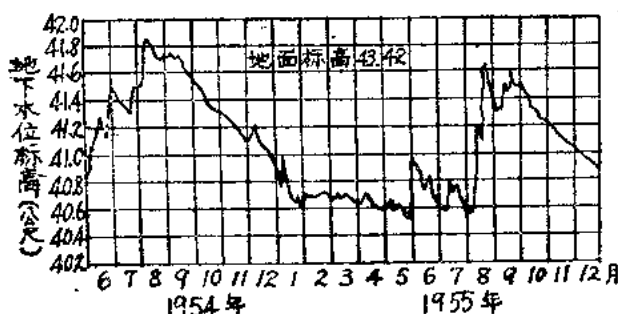


图1 北京某处地下水位变化曲线〔16〕

7、8月，个别年份甚至延至9、10月，这就形成了秋季地表潮湿和地下水位升高，如图1所示。一个多雨而低温的(蒸发量小)秋季，高的地下水位，粉砂质土层的存在，缓和的坡度及不平整的路面，都助长了路基内部水份的聚积。当原来在炎热的夏季，基路上层土壤干燥，毛细管都是张开着的。秋雨首先造成的将是用水的弯液面将毛细管封

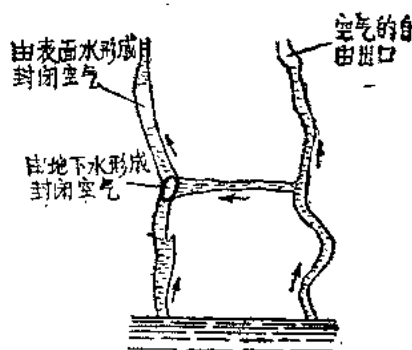


图2 土中封闭空气的形成〔4〕

闭，于是土中被封闭了大量的空气；另外由于降雨，地下水位上升，因而毛细水亦上升，这时也能形成封闭的空气。如图2，土粒之间连通的孔隙形成一系列直径不一而且不固定的毛细管路，布满于各个不同的方向。孔隙中的水以不同的速度移动，而某一毛细管中的水面可能高于邻近毛细管中的水面，这些水很容易沿着斜的、水平的管路进入相邻毛细管路的较高部份，从而在毛细管路的个别部份形成封闭的空气泡。

此外，封闭气体的形成，也可能由于溶解于地下水中的气体因温度变化而分离出来所致；也可能由于从邻近土层扩散渗入所致。有些气体(甲烷、氮、硫化氢、碳酸气)是由微生物排出来的。

因此，在地面与稳定地下水面之间的土含有相当大量的封闭空气〔4〕。

继续降雨，路基上层土壤水份会继续增加，甚至达到饱和。

土的性質特别是土的渗透性对湿度的变化起决定性的作用。在均匀的沙土，秋季水份大部份渗入较深的底层，由于毛细管的上升高度十分小，地下水位深度对于沙土上层的湿度几乎没有影响。在粉沙土，毛细作用强烈，且颗粒细，孔隙体积达到土体的50%，土体中能封闭大量空气，在以后翻浆发展和暴露过程，其为害也最烈。粘性土壤透水性小，秋季下渗的地面水保持在土的上层，这些层的湿度，长时期保持毛细湿容量的数值。

这个阶段在道路翻浆地段的外表，可能没有什么特别的征象，但在路面坑槽积水渗漏，边沟水流停滞；或路侧地面水长期停留，水位很高；沿山路侧坡含水层水份长时间渗出；路面经常显现阴湿暗斑；路基呈现软弱甚至路面发生裂纹；这些现象往往都是将来发生翻浆的前兆。

在城市街道上有另外一些特点。城市街道一般具有不透水的路面，如黑

色路面，或不易透水的路面，如块石铺砌路面，能阻止或减少表面水的下渗。城市常常还有封闭的地面及地下排水系统。表面水都流入封闭的排水系统中，不至成为土基中过剩水份的来源，而且地下水位一般较低，因此，除非缺乏排水系统或排水系统发生障碍，在这一阶段城市道路路基的原始水份积聚，一般应是较小的。

§3 冬季路基水份冻结和重分布阶段

到冬季，土壤开始冻结，这就开始了翻浆发展的第二个阶段。这时路基土体的内部水温特点是，上层土壤开始冻结，而下部土体温度较高，发生了温度的坡差，水份在土体内由温度较高的地区向较低的地区移动，因而发生土体内水份的重分布，和路基上层水份的聚集增多。观察和研究表明，这种水份聚集程度和气候及土壤条件有关；如气候入冬严寒，土壤冷却很快，冻结线也迅速下降至深层，则此时路基土壤下层水份来不及向上层聚集，因而不发生水份的重分布，路基上层土壤只发生其原有含水量的正常冻结。由于水份冻结所增加的体积仅为土壤所含水份体积的9%，而土壤的空隙度，在砂类土为28~35%，粘土类土可能达到60~75%。因此，在这种情况下，土壤空隙可容纳水份冻结所增加的体积，土体不至胀大，路基不至隆起，甚至即使在有一些聚集水份的情况下，路基也不至隆起；如果气候入冬尚暖，或忽寒忽暖，土壤冷却缓慢，土壤冻结线长时间停留在路基上层较高处，有充分的时间使水份得以重分布，于是就将发生严重的下层水份向冻结线处聚集的现象，尤其在有充分的水源，如大的秋季土壤湿度、强烈发展的毛细区域以及高的潜水位的时候；这时路基中将出现第一带强烈的冰夹层，开始发生冻胀和隆起。由于冻胀发生的压力不能恰好是均匀的，土体处于不均衡受力状态，可能出现裂缝和各种层理现象，其中往往还形成真空。这些缝隙又会被土体内的水蒸气和受压的水份填满，再冻结而形成更多的冰晶体，形成更多的裂缝。这样在冻结过程中反复作用，使路基上层大量积水。最后，冻结达到最大深度，冻结线长期（1.5~2个月）保持在与一定的气候区域相应的某一高程上。这时在冻结线上形成水份聚集的第二带，含有许多冰晶体，而且吸上去的补充水份，很大一部份在没有冻结的状态下通过冻土向冻土上层移动，在移动过程中，热量才逐渐消失，逐渐冻结下来；这时土壤湿度急剧上升，在延续很长（视气候条件而定）的期间，土的总体积增加，表面隆起达到最大数值。

不同的土质有其不同的冻结过程和不同的水温特性。初冬，在粘性土

內，上层土壤冻结，由于秋季所积蓄的水份的重新分布和更深下层的水份被吸引到上面来，形成了路基上层的冰夹层。在粉沙土內，这种水份流动显得特别强烈，再由于粉沙土的强烈的毛细作用提供了大量的水源，故在路基上部形成了第一带大量的冰夹层，厚达10~30公分，甚至更大，因此粉沙土具有强烈的冻胀特性。但是，在沙土中，冻结很快，见不到冰体堆积的现象；因此，用砂土建造的路堤从来不起；但在砂质粘土及砂质垆土的土中仍可发现冰层的生成；到了冬季的下半季，上面土层的湿度急剧下降，结果上面土层由于冻结升华（冰的蒸发）湿度反而有若干的降低，这特别发生在缺少雪而地下水位很深的地段，呈现在沙土中尤为显著。在严寒的冬季，个别地区砂土有时处于松散状态，虽然在冬季以前，其孔隙內本来含有水份。

原来在秋雨季节被封闭在土內的空气，这时也同时与冻结线（或先于冻结线）向上移向更深层移动。在移动的途中，遇到含水地下水的土层和不透水土层以及永久冰冻线（在有永久冰冻线的地区），这些空气在毛细管弯液面的压力下，在湿土冻结发生的压力下，以及在地温逐渐降低的情况下，能全部或部份的溶于地下水中，以至使地下水为空气所饱和。

水份冻结破坏了路基土壤原来的结构和构造；另一方面，冻土达到了很高的形变模量。在这个阶段的外表特征，主要是路基土体的冻胀隆起，可能由不及1公分直至15~25公分以上。由于路基沿纵断的各个段落或沿横断的各点的土壤和水文地质等具体条件不一致，这个隆起是不均匀的。不同的不均匀的隆起使路面发生不同的裂缝。如路面中部较路肩隆起为多，即会在中部出现开口的裂缝。沈阳一条街道由于位于路基中部的地下排水系统发生渗漏，因而中部发生突出的隆起，黑色路面上出现了宽达10~20公分的裂缝。有时由于传热性不一致或其他原因，常在路面边缘与路肩分界处形成开口裂缝或闭口裂缝。当道路沿中线两段落冻胀隆起不均匀时，即会沿路段出现横向裂缝。有时由于路基局部集水，或土质局部不良，因而形成局部的隆起，隆起部份呈现十字或非十字开口裂缝。图3a和b表示两个由于土质和含水条件不同而发生不均匀冻胀的路段的土壤剖面情况。

在城市道路中，由于路面铺装（尤其黑色路面）较土壤传热迅速，再加以行车部份经常扫除积雪，因而加大了冻结深度和温度较差，路基水温状况在冬寒季节更行恶化。如路面越高级，其容许极限相对变形越低，在一定的变形情况下越易早出现裂缝。尤其混凝土路面，黑色路面及块料铺砌路面恢复性能较差，出现裂缝往往招致路面更大的毁坏。对城市街道来说，翻浆过程一般是以多季为主的。

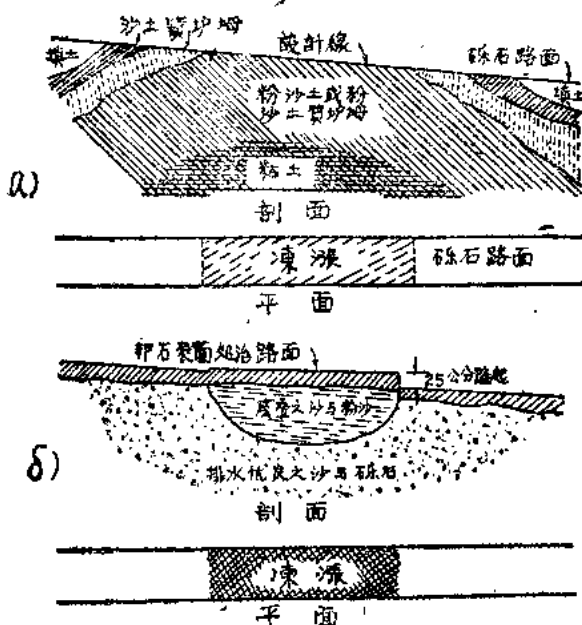


图3 沿路綫縱斷的不均匀冻脹〔33〕

在土路和一般低級路面上，冬季也可看到或感覺到較大的不均匀冻脹，但由於其恢復性大，且路面上往往有污泥、积雪等，故这时一般不易見到裂紋。

§4 春季化冻和翻漿暴露階段

到春季，土壤开始融化，这就到了翻漿的第三阶段。这个阶段土体的内部特征是，土基重新湿润，强度逐步降低；溶解空气开始活动。路面的外表特征是整个路面致坏的总暴露。

这时，气温逐渐升至零上，路基上层水份开始解冻，逐渐显得松软潮湿，原来局部隆起地方开始塌下，呈现网状裂纹，缝中渗出水分，有时整个路段皆呈现龟裂。当土壤继续融化，其含水量仍然继续增加，强度继续降低。当融化到第一个冰夹层，一般为冻结深度的一半左右时，融化土层含水量达到了极大程度，有时甚至超过了液限。此时路基强度极低，以至失去了支承力和稳定性，再加融冻土壤的本身结构遭受破坏，整个路基上层土体的构造也发生很大的变化：原来被冰夹层分裂开的土体受到很大压缩，并仍

然被水份隔开着，还来不及联合成为一致的能够起共同作用的整体。此外，由于解冻时冻胀压力的解除，和地下水温度的上升，原来被封闭和溶解在地下水中几达饱和的空气（以及其他气体）活跃起来，自地下水中强烈的渗出，但由于融化的土中存大量水份，静水压力和毛细管弯液面张力都阻碍渗出的气体进入大气中去，因而气体被挤，土壤成为稳定的三态体，其中含有大量的自由空气和其他气体，加上土壤的过湿，土壤中水份和气体的体积，甚至多于矿质颗粒的体积，土壤体积发生很大而特别的变化，出现了弹簧现象，车辆通过时，发生波浪起伏的活动，人们把这现象叫做“橡皮路”。土壤中如只含有水份而不含有大量气体是不会出现这种弹簧现象的。这时由于起伏变形的巨大，路面往往裂成碎块之后，在行车作用下，下面饱水的融化土浆挤到路面上来，路面碎块沉到泥浆底下去，形成深达70~90公分的车辙，这就是翻浆现象集中的总暴露。由于一个地方的具体条件不同，这些现象的暴露自然有轻重之别。

显而易见，春天的具体气候情况对这个阶段的影响最大。当春天到来很快，并且相当温暖，则土壤将融化很快，以至不能及时排出融化水份和被挤的空气。如在这个阶段再降一场春雨，则情况会更严重。

融化深度超过大约最大冻深一半以后，由于阳光作用，水份从地表很快蒸发；并由于多余水份更均匀地分布于土的全部体积内，使土的湿度开始急剧减少，强度逐渐恢复。

粘性土和粉沙土渗透性低，春季融化期间上层大部份变成饱水状态。如春季愈长，冻结深度愈大，水份聚集愈多的地区，粘性土上层融化期间的含水量有时达到冬季以前含水量的1.5倍或更高。如愈靠南方，冬季愈短，冻结深度愈小，水份聚集愈少，则当有一定坚固的路面时，粘性土及粉沙土的路基也不会出现翻浆现象。沙性土渗透性大，融化水份能比较迅速的排出，故翻浆现象大为轻微或没有。粗沙即使在饱水情况下也是稳定的。

城市道路如前所述，由于铺有高级路面（柏油或水泥混凝土），冻胀现象特别显著；路面材料传湿性几乎比土质路肩高2~3倍；冻结时，路面底下土层冻结速度和深度都加大。水份在零下温度作用下，不但自下向上移动，而且沿着水平方向移动。路基土壤冻结边界向下凸出，形成不均匀的冻结；同样，融化时路面底下也比土质路肩为快，尤其在黑色路面强烈的吸收太阳热量的时候。这时融化的边缘成了凹形，形成不均匀的融化，路面又严重的几乎全部阻挠了它下面融化水份的蒸发。土中融化的水份不能排出，形成所谓“泥底”，更加重了翻浆现象，如图4所示。沈阳鞍山公路在伪满时

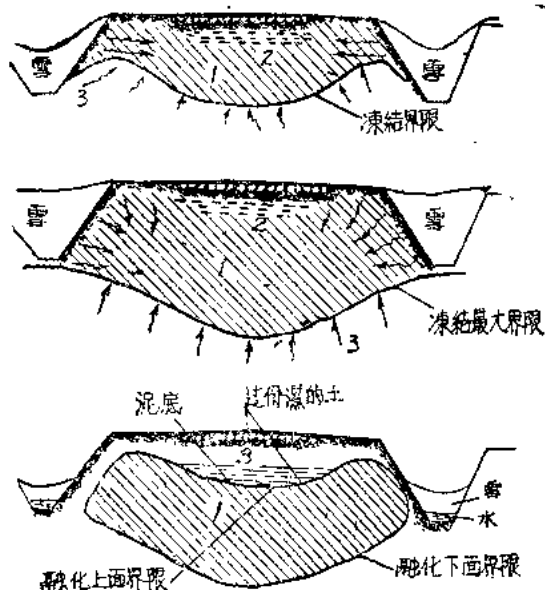


图4 路基土的冻结和融化示意图〔4〕

1-冻土；2-冰的透镜体；3-路堤内水份移动方向

期修了一段水泥混凝土試驗路面，由于历年严重的翻浆，这段路面已完全破碎，沉入土基之中，現在在表面上完全看不見了。

各地区翻浆暴露的具体时间是不一致的。北京約在3、4月，东北区約在4月中旬至5月上旬。

§5 夏季恢复干燥阶段

逐渐过渡到夏季，天气热了起来，大气中蒸发量增大，路基上层愈变得干燥，恢复了支承能力。毛细水弯液面完全消失，毛细管张开，原来被压力封闭在水里的空气被排到大气中（当然由于降雨可能又发生毛细管封闭的情形）。当土体开始从翻浆状态恢复过来时，由于原来大量空气的存在，土体往往呈现具有許多气孔的海綿状。再如前所述，土的结构和整个路基土体的构造，已遭到破坏，因此路基土質显得极为疏松，只有在以后繼續不断的行車碾压和雨水湿润的反复作用下，才会慢慢地恢复到正常状态。

在永久冰冻地区，只有到夏天，土壤才开始融化；因此夏天是这些地区的翻浆的暴露阶段。

翻浆地段在夏天往往也可看到表面的反映：这时路面比别的良好地段显得特别阴湿，很多时间内保持暗色，尤其在夏天短短的阵雨之后看得更明显。

上面所述的各发展阶段的典型情况，可用图5来表示〔4〕，图上表明了路基在各季节上层水份变化及多春季冻融等情况。一个地方冻结前和冻结后，路基水份沿深度的变化情况，如图6所示〔12〕；这表明了由于冻结而发生的水份重分布及冻土含水量大量增加的现象。当然，实际的翻浆情况各地是不相同的，即在同一地点，各年也不相同，主要因为各年各有其不同的具体气候及营运情况。

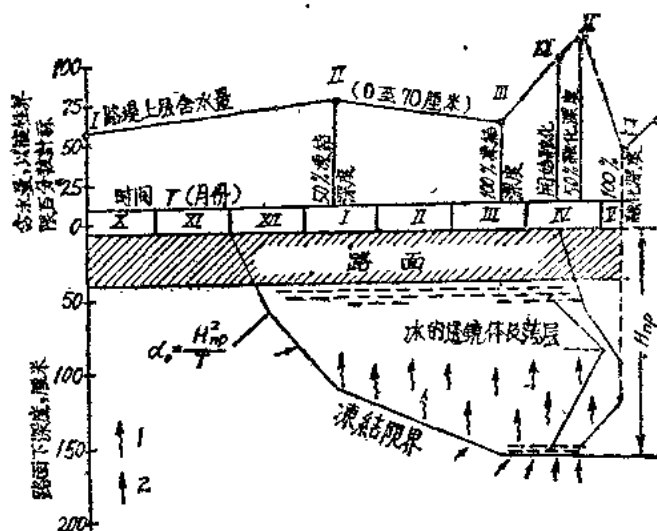


图5 路堤秋季—冬季—春季期间的典型水温情况图（箭头表明水流方向）〔4〕

（二）翻浆的类型和实例

由前面的讨论可以知道，翻浆的基本原因是路基上层土壤在冻结过程中汇集了过多的水份。水份的来源不同，则各处翻浆发生和发展过程的具体原因和特征也不同，从而处理和防治该种翻浆也应因时因地采取不同的方法。同一个地点的翻浆，其水份来源一般也是多种多样的，但有主要的，有次要的。不同的水份来源在不同的发展阶段或季节里起着主导的作用。因此，翻浆的分类是根据一年中起主要作用的季节来确定的。这样，就可把翻浆分为