

苏联水泥混凝土路面
论文选集

人民交通出版社

苏联水泥混凝土路面 论文选集

左元华选辑

苏联水泥混凝土路面論文选集

左元华选輯

*

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 发 行

公 私 合 营 慈 成 印 刷 工 厂 印 刷

*

1957年11月北京第一版 1957年11月北京第一次印刷

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張: 3 $\frac{1}{8}$ 張

全書: 61,000字 印数: 1—750册

統一書号: 15044•1221-京

定价: (10) 0.44元

目 录

前 言

关于水泥混凝土路面

設計的一些缺点……И. 馬斯連尼科夫 С. 謝美諾夫 (4)

关于水泥混凝土鋪砌

層的質量指标…… Л. И. 哥烈次基 А. Н. 扎舍品 (8)

提高水泥混凝土路面的

設計和修筑質量…… П. И. 別斯查斯特里赫 (18)

怎样选配混凝土鋪砌層的碎石…… В. Ф. 奧塞特洛夫 (24)

水泥混凝土鋪砌層施工时采用

的設備…… В. А. 科什卡烈夫 К. С. 舍斯托帕洛夫 (30)

高强度水泥混凝土鋪砌層

施工中沒有解決的問題…… В. К. 涅克腊索夫 (34)

水泥混凝土路面的橫縫結構…… М. С. 捷尔馬諾維奇 (38)

关于水泥混凝土

鋪砌層的脹縮縫…… Л. И. 哥烈次基 (43)

关于水泥混凝土

鋪砌層上的縮縫構造問題…… А. Г. 科馬尔 (51)

在新澆筑的和局部硬化的道路

鋪砌層混凝土中設置縮縫…… А. К. 彼特魯申 (56)

水泥混凝土路面

形成裂縫的一些原因…… Б. П. 勃腊日尼克 (63)

預防混凝土板和基層

凍結在一起時的裂縫..... В.Е. 哈里科夫 (67)

水泥混凝土路面的冬季施工經驗..... Ф.К. 洛曼諾夫 (72)

在冬季條件下水泥混凝土路面的

施工經驗..... Ф.И. 博耳得舍夫 Ф.М. 伊萬諾夫 (84)

冬季修筑水泥混凝土

路面時的質量檢查..... Н.Г. 馬納諾夫 (91)

改善水泥混凝土路面的

養護與修理..... П.И. 別斯查斯特里赫 (94)

前 言

水泥混凝土路面在現代高級路面中占着极重要的地位。当其構造正确施工良好时，完全可以适应現代快速繁重汽車运输的要求。不仅如此，就其使用期限及投資費用來說，亦較其他高級路面更为經濟。因此，在城市道路建設中，世界各国大都广泛地采用水泥混凝土作为路面的基层或鋪砌层。

苏联的道路科学工作者和道路建筑者們曾經对于水泥混凝土路面的設計和施工进行了一系列的研究和实践，但是在若干問題中仍然存在着缺点和有待于进一步的改进。

在这本水泥混凝土路面論文选集中，我們將1954年以来至1956年止苏联“汽車公路”杂志中所发表的有关水泥混凝土路面的論文按着設計、施工、养护的次序汇集在一起；以供我們的道路工作人員参考。

关于水泥混凝土路面設計的一些缺点

工程师 И. 馬斯連尼科夫, С. 謝美諾夫

具有水泥混凝土鋪砌层的道路設計和施工, 有着許多國內外的經驗。

我們在水泥混凝土路的設計和施工中, 似乎應該總結和吸取这些經驗, 然而全苏公路設計院一些設計分院所設計的水泥混凝土路面並沒有采用上述經驗, 因此, 混凝土板的厚度、鋼筋的布置和路面的其他重要部分确定得互不一致, 而且沒有考虑到道路所处地区的实际条件。在施工过程中鋪砌层的厚度經常有变更。人們感觉不到在解决这一問題上曾經有过肯定的意見和統一的方法。

莫斯科——列宁格勒、莫斯科——諾金斯克和其他一些路綫的技术設計中, 混凝土板的厚度規定不一致而且缺乏必要的根据。很明显, 这必然將使今后的鋪砌层厚度趋向于增加, 可是又缺乏适当的根据。如南部道路工区的一个施工現場(全苏公路設計院基輔分院設計), 板的厚度达19公分, 而土壤水文条件較坏的莫斯科——列宁格勒公路, 大部分路綫上鋪砌层的厚度采用18公分, 只有个别地段是20公分。

水泥混凝土鋪砌层厚度規定不一致, 清楚地說明了首先沒有正确确定土壤形变模量数值。

全苏公路設計院基輔分院在設計鋪砌层时, 計算土壤形变模量 E 。采用了200公斤/平方公分, 而礫石混凝土的容許弯应力为10公斤/平方公分(安全系数2), 可是莫斯科——列宁格勒公路的土

壤形變模量，砂質壩姆為600公斤/平方公分，砂為1000公斤/平方公分，礫石混凝土的彎應力採用25公斤/平方公分。

可見莫斯科——列寧格勒公路採用的土壤形變模量和混凝土的容許彎應力提高了許多，而且，如上所述，這條公路比全蘇公路設計院基輔分院所設計的公路條件差得很多。諾金斯克——高爾基公路的土壤形變模量也是較高的：砂為1000公斤/平方公分，砂質壩姆為600公斤/平方公分，粘土質壩姆為400公斤/平方公分等等。

設計混凝土鋪砌層時，鋪砌層的厚度應考慮到汽車車輪在中間和在邊緣的分布情況來確定，在這種情況下，板的計算厚度，邊緣的要比中間的厚一些。

然而設計者在規定板的厚度時，卻採用算術平均數（中間和邊緣二者厚度的中數），因而板的邊緣部分將超過其應力負擔（如諾金斯克——高爾基公路的設計）。

混凝土鋪砌層下面基層的設計中，一般缺乏任何推薦的論據。例如羅斯托夫——齊霍列茨克公路的設計中砂基層採用5公分，可是就在鄰近條件相同的公路卻為6公分。其他公路砂基層的厚度規定不小于10公分。在設計中根本不要求採用在基層中砂的質量，因而砂應當規定的砂的滲透系數等便不明確。

必須指出，全蘇公路設計院和蘇聯道路科學研究院對於混凝土鋪砌層下的基層設計注意不夠。

設計中採用的基層厚度明顯地是過低的。除了砂基層外，其他的當地材料如礫石、爐渣等不知為什麼不推薦採用。

應該指出：在國外，水泥混凝土鋪砌層下的基層需要花更多的錢，例如捷克、匈牙利和其他國家用砂、礫石或爐渣等材料鋪成的基層，厚度自25~60公分或更厚一些。

在我們設計中，對於水泥混凝土板的鋼筋布置沒有一致的

意見，因而鋼筋用量、鋼筋的尺寸、鋼筋在板中的位置互不一致。例如全蘇公路設計院基輔分院的設計中，在板的邊緣，兩邊各安放直徑為12公厘的鋼筋兩根，位置在板上部三分之一處。板的角上不規定安置鋼筋。在高度大於4公尺的路堤上，混凝土板在行車道上部三分之一處設置金屬網。

莫斯科——列寧格勒的公路設計中，規定在板的角上安置直徑為10公厘的鋼筋數根，邊緣上兩邊各設三根直徑為10公厘的鋼筋，並且是兩根放在板的底部，一根放在板的上部。在涵洞和橋頭引道上面的混凝土板，不只設一層金屬網而是兩層金屬網，位置是在上部和底部。

莫斯科——諾金斯克公路上，板角沒有放鋼筋，但在鋪砌層的邊緣在板的下部設置兩根直徑為14公厘的鋼筋。當鋪筑雙層水泥混凝土鋪砌層時，規定了這條路上整個地鋪金屬網，可是同樣是這條路的下一路段的設計中，在鋪筑雙層鋪砌層時，不規定設置金屬網，只是在大于4公尺的路堤上的特殊地段，才在距上層板頂部5公分處設置金屬網。

各設計單位規定的每1公里7公尺寬的行車道的鋼筋用量比較如下表：

表 1

項 目	莫斯科—諾金斯克(全蘇公路設計院莫斯科分院)	莫斯科—列寧格勒(全蘇公路設計院列寧格勒分院)	全蘇公路設計院基輔分院的設計
	金 屬 用 量(噸)		
板邊緣兩邊各設置鋼筋兩根，並設置傳力杆	8.12	—	6.05
板角設置鋼筋，板邊緣兩邊各設置三根鋼筋並有傳力杆	—	7.44	—
板上單層金屬網	18.2	14.21	—
雙層金屬網	—	26.2	—

上面的資料表明，全蘇公路設計院各分院各自設計自己的水泥混凝土鋪砌層，沒有考慮其他單位已有的經驗，根據我們的看法，這樣造成了不必要的分歧，引起了施工方面有理由的責難。

大家知道，在混凝土澆注前，所有作用鋼筋都要用金屬螺栓和10公厘鋼筋做成的骨架支起，在使用機械化方法澆注混凝土時，骨架經常被壓入砂中或土中，因而弄亂了鋼筋的位置。

金屬支座可以有成效地用混凝土支座代替（見圖1），這種混凝土支座可事先在工廠預制。採用混凝土支座能够使每1公里道路的金屬需要量減少大約1.5噸^①，然而設計者對此並不考慮。

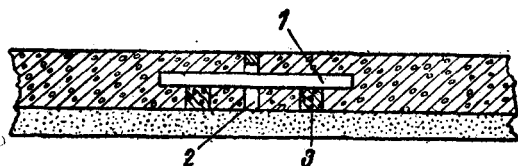


圖1 在混凝土支座上設置傳力杆
1. 傳力杆；2. 木板；3. 混凝土支座。

全蘇公路設計院和蘇聯道路科學研究院不重視裝配式混凝土路面的設計問題和在施工中推廣採用。到現在為止還沒有合理型式的裝配式混凝土板的設計，沒有編擬過預制和在路面上鋪裝這種裝配式混凝土板的施工方法。

考慮到將有大規模的水泥混凝土路面的施工，而在混凝土路面設計中又缺乏可遵循的范例，目前應該編寫和出版大量有關水泥混凝土路面計算的規範和須知，並考慮到採用現代的重

① 採用混凝土支座迫使設計者減薄板邊緣的有效斷面，但在混凝土澆注中不能保證傳力杆穩定在設計的位置上——蘇聯“汽車公路”編者注。

型載荷，指明各气候分区的計算土壤形变模量和各种石料灌注成的混凝土的容許弯应力。

还应该利用計算資料和經驗資料来証实采用于板中的各个分开的單根鋼筋和它的位置是否合理，因为目前每 1 公里路面的鋼筋用量达 5 ~ 6 吨。按照我們的看法，設置單根的鋼筋是不妥当的。

每一种金屬支座都应该用混凝土支座代替，在伸縮縫中的金屬傳力杆应该合理地用設置在板接縫下的混凝土墊板代替。

現在已經是編制和出版适合各級公路使用的裝配式水泥混凝土和鋼筋混凝土路面的标准图的时候了。

道路科学机构、設計机构和施工机构的人员应该使水泥混凝土路面达到經久耐用。

(陈連汉譯自苏联“汽車公路”杂志，1955年 8 期)

关于水泥混凝土鋪砌层的質量指标

Л. И. 哥烈次基
技术科学碩士 A. H. 扎舍品

水泥混凝土道路鋪砌层的强度，在頗大程度上与混凝土在施工过程中所达到的質量特性有关，属于这些特性的是混凝土的均匀程度以及鋪砌层全部面积中的板的固定厚度。

这两种指标表征鋪砌层的强度，并应在以极限状态計算鋪砌层厚度时加以考虑。这个計算混凝土不均匀性的方法系以質量系数 K 来評定，此系数在确定抗弯受拉强度的計算指标时是

不可缺少的。應該考慮到兩種計算情況，同樣存在着設計厚度上的偏差：第一種，在最後確定需要厚度時，必須注意到實際偏差是厚度偏小；第二種，在確定由板自重所生的彎矩時，應考慮到厚度偏大，這也就是從它確定超載係數 n 。

上面所研究的水泥混凝土鋪砌層指標對評定鋪砌層工程具有重大的意義，特別是能在很多情況下，確定水泥混凝土鋪砌層變形與破壞的原因，揭露施工方面與施工質量檢查方面所存在的缺點，而擬出消除這些缺點的具體措施。

這些指標值係由作為評定混凝土強度的大量試件（立方體、小梁）的試驗結果與實地測量鋪砌層厚度所獲得的統計資料，經過數學處理（用或然率理論的方法）所確定的。

我們來研究一下水泥混凝土鋪砌層的第一種質量指標。將水泥混凝土當作均勻質材料是不對的。由於許多原因，主要的是技術特性以及組成混凝土材料的不同物理性質，因此水泥混凝土鋪砌層本身的強度也是不均勻的，也就是說所採用的設計強度有偏差。

這個不均勻性可以測定所謂質量係數 (K_0)，此質量係數係實際平均強度與在設計鋪砌層計算時所採用強度的偏差。該係數值係從確定的標準差 σ ① 與變異係數 C_v （或稱為指標變數）中求出。

標準差表明部分的強度值的擴散量，並且是由下式確定的均方差。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R - R_{CP})^2}{n - 1}} \dots \dots \dots (1)$$

① 要記住，這裡在理論中所採用的表示誤差的標準差符號 σ ，並不表示水泥混凝土的應力。

强度指标变数 C_v 可用下式来表示

$$C_v = \frac{\sigma}{R_{cp}} \dots \dots \dots (2)$$

式中: n —— 該批試驗数量;

R —— 部分强度指标值;

R_{cp} —— 根据許多資料所确定的算术平均强度指标。

最小强度值为:

$$R_{min} = R_{cp} - \beta \sigma \dots \dots \dots (3)$$

式中: β —— 表示或然率或可靠性的指标, 一般采用 3。

利用式 (2) 与式 (3) 的关系, 得出

$$R_{min} = R_{cp} (1 - \beta C_v) \dots \dots \dots (4)$$

公式 $1 - \beta C_v$ 是未知質量系数。于是計算中所采用的求算强度指标的公式为:

$$R_{pac} = R_{cp} (1 - \beta C_v) = R_{cp} K_0 \dots \dots \dots (5)$$

变数指标的可能誤差或变异系数为:

$$\Delta C_v = \pm 0.674 \frac{C_v}{2n} \sqrt{1 + 2C_v^2} \dots \dots \dots (6)$$

質量系数的可能誤差为:

$$\Delta k_0 = \pm \beta \Delta C_v \dots \dots \dots (7)$$

为了确定質量系数, 利用了很多的抗弯小梁与抗压立方体的試驗資料。这些試件都是用鋪筑哈尔科夫——罗斯托夫公路上的楚古也夫——伊久姆与伊久姆——斯拉維揚斯克路段上鋪砌层用的混凝土混合料制备的。这些資料在公路修成以后被保存起来^①。

① 工程师 И. П. 克鲁提科夫, А. Н. 特罗岑科与 И. А. 斯基巴曾 参加这些資料的整理工作。

根据这些路段的设计规定，水泥混凝土的强度规定为：抗弯受拉强度40公斤/平方公分，抗压强度240公斤/平方公分。按照这些规定选择混凝土的配合成分。混凝土配合成分的特性资料如下：锥体坍落度——1.5~2.0公分，水灰比——0.55，理论配合比——1:1.66:3.13（也曾采用过某些其他的配合比）。

表 2

浇筑地段 (公里)	试件数量 (块)	龄 期 (天)	混凝土抗弯受拉强度 (公斤 / 平方公分)			σ (公斤 / 平方公分)	C_v	K_o^H	Δ_{c_v}
			算 术 平 均	最 大	最 小				
871—889	153	7	29.02	44.3	20.6	3.965	0.1366	0.59	± 0.0003
871—889	154	28	41.73	51.7	31.0	3.753	0.090	0.73	± 0.00021
791—841	381	28	44.52	67.0	28.0	3.940	0.0885	0.7345	± 0.000078
791—821	164	28	43.66	67.0	28.0	4.958	0.1136	0.6592	± 0.00023
871—889	535	28	43.60	67.0	28.0	3.880	0.089	0.753	± 0.000056

表 3

浇筑地段 (公里)	试件数量 (块)	龄 期 (天)	混凝土抗压强度 (公斤 / 平方公分)			σ (公斤 / 平方公分)	C_v	K_o^C	Δ_{c_v}
			算 术 平 均	最 大	最 小				
823—842	101	7	172.90	200.0	157.3	11.132	0.0644	0.8068	± 0.00021
871—889	220	7	136.72	179.0	98.0	20.720	0.1515	0.5455	± 0.00024
871—889	270	28	218.54	255.0	190.0	14.299	0.0680	0.7960	± 0.000085
791—822	164	28	239.62	350.0	380.0	28.386	0.1185	0.6445	± 0.00025
791—845	458	28	238.10	350.0	150.0	27.180	0.1400	0.6740	± 0.000107
791—889	728	28	229.47	350.0	150.0	21.350	0.0930	0.7214	± 0.000043

按式(1)~(7)统计处理小梁与立方体的试验资料的結果，获得如表2表3所列的指标。

兩表中所列資料的分析表明，抗弯受拉强度的算术平均指

标超过规定的强度指标，而抗压强度则没有达到规定的强度指标。这些指标在抗弯受拉强度为规定强度的 $1.04 \sim 1.10$ ；而在抗压，则为规定强度的 $0.91 \sim 0.99$ ，按照7天龄期的小梁与立方体试验资料所确定的质量系数远较28天为小。浇筑在791~822公里地段的铺砌层中的水泥混凝土具有低的质量系数指标，这已由使用的结果予以证实。在这些道路中发现了大量各种类型的破坏与变形（裂缝，角与板的破裂等）。

必须指出，水泥混凝土的算术平均强度指标并不能完全用于鉴定铺砌层。表征质量系数的指标，扩散程度具有重要的意义，也可以借这些资料判断可能的变形与破坏的或然率。从表2与表3的同样资料中很容易看出，在791~822公里的路段上，算术平均抗弯强度指标为43.66公斤/平方公分，而抗压强度指标则为239.62公斤/平方公分。可是均质系数在第一种情况下总共为0.66，而在第二种情况下为0.64，因之，除了平均强度指标外，必须查明扩散程度（分散值）。

应该说明，从上表可以看出，质量系数值比按极限状态计算结构物所规定的标准要高，根据这个标准，混凝土标号在200号及200号以下者，质量系数为0.55，而混凝土在200号及200号以上者，质量系数为0.65。这是因为目前在水泥混凝土道路工程中广泛地采用机械化施工与较高标号的混凝土，所以水泥混凝土的均匀性较之以其他形式施工者为大。应该指出，整理试件（小梁，立方体）的试验资料（取自有关修建飞机场的报告）的结果，得出更高的均质系数。这表明飞机场的修建者所获得的混凝土质量是更好些。因此，水泥混凝土的均质指标是不可能固定的。随着水泥混凝土铺砌层施工技术的日益完善，这个指标值亦将不断提高。

为了确定强度扩散特性（强度指标）的平均值（或设计

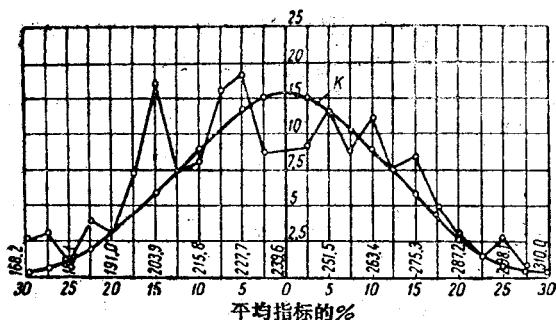
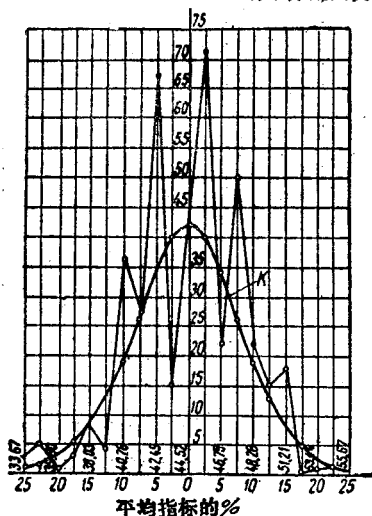


图2 抗压强度指标(水平线上的数字)的平均值(字母K表示标准分配曲线)分配图



測量資料的處理和與設計厚度及平均厚度偏差系數的求法是在各個地段上進行的。總共測量了1053次。

處理關於設計厚度的測量資料結果，列於表4。

表 4

地段號數	測量 次數	σ (公分)	C_v	K_T	測量指標偏差(公分)	
					最 小	最 大
1	24	1.37	0.0635	0.795	18.1	22.5
2	23	1.05	0.0525	0.843	18.0	22.1
3	28	1.36	0.0680	0.796	18.4	22.2
4	42	1.10	0.0550	0.835	17.2	21.8
5	34	1.55	0.0775	0.768	16.8	22.4
6	36	1.23	0.0615	0.816	17.4	23.2
7	44	1.79	0.0895	0.732	16.5	21.8
8	98	1.65	0.00825	0.752	15.0	23.0
9	91	1.66	0.0830	0.751	16.2	23.5
10	45	1.76	0.9880	0.736	15.5	22.5
11	41	2.21	0.1105	0.668	14.6	21.0
12	48	1.80	0.090	0.730	16.0	22.2
13	68	1.88	0.094	0.718	15.4	21.8
14	42	1.52	0.076	0.772	16.5	22.5
15	77	1.225	0.0613	0.816	18.0	23.5
16	154	1.60	0.080	0.760	16.0	23.0
17	157	1.68	0.084	0.748	16.0	22.0
全 段	1053	1.61	0.0805	0.7585	15.0	23.5

同一厚度值的重複分配曲線如圖4與圖5所示。從這些圖中可以看出，鋪砌層厚度的重複曲線或與平均算術厚度和設計厚度的偏差曲線適合於高斯的标准曲線。由表示與板平均厚度偏差的圖看得特別清楚。鋪砌層厚度與平均值的偏差指標值為0.776，而與設計厚度的偏差指標值為0.758。

全蘇道路科學研究院用從水泥鋪砌層中鑽取圓柱體(岩心)並測量它的高度的方法——這是能夠很準確地鑑定鋪砌層厚度的方法——所獲得的資料，對鋪砌層厚度的均一性鑑定有很大的意義。可惜的是，直至現在還沒有足夠數量的岩心可以利用上述數學方法處理資料。因此，在資料有限時便促使利用或然