

アスファルト舗装体の温度変化について

—— 札幌地方 ——

小平 山 道 義*
高 尾 橋 晋**
白 井 穀***
熊 谷 一****
樹*****

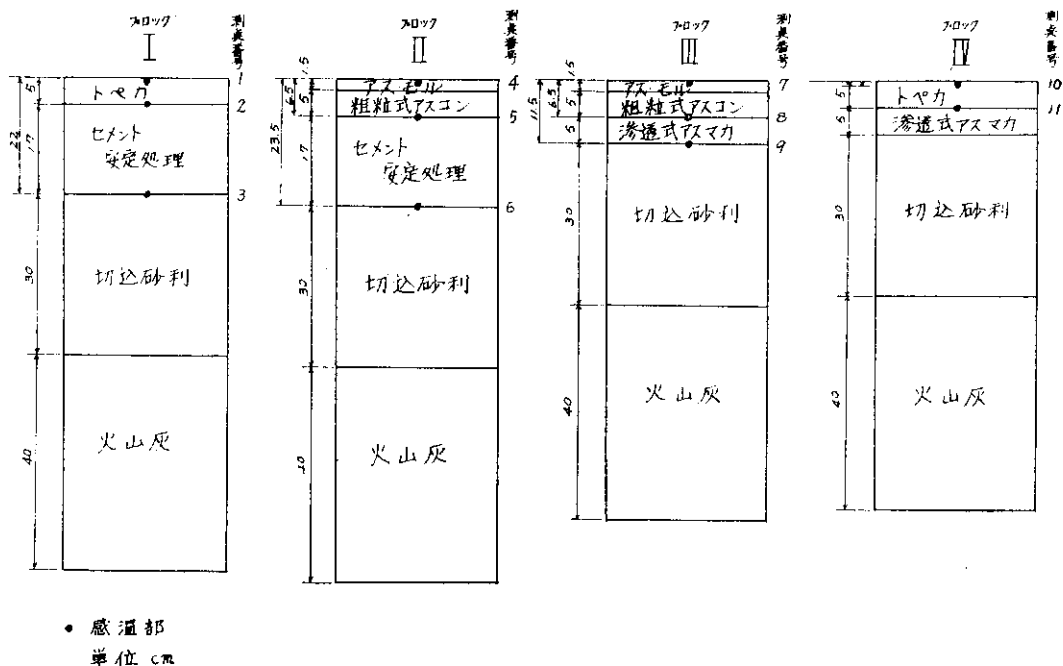
まえがき

道路研究室では、昭和37年8月に土木試験所構内に試験舗装を施工し、以後、舗装体各層の温度を測定してきた。この観測は現在なお継続中のものであるが、本文では、そのうちの38年1月から12月までの、1年間の結果を中間的にとりまとめ、その概要を報告するものである。

ある。

1. 試験舗装の概要

試験舗装は幅3m、長さ3mを1ブロックとし、4ブロック合計12mの長さに施工した。また、舗装の種類は図～1に示すように、当時の開発局関係の舗装工事で施工されていた、代表的な型を4種類選んだものである。



図～1 試験舗装の断面および感温部埋設位置

2. 測定項目と測定器械

試験舗装別、各層の温度分布を調べるために、図～1のように11本の感温部（抵抗管）を埋設し、温度は、電気抵抗温度計（6点式）2台で自記記録させた。

また、気温、日射量、日照時間と舗装体温度の相関関係を求めるために、気温、日射量、日照時間を試験舗装に近い位置で測定した。

使用器械は、気温においては、一般に用いられる1週間巻自記温度計であり、日射量はロビッチ式日射計の1日巻、日照時間はジョルダン日照計である。なお、器械の故障その他による欠測を補うため、札幌管区気象台のデータもあわせて集収した。気象台の位置は、試験舗装体の北西約5kmである。なお、参考までに示すと38年の札幌の天候は表～1のとおりであった。

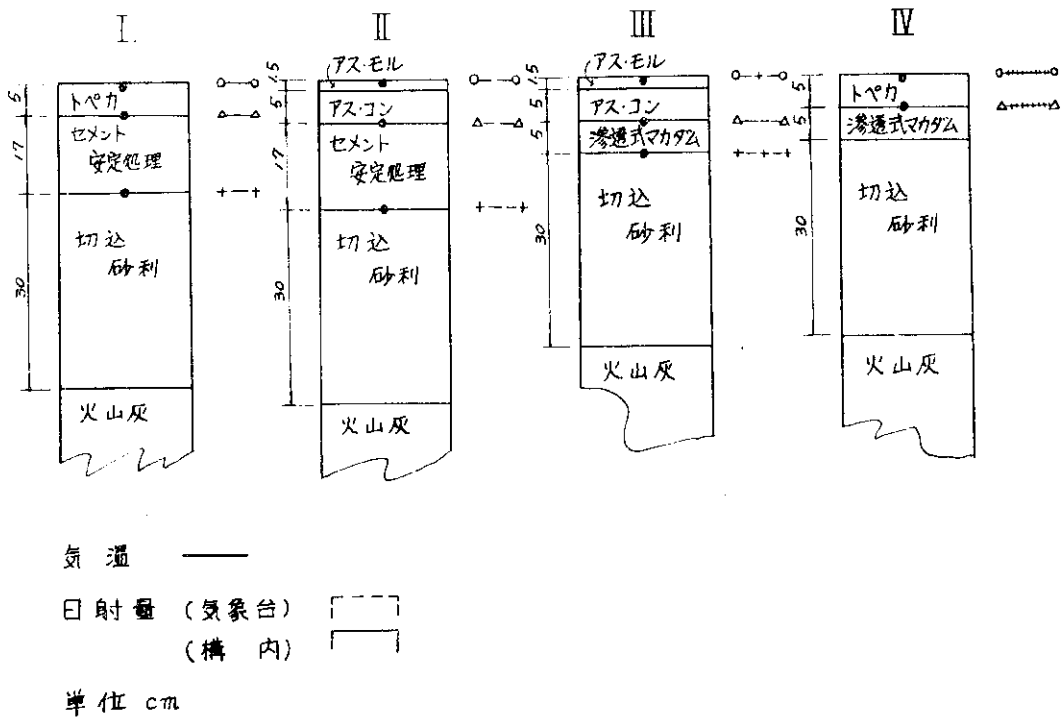
*第2研究部長 **道路研究室長 ***道路研究室副室長 ****室開発建設部 材料試験係長 *****道路研究室

表～1 昭和38年の札幌の天候

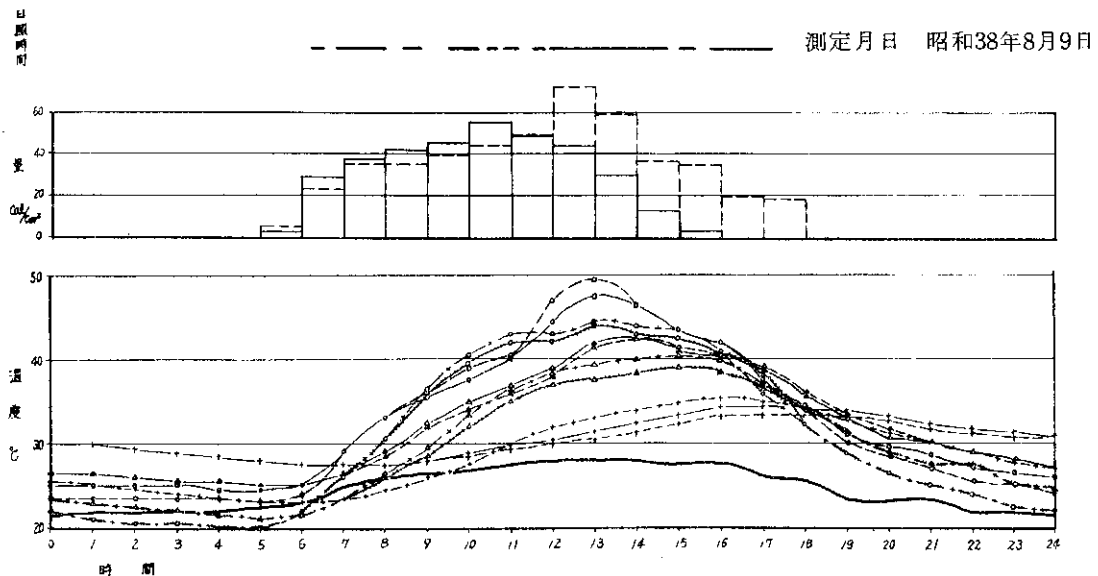
月	日数	晴	曇	雨	雪	摘	要	月	日数	晴	曇	雨	雪	摘	要
1	31	4	6	0	21			8	31	1	9	21	0		
2	28	4	5	2	17			9	30	7	0	23	0		
3	31	10	1	6	14			10	31	12	3	16	0		
4	30	8	4	12	6			11	30	3	2	13	12		
5	31	12	5	14	0			12	31	3	2	5	21		
6	30	9	4	17	0			計	365	80	46	148	91		
7	31	7	5	19	0										

注) 天候の分類は

1日の中で、占める割合の多いほうをそれぞれ、晴れ、曇り、とした。
少量でも降雨、降雪のあった日は雨および雪とした。

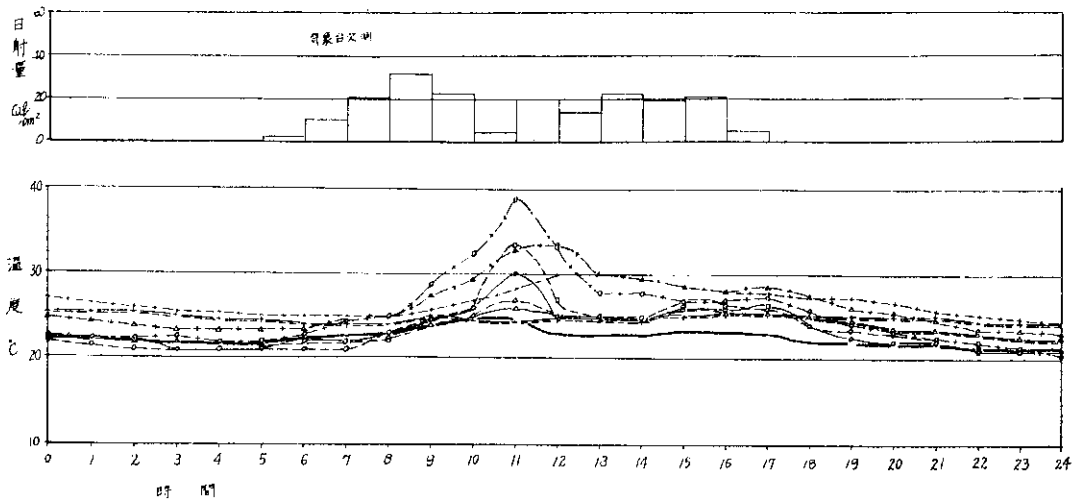


図～2 舗装温度の日変化例



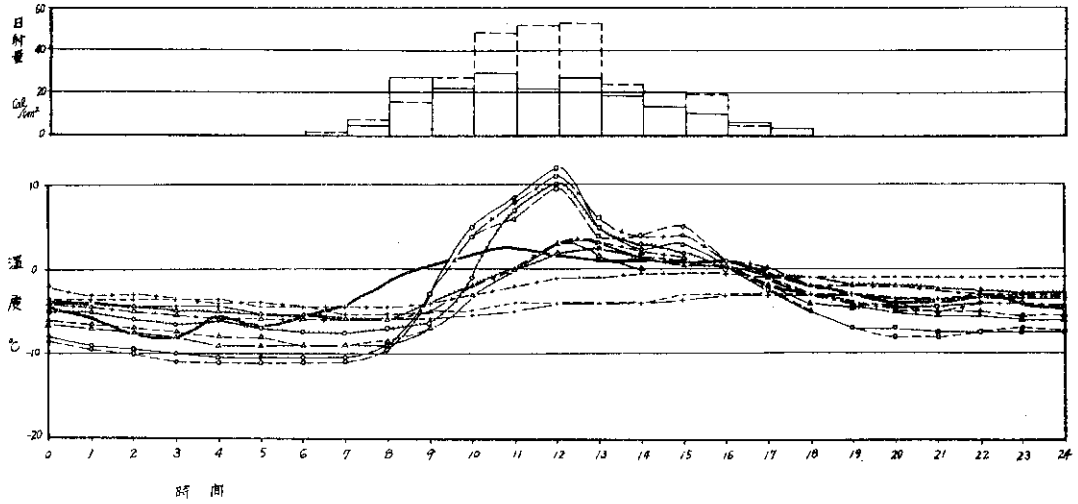
図～2 舗装温度の日変化例 その1 夏の晴天日

測定月日 昭和38年 8月 4日



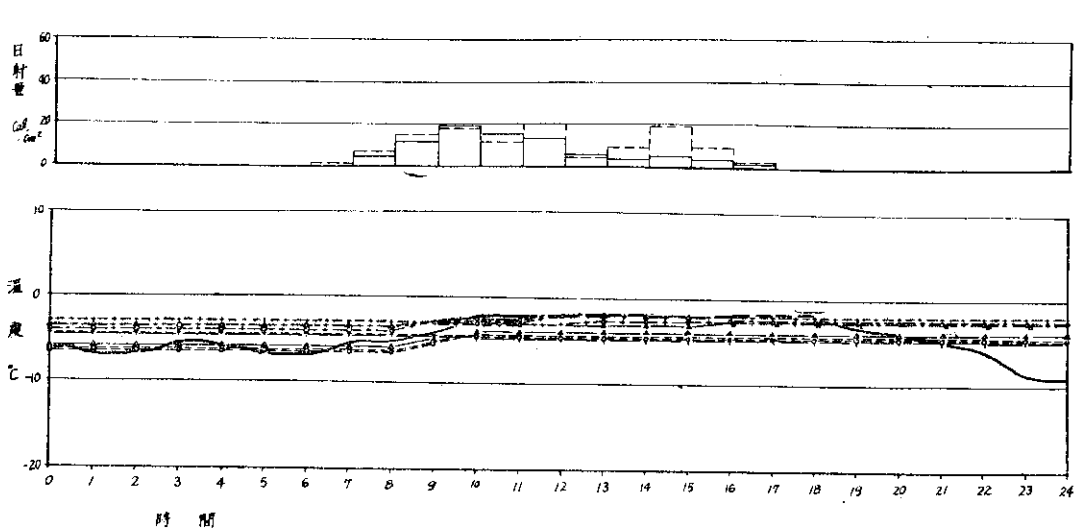
図~2 舗装温度の日変化例 その2 夏の雨天日

測定月日 昭和39年 2月 22日



図~2 舗装温度の日変化例 その3 冬の晴天日

測定月日 昭和38年 2月 19日



図~2 舗装温度の日変化例 その4 冬の降雪日

3. 測定結果

(a) 舗装温度の日変化

38年2月と8月における、晴天、雨天、降雪日の代表的な舗装温度と日射、日照の日変化の例を図～2に示した。

これによると、冬の降雪日をのぞき舗装温度は日中は上昇、下降の勾配が大きく、夜間は一定、またはゆるやかな温度変化を示しており、いずれの舗装工種の場合も、表層は他の層に比べて、温度変化が激しく、夜間は温度の高い順に、下層、中間層、表層であるのに、日中は逆に表層、中間層、下層の順に入れ替わっている。この関係は夏、冬の晴天日に著しく、夏の雨天日にも認められる。冬の降雪日は気温の変化も少なかったが、舗装体の温度変化もごくわずかであった。舗装体上の積雪の影響もあったと思われる。

いずれにしても、下層は1年を通じてゆるやかな温度変化が行なわれるにとどまり、表層は敏感に外界の条件を受け入れているようである。

(b) 気温と舗装表層温度

図～3、4は日最高、最低気温と舗装表層の最高、最低温度の関係を1年間の観測データからプロットしたもので、各ブロック別に示した。

図～3の日最高気温と舗装表層の最高温度との関係では、気温が高いほど舗装温度が高い傾向は、はっきりうかがえ、かなりの幅でバラツキではあるが、いずれのブロックでもほぼ「気温×1.7」が舗装温度となっている。

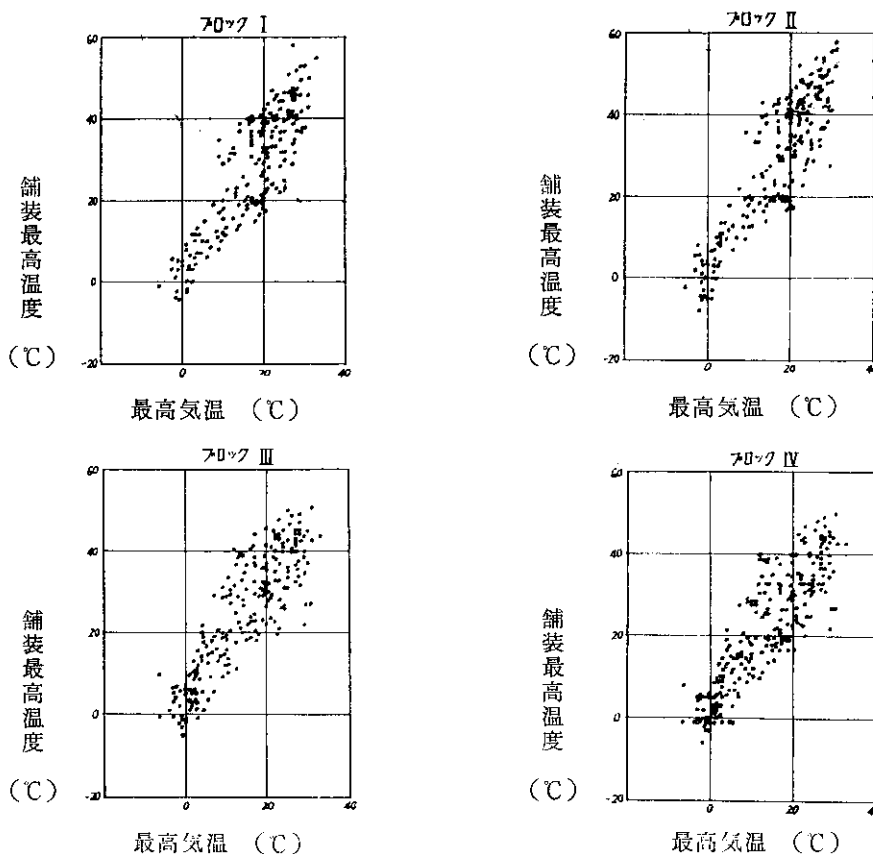
図～4の日最低気温と舗装表層の最低温度との関係では、かなり大きな相関関係を示し、ほぼ「気温＝舗装温度」である。また、図～5、6は札幌管区気象台の気温データに基づいて、上例にならってプロットしたものであるが、ほとんど同じ結果が得られた。

気温が同一でも、風速の大小や、道路表面水の蒸発熱など、種々の不安定因子が関係するので、さらに高い関連を求めることはきわめてむずかしいと思われる。

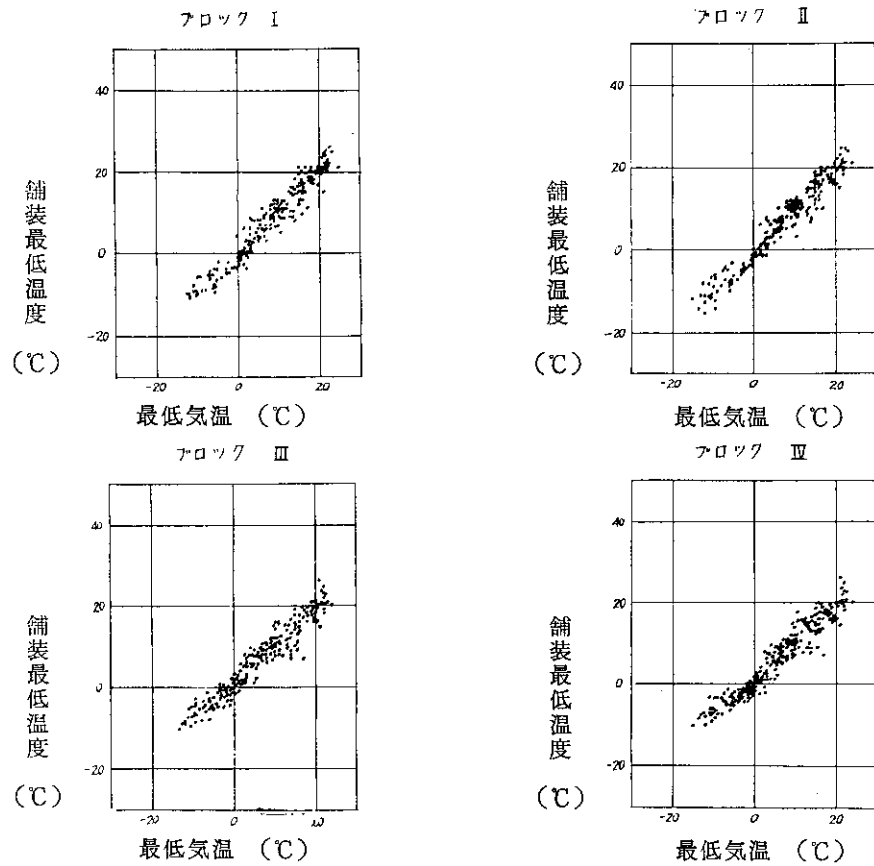
(c) 日射量と舗装表層温度

構内で観測した日射量は、ロビッチ日射計が一時故障し、その修理が長びいたために満足なデータが得られなかったもので、はじめの考えには沿わないが、主として気象台のデータを使用して整理した。

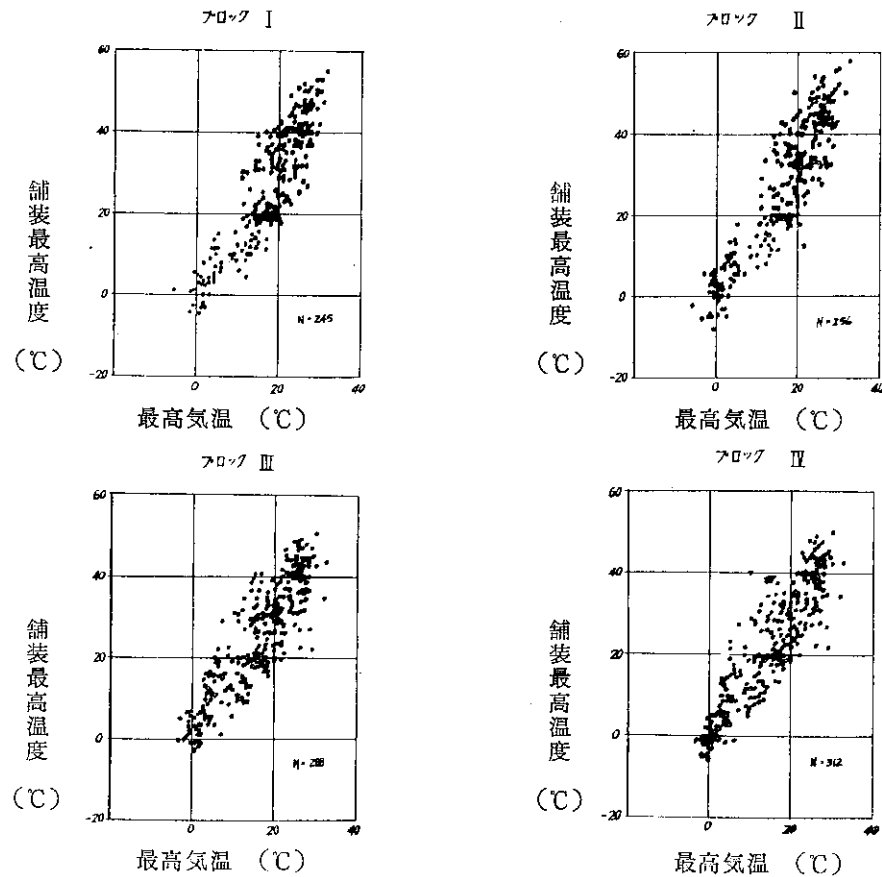
図～7は日射量（気象台）と舗装表層温度の関係をブロック1について示したものであるが、バラツキが大きくはっきりした関係はみとめられない。次に日射量とその日の舗装体の温度上昇との関係を求めるため、縦軸の舗装温度を単なる舗装最高温度から「最高温度と午前中



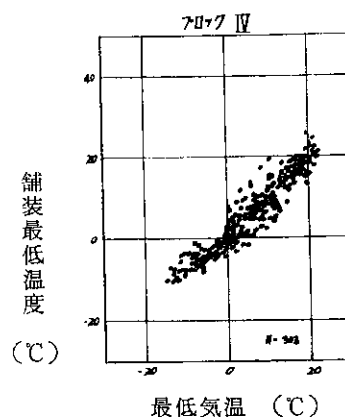
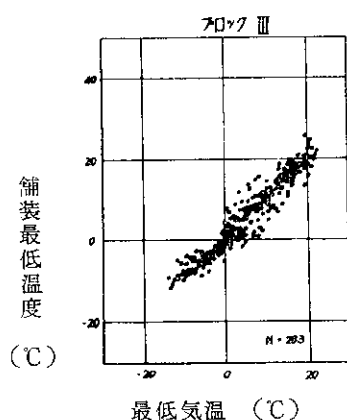
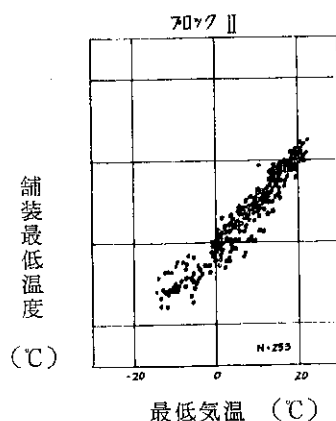
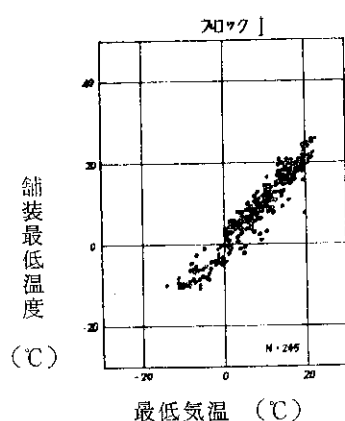
図～3 最高気温（構内）と舗装表層の最高温度



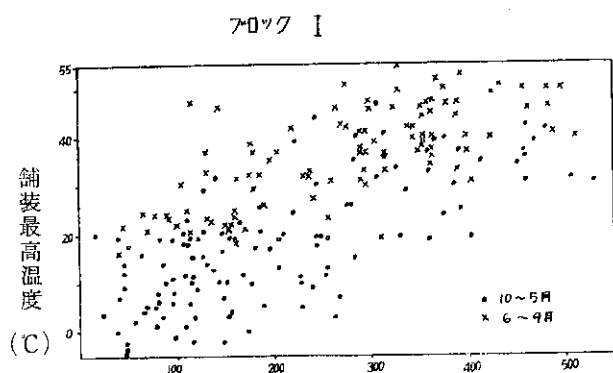
図~4 最低气温（構内）と舗装表層の最低温度



図~5 最高気温（気象台）と舗装表層の最低温度（Nは実測数）



図～6 最低気温（気象台）と舗装最低温度（Nは実測数）



日射量（舗装温度最高時までの計）Cal/cm²
図～7 日射量（気象台）と舗装表層温度

最低温度との差」に置き替えたのが図～8である。図～7, 8から日射量は舗装体最高温度そのものとははっきりした相関を示さないが、舗装体の温度上昇には、かなりの関係があることがわかる。

図～9は、参考までに構内観測の日射量との関係を上例にならって表わしたものであるが、図～8ときわめてよく似た関係になっている。

図～10, 11は、日射量と舗装体の温度上昇の関係を気象条件により分けてみたものである。図～10では、降雨

日と晴天日に分けて、日射量と舗装温度の関係を示してあるが、降雨日には、日射量も少なく舗装体温度の上昇も晴天日に比べて小さい傾向にある。

次に積雪に関するものとしては、便宜上5 cm以上降雪のあった日（毎朝除雪してはいるが、その日の降雪によるもの）を「積雪日」とし、降雪の全くなかった日だけを「積雪のない日」として、その中間に属する日を除外したのが図～11である。

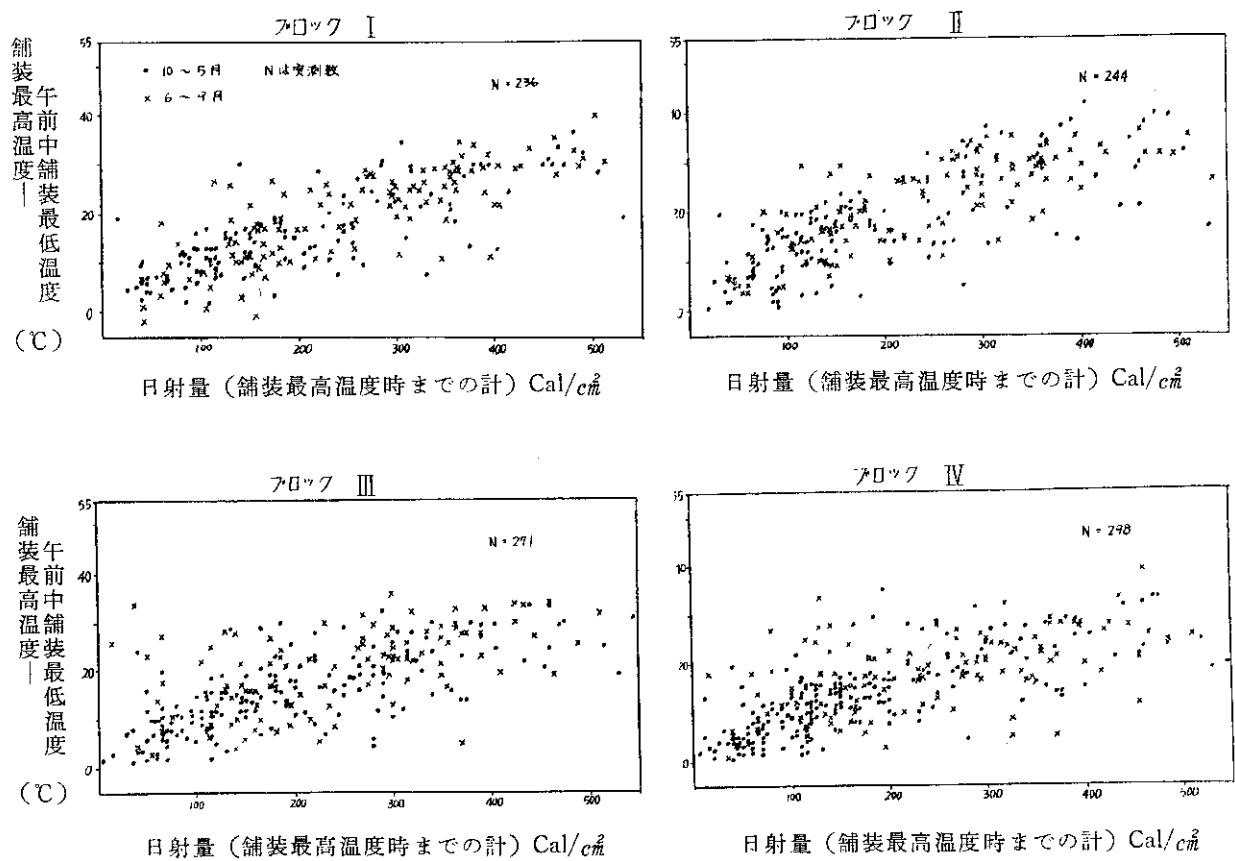
これによれば、日射量が同じでも、「積雪日」には「積雪のない日」より、舗装温度の上昇は、かなり低いことがわかる。

なお、日照時間はその性質上、単に日照のあった時間を記録するものであるが、太陽の副射熱量は日射量として観測、検討しており、日照時間と舗装体温度とは、あまり密接な関係が得られず、意味がないと思われるので、今回の整理から除外し、今後の観測もとをやめることとした。

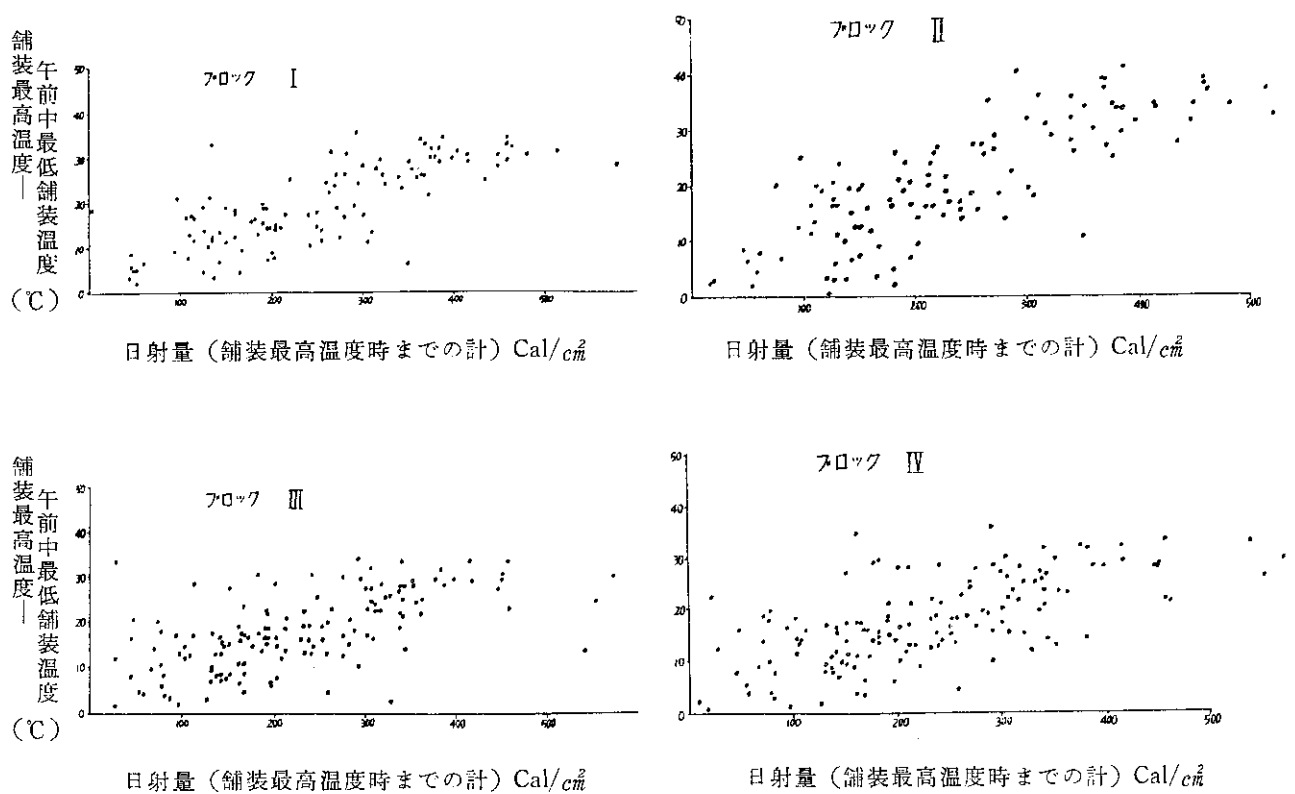
(d) 舗装温度の頻度

図～12は2時間ごとに求めた舗装温度を測点別、月別に頻度を示したものである。グラフの始点に記入された

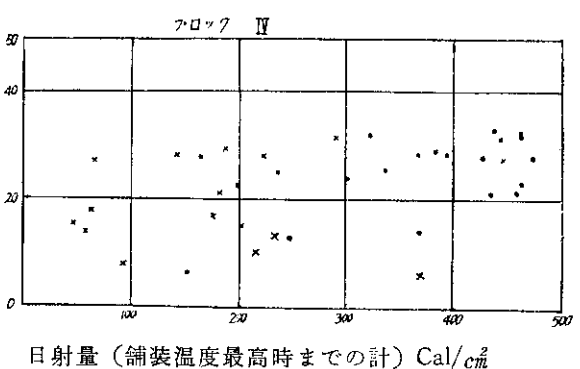
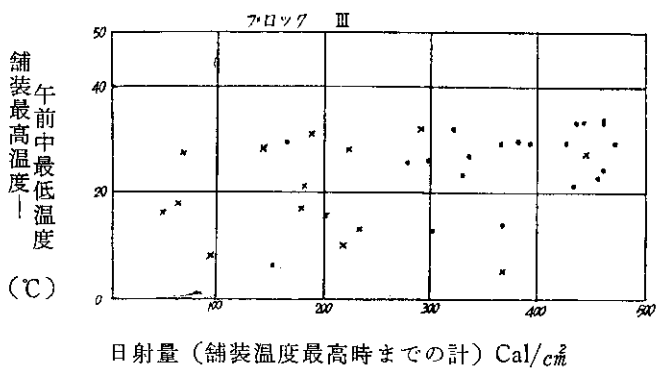
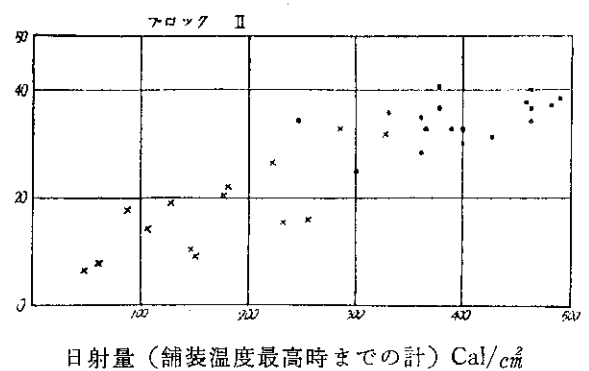
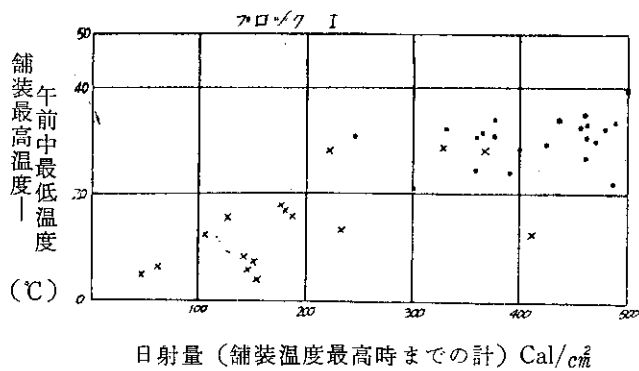
（本文11頁につづく）



図～8 日射量 (気象台) と舗装表層温度

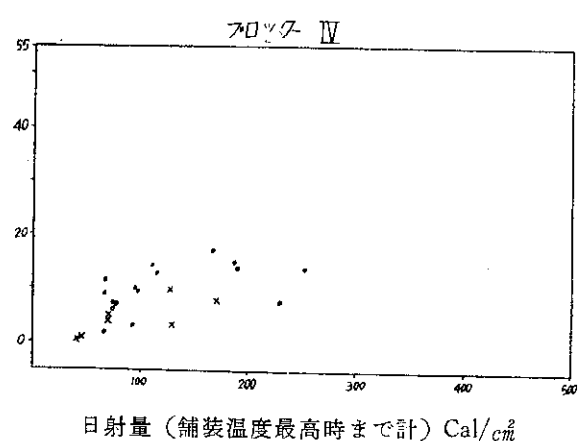
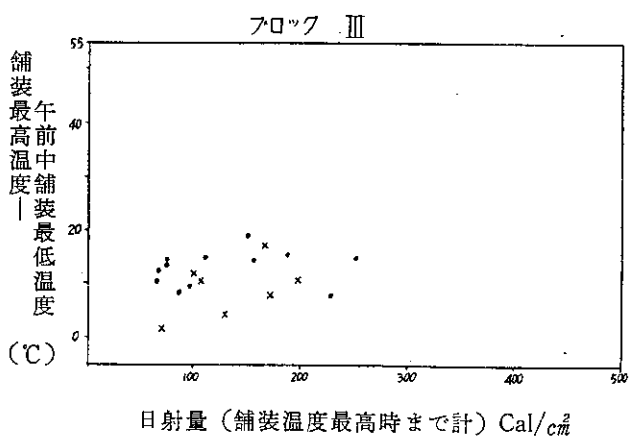
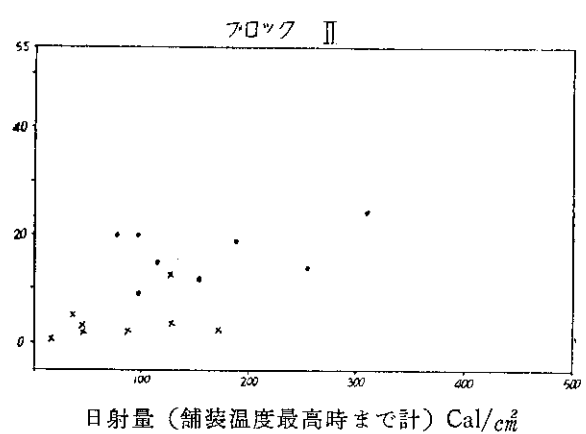
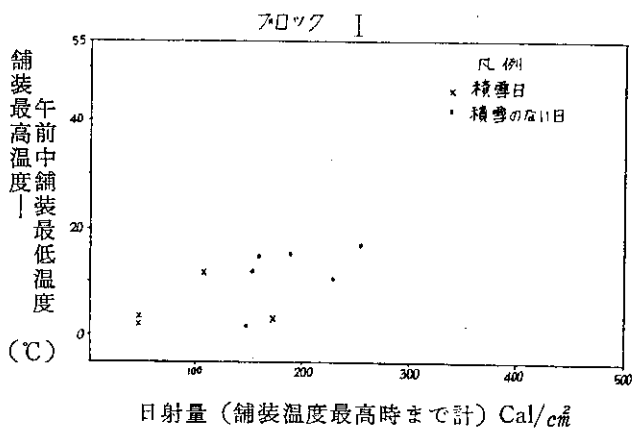


図～9 日射量 (構内) と舗装表層温度

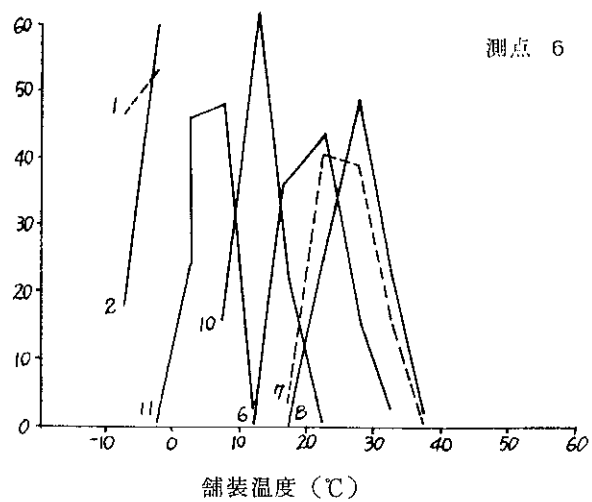
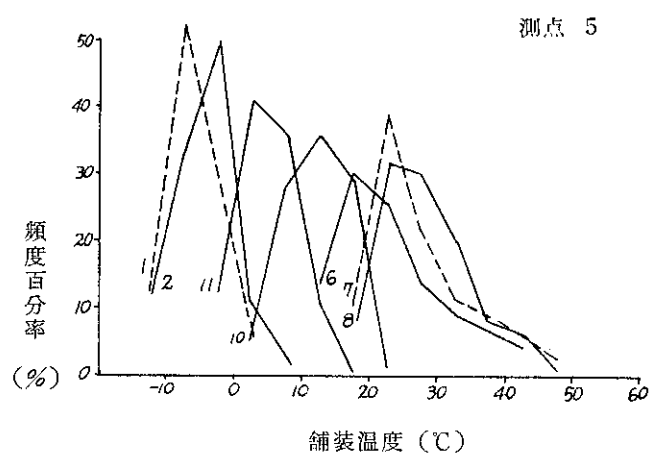
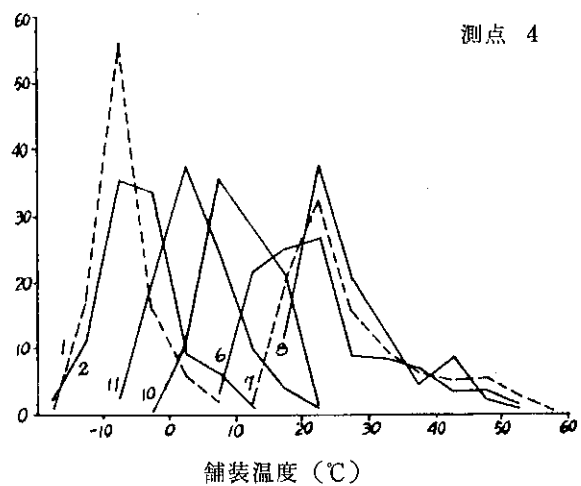
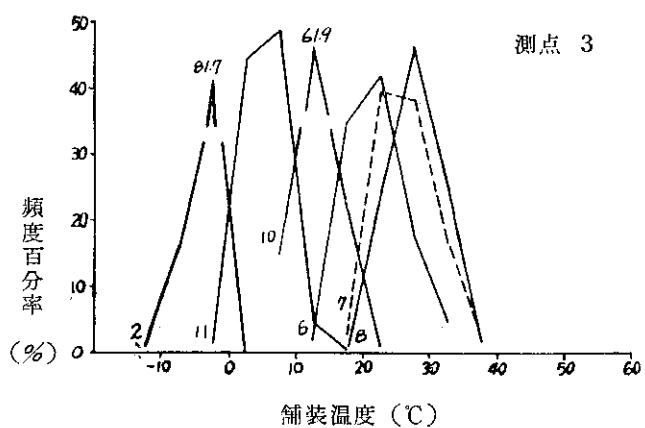
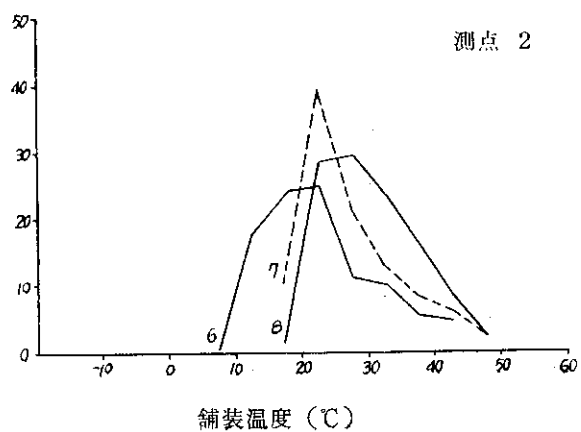
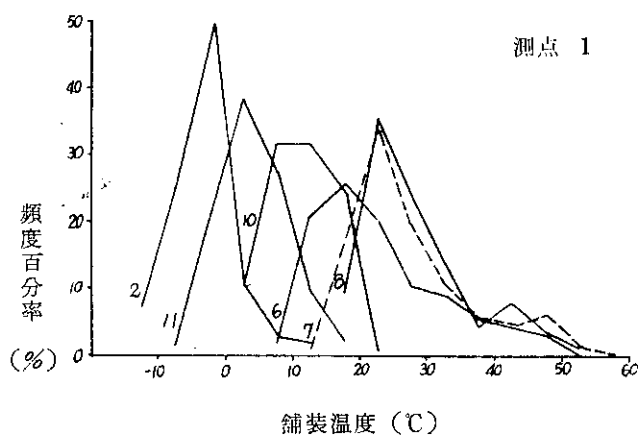


注 ×降雨日 ●晴れまたは曇り日

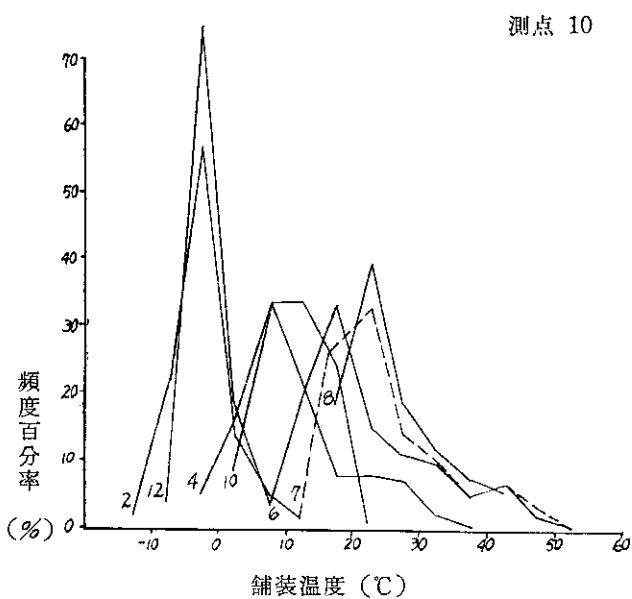
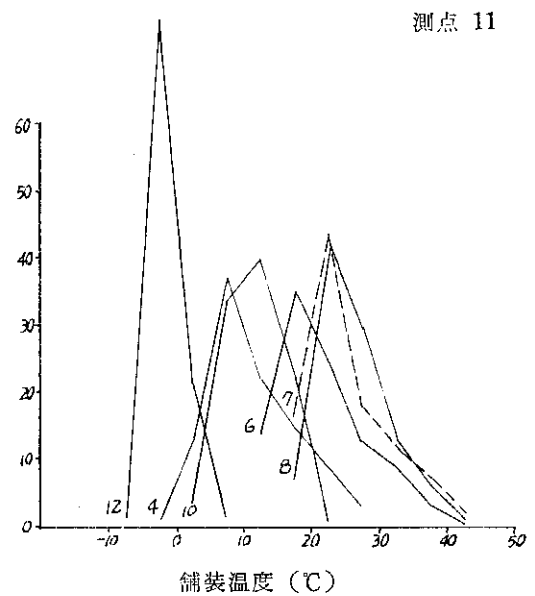
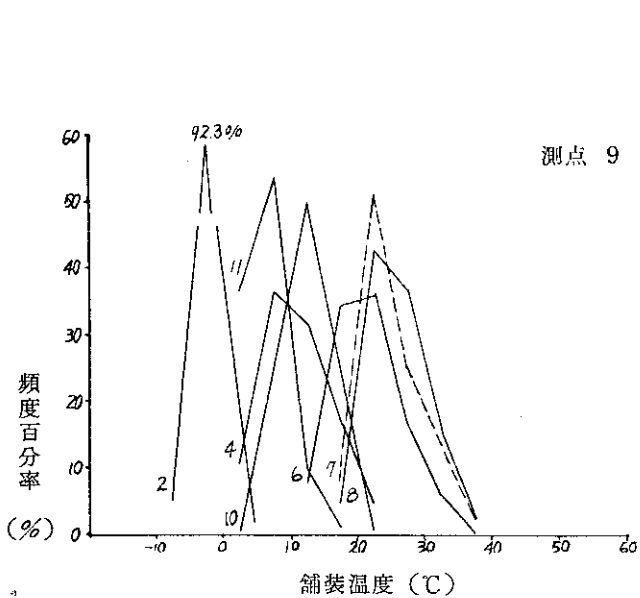
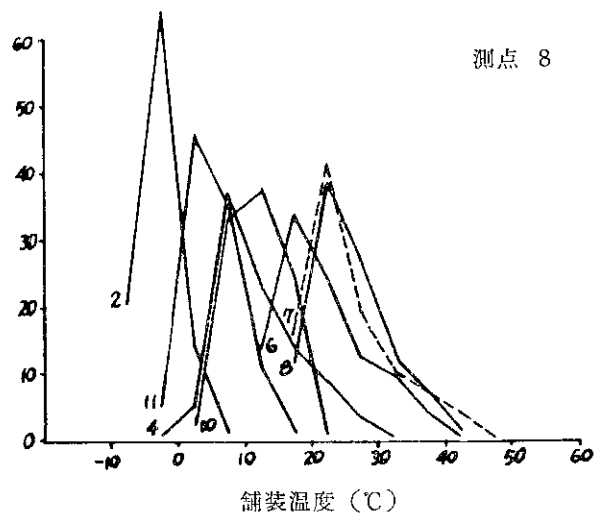
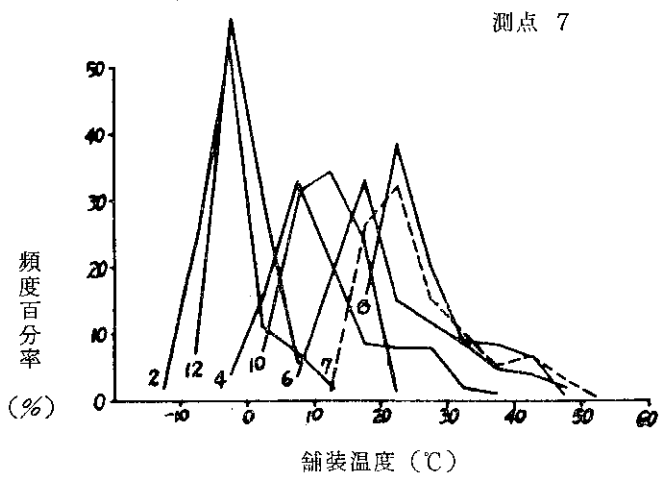
図~10 晴天、雨天の日射量—舗装温度



図~11 積雪有無の日射量—舗装温度



図~12 2時間ごとの舗装温度の月間頻度

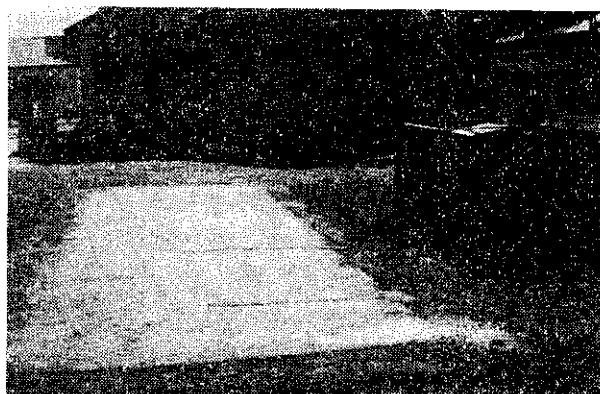


- 注 1 隔月 (2.4.6.8.10.12月) に示した。
 2 その他に問題になる 1.7 月を破線で示した。
 3 実測時間が全時間の 5 割以下の月は除いた。

図~12 2時間ごとの舗装温度の月間頻度

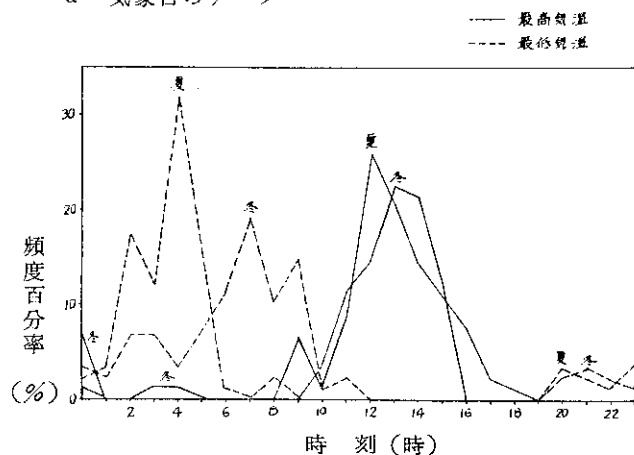
数字は、月別を示している。なお、全点をプロットすると繁雑になってわかりづらいため、隔月にしてある。

これによると、どの測点においても7、8月が最も高温の頻度が大きく、最高温度も発生している。逆に低温の頻度が大きく、最低温度の発生しているのは1、2月である。また、上、中、基層、を問わずいずれの測点においても7、8月中の最多頻度は20~30℃であって、そのうちでも20~25℃であることが最も多く、1、2月のそれは0~-10℃であって、そのうちでも0~-5℃であることが最も多い。

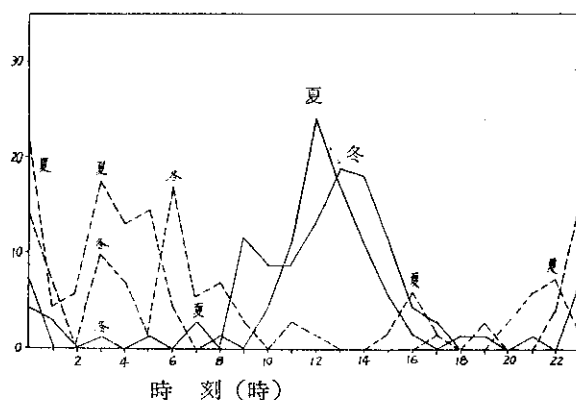


(写真) 舗装体温度測定のための試験舗装

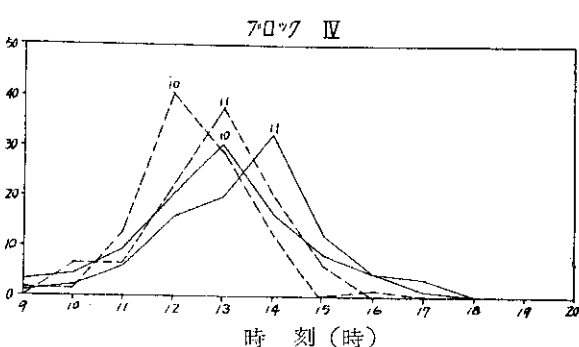
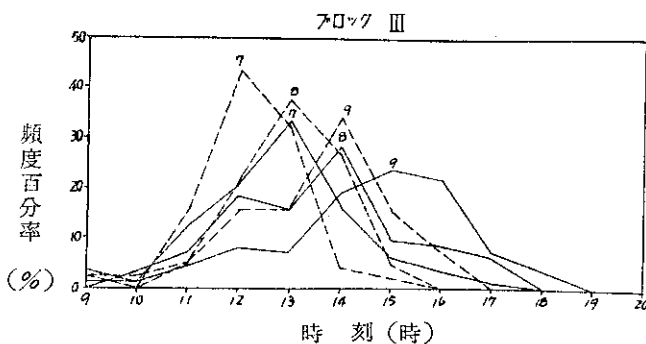
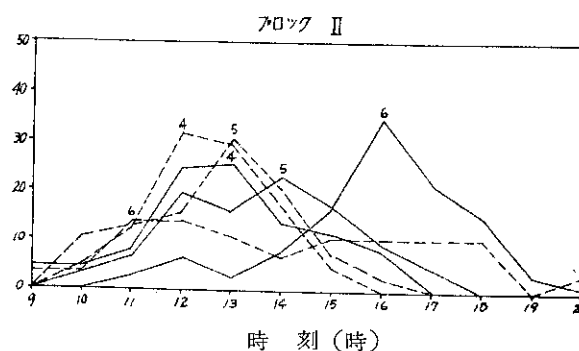
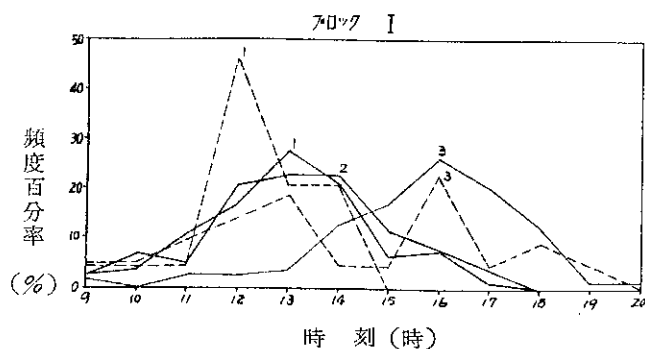
a 気象台のデーター



b 構内のデーター

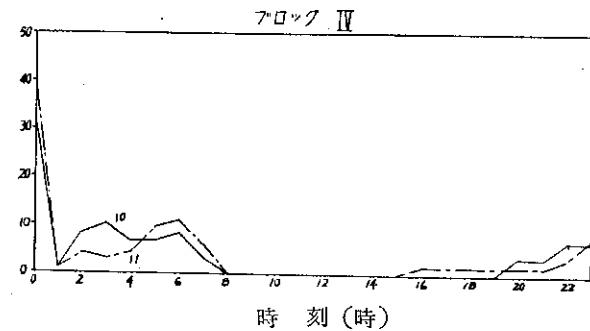
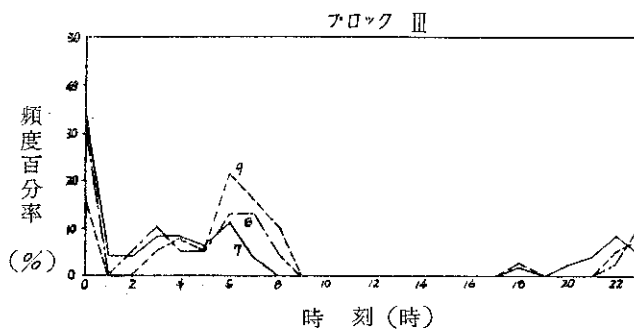
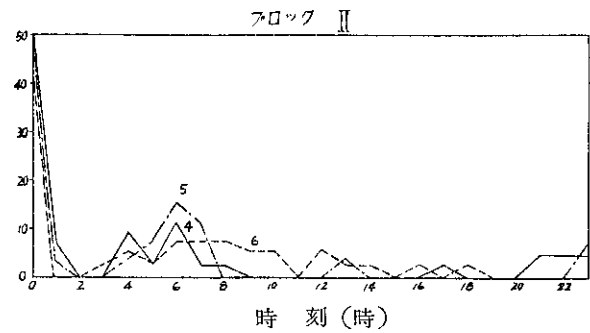
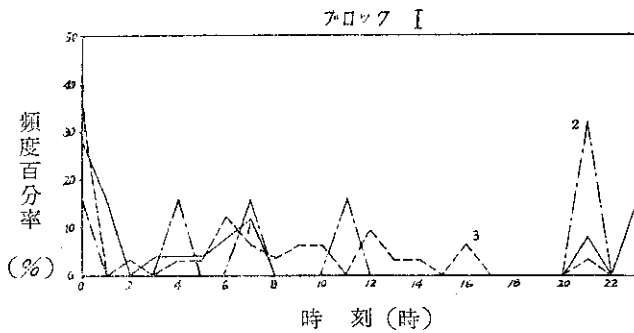


図~13~1 気温の時間頻度



注 — 夏期 (6. 7. 8月)
 冬期 (12. 1. 2月)
 グラフ内の数字は測点を示す。

図~13~2 舗装最高温度の時間頻度



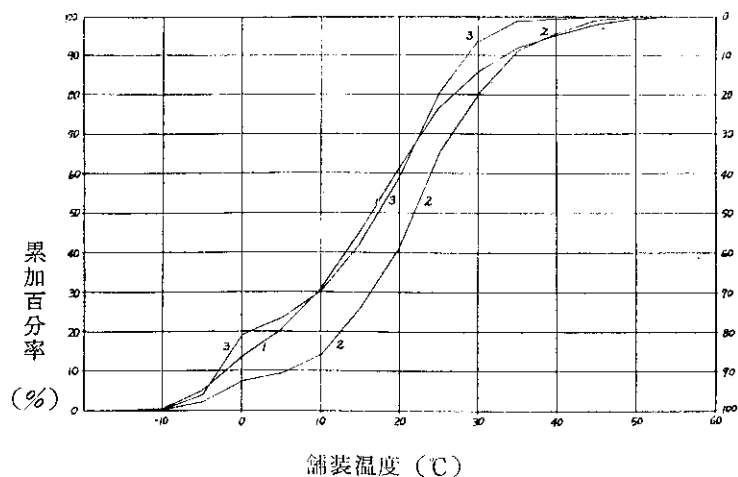
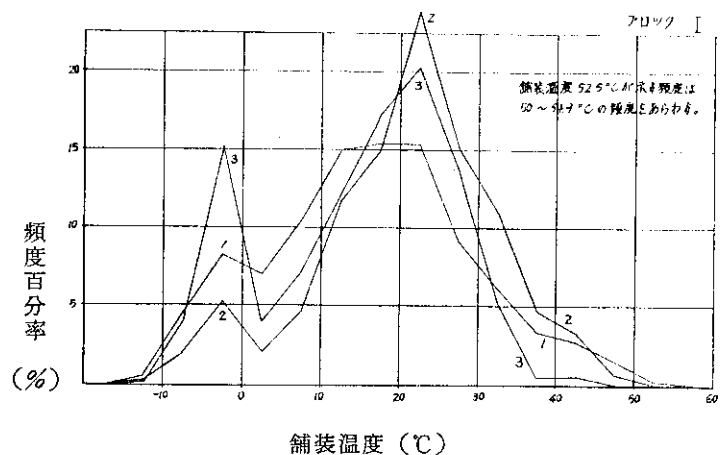
図～13～ 3 舗装最低温度の時間頻度（冬期）

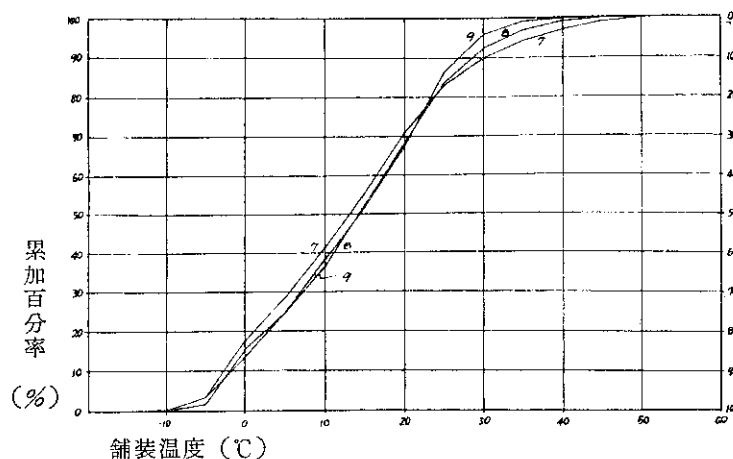
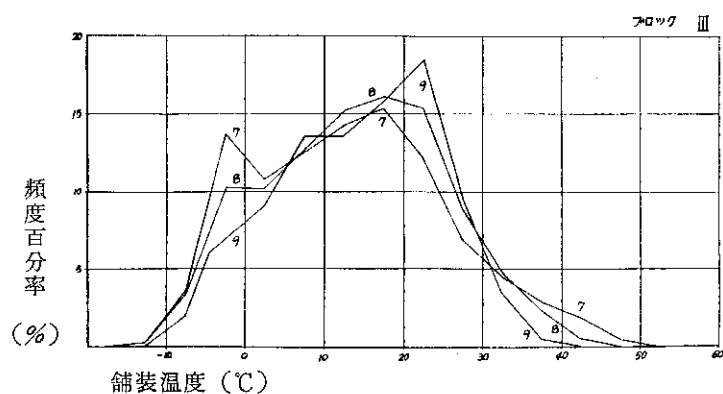
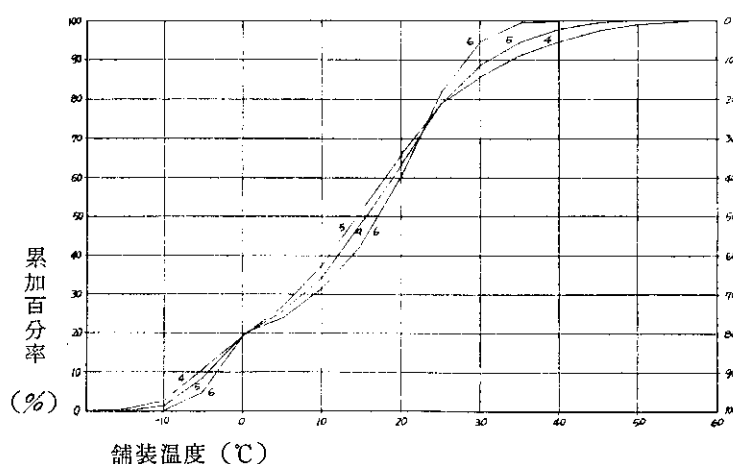
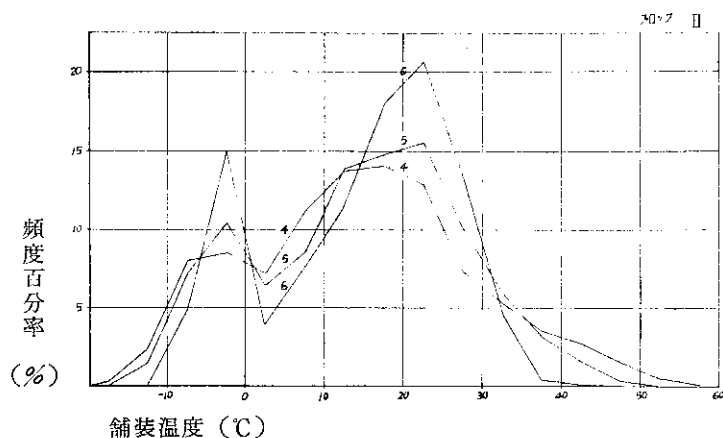
気温が時間的に何時、最高、または最低になるかを夏期（6，7，8月）と冬期（12，1，2月）に分けて示したのが図～13～1である。また舗装の最高温度時間頻度図が図～13～2である。夏期には、気温が12時に最高になることが多く、舗装の測点1，4，7，10（表層）が13時、測点2，5，8，11（中間層）が14時、測点3，6，9（下層）が15～16時である。

冬期には舗装の表層が12時、気温が13時、中間層13時、下層14～16時の順に最高点が現われる。すなわち夏冬ともに表層、中間層、下層の順に1～2時間のずれを持って温度が上がって行き、冬期では夏期より1時間ずつ早くピークが現われている。

同様に最低温度の現われる時間についてみたのが図～13～3である。図～13～2と異なり、全体に頻度が均らされた形であるが、測点2，9を除いては、午前零時の頻度が最も大きい。

図～14は測点ごとに38年1月～12月までの2時間ごとの舗装温度を年間の頻度（％）として表わしたものである。したがって、 $365(日) \times 24(時) = 8760(時) = 100(\%)$ であるから1％は87.6時間に相当することになる。





図~14 舗装温度の年間頻度

このことをあてはめて図を見ると、50℃以上になる時間は、測点1で0.3%26時間、測点4で0.8%70時間であって他の測点では50℃以上の頻度は得られなかった。

また、-10℃以下になる時間は、測点1で0.6%の53時間、測点4で2.6%の228時間、測点7で0.2%の18時間、測点10で0.7%の61時間であって、これらを整理して最高、最低の温度と月日を列挙したのが、表~2である。

1日のうちで50℃以上の温度が継続する時間は、最も長いときで5時間、大多数は2時間ほどであった。

図~15は舗装表層の最高温度を2℃ごとの度数(1日1回)で示してあるから、日最高温度がある温度を越えた日数は該当温度以上の度数を積算することによって得られる。分布の状態は、いずれのブロックでも+18~20℃と30~40℃の頻度が大きい。

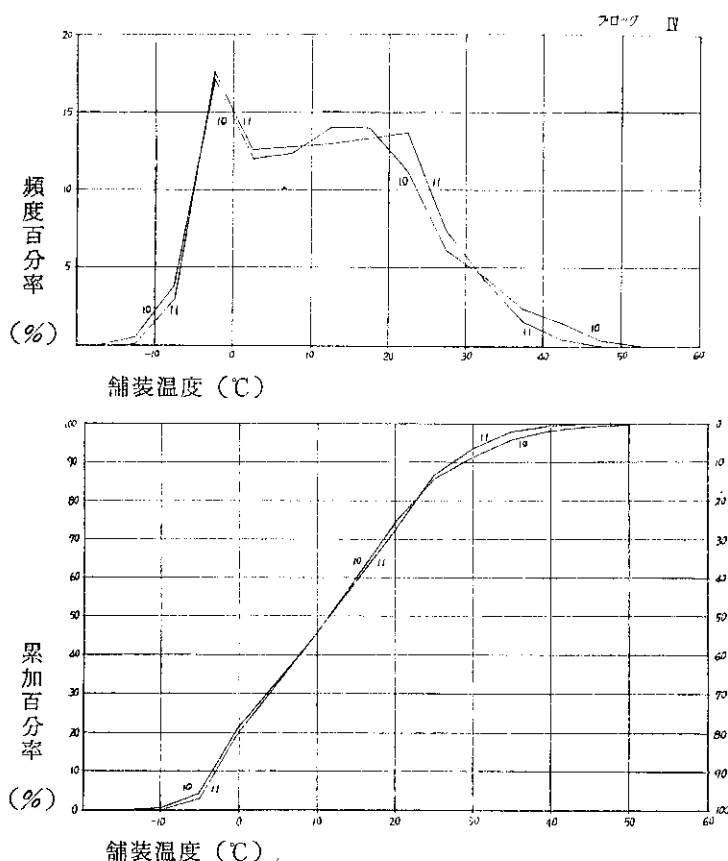
図~16は最低温度についての同様なグラフであるが、分布の状態は前図に比べて、狭い幅に分布しているが、その型はさまざまである。

(e) 舗装の種類による温度の相異について

舗装の種類による温度の違いを見るに、深さ方向については、各層の厚さが異なるために、表面からの深さが違って比較できないが、測点2と11、5と8、および表層全点(1, 4, 7, 10)は比較できるので、まとめると表~3のとおりであって、下層にセメント処理層のある測点は、それがない測点よりも、いずれも温度の高くなる傾向を明らかに示している。また、セメント処理層のあるブロックの表層は低温になる可能性も大きいようではあるが、冬期の温度記録に欠測が多いので明確ではない。合材の種類については、測点1と4および7と10に見られるように、差異はみとめられない。

(f) 棒状温度計を用いての測定

ガラスの棒状温度計を用いて、舗装表面温度がどの程度正確に計りうるものかを、一般的に行なわれている方法(舗装表層に小孔をあけて、温度計をさし込む)で器械の読みと比較したのが図~17であるが、きわめて良く



図～14 舗装温度の年間頻度 (13頁図～14つづき)

表～2

ブロック No.	測点	2時間ごとの 読みで50℃以上になる		2時間ごとの 読みで-10℃以下になる		最高を示した		最低を示した		摘 要
		% 頻度	時間	% 頻度	時間	℃ 温度	月 日	℃ 温度	月 日	
1	1	0.3	26	0.6	53	55.0	7.30	-11.0	1.15	()は他の測点で最低温度を示した 日が欠測であったもの。
	2	0	0	0.2	18	48.0	〃	-13.0	1.15	
	3	0	0	0.1	9	36.5	7.12	-12.0	2.1	
2	4	0.8	70	2.6	228	58.0	7.30	-15.5	1.25	測点5.7.10の-印は0ではないが数値 にならないほど小さいものである。
	5	—	—	1.4	123	50.0	8.10	-14.5	1.25	
	6	0	0	0	0	35.0	7.12	-7.5	1.25	
3	7	—	—	0.2	18	50.5	〃	-11.5	2.7	
	8	0	0	0.2	18	45.0	〃	-11.5	1.25	
	9	0	0	0	0	38.0	〃	-8.0	1.23	
4	10	—	—	0.7	61	50.0	〃	-13.0	1.24	
	11	0	0	0.1	9	43.0	〃	-10.0	1.23	

表～3

参 照 測 点	項 目 図	上層または 測点のある 層	下 層	40℃以上にな った頻度 (%)	最多頻度の 温度 (℃)	0℃以下にな った頻度(%)	最高温度が50 ℃以上になっ た日数	最低温度が- 10℃以下にな った日数	摘 要
		1	1	14	14	14	15	16	
2		トベカ	セメント 処理	42	20～25	7.4	0 ^日	6 ^日	
11		トベカ	アス・マカ	0.4	20～25	20.7	0	1	

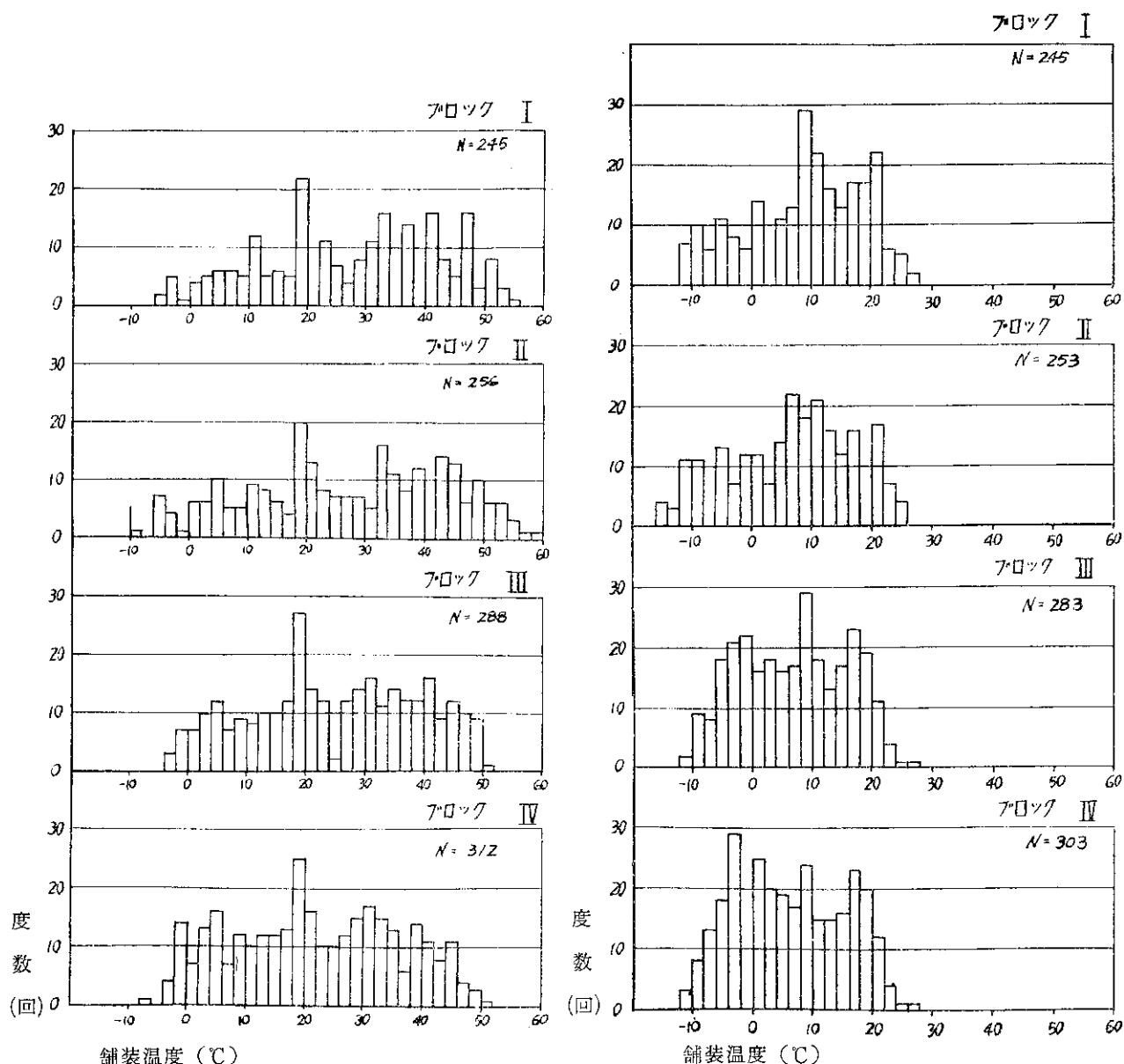
一致しており、この方法は簡単で実用的な方法といえる。

また、記録計は正しい温度を記録していたことになる。

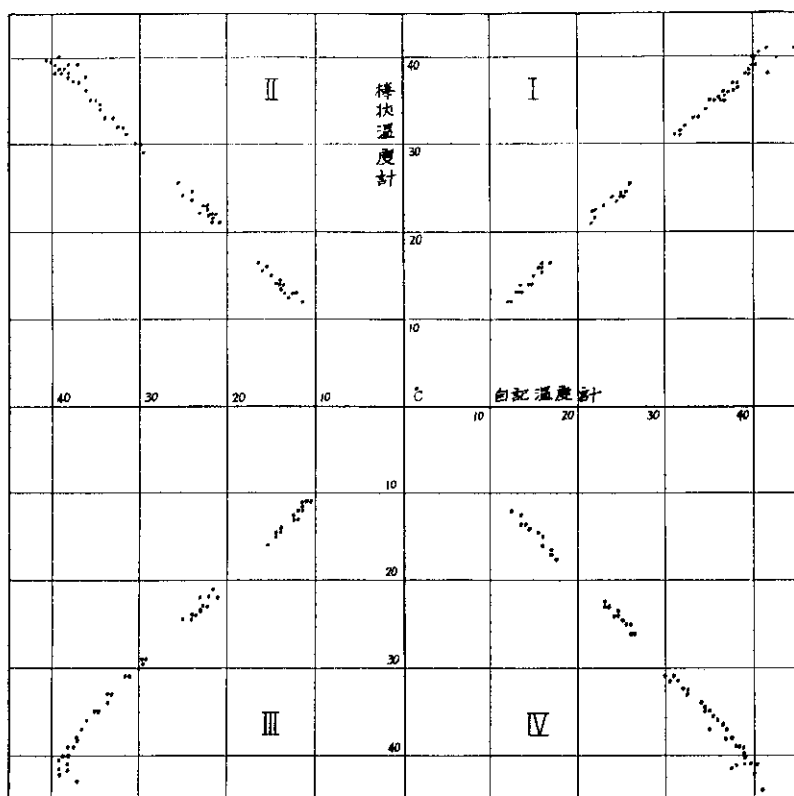
4. む す び

実際の舗装体の温度を知ることは、アスファルト舗装における舗装工種の決定や配合設計、配合試験に際して、きわめて大切なことと思われるが、これは地方の気象や地形の条件によっても異なり、また舗装型式もいろいろあるので、実際には非常に困難なことである。しかし良い舗装道路を建設するための最も基本的なことのひとつであるから、今後さらに各地で長期間にわたって温度の観測を行ない、資料を集める必要があると思われる。

参 照 測 点	項 目 図 点	上層または 測点のある 層	下 層	40℃以上に なった頻度 (%)	最多頻度の 温度(℃)	0℃以下にな った頻度(%)	最高温度が50 ℃以上になっ た日数	最低温度が一 10℃以下にな った日数	摘 要
		1	1	14	14	14	15	16	
5		アス・モル アス・コン	セメント 処理	2.1	20~25	19.1	1	10	
8		アス・モル アス・コン	アス・マカ	0.7	15~20	13.8	0	3	
1		トベカ	セメント 処理	4.7	15~20	13.4	12	7	
4		アス・モル	アス・コン セメント 処理	5.2	15~20	19.3	17	18	
7		アス・モル	アス・コン アス・マカ	2.6	15~20	17.6	1	2	
10		トベカ	アス・マカ	1.9	10~20	21.8	1	3	



図~16 舗装表層の最低温度の頻度(Nは全度数を示す)



図～17 棒状温度計による測定温度と自記温度計指示温度

参考文献

1. 岩間滋「コンクリート舗装の構造設計に関する実験的研究」
土木研究所報告 109 号
2. 松野三朗「アスファルト舗装の温度について」土木技術資料
5—5
3. 渋谷芳雄他「アスファルト舗装体の温度変化について」道路建設 1964, 7

現場試験だよりの訂正について

月報 138 号 (11月号) 9～11ページ

- 9ページ 表—1 V_m/V_{sv} 欄数字中, を . に訂正
- 9ページ 表—1 注) の中で $D:74\mu$ の重量を D/A は 74μ フルイ通過分に訂正
 A : アスファルトの重量をの石粉とアスファルトとの比
 V_m : ファイラー・ビチューメンの重量をファイラー・ビチューメンの量に訂正
- トペカ 石粉の欄 7 行目 1.8 を 18.0 に訂正
- 10ページ 表の中で トペカ 碎石の欄 数字中全部 . を削除
トペカ 安定度の欄 7 行目上 640 を 648 に訂正