

# アスファルト舗装体の温度変化について

— 美々試験道路 —

平尾 晋\* 高橋 毅\*\*

久保 宏\*\*\* 菅原 竜蔵\*\*\*\*

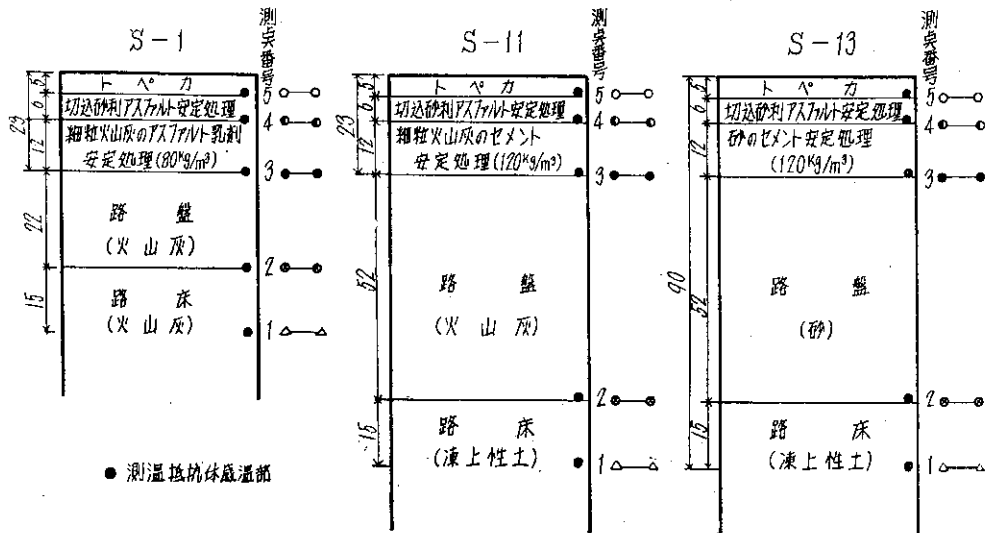
## まえがき

アスファルト混合物は、温度によってその性状が大きく変化するものであるが、アスファルト舗装体温度の実態は不明な点が多い。土木試験所では、札幌地方のアスファルト舗装体各層の温度の実態について調べるため、昭和37年8月、土木試験所構内に試験舗装を築造しその調査を行ってきたが、一般国道36号線苫小牧市美々地内の美々試験道路においても、38年に試験ブロックの組替えを行なった安定処理試験区間の3ブロックで舗装体温度の観測をあわせて行なうこととした。本文は38年10

月～40年9月までの2箇年の観測結果をとりまとめ、2, 3の検討を加えたものである。

## 1. 舗装断面および測定位置

美々試験道路調査は、寒冷地における舗装道路の路体構造について検討するための総合的な試験調査として、昭和35年度から実施しているもので、凍上試験区間と安定処理試験区間からなっている。舗装体温度の測定を行なったのは、安定処理試験区間のうち、38年度に組替施工した3ブロックでその断面と温度計埋設位置は図一のとおりである。



図一 舗装断面および感温部埋設位置 (単位: cm)

## 2. 測定項目と測定器械

地温の測定には電気抵抗温度計を用い、これを電子管式自記温度計に記録させた。また、気温、日射量は試験道路横の平地で観測したもので、気温は一週間巻自記温度計、日射量はロビッチ式日射計を使用して観測した。

## 3. 測定結果

### a) 舗装体温度の日変化

39年2月と8月における晴天、雨天、降雪日の代表的な舗装体温度と日射量の日変化の1例(S-13ブロック)を図-2に示した。図-2.1(夏の晴天日)および図-2.3(冬の晴天日)は、舗装体温度が最高(15時、41°C)および最低(7時、-15°C)を記録した日の日変化であるが、これによると、晴天日の舗装体温

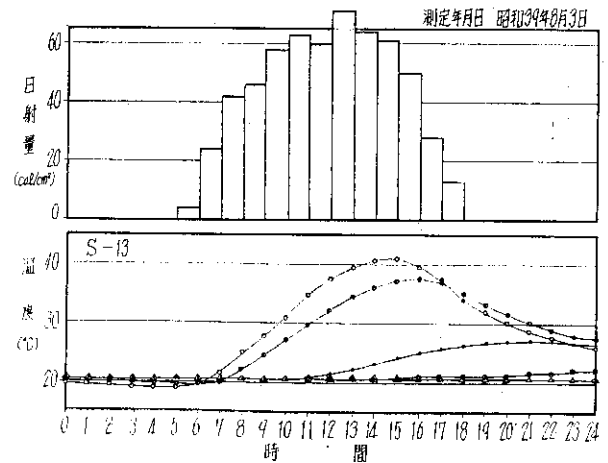


図-2.1 舗装温度の日変化、夏の晴天日

\*前道路研究室長 現家康開発建設部技術長 \*\*道路研究室長 \*\*\*舗装研究室主任研究員 \*\*\*\*同室

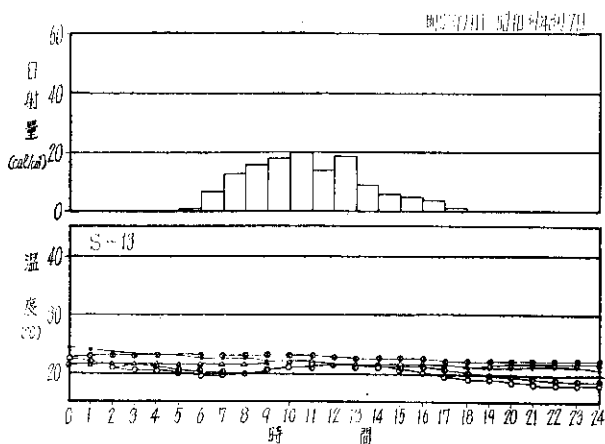


図-2.2 舗装温度の日変化，夏の雨天日

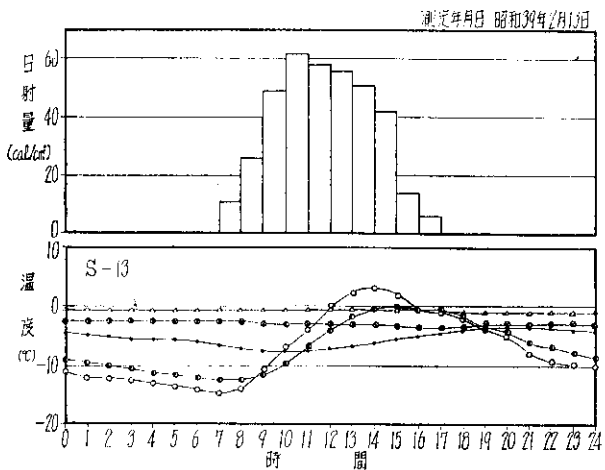


図-2.3 舗装温度の日変化，冬の晴天日

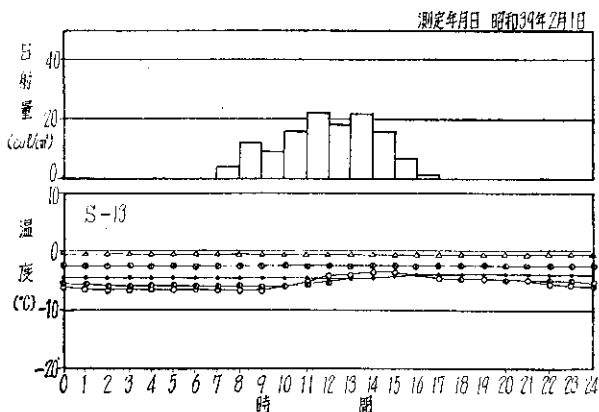


図-2.4 舗装温度の日変化，冬の降雪日

度（測点5，4，3）は日中において上昇，下降の勾配が大きく，夜間は一定かまたはゆるやかな温度変化を示している。夏の晴天日において各層の温度が最高になる時刻は層によって異なり，表層が一番早く最高となり，次は切込砂利のアスファルト安定処理で，下層になるにつれて時間の遅れが生ずる。冬の晴天日に舗装各層が最低温度となる時刻も同様である。いずれ

の場合も，路盤，路床の温度は毎日の気温の変化には鈍感で一年を通じてゆるやかな温度変化を示すのに対して表層および基層の温度は外界の条件に敏感で温度変化は激しい。

雨天日の表層温度は同じ時期の晴天日のそれに比較して低く，日温度振幅も小さい。降雪日の表層温度も同様に，ほとんど日変化がなく，同じ時期の晴天日のそれに比較して，日中は温度が低く，夜間は温度が高い。いずれの場合も路床，路盤の温度はほとんど日変化がない。

#### b) 気温と舗装体温度

図-3～8はそれぞれ日最高気温および最低気温と舗装体各層の日最高温度および最低温度との関係を1年間(38年10月11日～39年9月30日)の観測データからブロック別に比較して示したものである。ただしS-1ブロックの表層温度については温度計故障のため38年11月11日から39年3月8日までしか実測が行なれなかった。

図-3の日最高気温と舗装表層の日最高温度との関係では，多少バラツキているが気温が高いほど表層温度が高くなり，気温が0°C付近では「気温＝舗装温度」であるが，最高温度が上昇するにつれて「気温<舗装温度」となる傾向にある。

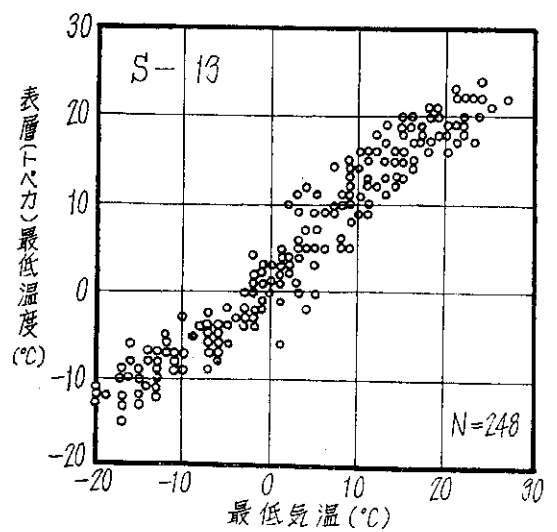
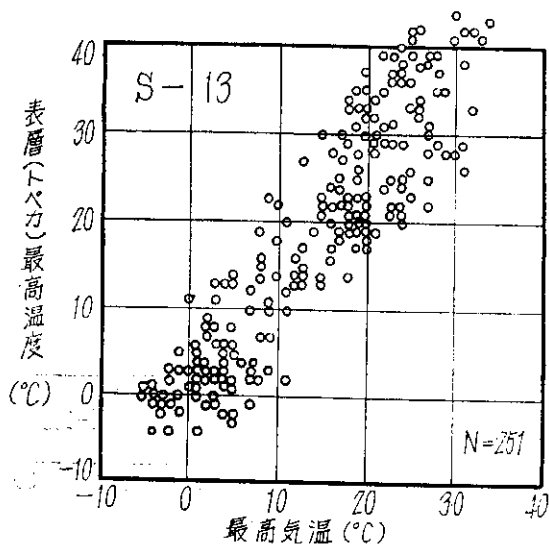
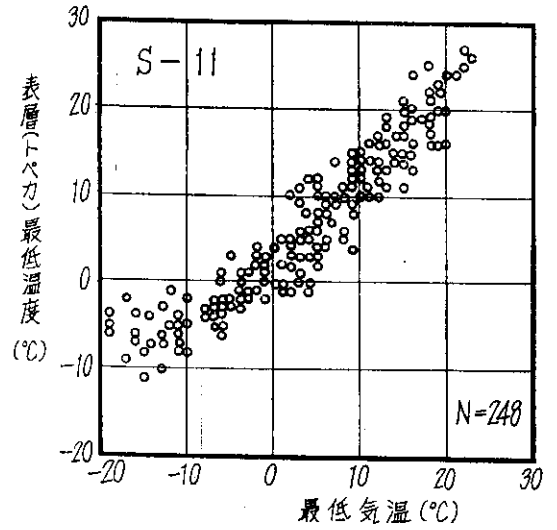
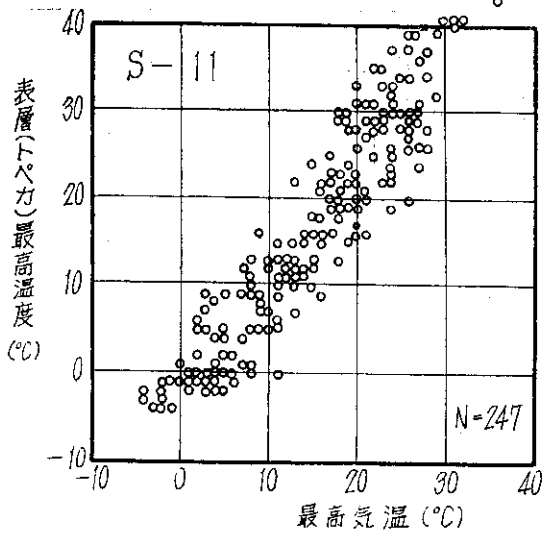
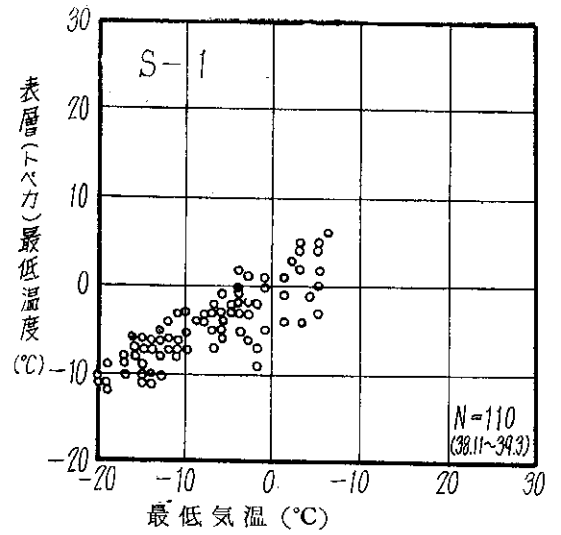
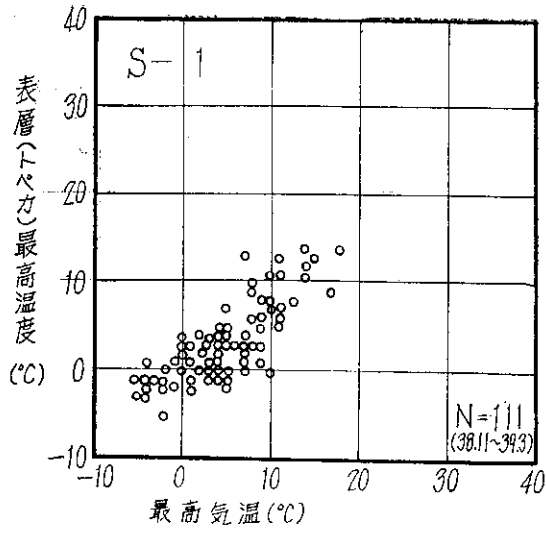
図-4の日最低気温と日最低温度との関係では気温が0°C以下のときには「気温<舗装温度」となるが，0°C以上になると「気温＝舗装温度」となる傾向にある。

図-5～7の日最高気温と切込砂利のアスファルト安定処理層の日最高温度，ならびに日最高気温とアスファルト乳剤またはセメント安定処理層の日最高温度との関係では，ともかなりの相関関係があり，各ブロックとも切込砂利のアスファルト安定処理層の場合には「気温＝安定処理層温度」，アスファルト乳剤またはセメント安定処理層の場合には，「気温>安定処理層温度」の傾向がある。また図-6～8の日最低気温と安定処理層の最低温度との関係でも同様な傾向にあるが，外気温が0°C以上では「気温＝アスファルト安定処理層温度」であるが，0°C以下になると「気温<アスファルト安定処理層温度」となるようである。またアスファルト乳剤とセメント安定処理層については，「気温<安定処理層温度」の関係にある。

#### c) 日射量と舗装体表層温度

図-9は日射量と舗装体表層（トベカ）温度との関係を晴，雨天日ならびに降雪の有無に関係なく，1年間（38年10月11日～39年9月30日）の観測データからブロック別に示したものである。ただし，S-1ブ

(本文0ページへ)

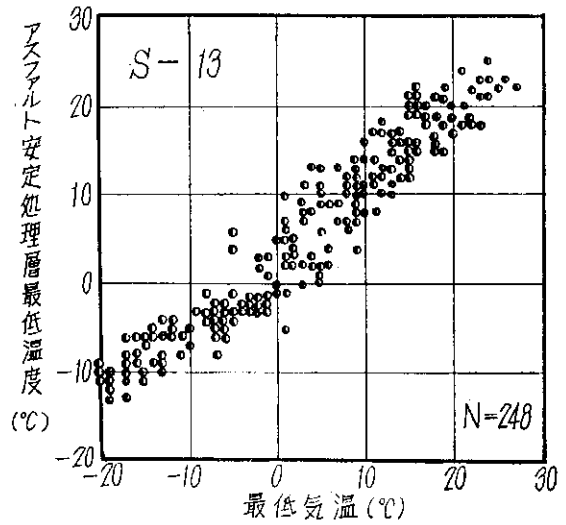
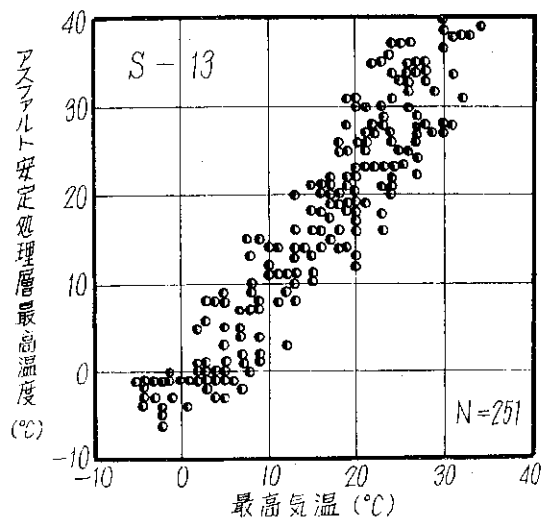
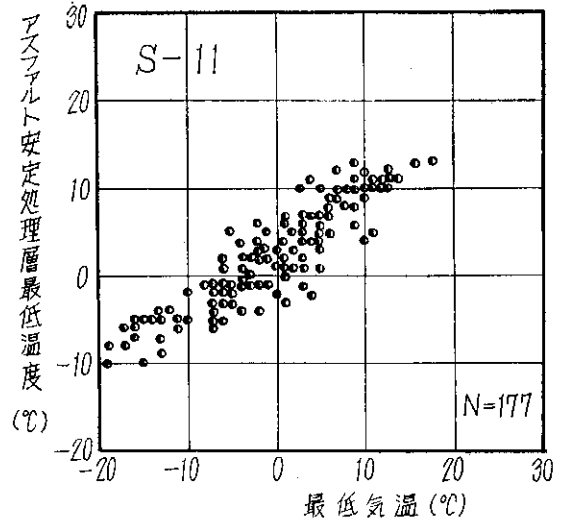
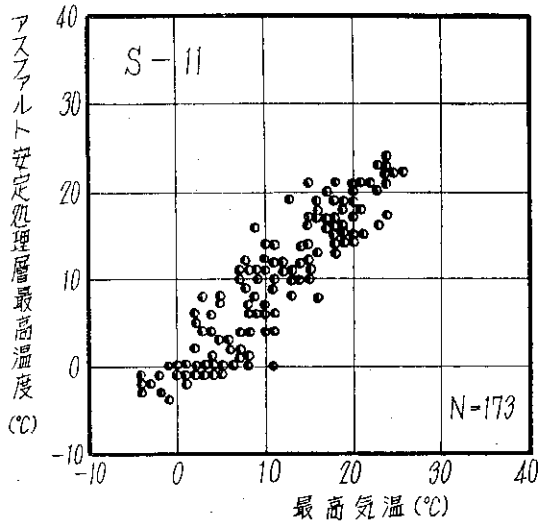
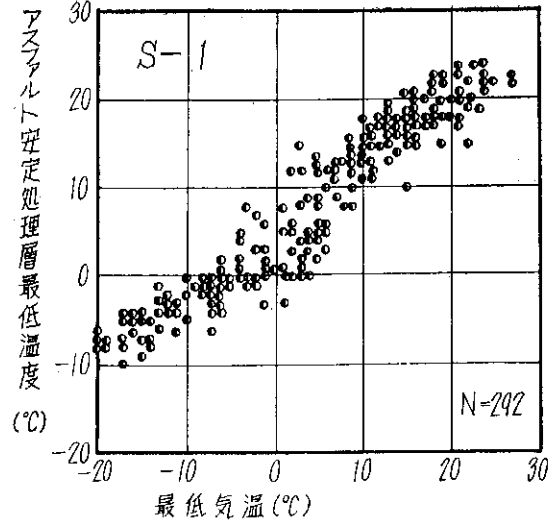
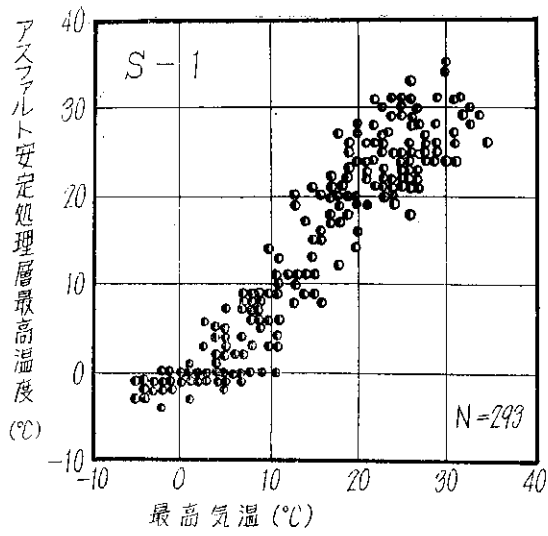


注)：Nは実測日数を示す

図-3 最高気温と舗装表層の最高温度

注)：Nは実測日数を示す

図-4 最低気温と舗装表層の温度

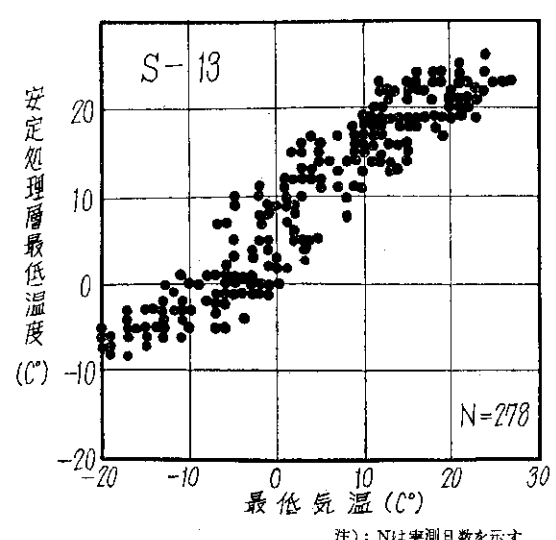
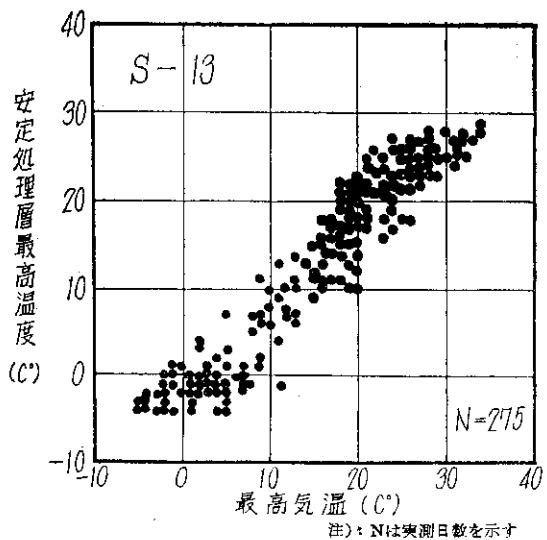
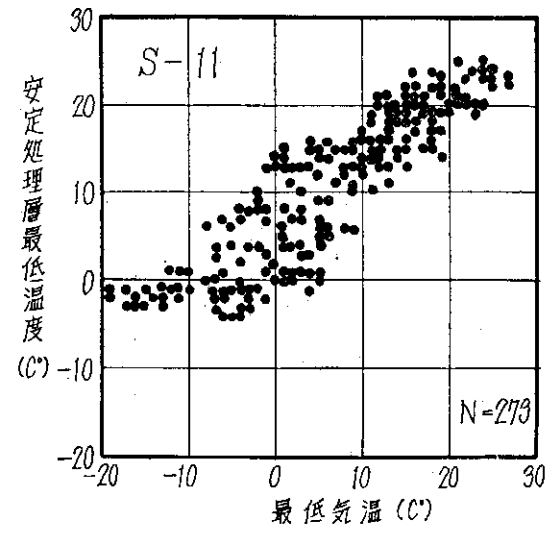
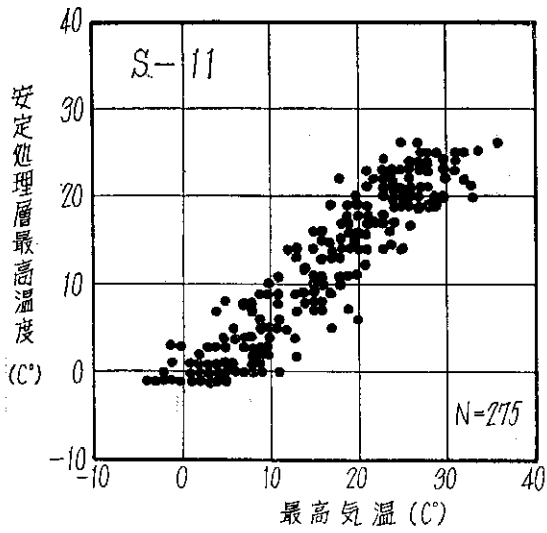
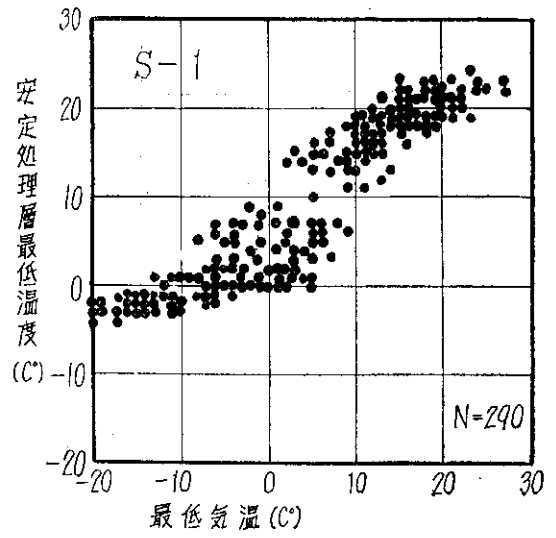
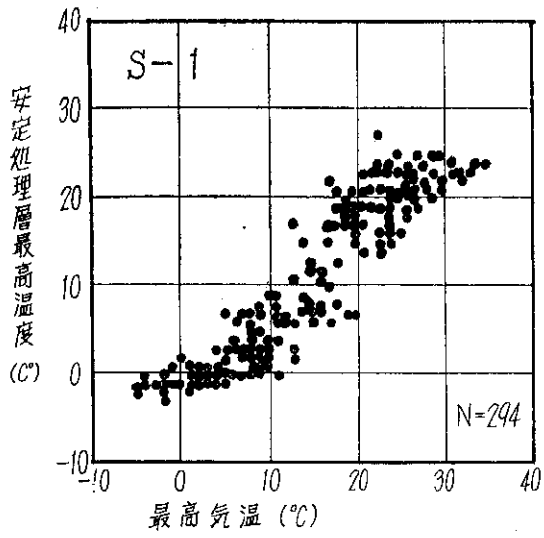


注) : Nは実測日数を示す

注) : Nは実測日数を示す

図一五 最高気温とアスファルト安定処理層最高温度

図一六 最低気温とアスファルト安定処理層最低温度

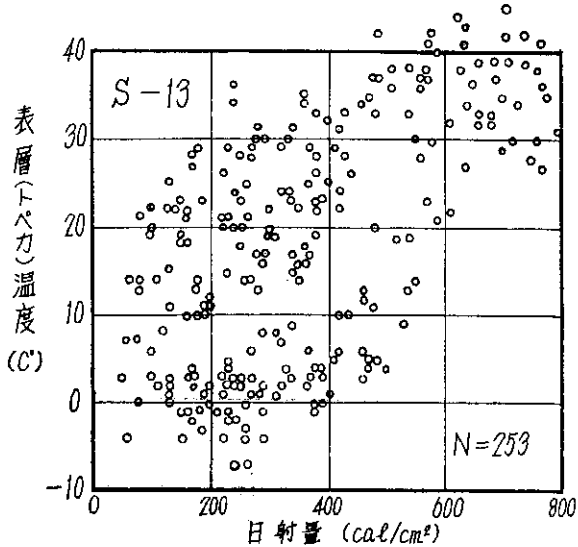
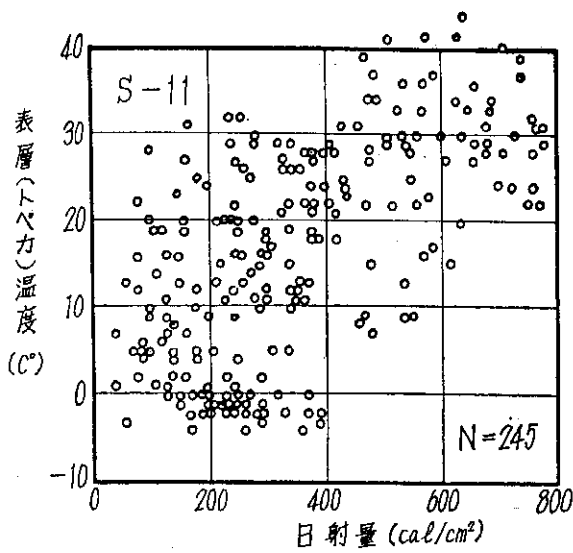
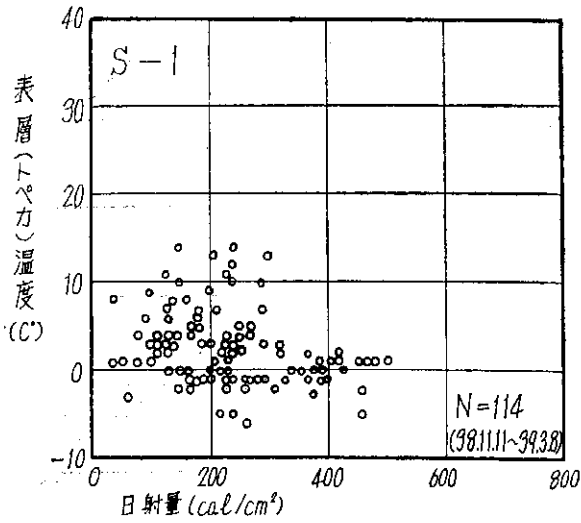


注): Nは実測日数を示す

注): Nは実測日数を示す

図一7 最高気温と安定処理層最高温度

図一8 最低気温と安定処理層最低温度



図一9 日射量と舗装体表層最高温度

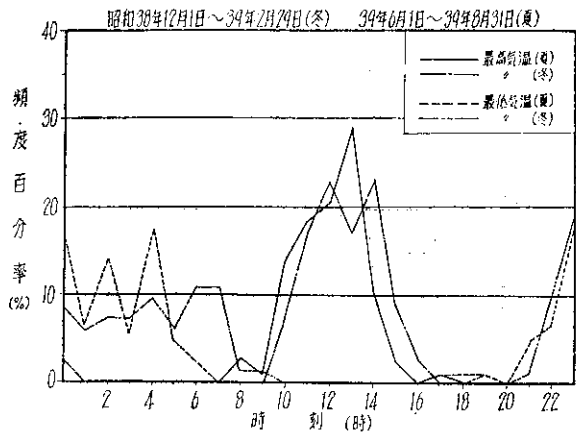
注：Nは実測日数を示す

ツクの表層温度については温度計故障のため38年11月11日から39年3月8日までしか実測が行なわれなかった。

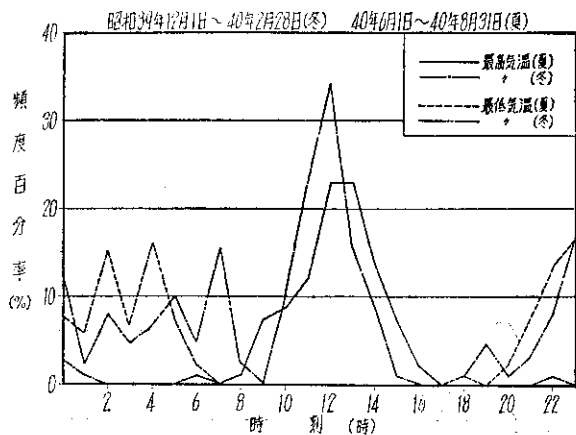
この図からわかることは、大体の傾向としては日射量が多いほど表層温度も高くなっているが、バラツキが多くはっきりした相関関係は認められない。これは降雨、降雪の有無などによって舗装表面温度が大きく左右されているものと思われる。

d) 気温および舗装体温度の時間頻度

図一10.1, 10.2は気温が何時に日最高または日最低になるかを夏期(6月, 7月, 8月)と冬期(12月,



図一10.1 気温の時間頻度



図一10.2 気温の時間頻度

1月, 2月)に分け頻度百分率をもって示したものである。なお、この場合の頻度百分率とは夏期または冬期においてそれぞれ1日1回の最高または最低温度を示した各時刻累積数を総日数に対する百分率で表わしたものである。

また、舗装体温度の最高または最低が何時頃であるかブロック別に示したものが図一11.1~11.10である。

夏期において、気温が最高になる時刻は13時頃が多く、舗装体温度が最高になる時刻は測点5(表層トベカ)では14時~15時、測点4(アスファルト安定処理

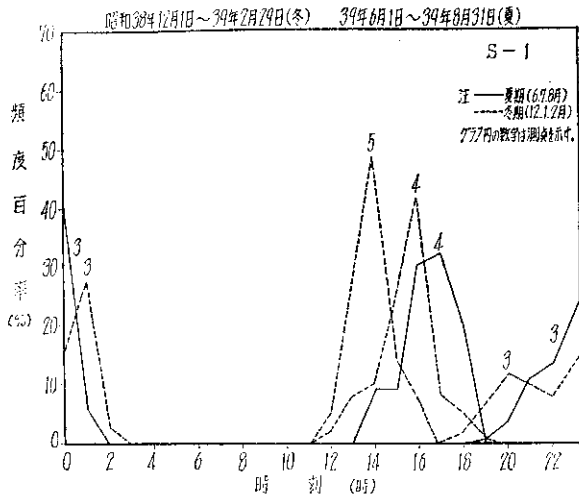


図-11.1 舗装体最高温度の時間頻度

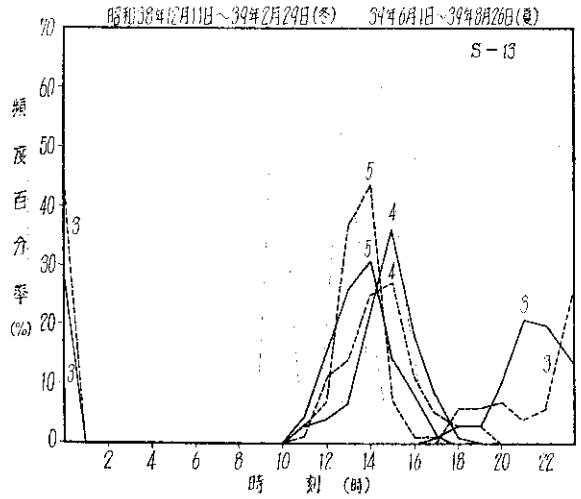


図-11.4 舗装体最高温度の時間頻度

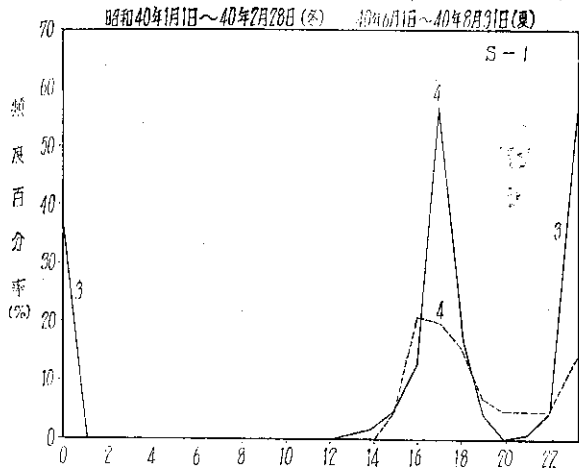


図-11.2 舗装体最高温度の時間頻度

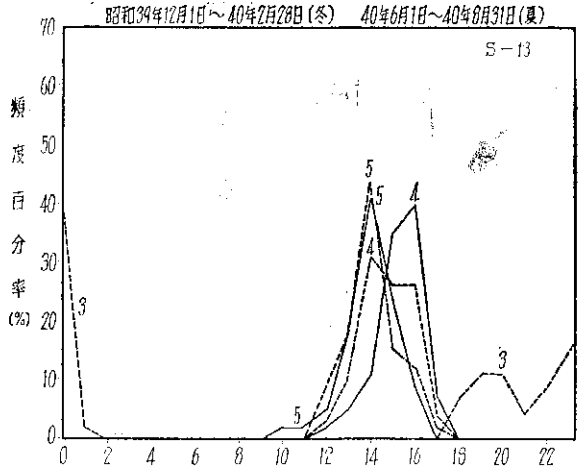


図-11.5 舗装体最高温度の時間頻度

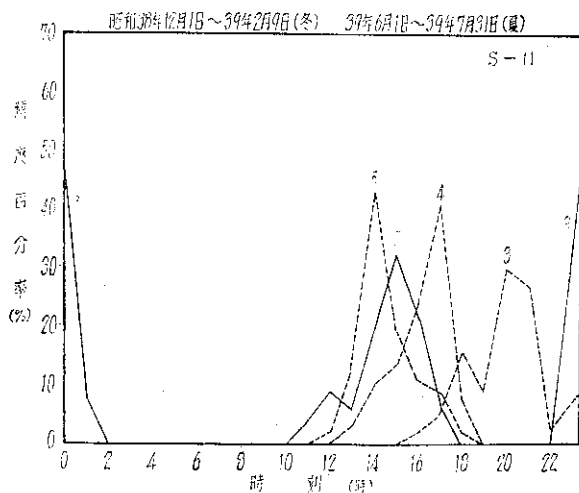


図-11.3 舗装体最高温度の時間頻度

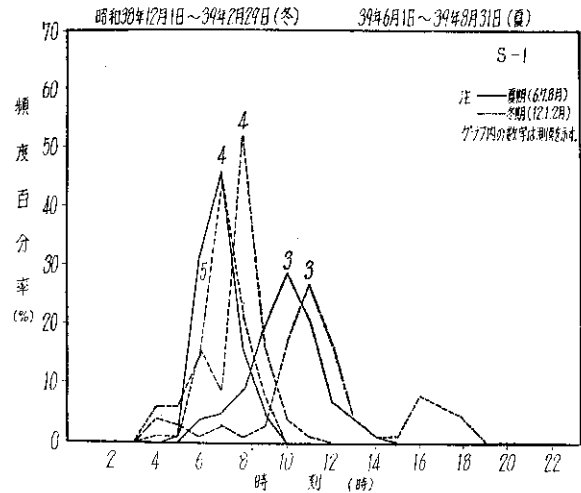
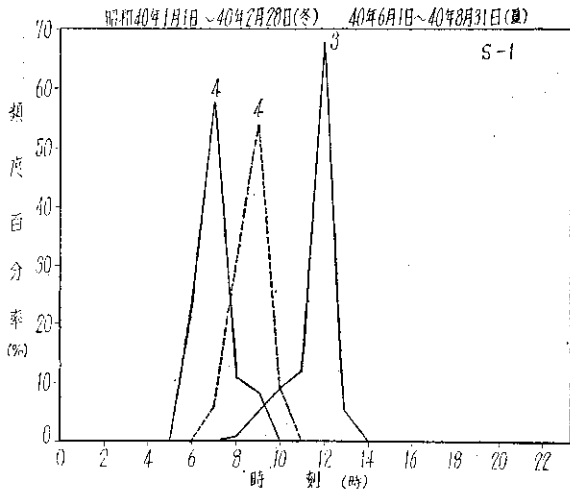
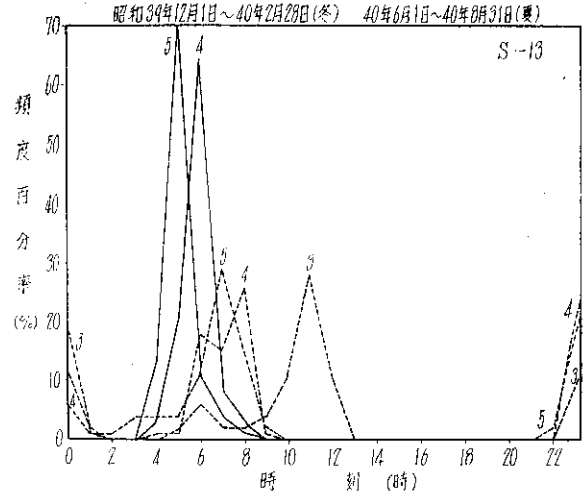


図-11.6 舗装体最低温度の時間頻度

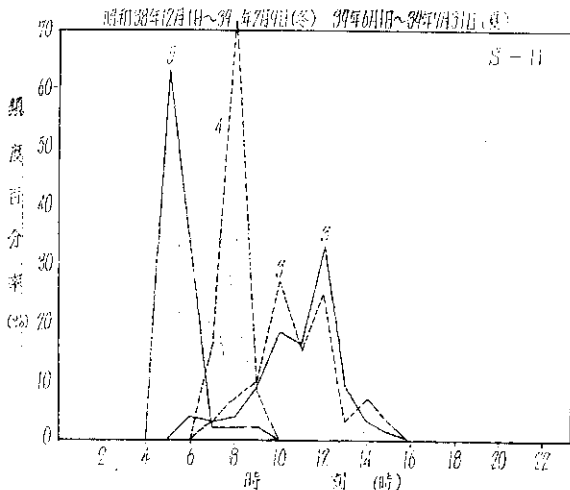
で冬をしる。多ペ



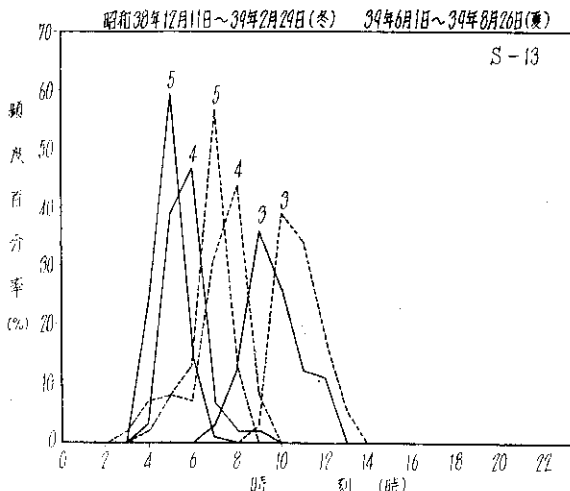
図一11.7 舗装体最低温度の時間頻度



図一11.10 舗装体最低温度の時間頻度



図一11.8 舗装体最低温度の時間頻度



図一11.9 舗装体最低温度の時間頻度

層)で15時~17時,測点3(安定処理層)で23時~0時である。冬期においては,最高気温時刻は12時であり,舗装体では,表層トベカ14時,アスファルト安定処理層15時~17時,安定処理層20時~1時に最高温度を示しており,トベカとアスファルト安定処理層では1~2時間のずれを持って温度が上昇し,S-13ブロックを除き冬期では夏期より1時間くらい早くピークが現われている。同様にして最低温度について見ると夏期には,測点5で5時,測点4で6時~7時,測点3で9時~12時となり,冬期には,測点5で7時,測点4で8時~9時,測点3で10時~11時となっており,冬期では夏期より1~2時間遅れて温度が最低となるのがわかる。

e) 舗装体温度頻度

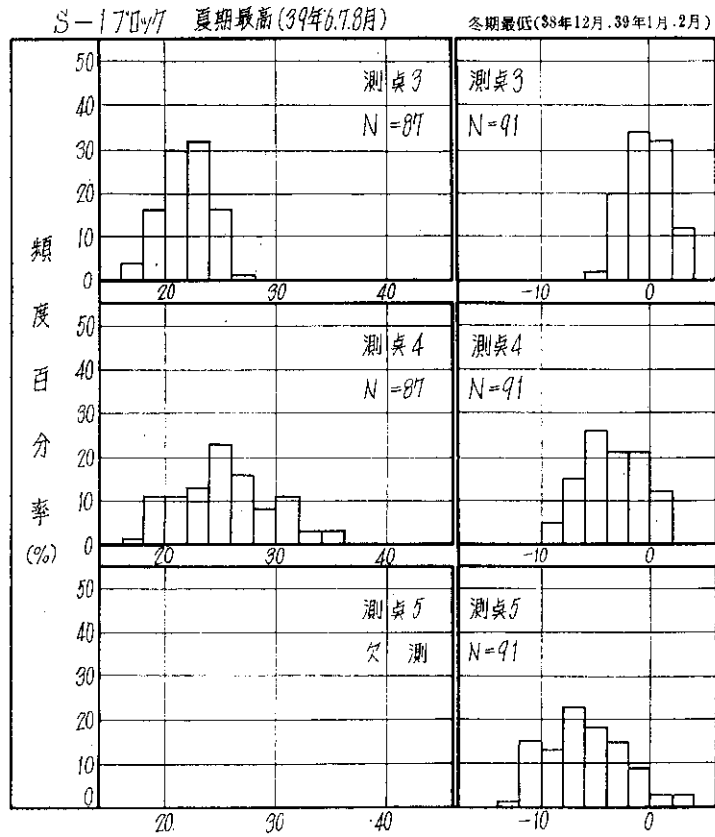
日中最高温度および最低温度を夏期(6月,7月,8月)と冬期(12月,1月,2月)について2°Cきざみに分類し,頻度百分率で示したのが図一12である。

夏期の最高温度については,欠測が多くはっきりしないが,表層に近いほど温度が高い方向に移行し温度分布幅も広範囲となる。S-13ブロックの測点5(表層トベカ)では,最高温度として45°Cを記録し,40°C以上が14%となっており,S-1~13の3ブロックで測点4(アスファルト安定処理層)では最高温度がほぼ20~40°Cの範囲にあり,最も高いものとして44°Cを記録したのものもある。また,測点3(安定処理基層)では大体20~30°Cの範囲で,最高温度が30°C以下となっている。また,冬期最低温度においては逆に舗装体各層の表層に近いほど最低温度の頻度は低温のほうに移行し表層(トベカ)およびアスファルト安定処理層の最低温度は,ほぼ-10°C~0°Cの範囲に位置している。測点3(安定処理基層)では-10°C以下になることはなく,0°C前後の温度となっている。なお,S-13ブ

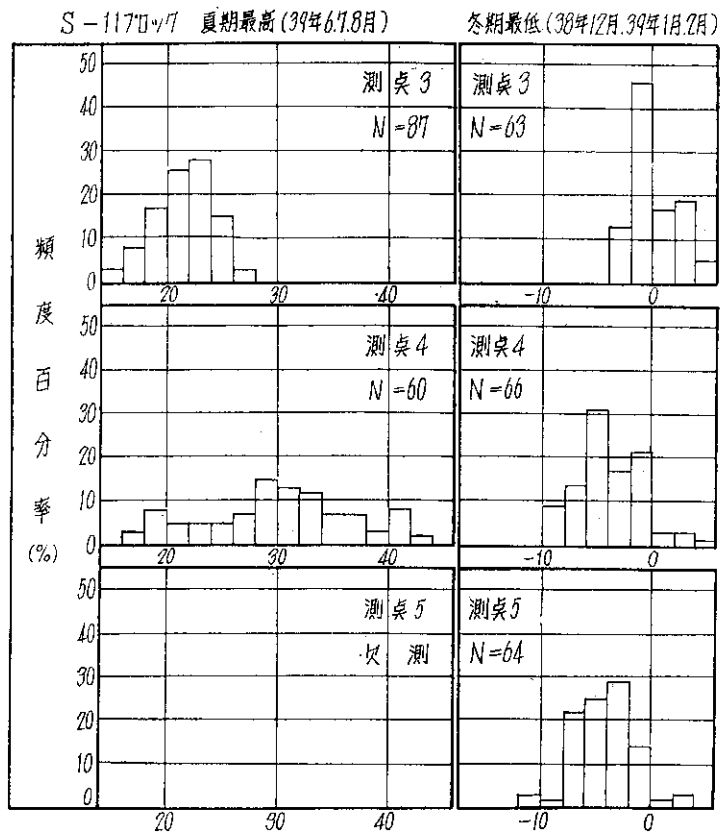
(本文12ページへ)



0 あ 走 度 は ロ ク と 点 測 お と  
、 さ 。 し 度 表 以 測 20 録 は て 層 行 最 。 は 3 プ へ



舗装体温度(°C) (注)Nは実測日数を示す。  
 図-12.1 舗装体最高温度および最低温度の頻度



舗装体温度(°C) (注)Nは実測日数を示す。  
 図-12.2 舗装体最高温度および最低温度の頻度

S-1370v7 夏期最高(39年6.7.8月) 冬期最低(38年12月.39年1月.2月)

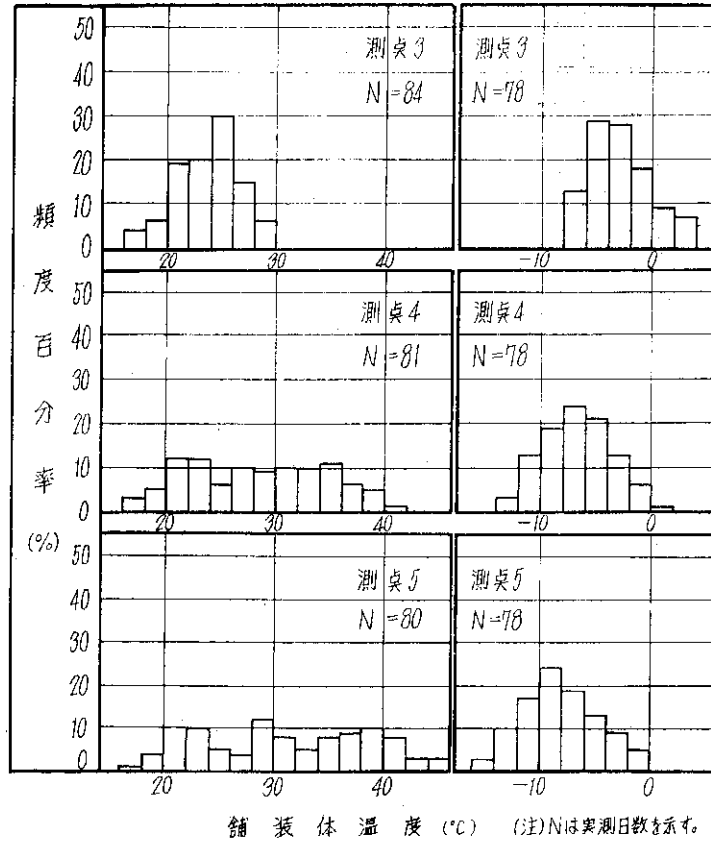


図-12.3 舗装体最高温度および最低温度の頻度

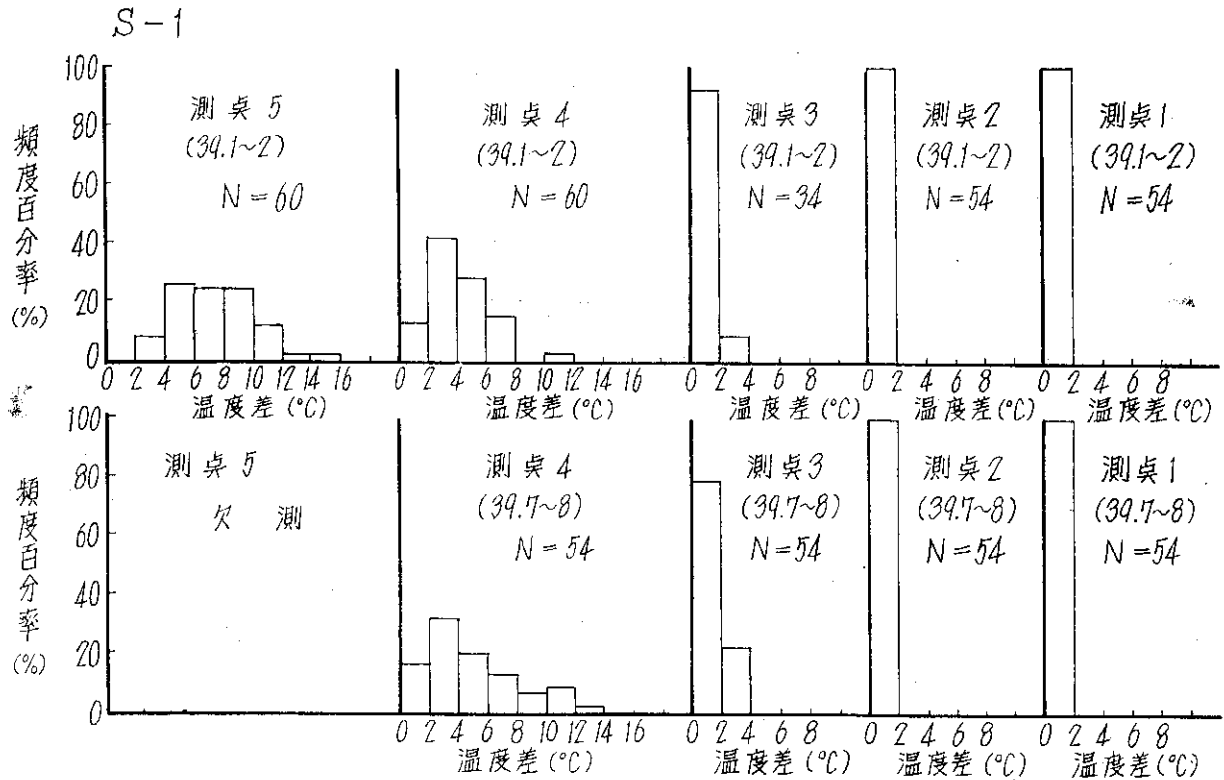


図-13.1 舗装体各層の最高最低の温度差とその頻度

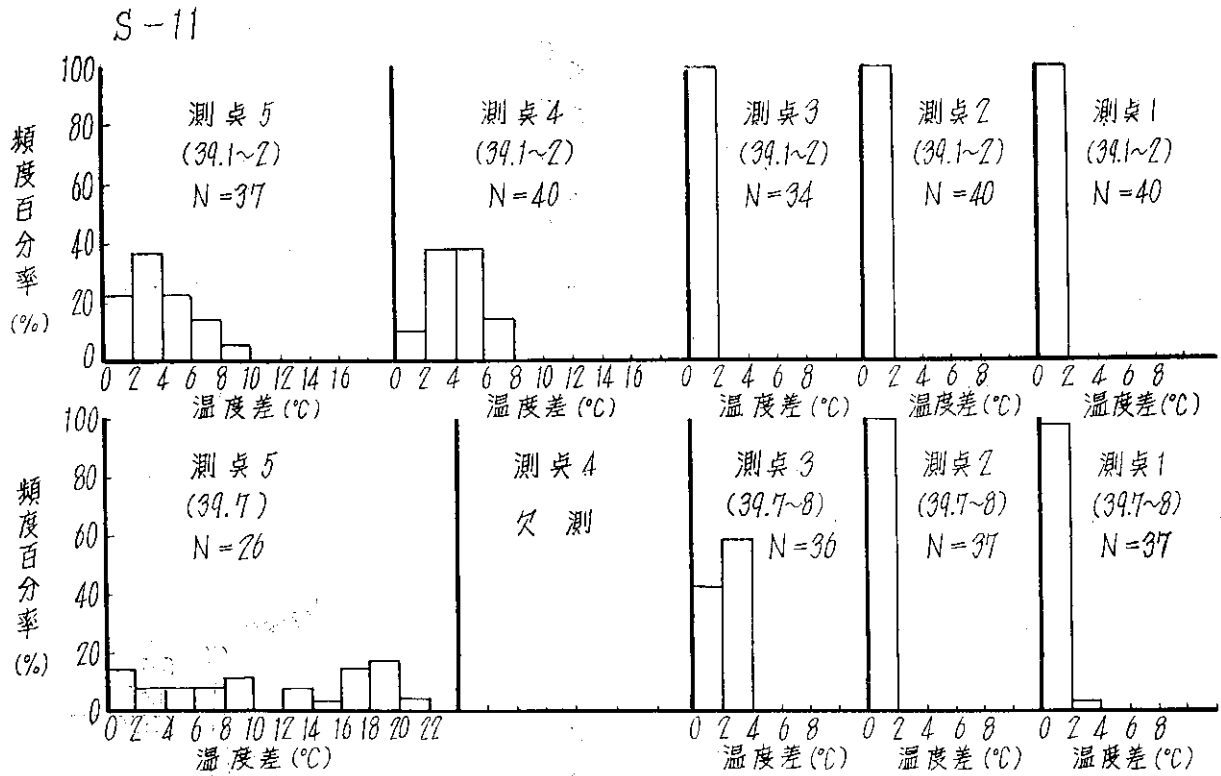


図-13.2 舗装体各層の最高最低の温度差とその頻度

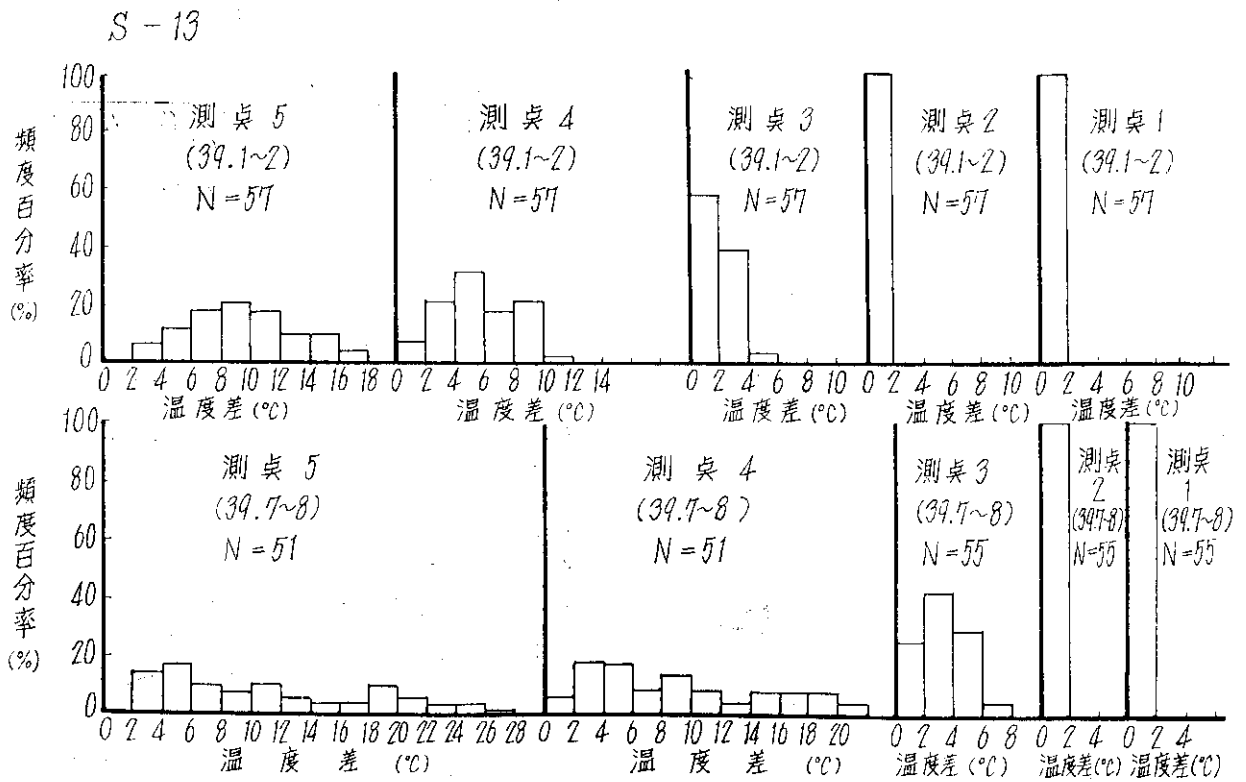


図-13.3 舗装体各層の最高最低の温度差とその頻度

ロックの表層についてみると+46°C~-16°Cまで60°C以上の温度振幅のあることを示している。

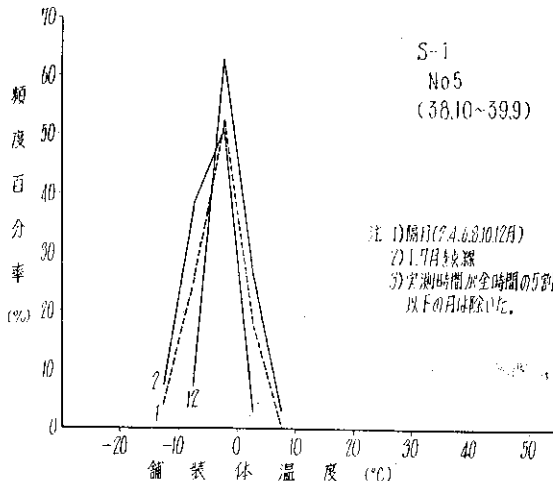
f) 舗装体温度差頻度

図一13は舗装体各層の毎日の最高温度と最低温度との差(温度差)を夏期(7月, 8月)と冬期(1月, 2月)に分けブロック別に示したものである。これからわかることは, 測点1, 2(路床および路盤)では夏期, 冬期を通じて1日の最高温度と最低温度との差は2°C以内であり, 測点3(安定処理層)では, 夏期は冬期に比較して温度差はいくぶん大きくなっている。また測点4, 5(アスファルト安定処理層およびトベカ表層)では, 下層温度差に比べてその差は大きい。測点5(表層)の温度差を見ると夏期は冬期に比べ, ほぼ10°C大きいことを示している。以上のことからわかることは, 毎日の外気温の変化が, 直接舗装体の温度変化に影響を与えるのは, トベカとアスファルト安定処理層のみであり, それ以下のアスファルト乳剤またはセメント安定処理層, 路盤および路床の1日の温度変化にはほとんど影響を与えないことである。また夏期は冬期に比べて温度差は大きくなる。

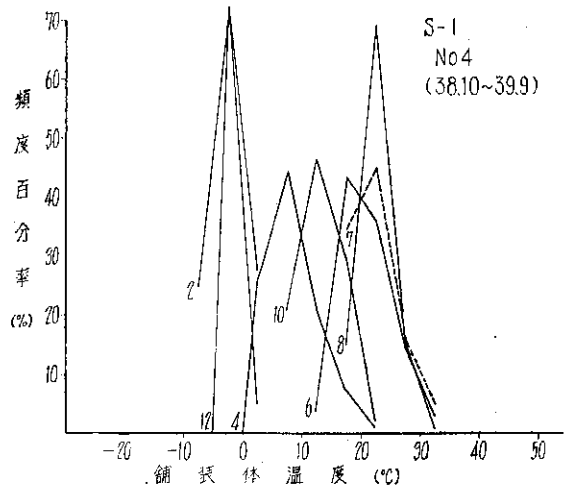
g) 舗装体温度の月間頻度

図一14は2時間ごとに求めた舗装体温度を5°C刻みに分類しブロック別および測点別の頻度を示したものである。

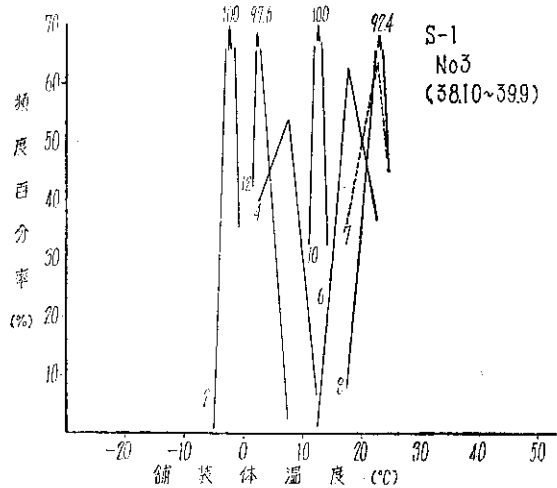
なお図一14には舗装体温度を隔月ごとに示したが, 最高温度を記録する7月および最低温度の1月は点線によって隔月とは関係なく示した。この図から, どの測点においても舗装体温度は7月, 8月に最高温度となり, 1月, 2月に最低温度が発生していることがわかる。また, 7月, 8月中の温度は舗装体各層とも20~25°Cであることが最も多く, 1月, 2月のそれは-5°Cであることが最も多い。なお, 39年10月~40年9月までについても同様の傾向を示した。



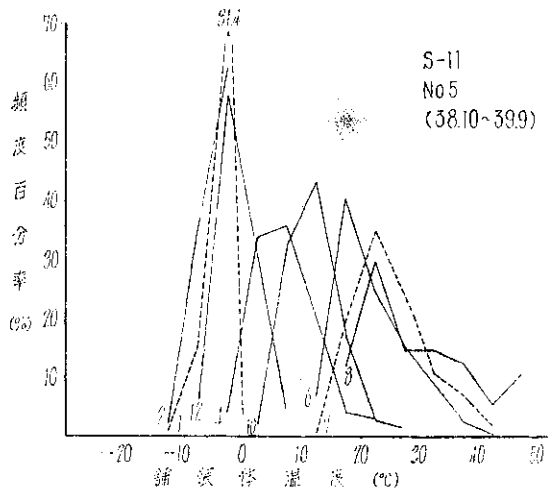
図一14.1 舗装体温度の月間頻度



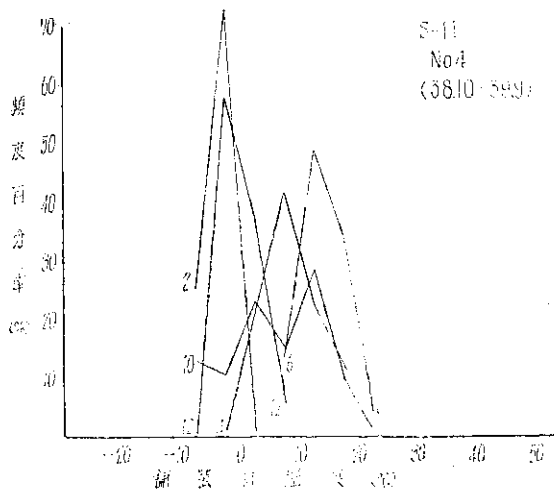
図一14.2 舗装体温度の月間頻度



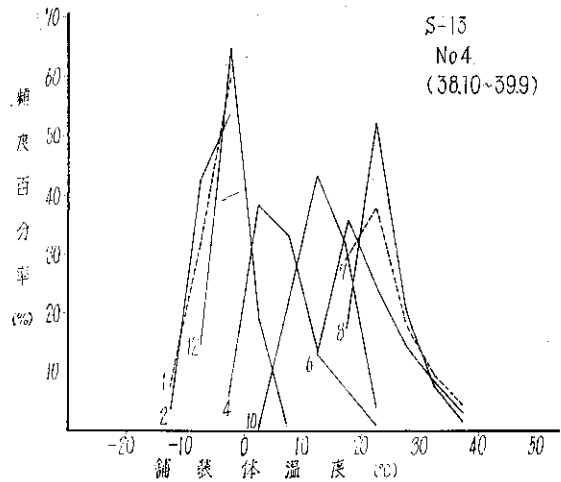
図一14.3 舗装体温度の月間頻度



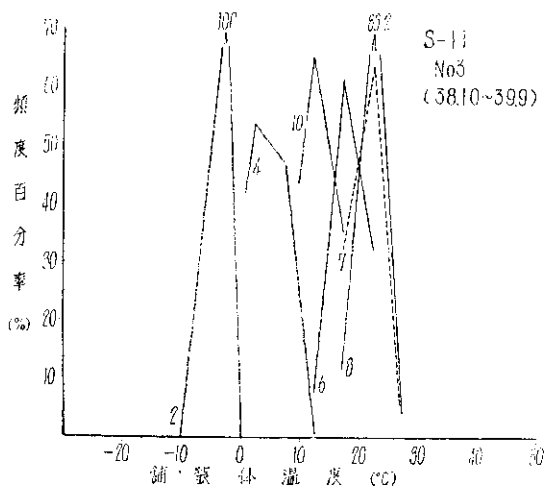
図一14.4 舗装体温度の月間頻度



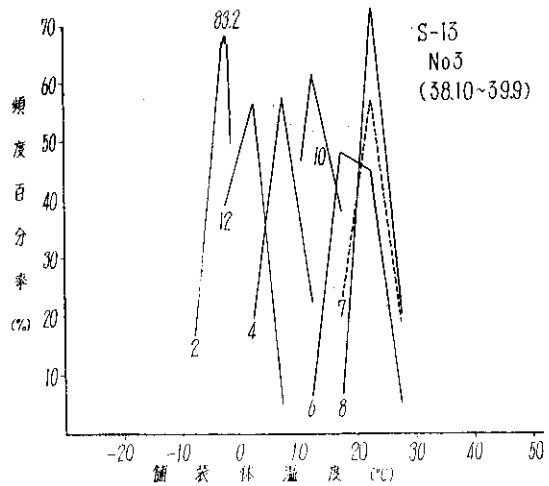
図一14.5 舗装体温度の月間頻度



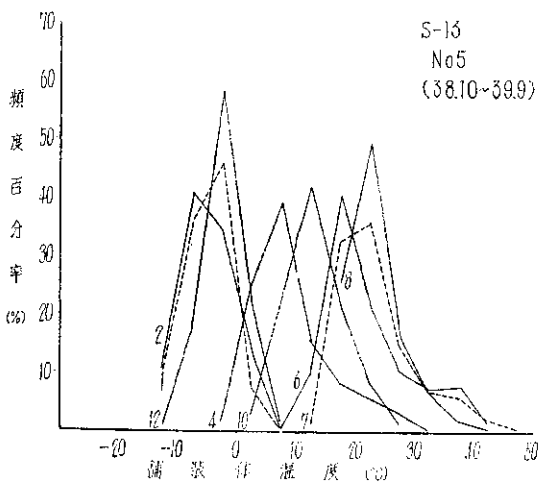
図一14.8 舗装体温度の月間頻度



図一14.6 舗装体温度の月間頻度



図一14.9 舗装体温度の月間頻度



図一14.7 舗装体温度の月間頻度

#### 4. むすび

以上、苫小牧市美々地内の美々試験道路において実施した気温および日射量と舗装体温度について概述したがこれを要約すると次のようになる。

- 1) 表層および基層の温度は外界の条件に敏感で日中において上昇下降の勾配が大きく、夜間は一定かまたは緩やかな温度変化を示す。路盤、路床の温度にあっては毎日の天候による影響を直接的に受けることなく1年を通じて緩やかな変化を示している。
- 2) 日最高気温と表層(トベカ)の日最高温度との関係は気温が高くなるほど表層温度は高くなって、「気温<表層温度」であり、日最低気温と表層の日最低温度は、気温が0°C以下では「気温<表層温度」で0°C以上になるとほぼ両者が等しくなる。またアスファルト安定処理層では安定処理層温度と気温とはほぼ等しくなる。

- 3) 大体の傾向としては日射量が大きいほど表層温度も高くなるようであるが、降雨降雪の有無などによって表層温度が大きく左右されるためにはっきりした相関関係は認められない。
- 4) 夏期における毎日の最高気温になる時刻は13時頃が最も多く、舗装体温度は表層（トベカ）で14～15時、アスファルト安定処理層で15～17時、安定処理層で23～0時となっている。また冬期における最低気温は7時頃に現われ、表層（トベカ）の最低温度になる時刻もほぼ同じである。
- 5) 夏期における舗装体の最高温度については、表層に近くなるにつれて各層の最高温度が高くなると同時にその分布幅も大きくなる。表層（トベカ）の最高温度は45℃以下であり、アスファルト安定処理層ではほぼ20～40℃の範囲に点在するようである。また冬期の表層およびアスファルト安定処理層の最低温度は、ほぼ-10～0℃である。
- 6) 舗装体各層の毎日の温度差は路床、路盤にあっては夏、冬期を通じて2℃以内であり、表層に近いほど毎日の最高、最低の温度差は大きい。

- 7) 舗装体温度（トベカ、アスファルト安定処理、安定処理基層）が最高を示すのは7月、8月であり、各層ともその期間中の温度は20～25℃であることが最も多く、また最低温度を示すのは、1月、2月であって、-5～0℃であることが最も多い。

実際の舗装体温度を知ることは、アスファルト舗装道路を建設するためにきわめて大切なことと思われる。今回観測した中では、とくに夏期において欠測が多く、また各ブロックの地形や地下水位などによって多少異なった傾向を示していることから、今後さらに条件の異なる観測地点で長期間にわたって温度の観測を行ない資料を検討する必要があると思われる。

#### 参 考 文 献

- 松野三朗：アスファルト舗装の温度について；  
土木技術資料第5巻（昭38.5）
- 小山道義，平尾晋，高橋毅，臼井加一，熊谷茂樹：  
アスファルト舗装体の温度変化について；  
一札幌地方—  
土木試験所月報 第140号（昭40.1）

\* \* \*