

岐阜大学 学生員 ○榊原 伸二

岐阜大学 正会員 水谷 重喜

1. まえがき

アスファルトは、温度によって、そのコンシステンシーの変化が著しいものである。それゆえ、アスファルト合材は、他の土木材料に比べて、温度変化による影響を受け易い性質を持っている。そのため、道路舗装等に用いられているアスファルト合材の性質を研究する上に、まず、その基礎的なそれらの基本となる性質（熱的性質）を、把握しておく必要があると考えられる。本研究で扱った熱拡散率は、合材の中をどのように熱が浸透し、どのように伝わるかという温度分布を解析する上に必要となるものであるが、アスファルト合材においては、性質上、その測定方法や実験例が少ない。そこで、本研究において、熱拡散率を得るための実験方法を確かなものとし、さらに、アスファルト合材の温度履歴の推定に関わる基礎資料とすることが目的である。

2. 概要及び実験方法

ここで取り扱った実験方法は、電力中央研究所において、コンクリートおよびモルタルの熱拡散率測定の実験で行なった方法を、アスファルト合材に置き換えて実施したものである。

熱拡散率は、熱伝導率を比熱と密度で割ったもので、物質の温度変化の容易さの程度を示すものである。そこで、この熱拡散率を知るために、熱伝導率、比熱、密度のそれぞれを測定して、間接的に求めることが必要であるが、この電研による実験では、簡単な装置で、直接、熱拡散率を測定でき、しかも、少ない費用で測定できる。

その方法には、GloverとThomsonの2方法が用いられている。ここで、簡単に実験方法を説明する。鹿島道路K.Kのアスファルトアラントより、採取した合材を、15cmφ×30cmのモールド内で突き固め、中心に、温度測定のための熱電対を埋め込み、円柱供試体を作る。尚、実験に用いた合材試料は、密粒（13）、密粒（20）、粗粒の3種類である。これらの供試体を恒温水槽の中に入れ、供試体全体が、一定温度になるまで、1～2時間、放置しておく。その後、Gloverの方法では、予め、水を溢流させておいたドラムカンの中に入れ、1～2分毎に、0.1℃まで、供試体中心の温度と、水温を測定する。Thomsonの方法では、恒温水槽の中に入れる前に、表面温度を測定するために、熱電対を中央の場所に、約3mmくらい穴をあけ、埋め込み、電対の表面が露出しないように、アスファルトで表面を押え込む。また、軸方向の熱の移動を防ぐために、供試体の上下底面に、2cm厚の発泡スチロールを貼り付けた。そして、Gloverの方法と同様に供試体を暖めた後、空中に取り出し、供試体の表面と中心の温度を測定する。計算処理は、熱伝導の基本式を解くことによって行なう。Gloverでは、

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = k^2 \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \theta}{\partial r} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right)$$

から、Thomsonの場合は、軸方向の熱移動を考えないため、

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = k^2 \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial \theta}{\partial r} \right)$$

から、 k^2 を得る。尚、 k^2 = 熱拡散率 (m^2/hr)、 θ = 温度 ($^{\circ}\text{C}$)、 τ = 時間 (分)、 r = 半径方向の長さ (cm)、 x = 円筒軸方向の長さ (cm) である。

Glover の方は、実験によって得た時間温度曲線と、予め、熱拡散率から計算した時間温度曲線とを比較して、熱拡散率を逆に求めるものであり、Thomson の方は、供試体の表面と中心の温度の比との関係から、熱拡散率を計算するものである。

3. 結果・考察

右表のような結果を得た。Glover 及び Thomson の 2 方法を用いて得られた値を、比較してみると、かなりの相違がわかる。Glover では、3 種の合材ともに密度が大きくなるに従って、熱拡散率の値も大きくなっている傾向がある。しかし、Thomson の方では、Glover での値よりも、一様に小さな値となっている。が、密度との一定の関係を見出すことは、むずかしい。Thomson の方が小さい値を示しているのは、恒温水槽から取り出した後、冷却する際に、空腔に入っていた暖められていた水が、抜けていったためであると考えられる。また、密粒 (13) を使った同一条件で作製した供試体を用いて行なった実験 (図-3) において、Glover の方は、安定した値を示しているが、Thomson の方は、偏差が大きい。この原因は、おそらく、冷却中の水抜きの機子の違いが微妙な影響を与えると思われるし、Thomson の場合、供試体表面の温度を測定するために熱電対を取り付けたが、この熱電対の固定に問題があり、測定結果にこのような偏差をもたらしたのではないかと考えられる。参考までに、合材を構成する要素となる物質の熱拡散率を掲載するが、この表からも、空腔に存在し得る水及び空気が、大きく影響を与えていることがわかる。

まだ、実験方法にも問題を残すところが多く、実験資料も少ないため、確固たる結論を出せないのは残念であるが、さらに研究を進めることにより、明確な結果を得たい。

供試体	密度 ($\% \text{cm}^3$)	Glover k^2 (m^2/hr)	Thomson k^2 (m^2/hr)	偏差率 (%)
密粒 (13)	2.08	0.00277	0.00179	21.49
	2.14	0.00287	0.00193	19.58
	2.17	0.00294	0.00205	17.84
密粒 (20)	2.13	0.00315	0.00241	13.31
	2.14	0.00318	0.00191	24.95
	2.20	0.00333	0.00218	20.87
粗粒	2.17	0.00328	0.00249	13.69
	2.22	0.00324	0.00222	18.68
	2.28	0.00339	0.00199	26.02

図-1 Glover 及び Thomson による熱拡散率測定結果

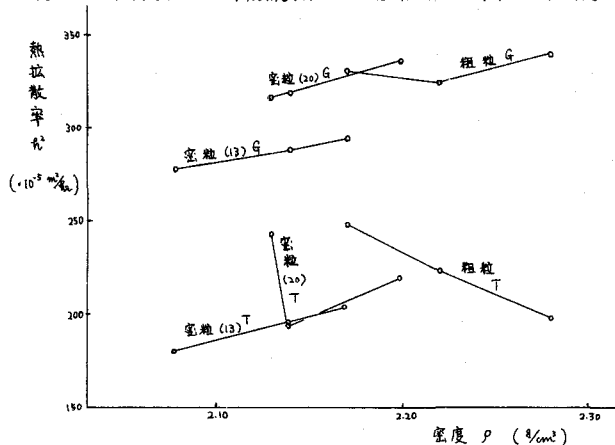


図-2 密度と熱拡散率の関係

供試体	密度 ($\% \text{cm}^3$)	Glover k^2 (m^2/hr)	偏差率 (%)	Thomson k^2 (m^2/hr)	偏差率 (%)
A	2.20	0.00295	1.68	0.00207	11.34
B	2.18	0.00300		0.00252	
C	2.20	0.00299		0.00220	

図-3 同一条件下での Glover と Thomson の比較実験結果

物質	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	熱拡散率 (m^2/hr)
アスファルト	20	0.0014
花こう岩	20	0.006
石灰岩	20	0.0022
大理石	20	0.0046 ~ 0.0050
水	20	5.08×10^{-6}
空 気	20	0.0789

<参考文献>

アスファルト舗装要綱
日本道路協会
低熱工學資料
日本機械学会

図-4 各物質の熱拡散率