

## 塗膜の熱物性と伝熱機構

平澤 良男

### 1. はじめに

近年は温室効果ガスの影響によると思われる地球温暖化、温室効果ガスと異常気象の関連性等が大きな問題と認識されている。温室効果ガスを減少させるための各種省エネ、廃熱の利用、自然エネルギーの積極的利用など、温暖化防止の方策については盛んに検討・実行されている。一方、既存の機器の断熱性能の向上や建築物、工場屋根部分からの日射熱軽減等のいわゆる地味であると思われる省エネ効果も有効な温暖化対策の一つとして注目されている。このようなことから断熱性や日射などのふく射熱伝達の抑制などの機能性塗膜の開発も盛んである。このような機能性塗膜では、単なる膜ではなくその構造や構成材料の熱物性や分散状態を考慮することが必要とされる。

そこで、本解説では塗料を機能性材料として捉え、その内部の伝熱機構や熱物性について、伝熱工学的、熱物性的な立場から解説を加えることとする。

### 2. 伝熱の基本形態

伝熱の基本形態を大別すると、熱伝導、対流熱伝達、ふく射熱伝達に分類される。塗料では塗膜内部には含有される気体が自由に移動でき

2011年2月10日受付

るほどの空孔はないと仮定するならば、熱伝導及びふく射が支配的となる。図1に示す様に塗膜内部を1次元的に熱が流れ、塗膜内部の発熱が無い場合、伝導による伝熱量は以下の様に表される。

$$q = \frac{kA}{\Delta X}(T_1 - T_2) \quad (1)$$

ここで、 $A$ ：伝熱面積、 $k$ ：熱伝導率、 $q$ ：通過熱流束、 $T_1$ ：高温面温度、 $T_2$ ：低温面温度、 $\Delta X$ ：材料の厚さである。

理想的な表面を持つ温度  $T(K)$  の黒体から射出される波長  $\lambda$  の光のふく射エネルギー（単色放射能） $E_{\lambda}$  は Planck<sup>1)</sup> の法則によって以下の式で表される。

$$E_{\lambda} = \frac{2\pi hc_0^2}{\lambda^5 [e^{hc_0/\lambda kT} - 1]} \quad (2)$$

ここで、 $c_0$ ：真空中での光速、 $h$ ：プランク定数、 $k$ ：ボルツマン定数、 $T$ ：絶対温度、 $\lambda$ ：波長、 $\pi$ ：円周率である。温度と射出エネルギーとの関係を図2に示した。この式を温度  $T$  で

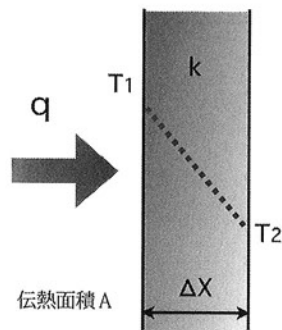


図1 定常熱伝導による熱流束の概念