

144. 空洞状熱形放射検出器に関する研究(2)

—円錐形状検出器の実効吸収率のシミュレーション—

荒木慶和 渡邊俊樹 茂木友弘 小林洋一 中川靖夫 大谷文雄 谷治 環
(埼玉工業大学) (埼玉大学)

1.はじめに

先行研究¹⁾に引き続き円錐形状熱形検出器の実効吸収率の実測値を従来の簡易モデルを改良したモデルで検討した。今回、第 1 回目の反射モデル及び積分方程式を数値計算する繰り返し反射モデルを提案し、これらのシミュレーション結果と実測値を比較した。

2.第一回目の反射モデル

今回提案するモデルの断面図を図 1 に示す。図 1 において円錐の開口面に垂直に入射した光が、直径 AB から距離 m 離れた線分 A'B' と頂点 O とで出来る平面上を反射するとする。今、反射平面の OB' 上のある点 x において、この平面上で全反射成分に対し開口面へ出射する割合を $R_1(\phi)$ とする。x の位置を O から B' まで移動させ、さらに m を 0 から開口面の半径に渡って変化させることにより、円錐の頂角 β に対し、全入射光に対し、開口面から出射する割合 $R_{1T}(\beta)$ を求めることが出来る。

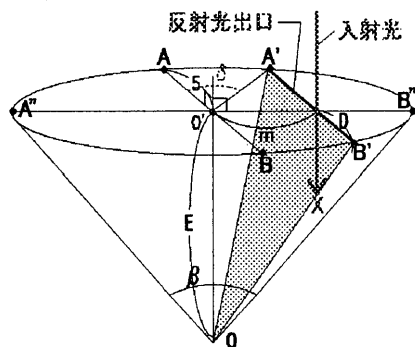


図 1 第 1 回目反射モデル図

3.繰り返し反射の実効反射率の検討

ここでは円錐空洞内における繰り返し反射により定常状態での円錐内面の照度分布を積分方程式から解く方法で求めた。円錐内面に入射した光が開口面から出ていく反射光 $B(x)$ は $B(x) = \rho_0 E(x)$ と表せる。ここで、 ρ_0 は円錐内面の反射率、 $E(x)$ は x に入射した入射エネルギーである。 $E(x)$ は光源からの入射光 I_0 (一定値) とその入射光が円錐内面へ入射角 $(\beta/2)$ で入射して光が相互反射により定常状態になったときの光の和として考えることができ

$$B(x) = \rho_0 I_0 \sin(\beta/2) + \rho_0 \int_0^L B(\xi) dF_{x \cdot \xi} \quad (dF_{x \cdot \xi} \text{ 固有入射光束係数})$$

と表せる。ここで、 ξ は x と同様な変数であり、積分方程式は解析的には解けず、 $x = \xi$ における $B(\xi)$ の分布を仮定して、 $B(x)$ を計算し、得られた $B(x)$ の値を $B(\xi)$ に代入し再び $B(x)$ を計算する。この手続きを繰り返すことにより、 $B(\xi)$ の値が $B(x)$ にほぼ等しくなるような放射エネルギー $B(x)$ の分布を数値的に求めることが可能である。

x からの反射光が開口面に出ていく割合 $R_1(x)$ を頂角 β の関数で表すと $R_1(x) = (1 - \cos \beta) / 2$ となる。全円錐内面については $B(x)$ に $R_1(x)$ をリング形の微小面積を掛け積分することで全円錐開口面から出て行く反射光 $P(\beta)$ を計算する事ができる。

参考文献：(1) 荒木慶和他：「空洞状熱形放射検出器に関する研究(1)」：照学誌 82、p67(1998)

Study on Conical Cavity Type Thermal Radiation Detector(2)

Yoshikazu Araki Toshiki Watanabe Tomohiro Motegi Yoichi Kobayashi Yasuo Nakagawa Fumio Ohtani Tanaki Yaji