(247) 鋼片加熱炉内熱放射伝熱式の誘導とその応用

住友金属、中央技研　　松永省吾

1. 目的：加熱炉の総括熱吸収率に関する矢木國井の基礎式を統一形式に導く（一部修正）、次にこの式を用い実炉の測温結果を考察する。

2. 熱放射伝熱式

F＝直接到達率，F^*＝放射ガス（黒色度）の存在を考えた到達率，$\bar{F}^*$＝反射面の存在を考えた到達率，

$\mathcal{F}$＝拡散面の黒色度を考えた到達率，ϕ＝総括熱吸収率，（$A_T=A_H+A_R+A_B+A_C$）とおくと、

$$F^*_{ij}=\left(1-\varepsilon_g\frac{A_G}{A_T}\right)F_{ij},\quad F^*_{ig}=\varepsilon_g\frac{A_g}{A_T},\quad F^*_{gi}=\frac{A_i}{A_T},\quad F^*_{gg}=0 \quad (i,j=HRBC)$$

$$\bar{F}^*_{ij}=F^*_{ij}+F^*_{iR}\left(\frac{F^*_{Rj}}{1-F^*_{RR}}\right)$$

次に例えば（$Q_{H1}=A_H\varepsilon_H E_H$）と記し、さらに例えば（$Q_{HB}=Q_{H1}\varepsilon_B\mathcal{F}_{HB}$）のようにして$\mathcal{F}$を定義すると

$$\mathcal{F}_{HH}=\frac{\bar{F}^*_{HH}}{1-(1-\varepsilon_H)\bar{F}^*_{HH}},\quad \mathcal{F}_{HB}=\frac{\bar{F}^*_{HB}}{1-(1-\varepsilon_H)\bar{F}^*_{HH}},\quad \mathcal{F}_{HC}=\frac{\bar{F}^*_{HC}}{1-(1-\varepsilon_H)\bar{F}^*_{HH}},\quad \mathcal{F}_{HG}=\frac{\bar{F}^*_{HG}}{1-(1-\varepsilon_H)\bar{F}^*_{HH}}$$

となる。［これらの式は $\mathcal{F}_{CB}, \mathcal{F}_{CH}, \mathcal{F}_{CC}, \mathcal{F}_{CG}, \mathcal{F}_{BC}, \mathcal{F}_{BH}, \mathcal{F}_{BG}, \mathcal{F}_{GC}, \mathcal{F}_{GH}$ についても同形式の式を得る］上式の$\mathcal{F}$の定義については矢木國井氏は吸収割合と到達率（吸収せず）を使い分けているが本報告では統一した］

さらに　$Q_{ij}=A_i\phi_{ij}E_i$，$E_i=4.88(T_i/100)^4$ とおくと

$$\phi_{HH}=\varepsilon_H\varepsilon_H\left[\frac{\mathcal{F}_{HH}+(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CH}}{1-(1-\varepsilon_H)(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CH}}\right],\quad \phi_{HB}=\varepsilon_H\varepsilon_B\left[\frac{\mathcal{F}_{HB}+(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CB}}{1-(1-\varepsilon_H)(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CH}}\right]$$

$$\phi_{HC}=\varepsilon_H\varepsilon_C\left[\frac{\mathcal{F}_{HC}+\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CC}(1-\varepsilon_C)}{1-(1-\varepsilon_C)(1-\varepsilon_H)\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CH}}\right],\quad \phi_{HG}=\varepsilon_H\varepsilon_g\left[\frac{\mathcal{F}_{HG}+(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CG}}{1-(1-\varepsilon_H)(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CH}}\right]$$

となる。これらは統一形式になっている［矢木國井氏の式ではϕ_{HC}は統一式になっていない］。

次にガス体から熱放射が行われる場合には、上記と同様にして

$$\phi_{GH}=\varepsilon_g\varepsilon_H\frac{\left[1+(1-\varepsilon_H)\mathcal{F}_{HH}\right]\cdot\left[\mathcal{F}_{GH}+(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{GC}\mathcal{F}_{CH}\right]}{1-(1-\varepsilon_C)(1-\varepsilon_H)\mathcal{F}_{CH}\mathcal{F}_{HC}}$$

$$\phi_{GB}=\varepsilon_g\left[\mathcal{F}_{GB}+\frac{(1-\varepsilon_H)\mathcal{F}_{GH}\mathcal{F}_{HB}+(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{GC}\mathcal{F}_{CB}+(1-\varepsilon_H)(1-\varepsilon_C)(\mathcal{F}_{GH}\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CB}+\mathcal{F}_{GC}\mathcal{F}_{CH}\mathcal{F}_{HB})}{1-(1-\varepsilon_C)(1-\varepsilon_H)\mathcal{F}_{CH}\mathcal{F}_{HC}}\right]$$

$$\phi_{GC}=\varepsilon_g\varepsilon_C\frac{\left[\mathcal{F}_{GC}+(1-\varepsilon_H)\mathcal{F}_{GH}\mathcal{F}_{HC}\right]\cdot\left[1+(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{CC}\right]}{1-(1-\varepsilon_C)(1-\varepsilon_H)\mathcal{F}_{CH}\mathcal{F}_{HC}}$$

$$\phi_{GG}=\varepsilon_g\varepsilon_g\left[\mathcal{F}_{GG}+(1-\varepsilon_H)\mathcal{F}_{GH}\mathcal{F}_{HG}+(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{GC}\mathcal{F}_{CG}+\frac{(1-\varepsilon_H)(1-\varepsilon_C)(\mathcal{F}_{GH}\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CG}+\mathcal{F}_{GC}\mathcal{F}_{CH}\mathcal{F}_{HG})+(1-\varepsilon_H)^2(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{GH}\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CH}\mathcal{F}_{HG}+(1-\varepsilon_H)(1-\varepsilon_C)^2\times\mathcal{F}_{GC}\mathcal{F}_{CH}\mathcal{F}_{HC}\mathcal{F}_{CG}}{1-(1-\varepsilon_H)(1-\varepsilon_C)\mathcal{F}_{CH}\mathcal{F}_{HC}}\right]$$

上式は統一式にまとめうる。［矢木國井氏の式は統一式になっていない］。ϕを上式にしたがってFとA，εにて整理し実際例に適用することになる

3. 連続加熱炉の加熱帯における適用例

スラブの測温結果より　$\phi_{CG}=0.64$であり、これは伝熱差分方程式による解析値と一致している。これに対し、上記の計算結果によれば　$\phi_{CG}=0.68$　になった。これは重油バーナー焔の黒色度ε_g（長手方向の平均値）に近い値である。したがってϕ_{CG}は主として燃焼焔のε_gに大きく左右されることが考えられる。

以上