34 メタルハライドランプのアーキ温度の解析

石神 敏彦 杉山 春夫
(東芝ライテック株式会社)

1. はじめに

最近、メタルハライドランプの発光特性を数値計算により求めようという試みが盛んになっている。そのような計算過程の中で、最も重要で結果に大きく影響するのはアーキ温度分布の計算である。アーキ温度分布を計算するためには、アーキを構成する粒子種の各種の基礎データが必要である。今回、分光データ（発光波長、遷移確率、エネルギーレベルなど）を文献⁽¹⁾⁽²⁾から得られるFe-Hg-I系メタルハライドランプについてアーキ温度分布の計算を行ない、実測結果と比較、考察した。

2. アーク温度分布の計算、測定方法

(1) 計算方法

アーキ温度分布 ($T(r)$) はアーキ中、各部分で成立しているエネルギーバランス式を解くことにより求まる。
すなわち

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \sigma E^2 - U + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r k \frac{dT}{dr} \right) \quad \begin{array}{l} \rho ; \text{密度} \quad C_p ; \text{定圧比熱} \\ \sigma ; \text{電気伝導度} \quad k ; \text{熱伝導率} \\ U ; \text{発光強度} \quad r ; \text{径位置} \end{array}$$

Fe-Hg-I プラズマ中で発光する粒子はFe 中性原子、Fe 1価イオン、Hg 中性原子とした。Fe 中性原子、Fe 1価イオンについては表1に示す数の発光波長、エネルギーレベルのデータを用いて発光強度を計算した。Fe-Hg-I プラズマについて化学平衡計算により、アーキ中の存在粒子の分圧分布を計算し、それにもとづいて混合プラズマの熱伝導率、電気伝導度を計算した。このようにして計算した各基礎量を用いてエネルギーバランス式を緩和法により解き、アーキ温度分布を計算した。

(2) 測定方法

内径20mm、電極間距離42mmの発光管にHgとFeI₂の封入量をかえたランプについて、Hg 577.0 nm線の絶対放射強度の径方向分布を測定し、その値からアーキ温度分布を求めた。

3. 結 果

図1に3種のランプについて、測定可能な径位置までのアーキ温度分布の計算値と実測値の比較を示す。発光強度計算に大きく影響するアーキ中心付近は比較的良く一致していた。しかし中温度域に違いがみられ、Feの熱伝導率データを検討する必要がある。

4. ま と め

基礎データが利用できるFeI₂封入メタルハライドランプについてアーキ温度分布を計算し、実測値と比較的によく一致した結果を得た。

参考文献

- (1) C. H. Corliss, "Experimental transition probabilities for spectral lines of seventy elements", N. B. S. No.53 (1962)
- (2) C. E. Moore, "Atomic energy levels", N. B. S. Circ. 467, Table 34 (1958)

Calculation of the arc temperature profile of metal halide lamps, Toshihiko Ishigami, Haruo Sugiyama

表1. Fe 元素の分光データ

粒子 データ種	Fe 中性原子	Fe 1価イオン
発光波長数	658個	82個
エネルギー レベル数	475個	351個

図1. アーク温度分布の比較