

コーンカロリメータ試験装置と着火性試験装置における材料表面の熱伝達

内装用建築材料の着火性および燃焼性は、図1に示すISO 5660 コーンカロリメータや図2に示すISO 5657 着火性試験装置により測定されています。試験では、円錐形電気ヒーター（cone heater）で材料表面を加熱し、電気スパークにより着火させて、着火するまでの時間と着火後の発熱速度（燃焼による単位時間当たりの放出熱量）を測定します。建築材料の防火安全性評価の実務では、発熱量の積算値により、不燃、準不燃、難燃、準難燃の等級に材料を分類し、等級により使用できる範囲を定めています。しかし、コーンカロリメータは物理的原理に忠実な装置なので、材料表面の熱伝達機構が明らかになれば、着火温度、熱慣性などの材料物性値を直接測定できるようになります。

材料が着火しない加熱強度で十分長い時間加熱すると、材料の温度は時間的に一定となり、熱収支は式(1)で表すことができます。

$$q_e = (1 - \varepsilon)q_c + \varepsilon\sigma(T_s^4 - T_0^4) + h_c(T_s - T_0) - k(T_s - T_0) \quad (1)$$

ここで、 q_e は加熱強度(kW/m^2)、 ε は材料表面の放射率(-)、 T_s は表面温度(K)、 h_c は加熱側表面の対流熱伝達率($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$)、 k は試験体表面から裏面側空気までの熱貫流率($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$)です。

放射率が既知の鉄板を加熱した時の表面温度を赤外線放射温度計により測定し、熱収支から対流熱伝達率を求めた結果を図3に示します。この結果を用いると、コーンカロリメータ試験により材料の着火温度や熱慣性等の着火特性を直接測定することができるようになります。二層ゾーンモデルなどの火災シミュレーション技術と併用すれば、実火災における材料の燃焼挙動の予測が可能となります。



図1 コーンカロリメータ装置



図2 着火性試験装置

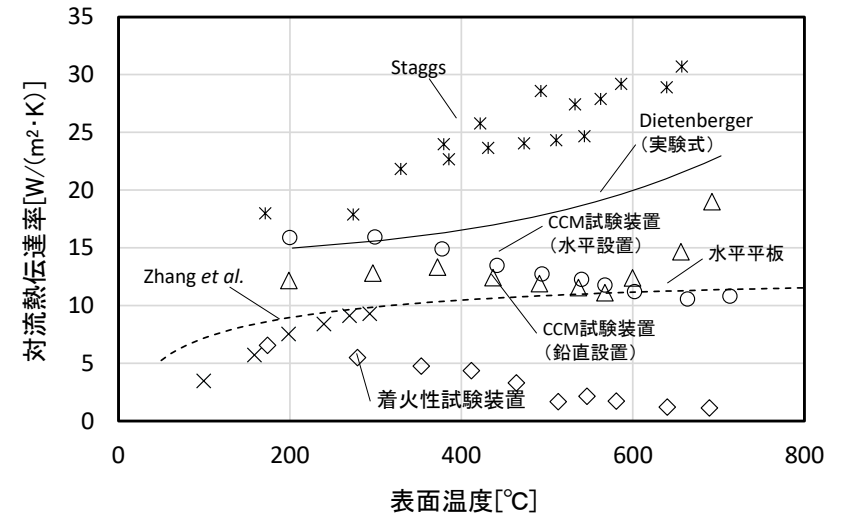
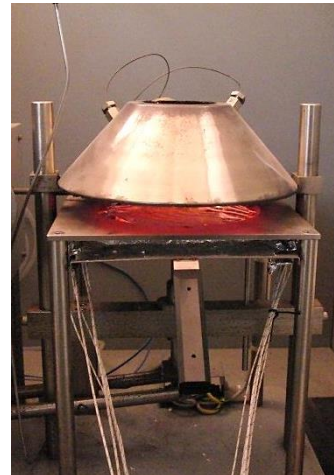


図3 加熱側表面の対流熱伝達率

発表論文：土橋常登（日本建築総合試験所），原田和典，コーンカロリメータ試験装置と着火性試験装置における材料表面の熱伝達，(社)日本建築学会環境系論文集，第80巻，第709号，pp.193-200，2015年3月