

ヒーターの寿命と効率

① ヒーターの寿命

ヒーターの寿命は、ヒーターの使用開始から断線・短絡・地絡が生じて、発熱体としての正常な機能を果たさなくなるまでの期間である。特に時間の経過に伴い、ヒーターに徐々に不可逆な変化が進行したときに限定して寿命ということもある。寿命に関しては、腐食によるシースパイプの損傷という化学的問題もあるが、ここではワット密度を中心に話を進める。

ヒーターの寿命は、以下により大きく左右される。

- ① ヒーターエレメントの「ワット密度」
- ② ヒーターエレメントの「配置」

一般的に太くて長いヒーターエレメントに低いワット数を設定すればヒーターは長寿命となる。メンテナンスフリーというメリットはあるが、熱容量が増大してすぐ暖まらない・なかなか冷えない・材料費がかさむ・場所をとるなど、熱効率が悪く不便な面もある(⑦および⑧項参照)。高ワット密度のヒーターは、仕様上必要なことも多く実績もあるが、寿命が短くなる。

一方エレメントの配置も大切なファクターである。複数のヒーターエレメントを数回路に組み合わせて使用している場合、部分的に熱だまりができてヒーター内部の温度が設計値以上に上昇(過熱)し、寿命を短くすることもある。(⑥項参照) 用途・加熱温度・使用場所により、ワット密度やヒーター配列など、最も適したヒーターを選ぶことが肝要である。

② ワット密度

ワット密度 ρ [W/cm²] は、ヒーターエレメント単位表面積あたりのヒーター電力(熱流束)である。すなわち、ヒーターエレメント表面積 [cm²] でそのヒーター電力 [W] を除した値である。

ワット密度はヒーターの寿命に関係する。ワット密度が大きくなると表面温度は高くなる。ヒーター内部が高温になると、発熱線の断線や内部絶縁物MgO(酸化マグネシウム)の電気的絶縁抵抗低下を招き、ヒーターの寿命は短くなる。

③ 許容ワット密度

ワット密度はヒーターの寿命だけでなく、加熱する温度・物質(被加熱物)の種類によっても最適な値を設定する必要がある。伝熱量が多い時には高いワット密度を設定することができるが、加熱温度・物質によっては引火・相変化・化学変化などが起こらないような最適なワット密度にしなければならない。当然粘性や、汚れの付着なども考慮する。

つまり被加熱物によって適用できる上限のワット密度があり、これを許容ワット密度と呼んでいる。

被加熱物個別の許容ワット密度の表はよくある質問のページ(P.236)を参照されたい。

④ ヒーター外径と任意のワット密度におけるヒーター電力[W]

外径 $\phi 6.5 \cdot \phi 9.0 \cdot \phi 12 \cdot \phi 15$ 、ヒーターエレメントのワット密度を任意に選んだ場合のヒーター電力[W]を計算した。

表1 ヒーター外径と任意のワット密度におけるヒーター電力[W]

注記:エレメントの長さは1mとした。

太さ mm	表面積 cm ²	断面積 cm ²	質量 g/m	ワット密度 ρ [W/cm ²]												
				1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	10.0
$\phi 6.5$	204	0.33	約200	204	306	408	510	612	714	816	918	1020	1224	1428	1632	2040
$\phi 9.0$	283	0.64	約350	283	425	566	708	849	911	1132	1274	1415	1698	1981	2264	2830
$\phi 12$	377	1.13	約600	377	566	754	943	1131	1320	1508	1697	1885	2262	2639	3016	3770
$\phi 15$	471	1.77	約900	471	707	942	1178	1413	1649	1884	2120	2355	2826	3297	3768	4710

単位はW(ワット)

⑤ ワット密度の目安

表2 被加熱物による代表的なワット密度の適用範囲

被加熱物 ~最高温度[°C]	ワット密度 ρ [W/cm ²]						
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
水 ~ 100°C	→						
純水 ~ 90°C	→						
薬液 ~ 80°C	→						
油 ~ 200°C	→						
金属面 ~ 400°C	→						
空気 ~ 100°C	→						
真空中	→						

注1) 液体加熱の場合、種類によって特殊なものがある。

注2) 気体加熱の場合、風速により変更する必要がある。

⑦ ヒーターエレメントの外径と寿命

ヒーターエレメントの外径が大きくなると表面積は広くなり、同じヒーター電力でもワット密度は外径に反比例して下がる。

腐食が問題にならないければ、メンテナンスフリーをねらった長寿命ヒーターとしては有効な場合もある。しかし、断面積は二乗の値で増加するので、重さ・蓄熱量・価格などの面では得策ではない。

⑧ 外径と発熱線径の選択

高ワット密度のヒーターエレメントは、エレメント外径を細くし、絶縁物も必要最小限に抑えて製作する。

ヒーターの外径が細いと内部の発熱線(ニクロム線)も太いものは使えないため、特に大容量(電力)の場合は寿命が短くなる。

反対に少ないヒーター電力で太い外径のエレメントとすると、既述のごとくワット密度は下がる。

しかし、発熱線から被加熱物へ熱が伝わりにくくなって、ヒーターエレメント内部に熱がこもってしまうこともある。

⑨ 仕様に合わせたヒーターの設計

① 仕様による使い分け

① 「ヒーターは消耗品」であることを前提に、メンテナンスのし易さを考慮した装置の設計をする。

② あるいはヒーターエレメントをメンテナンスフリーとして、低いワット密度の長寿命なヒーターを使用する(しかしヒーターサイズが大きくなり単価も割高となる)。

② ヒーターエレメントの外径(OD)

現在日本ヒーターのヒーターエレメント外径は、長年の製造実績を踏まえ標準品では $\phi 12$ 、その他標準品として $\phi 9$ を採用している。

③ 発熱線の種類と線径

発熱線に関しては、仕様に応じた最適なものを選択しているため、これらの選択に関しては日本ヒーターにお任せ下さい。

このように、ヒーターの設計には効率と寿命の兼ね合いを考えた総合的な判断が必要となる。
なお、シーズヒーターの構造や、使い方については日本ヒーターホームページもご参照下さい。

日本ヒーター(株) Home Page URL www.nippon-heater.co.jp