

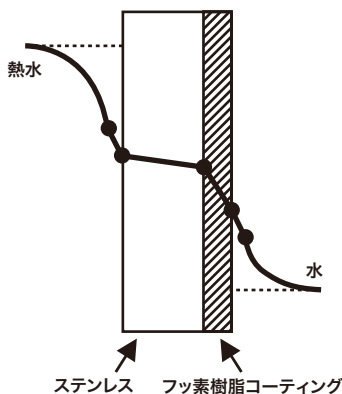
簡単にわかる フッ素樹脂コーティング講座

開発部 中西智昭

SERIES 34

フッ素樹脂コーティングと伝熱

前回発行されましたのが今年の2月でしたから、結構時間が経ってしまい、また寒い季節となってきました。寒くなってきたので、暖かい話題と言うことで、今回は伝熱について述べたいと思います。



フッ素樹脂コーティングと伝熱で一番に思い浮かぶのは、以前に聞いた水銀灯へのコーティングです。用途としては、水銀灯が割れたときの飛散防止対策としてコーティングされているのですが、誤って皮膚が触れても「熱い！」とを感じるだけで、ひどい火傷になったりしない。理由は、非粘着・離型性が高く焼き付かないために接触時間が短いとともに、熱伝導が低く、伝熱量が小さいからなのです。これは熱伝導が低いことが利点となっている場合です。

さて、暖かいところの熱で冷たいところが暖まってゆく現象を伝熱と言います。その仕組みとしては、固体の中を順々に伝わって行く熱伝導と、液体の対流や蒸発によって伝わって行く熱伝達、そして太陽光のような熱放射があります。フッ素樹脂を含めて、プラスチックの熱伝導は低く、熱伝導率は常温でだいたい $0.2\text{W/m}\cdot\text{K}$ 前後の値を取ります。

炭素鋼の約 47、ステンレス 304 の約 15 と比べて充分低く、パイレックスガラスの約 1 と比べても低い値を取っています。ジャケットタンク等で、内容液を暖めたり、冷やしたりするところでは影響があります。

まず、フッ素樹脂等のプラスチックコーティングをすることによっての伝熱の影響について考えてみます。単純に、壁で仕切られた内に入っている水を、これを壁の外の熱水で暖める時に、全て一定と単純化した場合、伝熱量：Q は

伝熱量：Q = 総括伝熱係数：U × 伝熱面積：A × 外内温度差： Δt になります。つまり、伝熱量は総括伝熱係数に比例しています。さらに、汚れ係数とかを無視した場合には、総括伝熱係数は【式1】のように表されます。

【式1】

$$\frac{1}{U(\text{総括伝熱係数})} = \frac{1}{\text{熱水側の熱伝達係数 (今回は5000と仮定)}} + \frac{\text{SUSの厚み}}{\text{SUSの熱伝導度}} + \frac{\text{コーティングの厚み}}{\text{コーティングの熱伝導度}} + \frac{1}{\text{内側の水の熱伝達係数 (今回は5000と仮定)}}$$

ここで、壁が 8mm のステンレス 304 で出来ていた場合、その内側に $500\mu\text{m}$ のフッ素樹脂の耐食コーティングされている場合、ほかに $50\mu\text{m}$ の薄膜コーティングされている場合について総括伝熱係数を比較してみますと下部の表になります。

壁の状態	総括伝熱係数 ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$)
ステンレス304(8mm)	1070
ステンレス304(8mm)+耐食コーティング(500 μm)	291
ステンレス304(8mm)+薄膜コーティング(50 μm)	845

つまり、 $500\mu\text{m}$ の耐食コーティングを施すことによって、この条件では伝熱量が 1/3 程度に低下してしまうことが判ります。実際の設計に際しては、伝熱面積を広げる・加熱時間を長くする・熱水の温度を上げる等の対策をお願いすることになります。

対して、薄膜コーティングの場合は伝熱量の低下は 2 割程度であり影響はないように思われます。そして、薄膜コーティングの場合、他の長所が出てきます。それが表面温度の均一性の向上です。

例えば、アルミ製のホットプレートで均一に相手材を暖めたい場合、より均一に暖めようとするならば表面にごく薄いフッ素樹脂コーティングをおすすめします。ホットプレートの表面に熱伝導性の低いプラスチックコーティングを施すことにより温度が相手材に少し移行しにくくなり、ホットプレート側の表面温度が均一になりやすくなります。そして、フッ素樹脂は耐熱性が高いために、他のプラスチックより使用温度範囲が広がります。

さて、寒くなってきたのでそろそろこたつを出してこようと思います。☑