

## 43 高流動点原油積タンカーの船底凝固層と熱貫流について (その2)

【討論】 古林 義弘 君 (1) 高流動点油の場合、凝固層の厚みが変わらない定常時においては凝固層を通して船底板への伝熱量は液相から凝固層への伝熱量に等しくなると思われますが、(9)式の最後の項  $q_B^0$  と  $q_P$  との関係はどのようになっているのでしょうか。

(2) 高流動点油で船底に生じる凝固層の厚みは、船底板の補強材が密に入る程補強材から船底板への伝熱量が増して薄くなると考えられますが、加熱管の省エネルギーを考えた場合補強材及び凝固層の両方から海水に捨てられる総熱量((12)式の  $Q_{FS}$  に相当)を最小にする補強材間隔  $l$  があると思われませんかか。

【回答】 (1) 定常時における船底板での熱流束は(66)式において  $t \rightarrow \infty$  とした場合に相当するため  $q_B^0 = q_P$  となり、液相から凝固層への熱流束は凝固層から船底板への熱流束に等しくなります。

(2) 単位面積当りの船底熱貫流量は(12)式より

$$Q_{FS}/l = Q_S/l + q_B^0 \quad (1)$$

で表わされます。 $Q_S$  は補強材の間隔  $l$  に無関係であり、 $q_B^0$  は液相から凝固層への熱流束  $q_P$  に比例します。 $q_P$  および凝固層の厚さ  $\delta$  は凝固層上の温度境界層内の対流状態により決まり、第1報<sup>1)</sup>より次の関係があります。

$$\left. \begin{aligned} q_P &= N_u \lambda (\theta_0 - \theta_P) / l \\ N_u &\propto l^{3/5}, \delta \propto l^{2/5} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

従って(1)式は次のように表わされる。

$$Q_{FS}/l = Q_S/l + A/l^{2/5} \quad (3)$$

ここに、 $A$  は油の物性値、 $(\theta_0 - \theta_P)$  の関数。

これより、 $l$  が大きくなるほど熱貫流量は減少し、最少となる極値は存在いたしません。

【討論】 山内 啓次 君 (1) 高流動点原油タンカーでは船底凝固層を考慮し、ドレンホールは一般原油タンカーよりも大きくしてあり、特に、ボトムトランスやカ

ーリング部は原油の前後方向流れを重視して少し高い所に追加穴を開けています。これはアフト・トリム時に熱い原油が船尾方向に流れることで、その下流区画の凝固層を溶すことを意図したものであるが可能であるか。

(2) 船底縦通材のドレンホールは上縁が 90mm 程度であり、ほとんど凝固層で埋るものと思われるが、実験では補強材の取付部はタンク底付近まで溶けている。考えられる理由は何か。

(3) 原油洗浄を行う場合には船底に凝固層が形成されないようであるが、凝固層を形成しない条件を定量的につかめなにか。

【回答】 (1) 前部区画からトリムにより流れ込んだ原油により後部区画の凝固層を溶すことは、油の融解潜熱が大きいために長時間を要し、浚油時間内での熱的な溶融は困難と思われる。しかし、軟化した油が流れにより洗掘、はく離して凝固層が薄くなることが考えられます。

(2) 補強材位置の凝固層の厚さ  $\delta_S$  は  $(\theta_P - \theta_B^*) / (\theta_0 - \theta_P)$  に比例します<sup>1)</sup>。(ここに、 $\theta_0$  は油温、 $\theta_P$  は流動点、 $\theta_B^*$  は補強材位置の船底板温度) 実験における冷却水側の熱伝達率  $\alpha_w$  は小さいため  $\theta_B^*$  は冷却水温より 5~7°C 高く、 $\delta_S$  は小さくなる。これに対し実船では  $\alpha_w$  が大きいために  $\theta_B^*$  は海水温との差が 0.5°C 以下であり、さらに、一般に海水温度は実験の冷却水温より低いので、凝固層は厚くなりドレンホールを塞ぐことも起り得ます。

(3) 高流動点原油の凝固点には一般に幅があり、完全に固ることはないため、原油洗浄により凝固層は簡単に洗掘され、はく離した油塊は表面積が増えて溶融し易くなると考えられますが、この現象を定量化するのは難しい。

## 44 海洋構造物用塗装系の耐用期間の要因解析

【討論】 宮嶋 時三 君 (1) 塗料の種類によって環境条件による影響度が異なるなどの特有の問題は、(1)式・(2)式の中で考慮されることになるのか。

(2) 施工要因中の塗布回数は、標準塗装による実際あるいは推定の膜厚とした方がよいと思うが、いかがでしょうか。

(3) 使用中の劣化塗膜を診断して、当初の推定耐用年数の確認あるいは修正を行い、塗膜の余寿命を予測する目的に、本研究の手法を応用できないものか。

【回答】 (1) 塗料によって水に強かったり、紫外線に強かったりする差は、ここでは考慮していません。塗料毎に各環境条件に対する等価膜厚係数を与えることで、この問題を考慮することができますが、有意な結果を得るのに要するサンプル数は膨大なものとなり、現状では不可能です。

(2) 例えば、タールエポキシ塗料の1回塗布による膜厚は 100  $\mu\text{m}$ ~400  $\mu\text{m}$  が選ばれています。そこで、同じ膜厚でも塗布回数に差が出てきます。