ターボチル

吉 川 和 男*

当社は十数年来各種転造フィンチューブを製造販売してきた。その間絶えず性能およびコスト面でより優れた伝熱管の開発研究に取組み、各産業分野の要望に応じてきた。ここに紹介する「ターボチル」(Turbo-Chil)はフィンチューブに関する技術提携先である米国U.O.P.社の技術援助により製造しているもので、現在冷凍機用伝熱管として一般的に使用されているローフィンの内面に螺旋状の突起を付けた新しいタイプの伝熱管である。すなわち管内流体の乱流効果により熱伝達率の改善を計った伝熱管で、管内外のどちらに冷媒を通すタイプの使い方でも伝熱性能は著しく向上し、いわば冷凍機用としては万能型である。

一方最近の省エネルギー、省資源ということから多方面にわたって伝熱管の性能向上に関する試みがなされているが、ターボチルもその一翼を担って既に使用中のユーザーからもご好評をいただき徐々に納入実績も上っている。

1. 形状および寸法

形状は外面のローフィン転造時管内面に写真1に示すような断面の突起を同時加工したものである。したがってローフィンと比べても管端部、中間ランド部共全く同

写真1 ターボチル。

様で熱交換器への組立時の取扱いは何ら変わらない。断面各部寸法の代表例を表1に示すが、内面突起は6および10条の2種類ありその振れ角はいずれも約45°である。

2. 伝熱特性

管内水を流したとき、ローフィンに比較し管内乱流熱伝達性能そのものがどの程度向上するか、また冷凍機の凝縮器、蒸発器用として使用した場合、伝熱管全体としての性能評価の一例を当社の実験結果をもとに述べる。

(1) 管内乱流熱伝達率

水の管内流速と熱伝達率の関係で整理したものを図1に示す。点線は単位長さ当りの等圧力損失線を表わしているが、この図より次のことがわかる。

図1 管内水伝熱性能。

表1 ターボチル寸法代表例。

製品記号	管 端 部		外面フィン部		内 面 突 起 部				管外表面積 A_0 (m ² /m)
	外径 d (mm)	肉厚 X_p (mm)	フィン数 N	フィン高さ h_0 (mm)	内 径 d_i (mm)	条 数	高 さ h_i (mm)	ピッチ P (mm)	
56-1950628	19.05	1.32	19	1.42	14.5	6	0.45	7.10	0.1512
56-1951025	"	1.32	"	"	14.7	10	0.38	4.24	"
56-2650626	"	1.42	26	"	14.5	6	0.45	7.10	0.1920
56-2651028	"	1.47	"	"	14.3	10	0.38	4.24	"

* 古河金属工業株式会社大阪伸銅所加工品部管理課長
Turbo-Chil; K. Kikkukawa (Osaka Copper Works, Furukawa Metals Co., Ltd.)
1978年6月22日受理

(イ) 同一流速に対して70~95%性能向上する。

(ロ) ターボチルの流速をローフィンと同じ圧力損失になるまで落してもなお25~40%性能が向上している。

この結果を無次元数を用いた下記 Sieder-Tate の式で整理してみるとその係数 c_i は表2の通りである。

$$\frac{\alpha_i d_i}{\lambda_b} = c_i \left(\frac{v_i d_i}{\nu_b} \right)^{0.8} \cdot P_r^{1/3} \cdot \left(\frac{\eta_b}{\eta_w} \right)^{0.14}$$

表2 c_i の値。

伝熱管	6条ターボチル	10条ターボチル	ローフィン
c_i	0.044	0.050	0.027

(2) 管外冷媒凝縮および沸騰熱伝達率

伝熱管表面で冷媒が凝縮または沸騰する場合フィンによる管外伝熱性能の向上と同時に管内側の性能改善を計

図2 管外凝縮伝熱性能。

図3 管外沸騰伝熱性能。

らないと伝熱管全体としての効果を十分に生かすことはできない。この意味でターボチルは非常に有効な伝熱管で当社の実験結果によれば、凝縮、沸騰の場合共、同一管内流速での全熱通過率は使用する冷媒の種類によって異なるがローフィンに比較し約20~40%性能が向上する(図2および3)。

さらに最近当社で開発を進めている管外面で凝縮、沸騰を促進させる表面構造のものと組合せると伝熱管全体としての性能は大幅に改善される。これについては改めて紹介したい。

(3) 管内冷媒凝縮および沸騰熱伝達率

実験の一例として、二重管式の蒸発器を使って冷媒を伝熱管の管内で沸騰させ(蒸発器出口における冷媒の過熱度を $2 \pm 2^\circ\text{C}$ に調整)、外管との間を流れる水を冷却

図4 管内沸騰伝熱性能。

するときの結果を図4に示す。外面フィン側の効果もあるが、性能は飛躍的に向上していることがわかる。

3. ま と め

ターボチルの使用により伝熱管本数または長さの節減は勿論のこと、シールの小型化等附随する材料、加工費面でのコストダウンが計れる。また内面の突起はむしろデスケール効果として働き、汚れ係数もローフィンと同程度と考えられる。