<학술논문>

DOI http://dx.doi.org/10.3795/KSME-B.2012.36.4.377

ISSN 1226-4881

비대칭 사다리꼴 핀의 온도분포와 열손실 해석^{\$}

강 형 석^{*} · 송 년 주^{**†}

* 강원대학교 기계의용공학과, ** 강원대학교 대학원

Analysis of Temperature Distribution and Heat Loss for an Asymmetric Trapezoidal Fin

Hyung Suk Kang^{*} and Nyeon Joo Song^{**†}

* Dept. of Mechanical & Biomedical Engineering, Gangwon Nat'l Univ.,

** Dept. of Mechanical & Mechatronics Engineering, Gangwon Nat'l Univ.

(Received June 21, 2011 ; Revised January 10, 2012 ; Accepted January 17, 2012)

Key Words: Asymmetric Trapezoidal Fin(비대칭 사다리꼴 핀), Convection Characteristic Number(대류특성계수), Fin Shape Factor(핀 형상계수), Two-Dimensional Analytic(2차원해석)

초록: 변화되는 위 측면 기울기를 가진 비대칭 사다리꼴 핀의 온도분포가 2차원 해석적 방법을 사용하 여 조사되어 진다. 이 비대칭 핀을 위해, 내부유체로부터 내벽까지의 대류, 내벽으로부터 핀 바닥까지 의 전도, 그리고 핀 바닥을 통한 전도가 동시에 고려된다. 무차원 핀 길이와 높이좌표 변화에 따른 온 도 형상이 보여진다. 또한 핀 아래 끝에서 온도 변화가 핀 형상계수의 함수로 나타내어진다. 핀 길이 의 변화에 따라 핀 바닥을 통한 열손실과 각 면으로부터의 열손실들이 비교된다. 결과들 중 하나는 핀 형상계수가 증가함에 따라 핀 아래 끝에서 온도는 선형적으로 감소함을 보여준다.

Abstract: The temperature distribution of an asymmetric trapezoidal fin with various upper lateral surface slopes is investigated by using the two-dimensional analytic method. For this asymmetric fin, convection from the inner fluid to the inner wall, conduction from the inner wall to the fin base and conduction through the fin base are considered simultaneously. The temperature profile with the variation of dimensionless fin length and height coordinates is shown. Also, the temperature variation at the bottom tip of the fin is presented as a function of the fin shape factor. Heat losses through the fin base and from each side are compared for variations in fin length. One of the results shows that temperature at the fin bottom tip decreases linearly as the fin shape factor increases.

- 기호설명 -

h	: 핀 주위 열대류계수 [W/m ² ·℃]
he	: 핀 끝 열대류계수 [W/m²·℃]
$h_{\rm f}$: 내부 유체 열대류계수 [W/m ² ・℃]
k	: 열전도율 [W/m·℃]
l_b	: 핀 바닥 두께(m)
L_{b}	: 무차원 핀 바닥 두께 [lb/lc]
l_{c}	: 특성길이(m)
le	: 핀 끝 길이(m)
Le	: 무차원 핀 끝 길이 [l。/l。]
$\mathbf{l}_{\mathbf{h}}$: 핀 바닥 높이(m)
§ 0]	논문은 대한기계학회 2011년도 강원지회 춘계
학	술대회(2011. 5. 20., 강원대) 발표논문임
† Co	rresponding Author, song3674@hanmail.net

© 2012 The Korean Society of Mechanical Engineers

- L_h : 무차원 핀 바닥 높이 [l_h/l_c]
- l_w : 핀 폭(m)
- M : 핀 주위 대류특성계수 [h·l_/k]
- Me : 핀 끝 대류특성계수 [he·le/k]
- M_f : 내부유체 대류특성계수 [h_fl_c/k]
- q : 핀으로부터의 열손실 [W]
- Q : 무차원 핀으로부터의 열손실 $\left[q/kl_w\phi_f\right]$
- Qum : 무차원 핀 위 경사면으로부터의 열손실
- Q_{tip} : 무차원 핀 끝면으로부터의 열손실
- Qbt : 무차원 핀 아래면으로부터의 열손실
- s : 핀 측면 기울기 {(1-ξ)l_h/(l_e-l_b)}
- T : 핀 온도(℃)
- T_f : 내부유체 온도(℃)
- T∞ : 주위 온도(℃)
- x : 핀 길이 방향 좌표(m)

강형석·송년주

X : 무차원 핀 길이 방향 좌표 [x/l_c]
 y : 핀 높이 방향 좌표(m)
 Y : 무차원 핀 높이 방향 좌표 [y/l_c]

그리스문자

- β
 : 대류특성계수 비 (Me/M)

 θ
 : 무차원 온도 {(T-T∞)/(Tf-T∞)}

 ξ
 : 핀 형상계수 {1-s(le-lb)/lh, 0≤ξ≤1}

 φ_f
 : 변형된 내부유체 온도 (°C, Tf-T∞)
- λ_n : 고유값 (n=1,2,3,----)

아래 첨자

b	: 핀 바닥
c	: 특성
e	: 핀 끝
f	: 내부유체
h	: 핀 높이
W	: 핀 폭
∞	: 주위

1. 서 론

우리 주변에서 열전달을 촉진시키기 위하여 핀을 많이 사용하고 있음을 알 수 있다. 예를 들 면 전자제품의 방열핀, 열교환기, 자동차의 라디 에이터, 최첨단 비행기, 냉난방기, 공기조화기, 가 열기, 공업용 건조설비 등 광범위한 분야에서 사 용되고 있다. 핀은 형상에 따라 단면이 균일한 직선 핀, 단면이 균일하지 않는 직선 핀, 환형 핀, 핀 핀 등이 있으며 이외에도 많은 다양한 형 상의 핀이 있다. 특히 열교환기에 사용되어지는 핀은 열교환기 성능에 매우 중요한 역할을 하고 있다. 따라서 열교환기 성능을 향상시킬 수 있는 새로운 형상의 핀 개발로 기존 열교환기의 성능 향상에 기여할 수 있다.

전도와 대류의 조합된 영향을 받는 예는 고체 와 인접한 유체 사이에 열전달을 촉진시키기 위 한 확장 표면의 핀을 이용하여 열전달을 증가 시 키는 것 이다.⁽¹⁾ 핀을 이용한 열전달 촉진 방법에 관한 연구는 끊임없이 전개되고 있으며 연구결과 도 지속적으로 발표되어 지고 있다. Jo와 Cho는 열평형적분법에 의한 사다리꼴 단면의 직선 휜에 서의 열전달을 연구하였고,⁽²⁾ Kim과 Kang은 평판 핀 열교환기의 성능 향상을 위한 변형된 평판 핀 에 대한해석을 연구했으며,⁽³⁾ Kundu와 Das는 외 접원형튜브 타원형 핀의 최적화와 성능해석에 관





하여 연구했으며,⁽⁴⁾ 그리고 Khani와 Aziz는 열전 도율과 열전달계수가 온도에 따라 변하는 경우에 사다리꼴 핀의 열 해석을 하였다.⁽⁵⁾

이러한 연구들은 모두 핀의 형상이 대칭이다. 이와 같이 대칭인 모델을 사용하는 이유 중의 하 나는 실제로 많이 사용되어질 뿐만 아니라 또한 계산이 간편해지기 때문이라 생각된다.

비대칭 핀에 대한 연구로는 Kang이 핀 뿌리의 높 이를 고정하였을 때 무차원 핀 길이의 변화에 대해 발생할 수 있는 최대 핀 유용성의 98%를 핀의 최적 화로 정하여 유용성의 측면에서 기하학적, 열적 비 대칭 사다리꼴 핀의 최적화 대하여 연구하였고,⁽⁶⁾ Kang과 Look은 비대칭 사다리꼴 핀에 대한 연구로 핀 바닥두께의 변화를 고려하지 않을 때에 고정된 핀 바닥 높이에 기준하여 핀의 최적화를 다루었 다.⁽⁷⁾ 이들은 비대칭 사다리꼴 핀에 대한 연구를 하 였으나 핀 바닥 두께의 영향은 고려하지 않았다.

따라서 본 연구는 핀 바닥 두께를 고려한 비대칭 사다리꼴 핀을 모델로 하여 핀 내의 온도분포와 각 면으로부터의 열손실 값을 비교 제시 하고자 한다. 핀의 형상계수 변화에 따른 즉, 비대칭 삼각 핀으로 부터 사각 핀으로 변화하는 확장 표면 핀에 대하여 핀 내부유체의 온도를 기준으로 내부유체로부터 핀 내벽까지의 열대류, 내벽부터 핀 바닥까지의 전도 열전달, 그리고 핀 바닥을 통한 열전도를 동시에 고 려하면서 비대칭 사다리꼴 핀의 온도 분포에 관하 여 2차원적으로 해석하였다.

2. 2차원 해석

본 논문의 수치해석을 위하여 2차원 해석적 방

378

법이 사용된다.

2.1 지배 방정식 및 경계조건

형상이 변하는 기하학적 비대칭 사다리꼴 핀의 개요는 Fig. 1과 같다. 이 핀의 형상은 *s*값의 변 화에 따라 비대칭 삼각 핀으로부터 비대칭 사다 리꼴 핀을 거쳐 사각 핀까지 변화되는데 정상 상 태에서 이러한 핀을 위한 2차원 지배방정식은 식 (1)로 주어진다.

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial Y^2} = 0 \tag{1}$$

핀의 윗면 경사값 s는 식 (2)로 표현된다.

$$s = (1 - \xi)l_h / (l_e - l_b), \ (0 \le s \le \frac{l_h}{l_e - l_b})$$
(2)

식 (2)에서 핀 형상계수 *ξ*의 범위가 0에서 1사이 로 변하여, *ξ*가 0이면 비대칭 삼각 핀, *ξ*가 1이 면 사각 핀이 된다. 무차원 지배방정식 (1)을 풀 기위하여 필요한 경계조건식은 식 (3), (4), (5)의 3개식과 에너지 균형조건식 (6)의 1개가 필요하 다.

$$-\frac{\partial\theta}{\partial X}\Big|_{X=L_b} = \frac{1-\theta|_{X=L_b}}{\frac{1}{M_f} + L_b}$$
(3)

$$-\frac{\partial\theta}{\partial Y}\Big|_{Y=0} - M \cdot \theta\Big|_{Y=0} = 0$$
(4)

$$-\frac{\partial\theta}{\partial X}\Big|_{X=L_e} + M_e \cdot \theta\Big|_{X=L_e} = 0$$
⁽⁵⁾

$$-\int_{0}^{L_{h}} \frac{\partial \theta}{\partial X} \bigg|_{X=L_{b}} dY = M \sqrt{\frac{1}{s^{2}} + 1} \int_{L_{Y}}^{L_{b}} \theta dY$$
$$-\int_{0}^{L_{Y}} \frac{\partial \theta}{\partial X} \bigg|_{X=L_{c}} dY + \int_{L_{b}}^{L_{c}} \frac{\partial \theta}{\partial Y} \bigg|_{Y=0} dX$$
(6)

물리적으로 경계조건 (3)은 내부 유체로부터 핀 내벽으로 전달되는 대류에 의한 열전달과 핀 내 벽으로부터 핀 바닥까지 전도 열전달과 핀 바닥 을 통하여 흐르는 전도 열전달이 모두 같다는 의 미이고, 경계조건 (4)은 핀 아래 표면을 통하여 호르는 전도 열전달이 핀 아래 표면을 통하여 외 부로 나가는 대류 열전달과 같다는 것을 나타내 는 것이며, 경계조건 (5)은 핀 끝을 통하여 흐르 는 전도 열전달이 핀 끝을 통하여 외부로 나가는 대류열전달과 같다는 것을 나타내는 것이다. 에 너지 균형 조건식 (6)은 핀 바닥을 통하여 전도로 들어오는 열전달은 핀 위 경사면을 통하여 대류 로 나가는 열전달과 핀 끝 면과 아래 수평면을 통하여 나가는 대류 열전달의 합과 같음을 의미 한다.

2.2 Fin의 온도분포

지배방정식 (1)을 변수분리법을 이용하여 푼 후 경계조건 (3), (4), (5)을 적용하면 온도 분포식은 식 (8)로 계산할 수 있다.

$$\theta = \sum_{n=1}^{\infty} N_n (\cosh \lambda_n X + f_n \sinh \lambda_n X)$$

• $(\cos \lambda_n Y + b_n \sin \lambda_n Y)$ (8)

여기서,

$$N_n = \frac{f_1(\lambda_n)}{\left[f_2(\lambda_n) - (1/M_f + L_b)f_3(\lambda_n)\right]A(\lambda_n)} \tag{9}$$

$$f_1(\lambda_n) = 4\{\lambda_n \sin \lambda_n L_h + M(1 - \cos \lambda_n L_h)\}$$
(10)
$$f_1(\lambda_n) = \cosh \lambda_n L_h + f_n \sin \lambda_n L_h$$
(11)

$$f_2(\lambda_n) = \cosh \lambda_n L_b + f_n \sin \lambda_n L_b \tag{11}$$

$$f_{3}(\lambda_{n}) = \lambda_{n} \sinh \lambda_{n} L_{b} + \lambda_{n} f_{n} \cosh \lambda_{n} L_{b}$$
(12)
$$A(\lambda_{n}) = f_{n}(\lambda_{n}) + f_{n}(\lambda_{n}) + f_{n}(\lambda_{n})$$
(13)

$$A(\lambda_n) = f_4(\lambda_n) + f_5(\lambda_n) + f_6(\lambda_n)$$
(13)
$$f_1(\lambda_n) = 2\lambda^2 I_1(\lambda_n) + f_6(\lambda_n)$$
(14)

$$f_4(\lambda_n) = 2\lambda_n^2 L_h + \lambda_n \sin 2\lambda_n L_h \tag{14}$$

$$f_5(\lambda_n) = 2M(1 - \cos 2\lambda_n L_h) \tag{15}$$

$$f_6(\lambda_n) = M^2 \left(2L_h - \frac{\sin 2\lambda_n L_h}{\lambda_n} \right)$$
(16)

$$f_n = \frac{\lambda_n \sinh \lambda_n L_e + M_e \cosh \lambda_n L_e}{\lambda_n \cosh \lambda_n L_e + M_e \sinh \lambda_n L_e}$$
(17)

$$b_n = \frac{M}{\lambda n} \tag{18}$$

고유값λ_n은 에너지 균형식 (6)을 풀어서 정리 한 식 (19)로부터 구할 수 있다.

$$f(\lambda_n) = \frac{M}{\lambda_n^2 \sqrt{1+s^2}} (G_1 + G_2) - G_3 + G_4$$
(19)

$$G_1 = g_1(g_2 - g_3) + g_4 - g_5 \tag{20}$$

$$G_2 = g_6(g_7 + g_8) \tag{21}$$

$$G_3 = g_1(g_9 + g_{10}) \tag{22}$$

$$G_4 = g_6(g_{11} + g_{12}) \tag{23}$$

$$g_1 = \lambda_n \cosh \lambda_n L_e + M_e \sinh \lambda_n L_e$$
(24)
$$g_1 = \sin \lambda_n L_e (g_1) \cosh \lambda_n L_e (g_2)$$
(25)

$$g_2 = \sin\lambda_n L_h \left(s\lambda_n \cosh\lambda_n L_b - M \sinh\lambda_n L_b \right)$$
(25)

$$g_3 = \cos\lambda_n L_h \left(\lambda_n \sinh\lambda_n L_b + sM\cosh\lambda_n L_b\right)$$
(26)

$$g_4 = \lambda_n s M \cos \lambda_n L_Y - \lambda_n M_e \cos \lambda_n L_Y \tag{27}$$

$$g_5 = s\lambda_n^2 \sin\lambda_n L_Y + M \bullet M_e \sin\lambda_n L_Y$$
(28)

$$g_6 = \lambda_n \sinh \lambda_n L_e + M_e \cosh \lambda_n L_e \tag{29}$$

$$g_7 = \cos\lambda_n L_h \left(\lambda_n \cosh\lambda_n L_b + sMsinh\lambda_n L_b\right)$$
(30)

$$g_8 = \sin\lambda_n L_h \left(M \cosh\lambda_n L_b - s\lambda_n \sinh\lambda_n L_b \right)$$
(31)

$$g_9 = g_{13} \sinh \lambda_n L_e \tag{32}$$

$$g_{10} = g_{14} \sinh \lambda_n L_e \tag{33}$$

$$g_{11} = g_{14} \cosh \lambda_n L_e \tag{34}$$

$$g_{12} = g_{13} \cosh \lambda_n L_e \tag{35}$$

$$g_{13} = \sin\lambda_n L_Y - \frac{M \cdot M_e}{\lambda_n} \cos\lambda_n L_Y \tag{36}$$

$$g_{14} = \frac{M \cdot M_e}{\lambda_n} \cos\lambda_n L_h - \sin\lambda_n L_h \tag{37}$$

2.3 Fin의 열손실

에너지 균형식 (6)을 수치적으로 확인하기 위하 여 핀 바닥을 통한 열손실과 각 면으로 부터의 열손실을 수식으로 나타내어 비교 분석한다. 이 를 위하여 먼저 식 (6)의 좌변에 있는 핀 바닥을 통하여 전도로 들어가는 열전달은 다음과 같이 식 (39)로 표현된다.

$$q = \int_{0}^{l_{h}} \left[-k \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x = l_{b}} \right] l_{w} dy$$
$$= -k \varphi_{f} l_{w} \int_{0}^{L_{h}} \frac{\partial \theta}{\partial X} \Big|_{X = L_{b}} dY$$
(39)

식 (39)를 풀어 정리하여 무차원 형태의 열손실 로 나타내면 식 (40)으로 씌어 진다.

$$Q = -\sum_{n=1}^{\infty} N_n g_{15} g_{16} \tag{40}$$

여기서,

$$g_{15} = \sinh\lambda_n L_b + f_n \cosh\lambda_n L_b \tag{41}$$

$$g_{16} = \sin\lambda_n L_h + b_n (1 - \cos\lambda_n L_h) \tag{42}$$

식 (6)의 우변 첫째 항인 핀의 위 경사면으로 부터의 무차원 형태의 열손실은 식 (43)으로 씌어 진다.

$$Q_{up} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{MN_n}{\lambda_n \sqrt{1+s^2}} \left[g_2 - g_3 + g_{17} + g_{18} - f_n (g_7 + g_8 - g_{19} + g_{20}) \right]$$
(43)

여기서,

- $g_{17} = \cos\lambda_n L_Y(\lambda_n \sinh\lambda_n L_e + sMcosh\lambda_n L_e) \quad (44)$
- $g_{18} = \sin\lambda_n L_Y (Msinh\lambda_n L_e + s\lambda_n \cosh\lambda_n L_e) \quad (45)$ $g_{19} = \cos\lambda_n L_Y (\lambda_n \cosh\lambda_n L_e + sMsinh\lambda_n L_e) \quad (46)$
- $g_{20} = \sin\lambda_n L_Y(s\lambda_n \sinh\lambda_n L_e M \cosh\lambda_n L_e)$ (47)

식 (6)의 우변 둘째 항인 핀의 끝면으로 부터의 무차원 형태의 열손실은 식 (48)로 씌어 진다.

$$Q_{tip} = -\sum_{n=1}^{\infty} N_n g_{16} g_{21}$$
(48)

여기서
$$g_{21} = \sinh \lambda_n L_e + f_n \cosh \lambda_n L_e \tag{49}$$

식 (6)의 우변 셋째 항인 핀의 아래면으로 부터 의 무차원 형태의 열손실은 식 (50)으로 씌어 진 다.

$$Q_{bt} = \sum_{n=1}^{\infty} N_n b_n (g_{21} - g_{15})$$
(50)

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 4개의 핀 바닥 높이에 대하여 핀 길이 방향의 좌표 변화에 따른 핀의 온도 변화를 나타 내고 있는 것이다. 핀 바닥 높이가 높아짐에 따 라 전체적으로 좌표 변화에 따라 온도 값은 높아 짐을 보여준다. 핀 길이 방향의 좌표 변화에 따 라 온도는 핀 바닥 높이가 높을수록 서서히 감소 함을 보여 주고 있다. 즉, Lh가 0.1에서는 급속히 감소하고 Lh가 1일 때는 서서히 감소하는 것을 보여주고 있다. 여기서 핀의 길이 방향의 끝으로 갈수록 온도가 떨어지는 이유는 계속하여 핀으로 부터 주위로 열손실이 발생하고 있기 때문이다.

Fig. 3은 4개의 핀 바닥 두께에 대하여 핀 길이 방향의 좌표 변화에 따른 핀의 온도 변화를 나타 내는 것이다. 핀 길이 방향의 좌표에 따른 온도



Fig. 2 Temperature profile along the dimensionless fin length (ξ =0.5, L_e =3, M_f =20, L_b =0.1, M=0.1, β =1)



Fig. 3 Temperature profile along the dimensionless fin length (ξ =0.5, L_e =2, M_f =20, L_h =0.3, M=0.1, β =1)

변화는 4경우에 핀 바닥 두께 모두에 대하여 비 슷함을 보여 주며, 단지 핀 바닥 두께가 두꺼워 질수록 같은 X값에서는 온도가 더 높아짐을 보 여준다. 여기서 X=0은 핀 내벽을 의미하고, X=2 는 핀 끝을 의미하는 것으로 핀 바닥 두께가 두 꺼워 질수록 핀 길이는 짧아지게 된다.

Fig. 4는 2개의 핀 주위 대류 특성계수에 대하 여 핀 높이 방향의 좌표 변화에 따른 핀의 온도 변화를 나타내는 것이다. 핀 높이 방향의 좌표에 따른 온도 변화는 M=0.1에서는 거의 변하지 않는 일직선으로 보여주나, 특히 대류 특성계수M이 증 가하여 M=0.5일 때는 온도 변화가 현저해짐을 보여주며, 특히 핀의 형상이 비대칭인 관계로 핀 밑면의 온도가 핀 윗면의 온도보다 더 낮음을 알



Fig. 4 Temperature profile along the dimensionless fin height (ξ =0.5, L_e =2, M_f =20, L_b =0.1, L_h =0.5, β =1)



Fig. 5 Temperature variation as a function of the fin shape factor (M=0.3, M_t =20, L_b =0.1, L_h =0.4)

수 있다.

Fig. 5는 X=L_e, Y=0에서, 즉, 핀 끝 밑면의 지 점에서 핀의 형상계수 변화에 따른 핀의 온도 변 화를 나타내는 것이다. 핀의 형상계수가 커짐에 따라 (핀의 형상계수ξ가 0.0으로 가까울수록 핀의 형상이 비대칭 삼각형에 가까운 핀이 되고, ξ가 1.0에 가까울수록 핀의 형상이 사각형 핀에 가까 워짐에 따라) 온도는 전체적으로 서서히 감소함 을 보여 준다. 또한 ξ값이 같을 때는 대류특성계수 비 가 클수록 온도 값이 작아짐을 보여준다. Table 1은 핀 형상계수가 0.25와 0.75인 경우 핀

길이의 변화에 따른 핀 바닥을 통한 열손실과 핀 의 각 면으로부터의 열손실의 비교를 나타낸다. 여기서 Q는 식 (6)의 좌측 항인 핀 바닥을 통한

Table 1 Comparison of heat loss (M=0.1, $M_f=20$, $L_b=0.1$, $L_b=0.25$)

<i>ξ</i> =0.25								
L_e	Q	Q_{up}	Q_{tip}	Q_{bt}				
0.25	0.0434	0.0232	0.0059	0.0143				
1	0.1395	0.0686	0.0040	0.0668				
2	0.1852	0.0921	0.0018	0.0912				
ξ=0.75								
L_e	Q	Q_{up}	Q_{tip}	Q_{bt}				
0.25	0.0477	0.0156	0.0178	0.0143				
1	0.1445	0.0665	0.0120	0.0661				
2	0.1868	0.0908	0.0054	0.0906				



Fig. 6 Heat loss from three different sides versus fin shape factor ($L_b=0.1$, $L_e=1$, M=0.1, $M_f=20$)

핀으로부터의 열손실을 나타내며, Q_{up} 는 식 (6)의 우측 첫째 항인 핀 윗면으로부터의 열손실, Q_{tin} 는 식 (6)의 우측 둘째 항인 핀 끝면 으로부터의 열손실, 그리고 Q,는 식 (6)의 우측 셋째 항인 핀 아래면 으로부터의 열손실을 각각 나타낸다. 각 면으로부터의 열손실을 모두 더 한 합은 핀 바닥 면을 통한 열손실과 비교하여 똑 같거나, 아주 작은 오차를 보여주는 경우가 있는데 이는 소수 5째 자리로부터의 반올림에 의한 것이며 컴퓨터 프로그램에 입력한 소수 6째 자리까지 나타낼 경 우는 모두 똑 같아진다. 핀 길이가 길어짐에 따 라 핀으로부터의 열손실과 위아래 면으로부터의 열손실은 증가하는 반면 핀 끝으로부터의 열손실 은 위아래 면으로 열이 많이 손실됨에 따라 감소 함을 보여준다.

Fig. 6은 핀 바닥높이가 각각 0.2와 0.5일 때 핀

형상계수의 변화에 따른 핀 윗면, 아래면 그리고 끝 면으로부터의 열손실의 변화를 나타낸다. 핀 바닥높이가 0.5일 때가 0.2일 때에 비교하여 핀 형상계수의 변화에 따른 각 세면으로부터의 열손 실의 변화가 보다 현저함을 알 수 있다. 핀 형상 계수가 커짐에 따라 핀 윗면과 아래 면으로부터 의 열손실은 감소하는 반면 핀 끝 면으로부터의 열손실은 면적의 증가에 따라 선형적으로 증가함 을 보여준다. 핀 형상계수의 변화에 따라 핀 아 래 면으로부터의 열손실의 변화는 상대적으로 미 미함을 주지할 수 있다.

4. 결 론

앞에서의 결과 및 고찰로부터 다음과 같은 결 론을 얻을 수 있다.

(1) 핀 바닥 높이가 다를 때 핀 길이 방향 좌표 에 따른 온도 변화는 핀 바닥 높이가 높을수록 온도는 높게 나타났으며, 핀 길이 방향의 좌표 변화에 따라서 온도가 감소하는 것은 핀 길이 방 향의 끝으로 갈수록 계속하여 핀으로부터 주위로 열손실이 발생하고 있기 때문이다.

(2) 핀 길이 방향의 좌표에 따른 온도변화는 핀 바닥 두께 변화에 영향은 별로 받지 않으며, 단 지 핀 바닥 두께가 두꺼워질수록 온도가 더 높게 나타났다.

(3) 핀 높이 방향의 좌표에 따른 온도 변화는 핀의 형상이 비대칭인 관계로 핀 밑면의 온도가 핀 윗면의 온도보다 더 낮음을 알 수 있었다.

(4) 핀 끝 밑면에서 온도는 핀의 형상 계수가 커짐에 따라 서서히 감소하는 것으로 나타났으 며, 또한 ξ값이 같을 때 대류특성계수 비가 클수 록 온도 값이 작게 나타났다.

(5) 핀 형상계수가 커질수록 핀 윗면과 아래 면 으로부터의 열손실은 감소하는 반면 핀 끝 면으 로부터의 열손실은 끝 면 면적의 증가에 따라 선 형적으로 증가함을 보여준다.

참고문헌

- (1) Incropera, F. P. and DeWitt, D. P., 2002, "Fundamentals of Heat and Mass Transfer," *Wiley*, pp.88~149.
- (2) Jo, J. C. and Cho, J. H., 1982, "Heat Transfer

Analysis in a Strait Fin of Trapezoidal Profile by Heat Balance Integral Method," *Int. J. Heat Mass Transfer*, Vol. 11, No. 3, pp. 1~8.

- (3) Kim, Y. H. and Kang, H. S., 2001, "Analysis of a Modified Plate Fin for Enhanced Performance of a Plate Fin Heat Exchanger," *Trans. of the KSAE*, Vol. 9, No. 3, pp. 84~91.
- (4) Kundu, B. and Das, P. K., 2007, "Performance Analysis and Optimization of Elliptical Fins Circumscribing a Circular Tube," *Int. J. Heat Mass Transfer*, Vol. 50, No. 3, pp. 173~180.
- (5) Khani, F. and Aziz, A., 2010, "Thermal Analysis of a Longitudinal Trapezoidal Fin with

Temperature-Dependent Thermal Conductivity and Heat Transfer Coefficient," *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat*, 15, pp. 590~601.

- (6) Kang, H. S., 2003, "Optimization of Geometrically, Termally Asymmetric Trapezoidal Fins with a View of Effectiveness," *Trans. of the KSME(B)*, Vol. 27, No. 5, pp. 579~588.
- (7) Kang, H. S. and Look, jr. D. C., 2004, "Optimization of Thermally and Geometrically Asymmetric Trapezoidal Fins," *AIAA J. of Thermophysics and Heat Transfer*, Vol. 18, No. 1, pp. 52~57.