

진공청소기 임펠러 설계 프로그램

⁰안광운* · 이승배** · 백승조*** · 김창준*** · 전완호***

Design Program of impellers of Vacuum Cleaner

⁰K.-W. Ahn*, S. Lee**, S.-J. Baek***, C.-J. Kim*** and W.-H. Jeon***

Key Words : TEIS model(이구역 모델), Deviation Angle(이탈각), Diffusion Ratio(확산비)

ABSTRACT

In this research, we developed a computer code that designs a compressor impeller, which serves as an essential component of a vacuum cleaner, and predicted its performance. The TEIS model originally developed by Japikse(1985), and the mean line analysis are combined to design the centrifugal impeller optimally. In this program, the inlet geometry is designed by using the mean line analysis, and with assumption of reasonable exit blade angle, the optimal geometry is searched by means of TEIS model and iterative scheme. The performance of designed impeller was compared with experimental data, and the far-field noise by the rotating impeller is also predicted.

기호설명

A : Area
b : Height of inlet and outlet
C : Absolute velocity
D : Diameter
h : Enthalpy
T : Temperature

α : Fluid angle between meridional and absolute velocity
 δ : Deviation angle
 ρ : Density
P : Pressure
R : Gas constant
W : Relative velocity, Work
 m' : Mass flow rate
 β : Fluid angle between meridional and relative velocity
 ϵ : Secondary zone area ratio
 χ : Secondary zone mass ratio
Ma : Mach number

* (주)에어로네트

E-mail: kwahn@aeronet.co.kr

Tel: 032)429-9798 Fax: 032)429-9799

** 인하대학교 기계공학과, 정희원

*** (주)LG전자

하첨자

0 : total, stagnation

1 : compressor inlet

2 : compressor outlet
 3 : diffuser inlet
 4 : diffuser outlet
 th : diffuser throat
 s : secondary zone
 p : primary zone
 m : meridional, mixed zone

1. 서 론

진공청소기에 사용되는 소형의 원심형 임펠러는 고속으로 회전하는 원심형 압축기의 특성을 가지고 있다. 소형 원심형 압축기에 관한 최근의 연구동향은 진공청소기에 사용되는 소형 원심형 팬의 형상변수가 성능에 미치는 연구⁽¹⁾ 및 초소형 원심 압축기의 날개두께 변화가 성능에 미치는 영향에 대한 연구⁽²⁾ 등이 있다. 원심형 압축기의 성능을 가장 잘 나타내는 요소인 압축비는 입력일(work input)계수, 미끄러짐(slip), 유체의 비열비(specific heat ratio), 입구의 유체속도 그리고 출구의 접선방향 속도 등에 의해서 결정이 되므로 이러한 요소들 간의 상관관계를 고려하여 높은 압축비를 내도록 임펠러를 설계해야 한다.

임펠러는 원심형 압축기의 가장 중요한 부품이며 임펠러 유로내의 유동을 해석하기 위해서는 임펠러를 회전하는 디퓨저로 간단하게 모델링하여 성능을 예측할 수 있다. 그러나 실제로는 임펠러의 곡률과 회전으로 인해 복잡한 과정이 되어서 유동이 실제로 흐르는 유효면적을 고려해야 한다.

본 연구에서 임펠러내의 유동을 해석하고 해석된 결과를 바탕으로 하여 임펠러를 설계하기 위해서 입구에서는 평균유선법과 Cordier 이론⁽³⁾을 그리고 전영역에 걸쳐서는 TEIS model을 사용하였다. TEIS model은 Japikse(1985)⁽⁴⁾가 처음 제안한 이론으로 임펠러 출구의 유동을 비점성, 등엔트로피구간과 점성 및 비등엔트로피 구간으로 나누어 두 영역이 급속히 혼합할 때 발생하는 손실을 계산하여 성능을 예측하는 이론이다. 이 두 영역은 서로 상태가 상당히 다르기 때문에 급속히 혼합되어 출구엔트로피의 증가를 초래하며 이것이 전 압력 손실의 원인이 된다. 또한 혼합 시에는 정압의 상승도 수반한다. TEIS model을 설계에 적용하기 위해서는 초기에 임펠러의 형상을 적당히 가정하고 TEIS model 계산을 수행하여 얻어진 결과를 다음의

계산에 반복적으로 반영하는 방법을 사용하여야 한다. 이를 위해서는 초기에 형상을 가정하는 것이 매우 중요하며 입구에서는 압축비에 영향을 미치는 입구속도가 최소가 되도록 그리고 출구에서는 실제 유효면적을 고려하여 가정한다.

본 연구에서 모델이 된 원심형 임펠러는 진공청소기에 사용되는 것으로서 외경이 0.11m, 내경이 0.033m, 후향익 날개 9개를 가지며, 입구인두서는 없이 작동점에서 36280rpm으로 회전하여 1.79 m³/min의 유량과 1891mmAq의 진공도를 낸다.

2. 설계의 개요

임펠러의 설계는 청소기에 사용되는 원심형 임펠러를 모델로 하여 입구인두서가 없고 후향익 날개를 가지는 것을 기본으로 하였다. 설계의 개요는 다음과 같다.

유량, 전 압력 상승, 회전수, 입구압력, 날개수를 입력으로 주면 임펠러의 외경을 Cordier 식을 이용하여 결정하고 입구에서는 입구 손실이 최소가 되도록 내경을 결정한다. 내경이 결정되면 속도삼각형을 이용하여 입구 속도와 유동각도를 구하고 입구의 날개각도를 결정한다. 또한 입구의 상태들을 열역학적 관계식을 이용하여 구한다. 출구에서는 TEIS model을 이용하여 주영역과 이차영역으로 구분한다. 출구의 날개각도를 입구날개각도와 비교하여 가정하고 주영역의 출구 상대속도를 확산비(diffusion ratio)를 이용하여 가정한 후, 각각의 영역에서 속도삼각형을 이용하여 속도와 열역학적 관계식을 이용하여 상태들을 구한다. 두 영역이 혼합되는 혼합영역은 열역학적 관계식과 속도삼각형을 이용하고 최종적으로 slip을 계산하여 수렴할 때까지 주영역의 이탈각(deviation angle)을 변화시켜 출구의 날개각도를 결정한다. 상기 내용은 Fig.1에 순서도로 도시되어 있다.

3. 성능예측과 설계

3.1. 가정

TEIS model을 사용하여 설계를 하고 성능예측을 수행하기위한 가정은 다음과 같다.

첫째, 임펠러 내부의 유동은 비점성, 가역과정의 제트 영역과 점성, 비가역과정의 후류영역이 존재한다.

둘째, 임펠러출구에서는 제트의 주영역과 후류의 이차 영역에서 정압은 동일하다.

셋째, 임펠러유동의 미끄러짐은 주로 주영역에서 일어난다.

넷째, 주영역과 이차영역은 출구에서 급속히 혼합된다.

다섯째, 임펠러 입구에서의 유동은 스월(swirl)이 존재하지 않는다.

여섯째, 임펠러의 축판 마찰일은 무시한다.

3.2. 임펠러 입구

청소기의 임펠러 입구에서는 인듀서가 없이 유동이 임펠러에 부딪힌다. 따라서 입구에서의 유동의 상태는 속도벡터 삼각형과 열역학적 관계식으로부터 구할 수 있다. 입구에서는 외경을 Cordier 식을 이용하여 결정한 후 입구속도를 최소로 하여 입구손실이 최소가 되도록 내경 및 입구날개각도를 결정한다. 또한 인듀서가 없으므로 유동은 입구에서 90°로 꺾이고 임펠러 날개각도와 유동의 각도차이(incidence angle)도 존재한다. 유동이 90°로 꺾이면서 발생하는 손실은 다음과 같다.

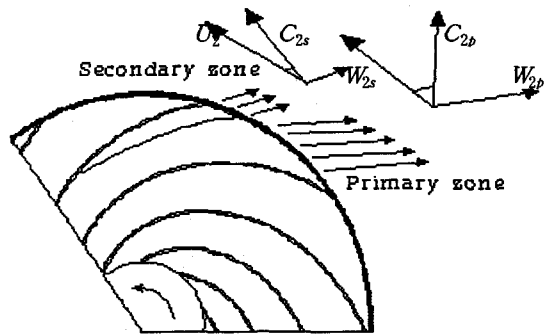
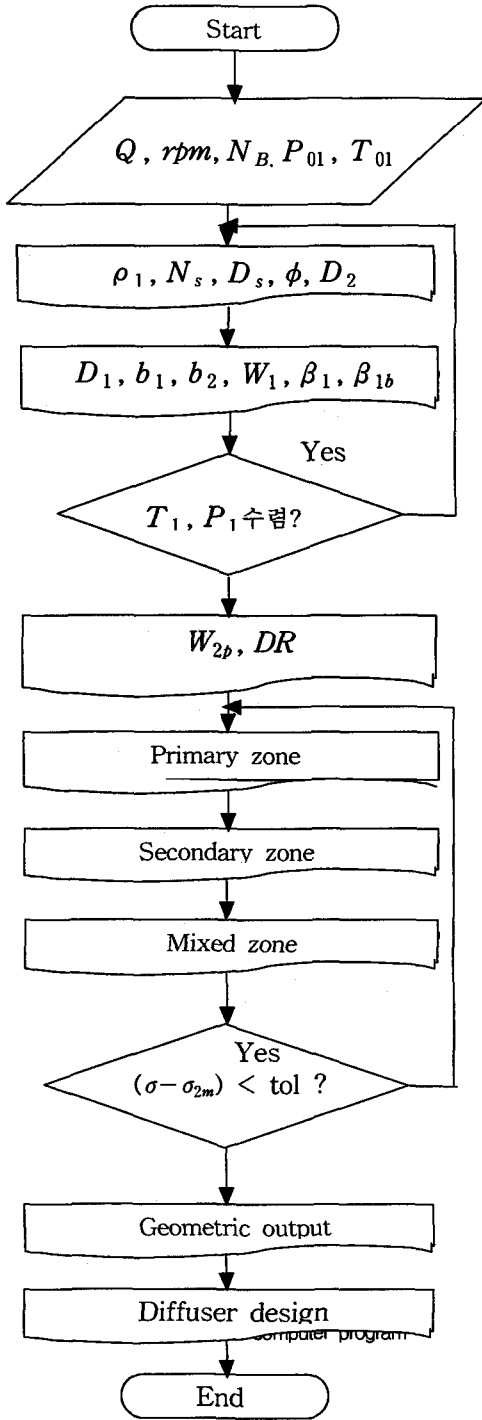


Fig. 2 Schematics of TEIS model

$$P_{loss, E} = \xi_E \left(\frac{\rho}{2} C_1^2 \right), \xi_E = 0.15 - 0.25 \quad (1)$$

입사손실(incidence loss)을 계산하기 위해서는 다음과 같이 계산된 입구날개 각도에 대한 최적의 유체각도를 계산한다.

$$\tan \beta_{1, opt} = \frac{A_1'}{A_1} \tan \beta_{1b} \quad (2)$$

입구입사로 인해 발생하는 속도성분은 $W_L = W_1 \sin(|\beta_1 - \beta_{1, opt}|)$ 이고 압력손실은 다음과 같다.

$$P_{loss, I} = \frac{\rho_1}{2} W_L^2 \quad (3)$$

임펠러 입구의 상태는 다음의 식들로 표현된다.

$$C_1 = \sqrt{C_{m1}^2 + C_{u1}^2} \quad (4-1)$$

$$W_1 = \sqrt{(U_1 - C_{u1})^2 + C_{m1}^2} \quad (4-2)$$

$$Ma_1 = \frac{C_1}{\sqrt{\gamma R T_1}} \quad (4-3)$$

$$P_{01} = P_1 \left(1 + (\gamma - 1) \frac{Ma_1^2}{2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \quad (4-4)$$

$$T_{01} = T_1 \left(1 + (\gamma - 1) \frac{Ma_1^2}{2} \right) \quad (4-5)$$

$$h_{01} = C_p T_{01} \quad (4-6)$$

$$h_1 = h_{01} - \frac{C_{m1}^2}{2} \quad (4-7)$$

3.2. 임펠러 출구

임펠러 출구는 앞에서 기술한 바와 같이 주영역과 이차영역으로 구분한다. 주영역의 예측을 위해서는 다음과 같이 출구날개각도의 계산이 선행되어야 한다. 출구 날개각도, β_{2b} 를 예측하기 위한 가정은 다음과 같다.

첫째, 출구 날개각도는 입구 날개각도보다 크다.

둘째, 출구의 유로면적은 입구의 유로면적보다 크다.

출구의 날개각도가 너무 작으면 부압면(suction surface)에서 박리(separation)가 발생하여 손실이 증가하고 반대로 너무 크면 압력상승에 직접적인 영향이 있는 C_{u2} 의 지나친 감소를 보완하기 위해 U_2 의 증가가 요구되고 이는 외경의 증가로 이어지므로 좋지 않다. 그러나 C_2 의 감소는 출구에서 동압 대신 정압이 많이 상승하는 현상이므로 디퓨저의 역할이 크게 요구되지 않아서 바람직하다. 따라서 출구 날개각도는 자오선 방향을 기준으로 했을 때 가능한 커지도록 설계

하되 외경, 확산비(Diffusion ratio, DR) 그리고 미끄러짐(slip)을 고려하여 수렴하도록 설계한다. 반복계산의 초기에는 β_{2b} 를 다음과 같이 가정한다.

$$\beta_{2b} = (\beta_{2b, max} + \beta_{2b, min})/2 \quad (5)$$

여기서, $\beta_{2b, max}$ 은 출구의 유로면적이 입구의 유로면적과 같아질 때의 날개각도이고 $\beta_{2b, min}$ 은 확산비가 막힘(stall)이 발생하는 확산비인 DR_c 와 같아질 때의 날개각도이다. 반복계산의 두 번째부터는 미끄러짐을 고려하여 다음과 같이 예측한다.

$$\beta_{2b} = - \tan^{-1} \left(\frac{U_2 - C_{u2m}/\sigma}{C_{m2m}} \right) \quad (6)$$

식 (6)은 다음에서 근거한 것이다.

미끄러짐이 없는 이상적인 경우에 출구 날개각도는 속도 삼각형으로부터 $\beta_{2b} = - \tan^{-1} \left(\frac{U_2 - C_{u2m}}{C_{m2m}} \right)$

이고 미끄러짐을 고려하였을 경우 출구절대속도의 접선방향속도성분인 C_{u2m} 이 C_{u2m}/σ 으로 감소하므로

실제적인 β_{2b} 는 $\beta_{2b} = - \tan^{-1} \left(\frac{U_2 - C_{u2m}/\sigma}{C_{m2m}} \right)$

이다. 주영역의 이탈각(deviation angle)은 최대와 최소의 한계를 정하여, $\delta_{2p} = (\delta_{2p, max} + \delta_{2p, min})/2$ 으로 한다.

출구 속도는 $W_{2p} = W_1/DR$ 이다. 확산비(Diffusion Ratio, DR)는 임펠러를 회전하는 디퓨저로 간주하여 고려된 디퓨저의 효율, 입, 출구의 실제 유로면적 그리고 이상적인 유로면적의 함수이다. 따라서 출구유동각도는 $\beta_{2p} = \beta_{2b} + \delta_{2p}$ 이며, W_{2p} 를 이용하여 상태들을 다음의 식으로 표현할 수 있다.

$$h_{2p} = h_{total} + \frac{U_2^2}{2} - \frac{W_{2p}^2}{2} \quad (7-1)$$

$$T_{2p} = \frac{h_{2p}}{C_p} \quad (7-2)$$

$$P_{2p} = P_1 \left(\frac{T_{2p}}{T_1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \quad (7-3)$$

$$\rho_{2p} = \frac{P_{2p}}{RT_{2p}} \quad (7-4)$$

$$C_{m2p} = \sqrt{\frac{W_{2p}^2}{1 + \tan^2 \beta_{2p}}} \quad (7-5)$$

$$C_{u2p} = U_2 + C_{m2p} \tan \beta_{2p} \quad (7-6)$$

$$W_{m2p} = C_{m2p} \quad (7-7)$$

$$W_{u2p} = U_2 - C_{u2p} \quad (7-8)$$

$$T_{02b} = T_{2b} + \frac{C_{2b}^2}{2C_p} \quad (7-9)$$

$$P_{02b} = P_{2b} \left(\frac{T_{02b}}{T_{2b}} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad (7-10)$$

$$Ma_{2b} = \frac{C_{2b}}{\sqrt{\gamma RT_{2b}}} \quad (7-11)$$

이차영역의 예측은 다음과 같다.

이차영역에서는 유동의 이탈이 없다고 가정하므로 $\delta_{2s} = 0$ 이고, 유체출구각도는 $\beta_{2s} = \beta_{2b} + \delta_{2s}$ 이다.

$$h_{total,2s} = h_{total} + W_{fc} \quad (8)$$

$$P_{2s} = P_{2b} \quad (9)$$

이상은 가정으로부터 얻어진 식들이고 다음은 위의 가정을 이용하여 상태들을 구하기 위한 식들이다. 다음의 5개의 식들은 5개의 상태들을 구하기 위한 것이고 이 식들을 연립으로 풀어야한다.

$$\rho_{2s} = \frac{P_{2s}}{R T_{2s}} \quad (10-1)$$

$$C_{m2s} = \left[\frac{m'}{\pi D_2 b_2} - \rho_{2b} C_{m2b} (1 - \epsilon) \right] \frac{1}{\rho_{2s} \epsilon} \quad (10-2)$$

$$W_{2s} = \frac{C_{m2s}}{\cos \beta_{2s}} \quad (10-3)$$

$$h_{2s} = h_{total,2s} - \frac{W_{2s}^2}{2} + \frac{U_2^2}{2} \quad (10-4)$$

$$T_{2s} = \frac{h_{2s}}{C_p} \quad (10-5)$$

위의 식들을 연립으로 풀어서 5개의 상태 (ρ_{2s} , C_{m2s} , W_{2s} , T_{2s} , h_{2s})가 정해지면 속도와 stagnation 상태를 다음의 식들로부터 구할 수 있다.

$$C_{u2s} = U_2 + C_{m2s} \tan \beta_{2s} \quad (11-1)$$

$$W_{m2s} = C_{m2s} \quad (11-2)$$

$$W_{u2s} = U_2 - C_{u2s} \quad (11-3)$$

$$h_{02s} = h_{2s} + \frac{C_{2s}^2}{2} \quad (11-4)$$

$$T_{02s} = T_{2s} + \frac{C_{2s}^2}{2} \quad (11-5)$$

$$P_{02s} = P_{2s} \left(\frac{T_{02s}}{T_{2s}} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad (11-6)$$

혼합영역의 해석은 다음과 같다.

혼합영역은 앞에서 기술한 바와 같이 두개의 영역이 급속히 혼합하며 전 압력 손실과 정압의 상승을 수반한다. 우선 주영역과 이차영역의 질량유량을 계산하면 $m'_p = (1 - \chi)m'$, $m'_s = \chi m'$ 이고, 각 영역의 질

량유량을 이용하여 절대속도의 접선 방향성분을 구하면 $C_{u2m} = (m'_p C_{u2p} + m'_s C_{u2s}) / m'$ 이다. 또한 평판마찰손실(disk friction loss)은 다음과 같이 레이놀즈수와 점성계수, 밀도의 함수로서 계산이 가능하다.

작동유체인 공기에 대해서 293K에서의 점도(viscosity)는 $\mu_{293} = 1.8 \times 10^{-5}$ 이므로 온도 T에서의 점도는

Power law에 의해 $\mu = \mu_{293} \left(\frac{T}{293} \right)^{0.67}$ 이다. 평판에

대한 레이놀즈수는 $Re = U_2 \left(\frac{D_2}{2} \right) \left(\frac{\rho_{2m}}{\mu} \right)$ 이고 평판마찰손실 일(W_{DF})은 다음과 같다.

$$W_{DF} = K_f \rho_{2m} \left(\frac{U_2}{D_2/2} \right)^3 \left(\frac{D_2}{2} \right)^5 \frac{1}{4m'} \quad (12)$$

따라서 혼합영역의 stagnation 온도를 계산하면 다음식과 같고 이를 수렴할 때까지 반복 계산한다.

$$T_{02m} = \frac{m'_p C_p T_{02p} + m'_s C_p T_{02s} + (W_{DF} + W_{RC}) A_2}{m' C_p} \quad (13)$$

이제 혼합영역의 5개의 상태를 구하기 위한 5개의 식들은 다음과 같이 정리된다.

$$m'_p C_{m2p} + m'_s C_{m2s} = m' C_{m2m} + (P_{2m} - P_2) b_2 \pi D_2 \quad (14-1)$$

$$m' = \pi D_2 b_2 C_{m2m} \rho_{2m} \quad (14-2)$$

$$T_{2m} = T_{02m} - \frac{C_{2m}^2}{2C_p} \quad (14-3)$$

$$\rho_{2m} = \frac{P_{2m}}{RT_{2m}} \quad (14-4)$$

$$C_{2m}^2 = C_{u2m}^2 + C_{m2m}^2 \quad (14-5)$$

위에서 구한 5개의 상태 (ρ_{2m} , T_{2m} , P_{2m} , C_{m2m} , C_{2m})를 이용하여 속도와 유체의 출구각도를 구하면 다음식과 같다.

$$Ma_{2m} = \frac{C_{2m}}{\sqrt{\gamma RT_{2m}}} \quad (15-1)$$

$$W_{m2m} = C_{m2m} \quad (15-2)$$

$$W_{u2m} = U_2 - C_{u2m} \quad (15-3)$$

$$\alpha_{2m} = \tan^{-1}(C_{u2m}/C_{m2m}) \quad (15-4)$$

$$\beta_{2m} = \tan^{-1}(W_{u2m}/W_{m2m}) \quad (15-5)$$

$$\delta_{2m} = \beta_{2m} - \beta_{2b} \quad (15-6)$$

또한, 출구에서의 미끄러짐은 다음과 같은 과정으로 구해진다.

즉, 출구에서의 스윙변수(swirl parameter)는

$\lambda_{2m} = \frac{C_{i2m}}{C_{m2m}}$ 이고, 입력일계수는 $\mu_{2m} = \frac{C_{i2m}}{U_2}$ 이므로 출구에서 예상되는 미끄러짐은 다음과 같다.

$$\sigma_{2m} = \mu_{2m} \frac{(\lambda_{2m} - \tan \beta_{2b})}{\lambda_{2m}} \quad (16)$$

여기서, Wisner⁽⁴⁾가 제안한 미끄러짐인 $\sigma = 1 - \frac{\sqrt{\cos \beta_{2b}}}{N_B^{0.7}}$ 과 예상되는 σ_{2m} 을 비교하여 두 값이 근접할 때까지 δ_{2b} 를 변화시켜 세 영역의 계산을 반복 수행하여 출구의 날개각도를 계산한다.

4. 디퓨저 설계

임펠러의 끝단에서 나오는 유동의 운동에너지(kinetic energy)는 일반적으로 작동점에서 전체 에너지 입력의 30~40%에 해당하는데 원심형 컴프레서의 성능에서 디퓨저의 역할은 바로 이 운동에너지를 효율적으로 정압으로 바꾸는 것이다. 원심형 컴프레서에 사용되는 디퓨저는 크게 무베인디퓨저(vaneless diffuser)와 유베인디퓨저(vaned diffuser)로 나눌 수 있고 유베인디퓨저는 또한 익렬디퓨저(cascade diffuser)와 채널디퓨저(channel diffuser)로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 채널디퓨저를 설계의 기본으로 하였다. 채널디퓨저의 형상은 Fig. 3과 같고 형상을 결정짓는 중요 변수는 다음과 같다.

$$AS = b_{3th}/W_{3th} \quad (17-1)$$

$$AR = A_4/A_{3th} \quad (17-2)$$

$$LWR = L/W_{3th} \quad (17-3)$$

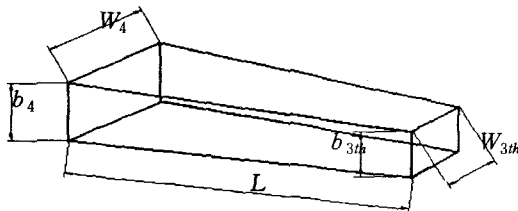


Fig. 3 Channel Diffuser geometry

채널디퓨저의 입구는 부분적으로 유동의 막힘이 있을 수 있는데 이를 예측함으로써 채널디퓨저의 설계를 시작할 수 있다. 채널디퓨저 입구의 막힘은 준무베인 공간(semi-vaneless space)의 압력보상계수와 함수관계가 있다. 디퓨저 입구와 출구의 속도, 그리고 설치각도는 다음과 같이 계산한다.

$$C_{i3} = (R_2/R_3)C_{i2m} \quad (18-1)$$

$$C_{m3} = C_{m2m} \quad (18-2)$$

$$\alpha_3 = \tan^{-1}(C_{i3}/C_{m3}) \quad (18-3)$$

디퓨저의 입구 날개두께를 고려하면 입구 면적(A_3)은 $A_3 = A_2 \frac{\tan(\alpha_3)}{\tan(\alpha_{2m})}$ 이고 C_{m3} 는 $C_{m3} = \frac{m'}{\rho_{2m} A_3}$ 와 같이 다시 계산된다. 재 계산된 C_{m3} 를 사용하여 α_3 는 다시 예측된다. 설치되는 디퓨저의 개수(N_D)는 입구면적을 계산하여 다음과 같이 예측된다.

$$N_D = \frac{(2\pi R_3 b_3 - A_3) \cos(\alpha_3)}{b_3 t_D} \quad (19)$$

디퓨저 입구에서 유동이 흐르는 실제 유로면적(A_4)과 속도(C_4)는 초기에 가정된 양상비(Aspect Ratio, AS)와 α_3 를 사용하여 다음과 같다.

$$A_4 = b_4(AS \times b_4) \quad (20-1)$$

$$C_4 = C_{m3} / \cos(\alpha_3) \quad (20-2)$$

채널디퓨저의 이상적인 압력보상계수($C_{\pi,CH}$)는 요구되어지는 압력상승(ΔP_{CH})과 C_4 를 사용하여 다음과 같다.

$$C_{\pi,CH} = \frac{\Delta P_{CH}}{\rho_{2m}(C_4^2/2)} \quad (21)$$

디퓨저 입구와 출구의 이상적인 면적비($AR_{i,CH}$)는 이상적인 압력보상계수를 이용하여 아래와 같다.

$$AR_{i,CH} = \frac{1}{\sqrt{1 - C_{\pi,CH}}} \quad (22)$$

또한 실제 압력보상계수는 채널디퓨저의 성능(effiveness)과 입구 막힘을 고려하여 계산할 수 있다. 디퓨저내의 유동의 스톨(stall)은 디퓨저의 발산각(divergence angle)과 밀접한 관련이 있으므로 다음과 같이 발산각을 계산하여 스톨발생의 유무를 예측한다.

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1}\left(\frac{AR - 1}{2LWR}\right) \quad (23)$$

5. 설계결과 및 성능예측

Fig. 4는 설계된 임펠러와 디퓨저의 3D 형상이고 Fig. 5는 설계프로그램의 사용자 인터페이스(GUI)이다.

설계된 임펠러와 실제 진공청소기의 성능비교 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 고유량 일 경우 효율은 비슷한 양상을 보이나 실험치보다 높게 나타난다. 이는 예측된 효율이 임펠러와 디퓨저만을 고려하는 반면, 실험치에는 모터와 복귀유로(return channel)도 고려되었기 때문으로 여겨진다. 진공도는 실험치와 상당히 일치한다. 저유량일 경우는 실험치와는 다소 차이가 있는데 TEIS model로서는 예측할 수 없는 다른 손실이 존재함을 보여준다.



Fig. 4 3D generation of impeller and diffuser

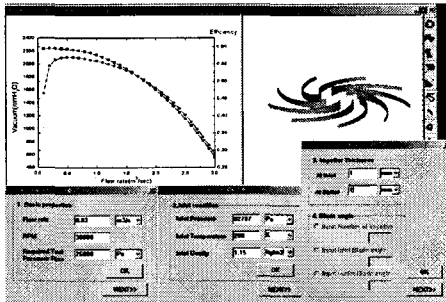


Fig. 5 GUI of computer program

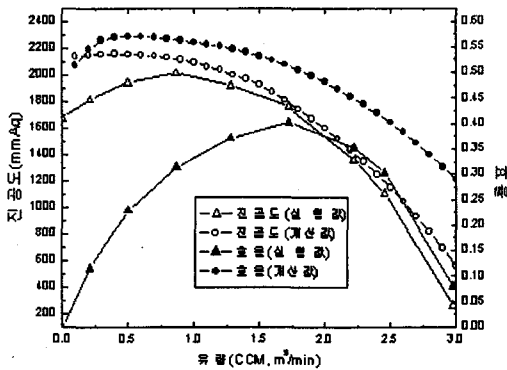


Fig. 6 Vacuum and efficiency of centrifugal impeller

6. 결론

본 연구에서는 평균유선법과 TEIS model을 이용하여 원심형 임펠러와 디퓨저를 설계하는 프로그램을 개발하고 성능을 예측하여 실제와 비교하였다. TEIS model은 고유량에서는 실험치와 비교적 잘 일치하여 매우 효율도가 높으며 저유량에서도 기타 손실과 함께 고려하면 원심형 임펠러의 성능을 예측하는데 있어서 유용하게 사용될 수 있음을 알 수 있다. 또한 본 개발의 원심형 임펠러 설계프로그램은 사용자 인터페이스를 통하여 사용자가 보다 쉽게 설계할 수 있도록 하였다.

7. 참고문헌

- (1) 최중수, 이욱, 1999, "소형 원심형 팬의 형상변수가 성능에 미치는 영향에 대한 실험적 연구," 유체기계저널 제2권 제1호, pp.50 ~ 55
- (2) 강신형, 조운래, 윤하용, 이승갑, 1999, "초소형 원심압축기의 날개두께 변화에 따른 성능에 관한 실험적 연구," 유체기계저널 제2권 제1호, pp.15 ~ 21
- (3) Wright, T. 1999, Fluid Machinery, CRC Press, pp.56 ~ 62
- (4) Japikse, D., 1985, "Assessment of Single- and Two- Zone Modelling of Centrifugal Compressors, Studies in Component Performance: Part 3," ASME Paper No. 85-GT-73
- (5) Whitfield, A., Baines, N.C., 1990, *Design of radial turbomachines*, Longman Scientific and Technical, p.93