

# 안내댐퍼를 이용한 광각디퓨저의 성능특성에 관한 연구

이철재\*·임정선\*\*·조대환\*\*\*

## A Study on Performance Characteristics Wide Angle Diffuser Using Guide Damper

Cheol-Jae Lee<sup>+</sup>, Jeong-Sun Lim<sup>++</sup> and Dae-Hwan Cho<sup>+++</sup>

**Abstract :** In wide angle diffuser, the increasement of cross-sectional area so rapidly cause possibly separate from the diffuser wall and forming areas of backflow. The flow characteristics of wide angle diffuser with guide damper was investigated for three kind of inclined angle( $\alpha=7^\circ, 10.5^\circ$  and  $14^\circ$ ) of guide damper. Judging from the results, guide damper can be used as an effective means of improvement for diffuser performance and inclined angle of  $\alpha=10.5^\circ$  was through to be the best among three cases.

**Key words :** Wide angle diffuser(광각디퓨저), Guide damper(안내댐퍼), Ventilation(환기), Divergence angle(확산각), Planar diffuser(평판형 디퓨저)

### 1. 서론

### 2. 수치해석

선박의 펌프실이나 기관실 등의 대형공간에서 공조 및 환기를 위해서는 외부의 신선한 공기를 필요한 공간에 공급하여야 하며 이때 사용되는 설비중의 하나가 디퓨저이다. 공조설비를 경제적으로 하기 위해서는 덕트 배관 등을 가능한 줄일 수 있도록 하여야 하며, 디퓨저는 넓은 면적의 대상공간에 필요한 만큼의 공기를 배분할 수 있어야 한다. 이러한 환기용 디퓨저는 덕트의 연결부 중심선상의 제트중심부 유속은 빨리 감소하고 제트의 폭이 넓어져서 넓은 영역에서 균일한 유동을 얻는 것이 매우 중요하다.

Kim 등<sup>[1]</sup>은 2차원 광각 디퓨저 내에 유동방향으로 경사진 쉐기형 스크린을 설치함으로써 디퓨저의 성능향상을 도모하고 저항계수가 일정할 때 입구의 경계층 특성변화는 압력손실계수보다 압력회복계수에 많은 영향을 미치는 결과를 제시하였다. 그리고 다른 흐름조절장치와 비교를 통해서 박리를 제어하기 어려운 확산각과 면적비를 갖는 디퓨저의 박리를 제어할 수 있음을 보였다. Johnston<sup>[2]</sup>은 수치계산을 이용한 디퓨저의 설계 기법 중 UIM(Unified Integral Method)와 관련된 연구결과를 종합하여 체계적으로 기술하고 있다. 평판형 디퓨저의 경우  $AR(W_2/W_1)=2 \sim 4$ ,  $N/W=5 \sim 15$ 를 최적의 설계조건으로 추천하고 있으며, Childs 등<sup>[3]</sup>의 문헌을 이용하여  $2\theta=10^\circ \sim 20^\circ$ 를 갖는 디퓨저의 정압회복률과 관련된 내용을 UIM의 계산결과와 비교 검토하였다. 이와 같이 지금까지의 연구는 유입조건에 따른 정압회복 성능에 관한 개별적인 인자의 영향 평가에 관한 연구가 주류를 이루고 있다. 그러나 공조계통에 사각덕트가 주로 사용되고 있고 면적비가 큰 디퓨저의 활용도가 높으므로 확산각  $2\theta=30^\circ$  이상의 평판형 광각 디퓨저의 개발이 필요하다. 이 연구에서는 사각덕트방식의 환기용 디퓨저를 설계하기 위한 기초자료로서 안내댐퍼의 각도에 따른 광각디퓨저의 성능을 조사하였다. 그 결과 안내 댐퍼의 각도가  $10.5^\circ$  일 때 가장 우수한 성능을 나타내었다.

디퓨저내의 유동특성은 일반 덕트와는 달리 벽면근처에서 난류의 평형상태를 이루지 못하므로 벽 경계조건으로서 표준  $\kappa-\epsilon$  모델의 벽함수를 사용하는 것은 바람직하지 않은 것으로 알려져있다<sup>[4]</sup>. 수치계산은 경계층 유동이나 원형덕트에서의 유동과 같은 발달된 유동장의 특성을 기초로 개발된 Launder와 Sharma 난류모델을 채택하였다. 그리고 지배방정식의 이산화를 위한 격자계의 구성은 엇갈림 격자계이며, 대류항 및 확산항의 차분기법은 SIMPLE 알고리즘의 Hybrid Scheme 이다.

Fig. 1은 수치계산에 적용된 유동장을 개략적으로 나타내고 있다. 디퓨저의 형상은 입구 측의 높이( $W_1$ ) 30mm, 디퓨저의 길이( $N$ ) 190mm 그리고 확산각은  $20^\circ$ 이다. 입출구의 면적비는 3.7이고 안내 댐퍼의 경사각  $\alpha$ 은  $7^\circ, 10.5^\circ$  및  $14^\circ$ 의 세 종류이다. 입구조건으로 디퓨저의 상류에는 충분히 긴 덕트가 연결되어 있다고 가정하고 사각덕트에서 완전히 발달한 유동을 계산한 후 그 결과를 사용하였다. 출구에서는 유량이 유지될 수 있도록 하였으며 수렴조건으로 연속방정식의 잔류량이 기준량  $10^{-3}$ 을 넘지 않도록 주었다.

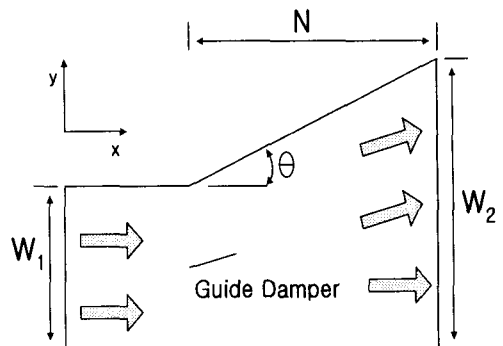


Fig.1 Schematic diagram of diffuser with guide damper

\* 이철재(동명대학교 자동차공학과), E-mail: lcj@yongma.tmc.ac.kr, Tel: 051)610-3538

\*\* 임정선, 목포해양대학교 대학원

\*\*\* 조대환, 목포해양대학교 기관시스템공학부

### 3. 결과 및 고찰

평판형 디퓨저의 경우  $AR(W_2/W_1)=2 \sim 4$ ,  $N/W=5 \sim 15$ 를 최적의 설계조건이며 확산각  $\theta=20^\circ$  이하로 제작되어야 실속 등과 같은 문제를 피할 수 있는 것으로 알려져 있으며 이에 관한 실험 및 수치해석 결과가 발표되고 있다.

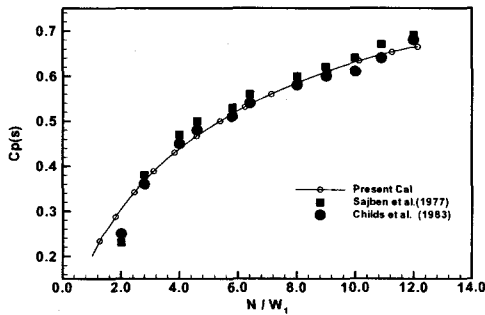


Fig. 2 Comparison of pressure recovery coefficient in planar diffuser

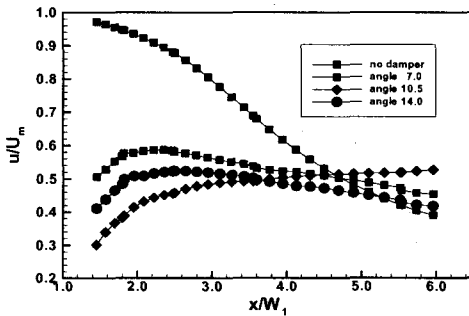


Fig. 3 Velocity profile in center line

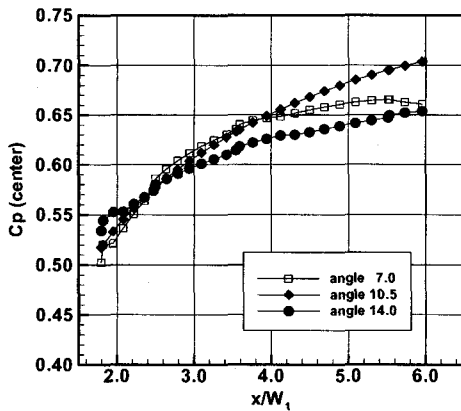


Fig. 4 Pressure recovery coefficient in center line

수치계산의 전체적인 합리성을 보기 위하여 디퓨저의 벽을 따라서 계산한 압력계수의 변화를 Fig. 2에 나타내었고 Johnston<sup>[2]</sup>의 결과와 비교하였다.

Fig. 3와 Fig. 4는 디퓨저에 설치된 안내댐퍼의 하반부의 위치( $x/W_1 = 4.0$ )에서부터 디퓨저의 출구까지 중앙선상에서 안내댐퍼의 각도에 따른 속도와 압력의 분포를 보이고 있다. 안내댐퍼가 없는 경우에는 출구로 갈수록 급격한 속도의 감소를 보이고 있다. 이것은 유동의 중심축이 하부면에 근접하여 있고 디퓨저의 확산 성능이 크게 저하되기 때문이다.

Fig. 3에서 안내댐퍼의 경사각이 7.0과 14.0의 경우에는  $x/W_1 = 4.0$ 을 전후하여 속도분포가 감소하고 있다. 이것은 설치된 디퓨저의 내부유동이 안내댐퍼에 의해 효율적으로 분할되지 못하여 국부적으로 면적비가 증가한 효과를 보이는 것으로 추정된다. 여기에 관해서는 차후에 여러 레이놀즈수에 대한 면밀한 검토가 필요하다.

Fig. 4에서 경사각  $\alpha=10.5^\circ$ 의 경우 디퓨저의 내부압력은 확산효과로 서서히 증가하는 반면 벽면압력은 입구에서 급증한 후 출구로 갈수록 중심압력과 비슷한 값을 보였다.

### 4. 결론

이 연구에서는 사각덕트 방식의 환기용 디퓨저를 설계하기 위한 기초자료로서 확산각  $2\theta=40^\circ$ , 면적비 3.7인 광각디퓨저에 대하여 Launder와 Sharma 난류모델로 채택하고 Hybrid scheme을 이용하여 수치해석을 하였으며 PIV에 의해 안내댐퍼가 없는 경우 및 댐퍼의 경사각의 변화에 따른 속도분포를 계측하였다. 그 결과 실속으로 인해 디퓨저 성능이 극도로 저하되는 확산각을 갖는 디퓨저에 안내댐퍼를 설치하여 성능이 향상되어 환기용으로 사용 할 수 있음을 보였다. 안내댐퍼의 경사각에 따른 광각디퓨저의 성능은  $\alpha=10.5^\circ$ 일 때 속도 및 압력분포에서 가장 우수한 결과를 얻었다.

### 참고문헌

- [1] M.S.Kim, H.B.Kim and D.H.Lee, "Installation of a wedge-Type Screen in a Wide Angle Diffuser", 한국항공우주공학회, Vol.10, No.2, pp.1-11, 1982
- [2] J. P. Johnston, "Review: Diffuser Design and Performance Analysis by a unified Integral Method", j. Fluids Eng. Vol.120, pp. 6-18, 1998
- [3] R.E.Child and J.H.Feriger, 1983, A Computational Method for Subsonic Compressible Flow in Diffuser," Paper# 83-0505, AIAA 21st Aerospace Sciences Meeting
- [4] 김형수, 정태선, 유홍선, 최영기, 1991, 역압력구배가 있는 난류유동에 대한 수치적 연구, 대기기계학회논문집, Vol 15, No.2, pp.668-676