

# PIV CFD Ejector

† . \* . \* . \*\* . \*\*

## A Study on the Flow Characteristics in Ejector by PIV and CFD

Ji-Man Park, Haeng-Nam Lee, Gil-Moon Park, Duk-Gu Lee, Jae-Lim Sul

**Key Words:** PIV( ), CFD( ), Ejector( ),  $k - \epsilon$  model (  $k - \epsilon$  ), Velocity Vector Distribution( ) Mean Kinematic Energy( ), Mean Vorticity Distribution( ), Total Pressure Distribution( )

### Abstract

The Ejector is used to get low pressure, and it has been applied to a lot of industry field like the heat engine, the fluid instrument power plant, the food industry, environment industry etc... because there are not any problem even it is mixed with a any kind of liquid, gas, and solid. The flow characteristics in ejector are investigated by PIV and CFD. The experiment using PIV measurement for mixing pipe's flow characteristics acquired velocity distribution, kinetic energy distribution, and whirlpool . (Condition : when mixing pipe's diameter ratio is 1:1.9, and the flux is  $Q_1 = 1.136 \text{ l/s}$ ,  $Q_2 = 1.706 \text{ l/s}$ ,  $Q_3 = 2.276 \text{ l/s}$  . Based on the PIV and the CFD results, the flow characteristics in ejector are discussed, and it shows the validity of this study.

1.

Re : (Ejector)  
 $Q_1, Q_2, Q_3$  :  
 L :  
 $D_k$  : 가 가  
 p :  
 t :  
 T :  
 U :  
 u :

---

† (1)  
 E-mail : [pjmjsj@hotmail.com](mailto:pjmjsj@hotmail.com)  
 TEL : (062)230-7131 FAX : (062)230-7131  
 \*  
 \*\* 가 -가 가



Section 가 Test

45mm Mixing Area 100 × 45 mm

2 Sheet light

가 25mm

220V CCD

Re

$Q_1 = 1.136 \text{ /S}$ , Re = 3989,  $Q_2 = 1.706 \text{ /S}$ , Re = 5992,  $Q_3 = 2.276 \text{ /S}$ , Re = 7995

Argon-ion (LEXEL, 7W)

Mixing Area (XC-77RR) CCD

DT-3152 Board(Data Translation, 640×480, ) Host Computer

CACTUS'2000

Host-Computer 20

가 CCD

Selection 1st Frame Odd Even, Field

2.3 CFD

PIV

STAR - CD

1 : 1.9

가

SIMPLE

$k - \epsilon$  Ejector

Ogrid-mesh

Mixing Area rounding

202538

$Q_1 = 1.136 \text{ /S}$ ,  $Q_2 = 1.706 \text{ /S}$ ,  $Q_3 = 2.276 \text{ /S}$

Solver Iteration 311, 316, 323

Fig. 2 CFD

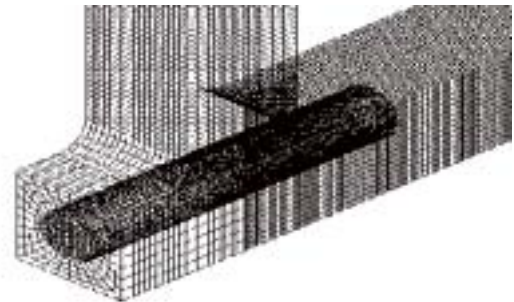


Fig. 2 Three dimensional grid of the ejector

3.

1 : 1.9

$Q_1 = 1.136 \text{ /S}$ ,  $Q_2 = 1.706 \text{ /S}$ ,  $Q_3 = 2.276 \text{ /S}$

CACTUS2000, STAR-CD

PIV CFD

Re  $Re_1 = 3989$ ,  $Re_2 = 5992$ ,  $Re_3 = 7995$

Fig. 3 PIV

가

100mm

Re 가 3989

5992, 7995 가

Re 가 5992, x 35mm

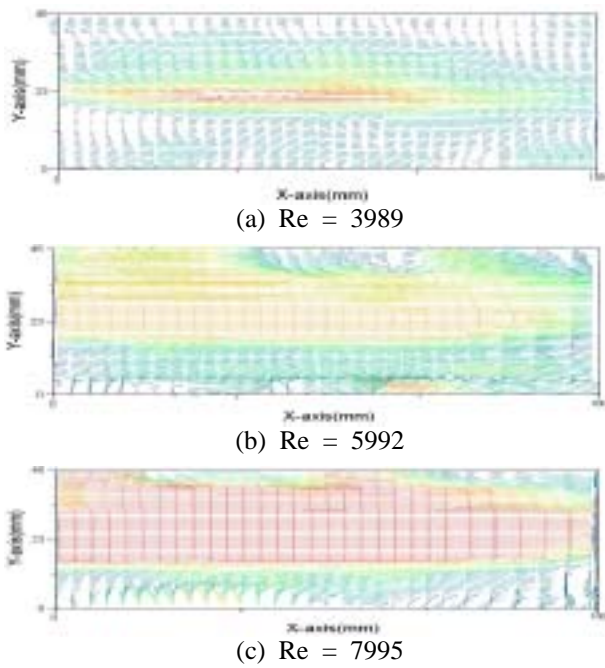


Fig. 3 Mean Velocity Vector Field by PIV

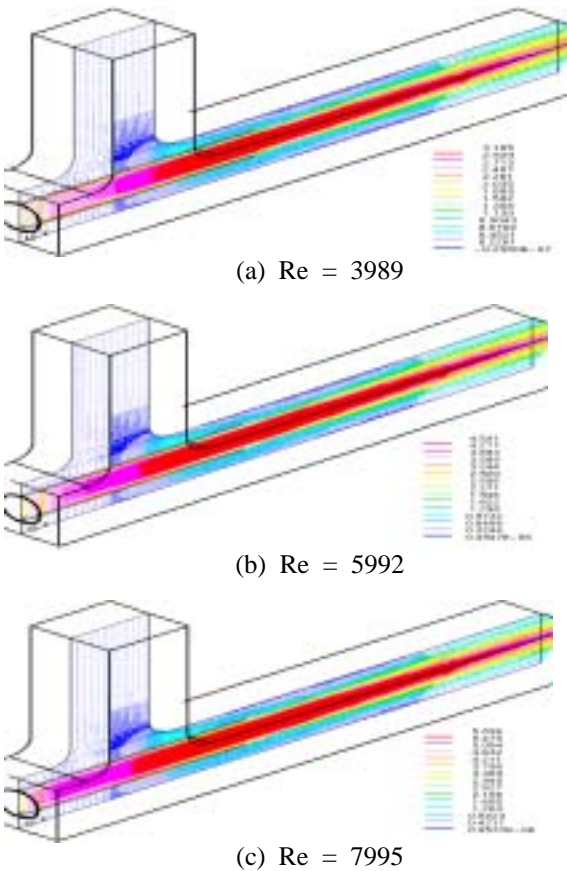


Fig. 4 Mean Velocity Vector Field by CFD

Re=7995, x = 15mm

가 가 가 ,  
 . Fig. 4 PIV CFD  
 가  
 가 , CFD  
 ,  
 가 가  
 PIV 가  
 CFD  
 rounding

Fig.5

L=70mm

가  
 (  $\frac{y}{D_h}$  )가  
 가 0.3 ~ 0.1, 0.75 ~ 0.9  
 가  
 가 PIV  
 CFD  
 PIV  $Re_1, Re_2, Re_3$   
 3989, 5992, 7995,  $V_{in} = 1.59m/s$   
 $V_{out} = 2.46m/s, V_{out} = 3.19m/s$ , CFD  
 $Re_1, Re_2, Re_3$ ,  
 $V_{in} = 1.63 m/s, V_{out} = 2.41 m/s, V_{out} = 3.19 m/s$   
 L = 70mm PIV, CFD

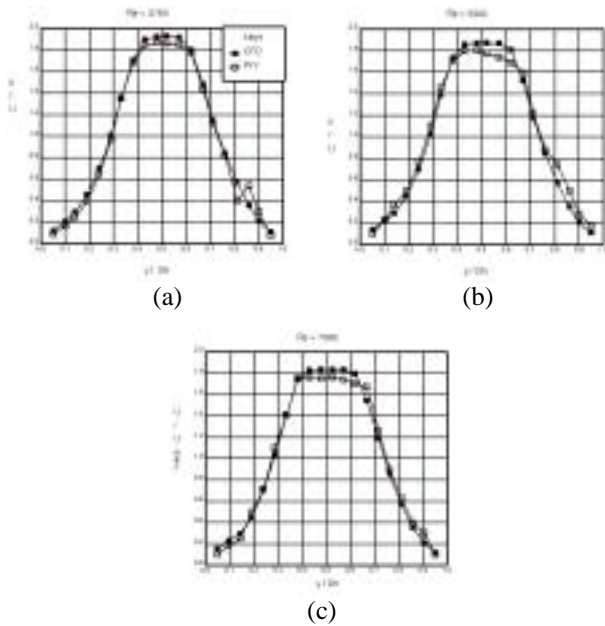


Fig. 5 Velocity distribution by PIV and CFD

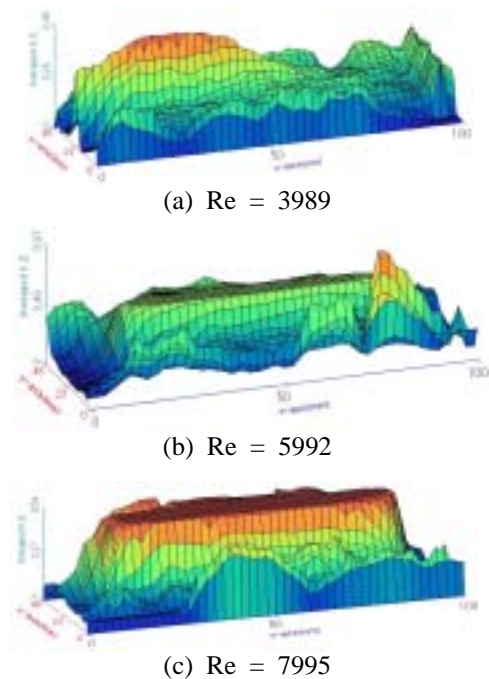


Fig. 6 Mean Kinematic Energy

93% ,  
가

Fig. 6

가 가  
가  
(L=0mm)  $L_1 = 25\text{mm}$ ,  $L_2 = 50\text{mm}$ ,  
 $L_3 = 75\text{mm}$ ,  $L_4 = 100\text{mm}$

(a) ,  
50mm 가 가  
(b), (c)

(a)에서 거리 L에 대한 평균전압력은 각각  $P_{T1} = 2.1148$ ,  $P_{T2} = 2.0506$ ,  $P_{T3} = 1.9687$ ,  $P_{T4} = 1.8846$  [Pa]이고, (b)에서는 각각  $P_{T5} = 4.6046$ ,  $P_{T6} = 4.4830$ ,  $P_{T7} = 4.3250$ ,  $P_{T8} = 4.1650$  [Pa]이며, (c)에서는 각각  $P_{T9} = 8.0068$ ,  $P_{T10} = 7.8182$ ,  $P_{T11} = 7.5785$ ,  $P_{T12} = 7.3352$  [Pa] 이다. 0.2, 0.8을 기준으로 벽근처에서 (a), (b), (c) 모두 음압이 발생하는 것을 알 수 있으며, 레이놀즈 수가 증가 할수록 벽근처의 음압의 크기차이도 커지는 것을 확인할 때, 벽면전단력의 영향을 받아 벽 근처에 걸쳐 와류가 형성된다는 것을 예상할 수 있다. 최고압력에 해당하는 지점은 (a), (b), (c) 모두  $y/D_h$  의 0.4 ~ 0.6 범위이고, 이 범위는 주어진 조건의 레이놀즈 수에 영향을 받지 않고 있음을 알 수 있으며, 값의 크기는 차이가 있지만, 구동판로가 직관이기 때문에 확산효과(diffuser)는 일어나지 않는 것으로 나타났다으며, 압력차가 가장 크게 변화하는 구간으

, (a)  $Re_1 = 3989$

가 가 가  
가 가  
가

Fig. 7 CFD

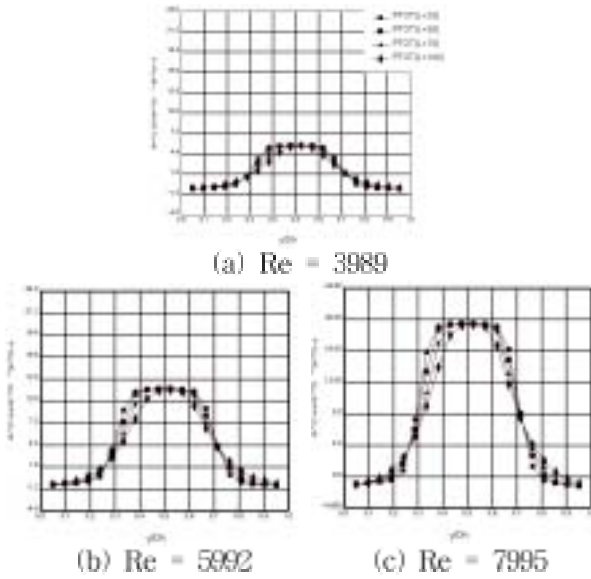


Fig. 7 Total Pressure Distribution

로는 0.3 ~ 0.4, 0.6 ~ 0.7인 지점으로서, 레이놀즈 수가 커질수록 전압력은 크게 증가하고, 거리 L을 통과할수록 전압력은 벽면전단의 영향과 흡인에 의해 감소된다는 것을 알 수 있다. 또한, (a), (b), (c) 모두 0.3, 0.7을 기준으로 전압력 값이 일정한 선형성을 유지한다는 한라는 것을 확인 할 수 있었다.

4.

Ejector  
PIV                      CFD

[ 1 ] PIV 실험 계측에 의한 평균속도분포는 평균 93% 일치하였다.

[ 2 ] 구동관로의 레이놀즈 수가 증가함에 따라 평균운동에너지 값은 증가함을 보였고, 구동관로에서 확대관로로 유출될 때 임계값이 존재한다.

[ 3 ] 확대관로에서 레이놀즈 수가 증가할수록 확대도의 값은 커짐을 알 수가 있고, 벽면 근처에서 벽면전단력의 영향으로 인해 그 값이 집중되어 있다.

[ 4 ]  $\frac{y}{D_h}$  값 0.4 ~ 0.6 범위는 레이놀즈가 변화해도 전압력 분포는 일정하고, 최고압력의 크기는 레이놀즈 수에 따라 변화한다.

(1) Koh.Y.H, 1992, "A Study on Turbulent Characteristics of Developing Turbulent Steady and Unsteady Flows in the Entrance Region of a Square Duct", Ph.D Thesis. Chosun. Univ.

(2) Fluegel, G., March/April, Berechnung von strahlapparaten, VDI Forschungsheft 395 Ausgabe B Band 10

(3) Sun, D.W, and Eames, I.E., 1995, Recent developemets in the design the-ories and applications of Ejectors-a review, Journal of the Institute of Energy, Vol. 68, June, pp. 665~676

(4) Witte, J.H., 1965 Efficiency and design of liquid-gas ejector, British-chemical Engineering, Vol. 10, No. 9 pp. 602~607

(5) Biswas, M.N, and Mitra, A.K., 1989, Momentum Transfer in Horizontal Engineering multi-jet liquid-gas ejector, The Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol. 59, pp. 634~637

(6) Lee, H.-N., Park, G.-M., Lee, D.-G., 2002, The Flow Characteristics in Dividing Ducts, Journal of Fluid Machinery, Vol 5-4, pp. 19~25

(7) Park, B. C., Cho, Young I., and Choi, Stephen, 1990, "Separation and Reattachmet of Non-Newtonian Fluid Flows in a Sudden Expansion Pipe", J. Non-Newtonian Fluid Mechnics, 37, pp. 174~199

(8) Lee, S. J., Kim, K. C., Dho, D. H., 2001. "PIV VELOCITY FIELD MEASUREMENT TECHIQUES AND APPLICATIONS" VOL 1, POSTECH