

Crossflow fan에 의한 컴퓨터 케이스 내부의 유동특성에 관한 연구

이행남[†] · 박길문* · 정한별**

(원고접수일 : 2008년 6월 11일, 원고수정일 : 2008년 7월 21일, 심사완료일 : 2008년 7월 23일)

A Study on the Flow Characteristics in Computer Case by Crossflow Fan.

Haeng-Nam Lee[†] · Gil-Moon Park* · Hann-Byul Jung**

Abstract : The purpose of this study is to find out a flow characteristics when a crossflow-fan is installed inside the computer case and to provide information about the preliminary data of cooling efficiency of CPU and a flow inside and outside of a computer case.

Under the condition of operating the fan inside the experimental duct we changed the position of a installation of the slot, and the experiment measured with PIV and the results are as follows. Under the influence of the crossflow-fan installed to the air discharging side, mean velocity between 35 to 45 on the Point 80 of the Slot 0,2,3 of the case increased and it influences discharging the air inside of the computer case. On the left-upper end, which isn't directly influenced by the suction-discharging fan installed inside the PC, a flow occurs caused by vortex due to the Sirocco-Fan and Slot installed on the center of the right side. We can see that a flow distribution increases when the Sirocco-Fan operates and a whirl appears stronger between the slot and the suction fan. It is thought that this phenomenon is influenced by a flow while it is on the way of entering from the suction-fan and going out to the discharging-fan.

Key words : Particle image velocimetry(PIV), Computer case(컴퓨터 케이스), Velocity distribution(속도분포), Kinetic energy distribution(운동에너지분포), Crossflow fan(크로스플로우팬)

1. 서 론

최근 CPU칩에 회로를 집적하는 기술의 비약적인 발달은 컴퓨터를 비롯한 전자기기의 성능 향상

을 가져오고 있다. PC내부의 냉각방법은 방열판, Heat pipe, 팬을 사용한 공랭방식이 주를 이루고 있고, PC 케이스는 배열된 칩이 조밀하게 설계되어 내부에 많은 열이 발생되어 효율적인 열방출의

[†] 교신저자(조선대학교 기계공학과, E-mail:hnalee@chosun.ac.kr, Tel: 602)230-7131)

* 조선대학교 기계공학과

** 조선대학교 대학원 기계공학과

기술이 필요하게 되었다.

PC 케이스의 설계 또는 성능향상을 위한 제반 과정 중 유동장의 거동을 파악하는 일은 매우 중요하다. 특히 디지털 영상처리기법(Digital Image Processing)은 컴퓨터를 비롯한 관련 하드웨어의 비약적인 발전과 더불어 수많은 적용 사례를 보여주고 있고, 유체의 기본 물리량을 동시다점으로 측정할 수 있는 입자영상유속계(Particle Image Velocimetry, PIV)⁽¹⁾⁻⁽³⁾를 이용한 순간 속도장 측정에 관한 기초연구 응용 연구 등이 실행되고 있다⁽⁴⁾⁻⁽⁶⁾. 이러한 실험기법을 이용한 PC케이스 내 유동특성에 대한 연구는 많은 사람들이 관심을 보이고 있다.

본 연구의 목적은 컴퓨터 케이스의 설계 시 케이스 내부에 발생하는 유동현상 중 속도벡터분포, Reynolds Stress 분포, 운동에너지분포를 규명하여 케이스 설계의 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

이를 위해 밀폐된 사각덕트 내의 유동을 계측하기 위한 PIV계측에 사용된 지배방정식은 연속방정식과 운동량방정식을 유체 유동해석에 많이 쓰이고 있는 유한체적법(Finite Volume Method)을 사용하여 처리하였다⁽⁶⁾. 또한 좀 더 정확한 데이터를 분석을 위해 PIV 영상처리 소프트웨어를 사용하였다.

2. 실험장치 및 실험 방법

2.1 실험장치

Fig. 1은 210*450*490mm(가로*세로*깊이) 크기의 Desktop PC의 크기의 실험덕트이며 5mm의 두께의 투명 아크릴로 제작하였다. 이 덕트의 전면에 120mm의 흡입Fan, 후면에 92mm 방출Fan, CPU에 흡입, 방출Fan과 Z축으로 90°틀어진 92mm 냉각Fan이 설치되고 5개의 Slot이 흡입Fan과 수평인 방향에 설치된다. 흡입Fan 전면에는 입자를 균일하게 뿌려줄 수 있는 210*450*250mm의 서지탱크를 설치하고 방출 Fan 후면에는 210*450*300mm의 덕트를 설치하였다.

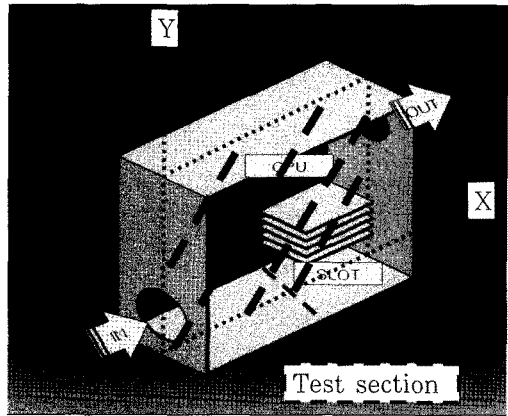


Fig. 1 Experimental duct

Table 1 In, Out, CPU Fan specification

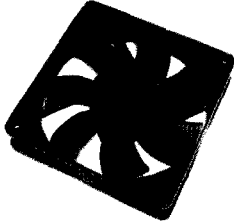
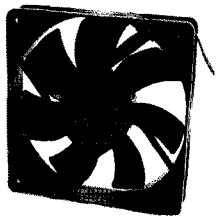
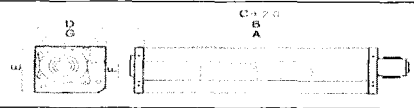
120mm 25T (Hydro 3P)		92mm 25T (Hydro /3P)	
			
Dimension	120 x 120 x 25mm	Dimension	92 x 92 x 25mm
Bearing type	Hydro bearing	Bearing type	Hydro bearing
Reted speed	1000rpm ± 10%	Reted speed	1500rpm ± 10%
Reted voltage	12V DC	Reted voltage	12V DC
Reted current	0.24A	Reted current	0.09A
Air flow	72.0 CFM	Air flow	26.3 CFM
Noise level	34.4 dBA	Noise level	16.0 dBA
Pin type	3 Pin Type	Pin type	3 Pin type

Table 2 Crossflow fan specification

	
Model No.	A B C D E F G
AC-060-010	116 142 188 98 90 36 60
Frequency	50Hz
Voltage	220V
Motor Power	15W
Power Consumption	12W
Current	0.10A
Revolution	1,600rpm
Air Flow	1.5CFM
Static Pressure	2.0Pa
Noise Level	45dBA
Weight	1.5kg

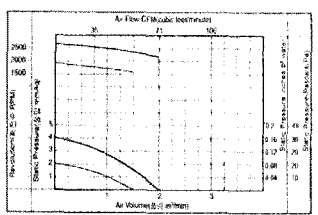


Table 2는 CPU와 Slot 사이에 설치한 Crossflow-Fan의 자세한 사양을 나타내었다.

씩수필드에 각각 입력하였다.

2.2. PIV 계측 및 실험방법

본 실험에 사용한 장비 및 사양은 Fig. 2와 Table 3에 나타내었고, 실험에 사용한 Laser System은 514.5nm와 488.0nm의 기본 파장을 발산하는 Ar-Ion레이저를 사용하였다.

실험 시 실험 온도는 상온20℃에서 ±1℃, 습도는 40%에서 ±1%의 차를 유지 시켰으며 작동유체는 공기이며 추적 입자는 레이저광에 잘 산란된 ZnO(아연화가루)를 사용하였다. 입자의 산란은 흡입구에 부착된 Surge Tank의 Fan에 의해 이루어지고 균일 분포를 위해 Honeycomb을 설치하였다. 입자가 Test Section내에 분포 후 흡·배기 Fan을 작동시켜 Surge Tank로부터 발생하는 외부요인을 최소화 시켰다.

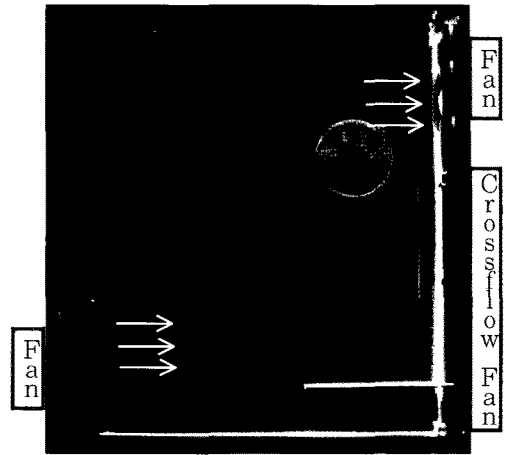


Photo 1 Flow pattern by Fan & Crossflow-Fan

고속도계측을 위해 카메라에 저장된 영상은 영상 처리장치(Matrox DATA Translation-256 Grey Level)로 부터 아날로그신호를 2차원의 디지털영상정보로 바꾼 후, 각종 전처리 과정은 전용 소프트웨어를 이용하였다.

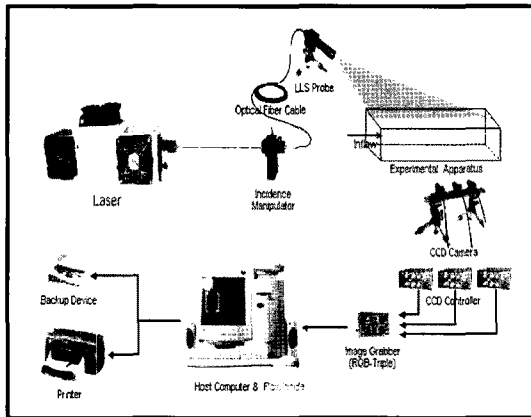


Fig. 2 Schematic diagram of the PIV system

실험 닥트 내부는 Photo 1과 같이 PC상단으로부터 330mm을 기점으로 한 개의 Slot을 설치하였으며, 이후 한 개의 Slot를 20mm간격으로 이동시키면서 다섯 위치의 Test section 영상을 취득하였다. CCD 카메라에 실제로 측정된 Test Section은 450mm×495mm로 잡았으며, 고속 유동의 유동영상을 획득하기 위하여 AOM (Acoustic Optical Modulator)에 의하여 단속된 조명으로 촬영하였고, 이 영상은 CCD카메라의 홀수필드와

Table 3 Specification of PIV system

	Item	Specification
Visualization equipment	Image grabber	matrox (DATA Translation) - 256 Grey Level
	Light source	7W Argon-Ion Laser
	Sheet light	LLS probe
	Camera	Kodak(ES 1.0) 1008 H x 1018 V (1,026,144)
Measuring condition	Working fluid	Air
	Temperature	20 °C ±1
	Particle	ZnO
	Time resolution	1 / 60 sec
Image processing	Calculation time	30 frame/sec
	Number of data for time-mean	99 frames
PIV system equipments	Computer	Pentium IV PC (CPU 2.54 GHz RAM 1G)
	Software	CACTUS'3.2 (Cross-Correlation Algorithm)

3. 결 과

3.1 속도분포

Photo. 1은 실험 덕트내의 내부 팬과 Crossflow Fan에 의한 유동현상을 사진으로 보여주고 있고, Photo. 2는 실험 덕트 내의 평균속도벡터의 분포와 속도파일의 유동현상을 PIV 사진으로 보여주고 있다.

Fig. 3에서 40, 60, 80지점의 무차원수는 좌측 흡기 팬으로부터 90mm 떨어진 점의 평균속도벡터를 기준으로 하여 우측방향으로 180mm, 270mm, 360mm 지점의 평균속도벡터를 나누어 각 지점의 속도 벡터를 무차원화 시킨 것이다. 각 지점(40, 60, 80)에서의 99개의 눈금은 Photo. 2의 세로방향의 위치를 나타낸 것이며 y축은 평균속도벡터의 크기와 방향성을 나타낸다.

또한 Fig. 3의 Slot 0은 Slot를 설치하지 않은 상태이며 Slot 1~5는 한 개의 Slot을 설치 후 위치를 변경시켜 가면서 Test Section의 영상을 취득하였다.

출구 쪽으로 배기될 때 CPU Fan이 설치된 장애물의 영향을 받는 것을 보여주며, 내부의 곳곳에서 크고 작게 발생되는 와류현상은 흡·배기 팬의 회전수의 차이에 의한 속도에 따른 압력차에 의해서 발생하는 것과, Slot이 설치되었을 때 유체와 Slot표면과의 전단력에 의한 현상으로 보인다. Fig. 3의 Slot 2와 Slot 3에서는 Slot의 장착에 의해 흡입되는 작동유체들이 Slot의 하부로 들어

가려는 현상과 하부에 밀집된 작동유체들이 출구로 나오려는 현상이 동시에 발생되어 정체현상과 더불어 심한 와류현상을 보여주고 있다. 이는 내부 전

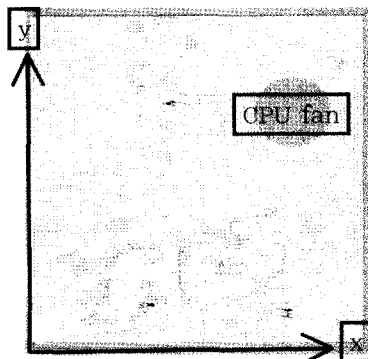


Photo 2 Velocity distributions by crossflow fan

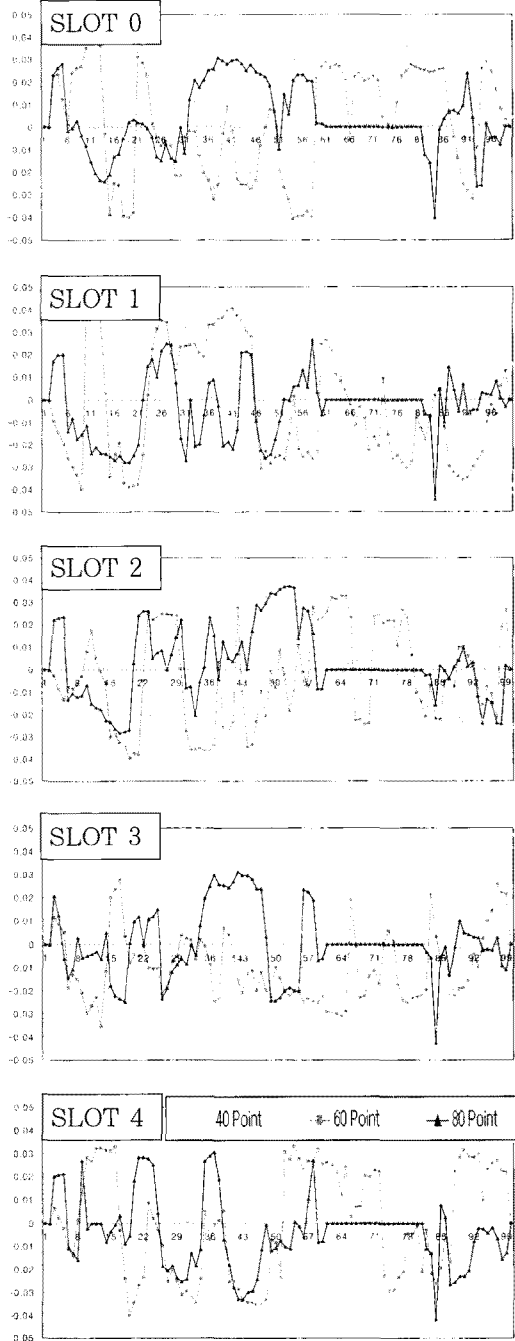


Fig. 3 Velocity distributions by crossflow fan

체 유동현상에 큰 영향을 미치며 소음 발생에도 영향을 미칠 것으로 사료된다.

80지점의 데이터 중 60~80구간의 데이터가 0으로 나타나는 것은 CPU fan의 설치구간으로써 입자들의 운동이 없는 부분이다.

3.2 Reynolds Stress 분포

Fig. 4는 Reynolds Stress를 무차원화 그래프로 나타낸 것으로 각 지점(40, 60, 80)에서의 99개의 눈금은 Photo. 2의 세로방향의 위치를 나타낸 것이며 y축은 Reynolds Stress의 크기와 방향성을 나타낸다.

운동에너지와 응력분포도는 평균속도벡터분포와 유사한 현상 보여주고 있다. Fig. 4의 Slot 2와 Slot 3에서는 Slot의 영향을 받아 Slot의 하단과 밀면사이에서 응력이 편중되어 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 속도벡터분포와 마찬가지로 Slot하부로 흡입되는 추적 입자들이 빠져나오지 못하고 와류를 형성함으로써 정체구간이 발생된 것으로 보인다. Fig. 4의 Slot 3과 Slot 4의 80지점의 1~15구간에서, Slot 1, Slot 2에서는 볼 수 없었던 응력분포가 증가한 사실을 관찰할 수 있는데 이는 흡·배기 Fan에 의해 발생된 중앙부분(35에서 45지점)의 와류와 압력차가 좌측 상단에까지 영향을 미쳐 나타나는 현상인 것으로 생각된다.

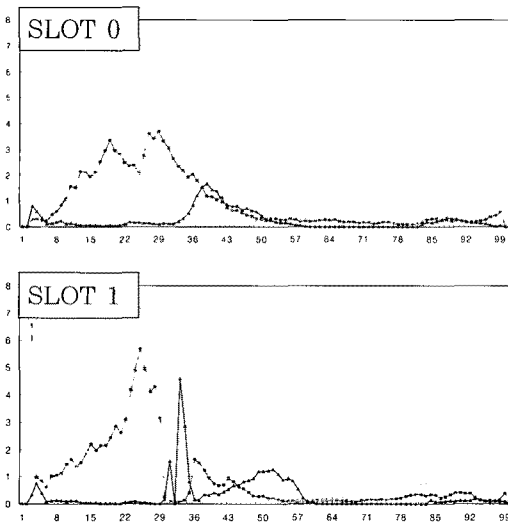


Fig. 4 Reynolds Stress by Crossflow Fan

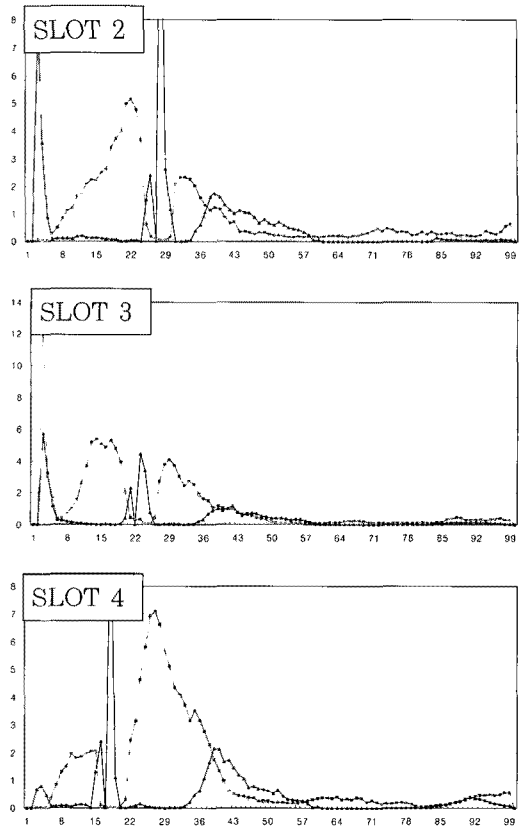


Fig. 4 To be continued

3.3 운동에너지 분포

Fig. 5는 운동에너지 분포를 나타내고 있다. 각 지점(40, 60, 80)에서의 99개의 눈금은 Photo. 2의 세로방향의 위치를 나타낸 것이며 y축은 운동에너지의 크기와 방향성을 나타낸다.

전반적으로 15~30구간에 큰 운동에너지 분포가 나타남을 알 수 있다. 이것은 속도벡터분포와 마찬가지로 Slot하부로 흡입되는 작동유체들이 빠져나오지 못하고 와류를 형성함으로써 상부 쪽으로 올라가지 못함으로 발생하는 현상이라 사료된다.

Fig. 5의 45~80구간이 15~30구간에 비해 운동에너지가 균일하게 분포되는 것을 알 수 있으며, 이것은 Fig. 5의 Slot 3에서는 Slot의 높이가 하단의 벽면에서 많이 떨어져 있지 않으며, 작동유체가 들어오는 유입구의 높이가 Fig. 5의 Slot 2보다 낮아 작동유체가 흡입되는 Fan의 영향을 Slot

이 방해되어서 나타나는 현상이라 생각된다. Fig. 5의 Slot 1에서는 유동을 방해하는 Slot 자체가

없이 유입과 흡입Fan에 의해서 작동유체가 유동장 전체에 일정하게 유동하기 때문이라 생각된다.

4. 결 론

실험 케이스 내의 Fan을 작동 시킨 상태에서 Slot의 설치 위치를 변경시키면서 PIV로 측정 한 실험 및 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 배기 방향으로 장착된 Crossflow Fan의 영향에 의해 케이스의 Slot 0,2,3의 80포인트의 35에서45구간에서 평균속도가 증가했으며, 이는 PC 케이스 내부의 유동을 배기시키는 데 큰 영향을 준다.

(2) PC내부에 장착된 흡·배기 Fan의 영향이 직접적으로 미치지 않는 15~30구간에도 우측 중앙에 설치된 Crossflow Fan 및 Slot에 의한 와류로 인하여 유동현상이 발생한다.

(3) Crossflow Fan을 작동 시 미 작동 시 보다 케이스 하단의 유동분포가 더욱 증가하며, Crossflow Fan이 배기방향으로 작동하여 Slot과 흡기 Fan 사이에서 와류가 더 강하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 흡기 팬으로 부터 들어온 유체가 배기 팬 쪽으로 흘러가는 도중 Crossflow Fan의 영향을 받아 생기는 현상으로 생각된다.

후 기

이 논문은 2005년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

참고문헌

- [1] Visualization society of Japan. Handbook of Flow Visualization: Asakura Book Company(Japanese). 1986.
- [2] Merzkirch, W. Flow Visualization(2nd ed): Academic Press Inc.1987.
- [3] Yang, W. J. Handbook of Flow Visualization: Hemisphere Pub.co.

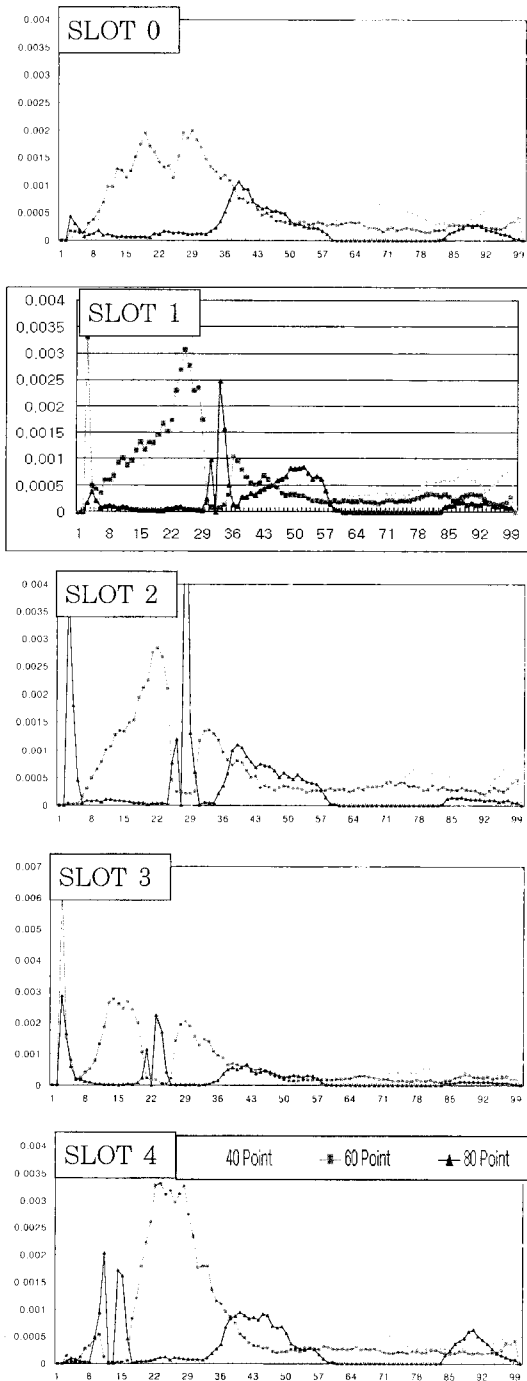


Fig. 5 Kinetic energy by crossflow fan

1989.

- [4] G. K. Lee, "A Basic Study on the Instantaneous Velocity Field Measurement Using PIV", M.S. Thesis. Pohang Uni. 1995.
- [5] 백중희, "새 삼단계 추적법을 이용한 PIV기법에 의한 후향계단 주변 난류 유동장 측정에 관한 실험적 연구", M.S. Thesis. Konkuk Univ. 1999.
- [6] 이행남, 박길문, 이덕구, "PIV와 CFD를 사용한 분기시작 닥트 유동특성연구", KSAE, Vol. 1, pp421-427, 2001

저 자 소 개



이행남(李行男)

1954년 3월생 1992년 국민대학교 대학원 기계공학 박사 현재 조선대학교 교수



박길문(朴吉文)

1949년 3월생 1987년 고려대학교 대학원 기계공학과 박사 현재 조선대학교 교수



정한별(丁韓別)

1978년 3월생 2007년 조선대학교 대학원 기계공학과 석사 현재 조선대학교 대학원 기계공학과 박사과정