

# 정압기실 설치장소에 따른 적정 환기구조에 관한 연구

안정진, 박교식, 정상용

한국가스안전공사 가스안전연구원

A Study on Optimum Ventilation System for Installation Place of Governor Room

Ahn Jeong Jin, Park Kyo Shik, Jung Sang Yong

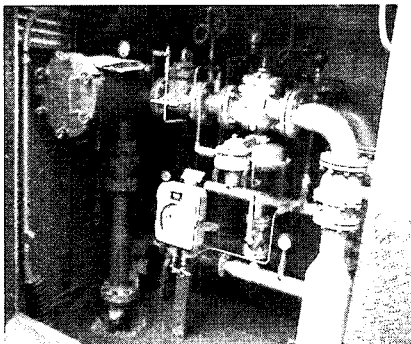
Korea Gas Safety Corporation, Institute of Gas Safety R&D

## 1. 서론

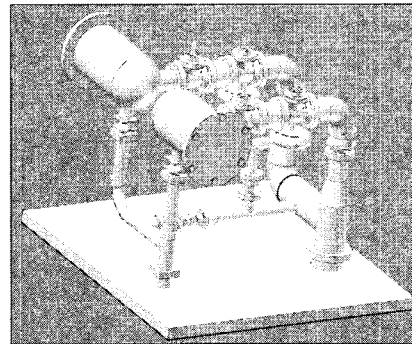
현재 아파트, 상가밀집지역, 주택가에 설치되어있는 지상식 정압기의 경우 도시가스 법에 따라 공기보다 가벼운 가스의 경우 환기구의 위치는 상부에만 설치하도록 되어있으며, 하부에 설치한 환기구의 경우 그 효율성을 인정하지 않고 있다. 또한 환기구의 개구부 면적에 대한 일부 견해 차이가 있으며 설치장소의 제약, 소음과 같은 문제를 안고 있다. 이에 정압기실 환기 시스템의 적정성 및 효율성에 대한 검증이 절실히 요구됨에 따라 전체 환기시스템에 대한 연구가 필요하다고 생각된다. 따라서 본 연구에서는 먼저 정확한 법 규정의 검토와 환기설계 기준을 검토한 후 정압기실 환기 형태를 적절한 유동 모델링을 통하여 전산해석하고 이러한 공학적 계산 결과를 근거로 하여 자연환기 시스템의 검증 및 개선 사항을 도출하고자 한다. 더불어 정압기실의 자연환기 시스템의 공학적인 근거제시 및 적정 환기구의 위치 선정 및 효율적인 환기구의 면적을 제시하여 환기시스템의 기반을 마련하고자 한다.

## 2. 이 론(실험 및 방법)

Simulation 모델 <그림1>과 같은 규격이 1.85m×1.8m×1.85m 인 실제아파트, 상가, 주택가 주변의 지상식 정압기실을 채택하여 모델링 하였으며, 도시가스안전관리법 고시의 기준인 환기구의 면적은 50cm × 10cm, 위치는 서로 다른 벽면에 두 방향으로 천정으로부터 25cm 높이에 두고 위치에 따른 영향을 분석하였다. 또한 환기구의 면적을 50cm × 9,8,7,6cm로 변화를 주어 환기구의 면적이 자연환기에 미치는 영향을 검증하고자 하였으며, 정압기실 내부의 공기의 유동을 해석하기 위해서 전산유체역학 프로그램인 Fluent를 사용하였다.



<그림1>정압기실의 내부구조



<그림228>Inventor 9.0을 사용한 정압기 모델링

<그림1>은 실제 정압기실 내부구조를 나타내며, <그림2>는 유동해석을 하기위하여 정압기

를 Inventor 9.0을 사용하여 모델링한 그림이다.

## 2-1 CFD 모델링 해석조건

Fluid = Air (대기압, 상온), Operating Pressure: 대기압

Input Condition: Inlet Velocity(2m/s), Output Condition: Pressure Outlet

Solving Tool: FLUENT 6.1, Model: INVENTOR 9.0

## 2-2 지배방정식

가. 질량보존

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_j)}{\partial x_j} = S_m$$

$\rho$  : 밀도

t : 시간

$x_j$  : j번째 좌표(j=1이면 x, 2이면 y, 3이면 z)

$u_j$  : j방향 속도

$S_m$  : 질량 source 항

나. 운동량 보존

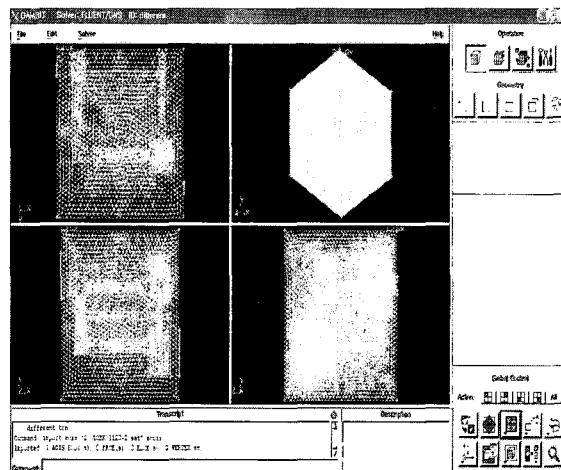
$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \mu \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right] + \rho g_i + F_i$$

p : 압력

$\mu$  : 유체의 동점도 계수

$g_i$  : 중력가속도

$F_i$  : 기타 surface force 혹은 body force



<그림3> 여러 방향에서 본 Gambit을 활용한 정압기실 mesh

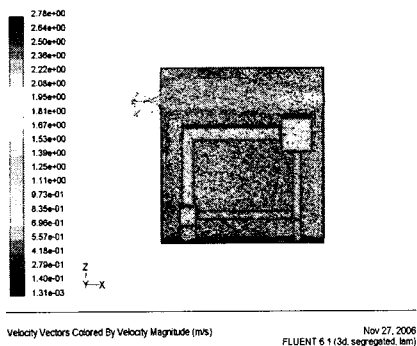
<그림3>는 Inventor에서 모델링한 정압기실을 Gambit프로그램으로 mesh작업을 한 상태를 보여준다.

### 3. 실험(결과 및 고찰)

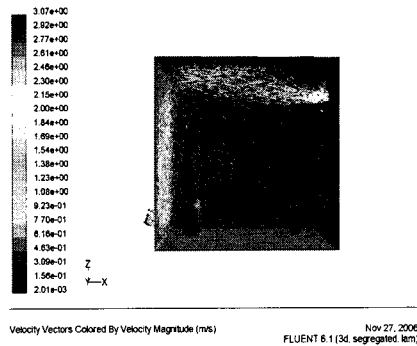
#### 3-1 환기구의 위치

Gambit에서 Meshing을 마친 후 Fluent에서 환기구의 서로 다른 두 방향의 위치에 따른 정압기실 내의 공기의 유동 현상을 분석하였다. 환기구의 면적은 일정한 사이즈를 유지 하였다.

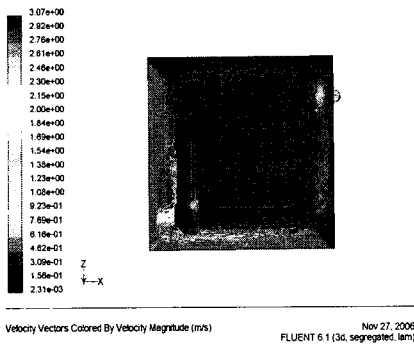
<그림4~8>는 각각의 환기구 위치에 따른 공기의 흐름을 보여주는 그림이다. 왼쪽에서 바라본 정압기실의 모델이며 환기구가 상부에만 두 방향으로 있는 경우 정압기실 상부의 환기는 잘 이루어지나 하부의 환기에는 효율적이지 못한 면을 보이고 있다. 또한 환기구가 대각선의 방향이며, 흡입구가 상부에 있을 경우 전체 환기효율이 높은 것으로 나타났다.



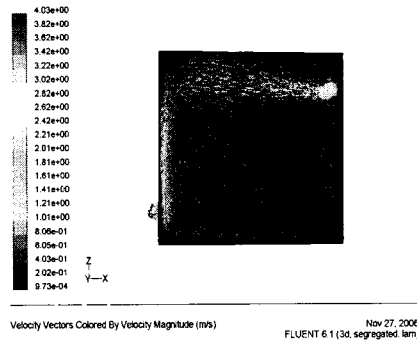
<그림4> 환기구가 상부에만 있는 경우



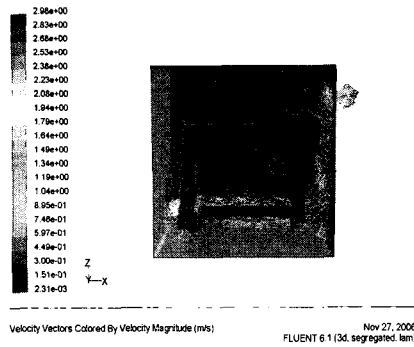
<그림231> 환기구가 상하부에 있는 경우(흡입구 상부, 배기구 하부)



<그림232> 환기구가 상하부에 있는 경우(흡입구 하부, 배기구 상부)



<그림233> 환기구가 대각선 상하부에 있는 경우(흡입구 상부, 배기구 하부)



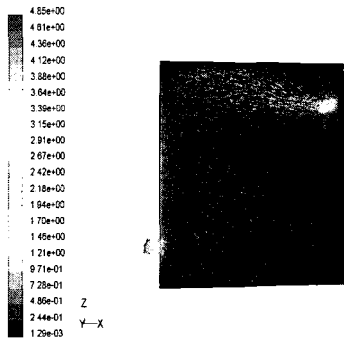
<그림234> 환기구가 대각선 상하부에 있는 경우(흡입구 하부, 배기구 상부)  
 <표1>의 결과와 같이 일정한 환기구의 면적일 경우 환기구가 상부에만 있는 것보다 환기구의 높이가 다를 경우 즉 수두 차이가 있을 경우에 또 흡입구가 상부에 있는 대각선 하향식 일 경우에 정압기실 전체 환기 효율은 상승하는 것으로 보인다.

<표1> 환기구의 위치에 따른 결과

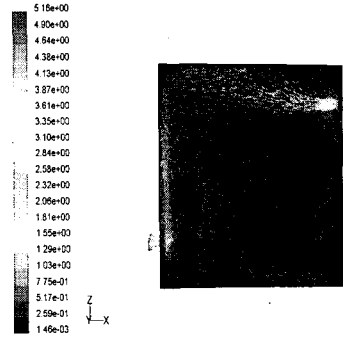
Inlet & outlet Position & Direction	Inlet과 outlet 의 면적	Outlet velocity	Outlet mass flow
환기구가 상부에만 있는 경우	0.05m <sup>2</sup>	2.78m/s	0.139 m <sup>3</sup> /s
환기구가 상-하부에 있는 경우-하향식	0.05m <sup>2</sup>	3.07m/s	0.1535 m <sup>3</sup> /s
환기구가 상-하부에 있는 경우-상향식	0.05m <sup>2</sup>	3.07m/s	0.1535 m <sup>3</sup> /s
환기구가 대각선 방향-하향식	0.05m <sup>2</sup>	4.03m/s	0.2015 m <sup>3</sup> /s
환기구가 대각선 방향-상향식	0.05m <sup>2</sup>	2.98m/s	0.149 m <sup>3</sup> /s

## 2. 환기구의 면적

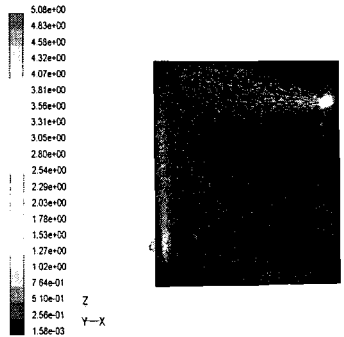
환기구의 위치에 따른 Simulation 결과 환기구가 대각선 두 방향으로 있을 경우 정압기실의 전체 환기 효율이 높은 것으로 나타났다. 따라서 환기구의 면적에 따른 영향을 분석하기 위하여 환기구의 위치는 대각선 두 방향으로 일정하게 유지하였으며, 환기구의 면적은 90~60%까지 감소시켰다.



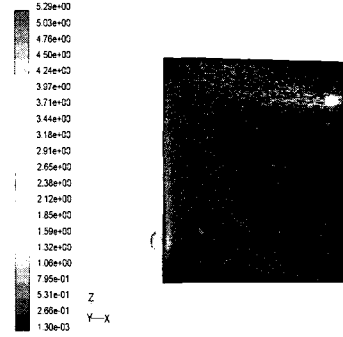
<그림236>흡입구 상부, 배기구 하부  
(대각선 방향) 환기구 사이즈(90%)



<그림237>흡입구 상부, 배기구 하부  
(대각선 방향) 환기구 사이즈(80%)



<그림238>흡입구 상부, 배기구 하부  
(대각선 방향) 환기구 사이즈(70%)



<그림239>흡입구 상부, 배기구 하부  
(대각선 방향) 환기구 사이즈(60%)

<그림10~13>은 흡입구가 상부에 있고, 배기구가 하부인 대각선 방향으로 환기구가 상하부에 있는 경우의 정압기실의 좌측면에서 바라본 공기의 유동 현상을 보여준다. 환기구의 면적에 따라 배기구에서의 유량이 다를 수 있다.

< 표 2 환기구의 면적에 따른 결과 >

Inlet & outlet Position & Direction	Inlet과 outlet의 면적	Outlet velocity	Outlet mass flow
환기구가 대각선 방향-하향식	0.05m <sup>2</sup> (기준규격)	4.03m/s	0.2015 m <sup>3</sup> /s
	<b>0.045m<sup>2</sup>(90%)</b>	<b>4.85m/s</b>	<b>0.2183 m<sup>3</sup>/s</b>
	0.04m <sup>2</sup> (80%)	5.16m/s	0.2064 m <sup>3</sup> /s
	0.035m <sup>2</sup>	5.08m/s	0.1778 m <sup>3</sup> /s
	0.03m <sup>2</sup>	5.29m/s	0.1587 m <sup>3</sup> /s

<표2>의 결과에서 나타난 것처럼 환기구의 위치가 일정할 경우 기존의 도법에서 규정한 것

보다 면적이 작은(80~90%)인 환기구의 효율이 떨어지지 않음을 알 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 도시가스 안전관리기준 통합고시 통풍구조에 언급되어 있는 환기구의 적정 위치와 면적 규정에 대한 검토를 목적으로 수행되었다. 실제 도심에 설치되어 있는 정압기를 모델링 하여 검증된 프로그램인 전산 유체 해석 프로그램인 Fluent를 사용하여 정압기실 내부 공기의 유동을 속도 벡터로 환산하여 환기구의 위치와 면적에 따른 영향을 분석하고자 하였다. 또한 환기구의 위치와 면적에 따라 환기 효율이 변화됨을 알 수 있었다. 이번 연구를 통하여 현 환기 시스템에서 효율적인 환기구의 위치 선정과 면적에 대한 결과는 다음과 같다.

1. 현 도시가스 통합고시에 자연환기의 경우 공기보다 비중이 무거운 가스의 경우에는 바닥면에 접하고, 공기보다 비중이 가벼운 가스인 경우에는 천정 또는 벽면상부에 설치하도록 되어 있으며, 도시가스 정압기실의 경우 하부의 환기구는 인정하지 않고 있다. 그러나 시뮬레이션 결과 환기구의 위치는 높이 차이를 두어 대각선 방향으로 설치하는 것이 정압기실 내부의 효율적인 환기를 위해서는 더 바람직한 것으로 나타났다.

2. 도시가스 통합고시에서 규정한 설치된 환기구의 통풍가능 면적의 합계가 바닥면적  $1\text{m}^2$  당  $300\text{cm}^2$ 의 비율로 계산한 면적이상의 환기구를 설치하도록 되어 있으나 연구결과 환기구의 면적이 규정 면적보다 작은 면적(규정 면적의 80~90%)에서 Outlet에서의 유량이 많았으며, 공기의 유동 속도가 빨랐다.

#### 5. 참고문헌

1. 도시가스안전연구회 정압기분과, "정압기실 환기구 개선", 2003
2. 이영섭, "산업환기", 2006
3. 신광문화사, "산업환기공학"
4. 한국가스공사 연구개발원, "공급관리소 정압실 환기시스템 최적화", 1999
5. 도시가스안전관리법령집, 2006
6. 액화석유가스의 안전관리 및 사업법령집, 2006
7. 고압가스안전관리법령집, 2006