

## 핵셀 및 방사성구역의 배기시스템 구조설계

황용화, 이형권, 서항석, 권형문, 장정남, 전용범, 민덕기  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045(덕진동 150-1)  
[hvh@kaeri.re.kr](mailto:hvh@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

핵셀 및 방사선구역의 배기팬은 일반 팬과는 달리 복잡한 배선구조와 배기공기 이송시스템으로 고효율, 저소음화와 다양한 조건들이 요구되고 있다. 특히 장비의 연속가동과 방사성 오염확산을 미연에 방지하기 위해서 효율적인 집검기술과 유지관리가 필연적이다. 핵셀 배기구에 가장 인접한 공간에 배기시스템을 설치함으로써 배기공기의 풍압손실을 줄여 배기팬의 효율을 높일 수 있었다.

### 2. 본론

#### 2.1 풍량제어

터보배기팬의 풍량제어는 설계토출압력을 설정하고, 인버터 방식을 도입하여 주파수변환에 의한 회전수를 제어하여 풍량을 조절하도록 하였다. 이렇게 함으로서 풍량의 조절범위 원활하고 이에 따른 전력절감효과가 크게 운용되도록 하였다. 임펠러의 dynamic balance는 KSB 0612에 준해 균형도 등급 6.3G 이내로 하였다.

#### 2.2 토출풍속 및 풍량 결성

토출풍량은 식(1)의 계산식에 의해 풍량을 구한다. 팬의 선정에는 Table 2.2.1과 같이 전압, 회전수, 전부하 동력 등의 데이터를 구하고 풍량에 대한 전압 및 정압효율, 공기압으로 성능곡선(Table 2.2.2)에서 동력의 최적점을 찾았다.

$$\begin{aligned}
 Q &= 60 \times A \times V \\
 &= 60 \times A \times 4.03 \sqrt{p_d} \\
 &= 241.8 A \sqrt{p_d} \quad \text{m}^3/\text{min} \quad \text{----- (1)}
 \end{aligned}$$

모터의 성능은 전압에 관련된 회전수-토크 곡선과 회전수-전류에 관련된 곡선(Table 2.2.3)의 교차점과 식(2)의 축동력을 비교하여 효율에 여유를 주어 결정하였다.

$$\frac{Q \times P_t}{4,500 \times \eta} \text{ (HP)} \quad \text{----- (2)}$$

#### 2.3 임펠러의 재질 선정

핵셀 및 방사선구역의 배기장치는 각각 300mmAq, 250mmAq의 전압으로 회전익에 대한 2차 관성 모멘트(GD<sup>2</sup>)와 공기유속이 크기 때문에 진동 및 소음발생이 우려되어, 회전익에 대한 재질로 임펠러(impeller) 및 중심보스(boss)에 SS400, FC200를 사용하고 날개의 각도를 조절하고 유선형으로 설계하였다. 팬의 풍량을 적정 유량값보다 크게 설계하여 회전수를 낮추고, 직결 카프링(coupling)을 설치하여 소음을 최소로 줄일 수 있었다.

#### 2.4 베어링 하우징의 윤활방식

PCM SNO314를 사용하여 진동 및 베어링 하중에 충분히 견딜수 있는 강성을 갖도록 하였으며 베어링의 윤활 급유방식은 oil bath 타입으로 연속가동 운전시에도 오일의 통상온도가 35℃ 이하로 유지되는 자연공냉식으로 적절한 오일점성을 유지하고 있는 것으로 판단되었다.

#### 2.5 케이싱의 설계

팬의 케이싱은 fig 2.5.1과 같이 120°상하 분할형으로 설계되어 회전익의 교체 및 유지보수에 아주 용이하였다. 케이싱의 관통부에는 리버린스 씨일(labyrinth seal)을 사용하여 공기누설이 일어나지 않도록 하였다

#### 2.6 배기설비의 손실압력 계산

배기덕트의 직관길이, 덕트 내의 풍속, 식(3)에 의한 직관부 마찰손실, 곡관부 및 흡입구의 압손을 고려되도록 하였다. 토출구경은 8~25m/sec의 풍속에서 선정하였다.

$$H_f = \frac{\lambda L}{D} \left( \frac{V}{4.05} \right)^2 \text{ mmAq} \quad (3)$$

### 3. 결론

풍량의 과부하를 넘지 않는 변동범위 내에서는 요구되는 풍량을 원만히 조절 할 수 있었고 내식, 내마모구조의 배기팬을 선정하여 신뢰성이 보장 되도록 하였다. 또한, 철저한 점검과 유지관리를 통해 앞으로의 시설운동을 보다 효율적이고 안전하게 수행될 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 2.2.1 survey data of fan test

Survey No.		1	2	3	4	5	6
FAN	Static Press. (mmAq)	413.0	415.0	353.0	302.0	252.0	
	Dynamic Press. (mmAq)	6.5	2.5	6.0	12.0	15.6	
	Total Press. (mmAq)	413.5	417.5	361.0	314.0	268.0	
	Gas Quantity (m <sup>3</sup> /min)	77.6	173.6	319.5	280.2	439.1	
	Revolution (rpm)	1765	1785	1780	1770	1760	
	Static A.H.P (kw)	5.24	11.77	17.91	19.76	18.08	
	Total A.H.P (kw)	5.24	11.84	18.32	19.51	19.23	
	Static Eff. (%)	31.2	62.4	76.7	75.3	70.0	
	Total Eff. (%)	31.2	62.7	73.4	78.2	74.4	
	MOTOR	Voltage (V)	440	440	440	440	440
Mean Amp. (A)		28.03	31.53	39.00	41.53	45.13	
Output Power (kw)		16.79	18.68	23.35	24.93	25.93	
Change In Total Press.	(mmAq)	413.5	417.5	361.0	314.0	268.0	
	20 °C Static Press. (mmAq)	413.0	415.0	353.0	302.0	252.0	
1770 rpm Gas Quantity	(m <sup>3</sup> /min)	77.6	173.6	319.5	280.2	439.1	
1770 rpm Shaft Power	(kw)	16.79	18.68	23.35	24.93	25.63	

Table 2.2.2 performance curve

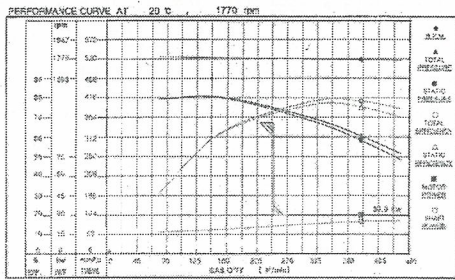


Table 2.2.3 speed, torque, current curve of Vs motor

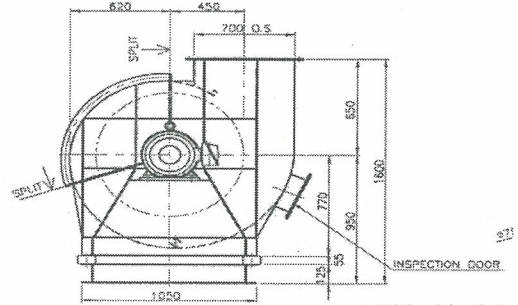
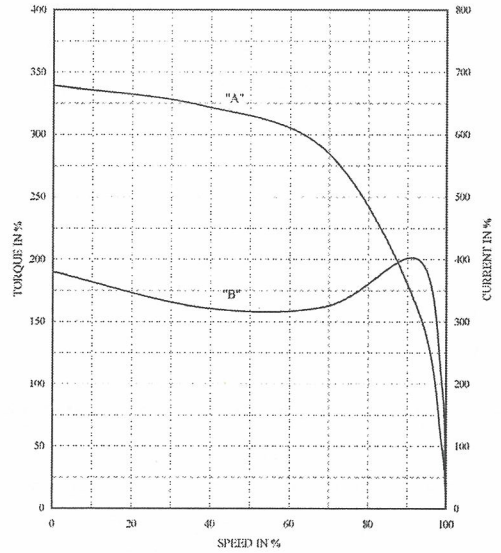


Fig. 2.5.1 splits of fan casing