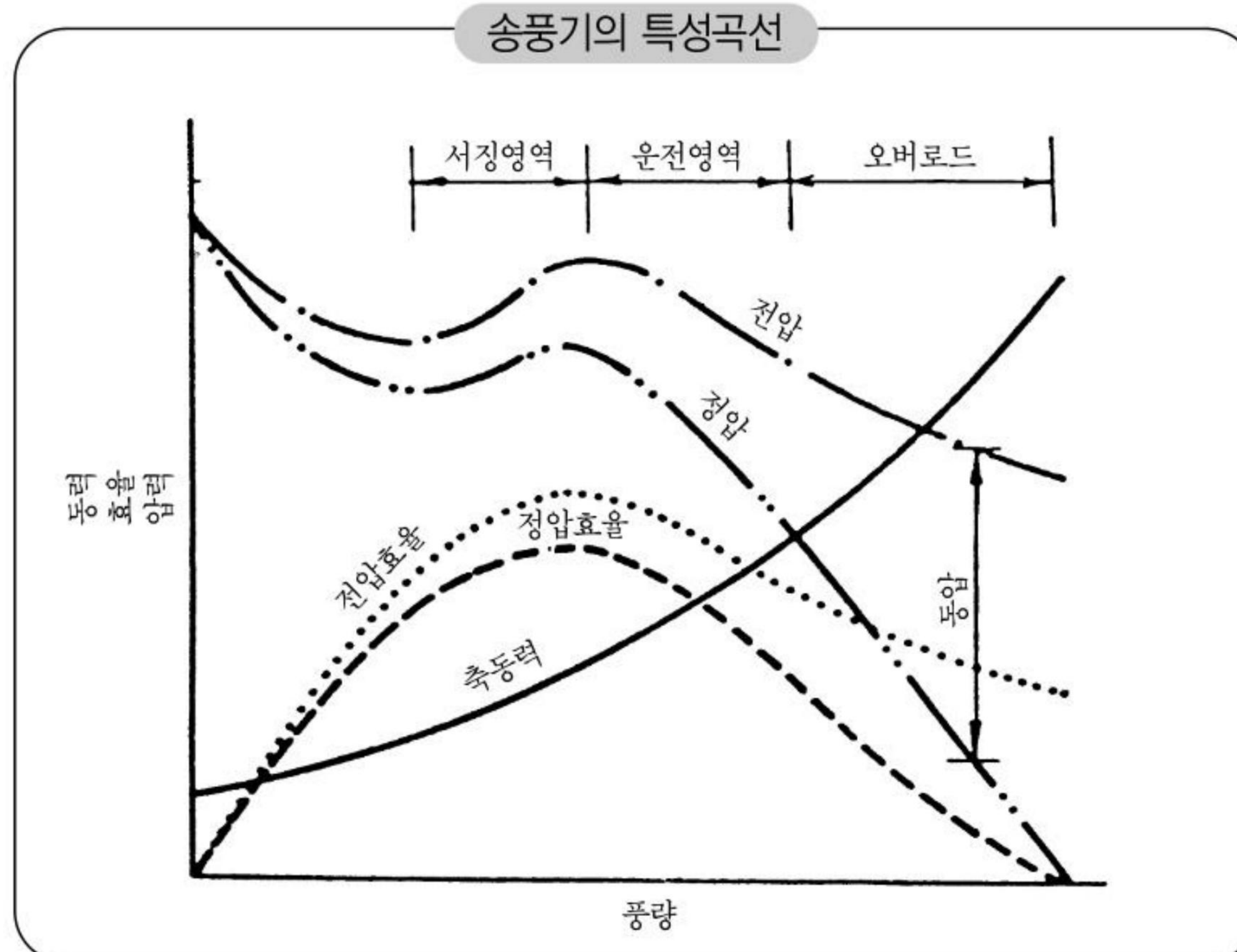


3. 송풍기의 특성

가. 특성곡선의 구성

각종 송풍기는 고유의 특성이 있다. 이러한 특성을 하나의 선도로 나타낸 것을 송풍기의 특성곡선이라 한다. 즉, 어떠한 송풍기의 특성을 나타내기 위하여 일정한 회전수에서 황축을 풍량 $Q[m^3/min]$, 종축을 압력(정압 P_s , 전압 P_r) $[mmAq]$, 효율 $[\%]$, 소요 동력 $L[kw]$ 로 놓고 풍량에 따라 이들의 변화 과정을 나타낸 것을 말하며, 그림은 그 한 예이다.

그림에 의하면, 일정속도로 회전하는 송풍기의 풍량조절 댐퍼를 열어서 송풍량을 증가시키면 축동력(실선)은 점차 급상승하고, 전압(1점쇄선)과 정압(2점쇄선)은 곡형을 이루면서 강하한다. 여기서 전압과 정압의 차가 동압이다. 한편, 효율은 전압을 기준으로 하는 전압효율(점선)과 정압을 기준으로 하는 정압효율(은선)이 있는데 포물선 형식으로 어느 한계까지 증가후 감소한다. 따라서, 풍량이 어느 한계 이상이 되면 축동력이 급증하고, 압력과 효율은 낮아지는 오버로드 현상이 있는 영역과, 정압곡선에서 좌하동 곡선부분은 송풍기 동작이 불안정한 서징(surging)현상이 있는 곳으로서 이 두영역에서의 운전은 좋지 않다.



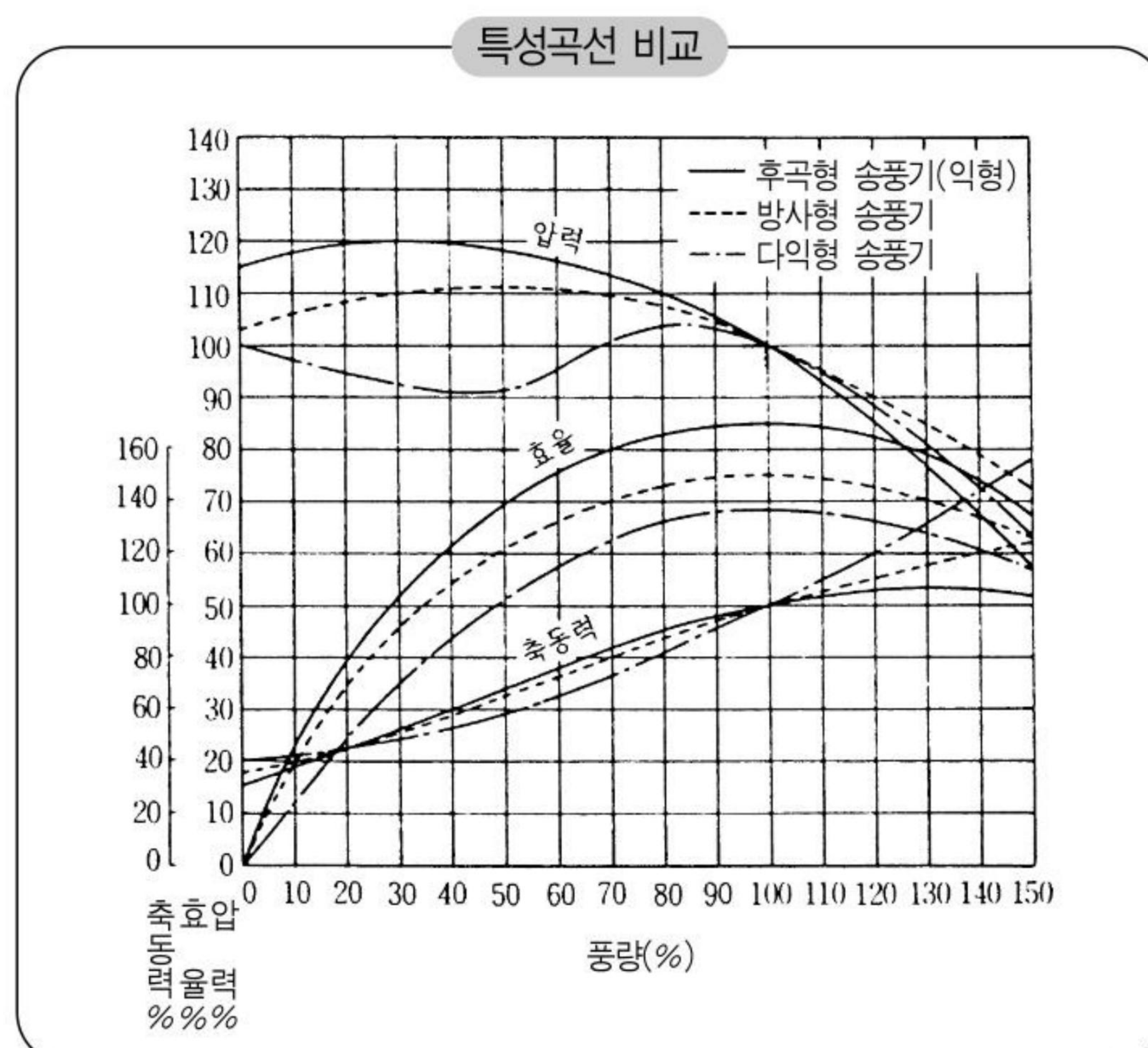
서징(surging)의 대책

- (1) 시방 풍량이 많고, 실 사용 풍량이 적을 때 바이패스 또는 방풍한다.
- (2) 흡입댐퍼, 토출댐퍼, R.P.M 으로 조정한다.
- (3) 축류식송풍기는 동·정익의 각도를 조정한다.

나. 각종 송풍기의 특성곡선과 특성비교

후곡형 송풍기, 방사형 송풍기, 다익형 송풍기에 대한 특성곡선이다.

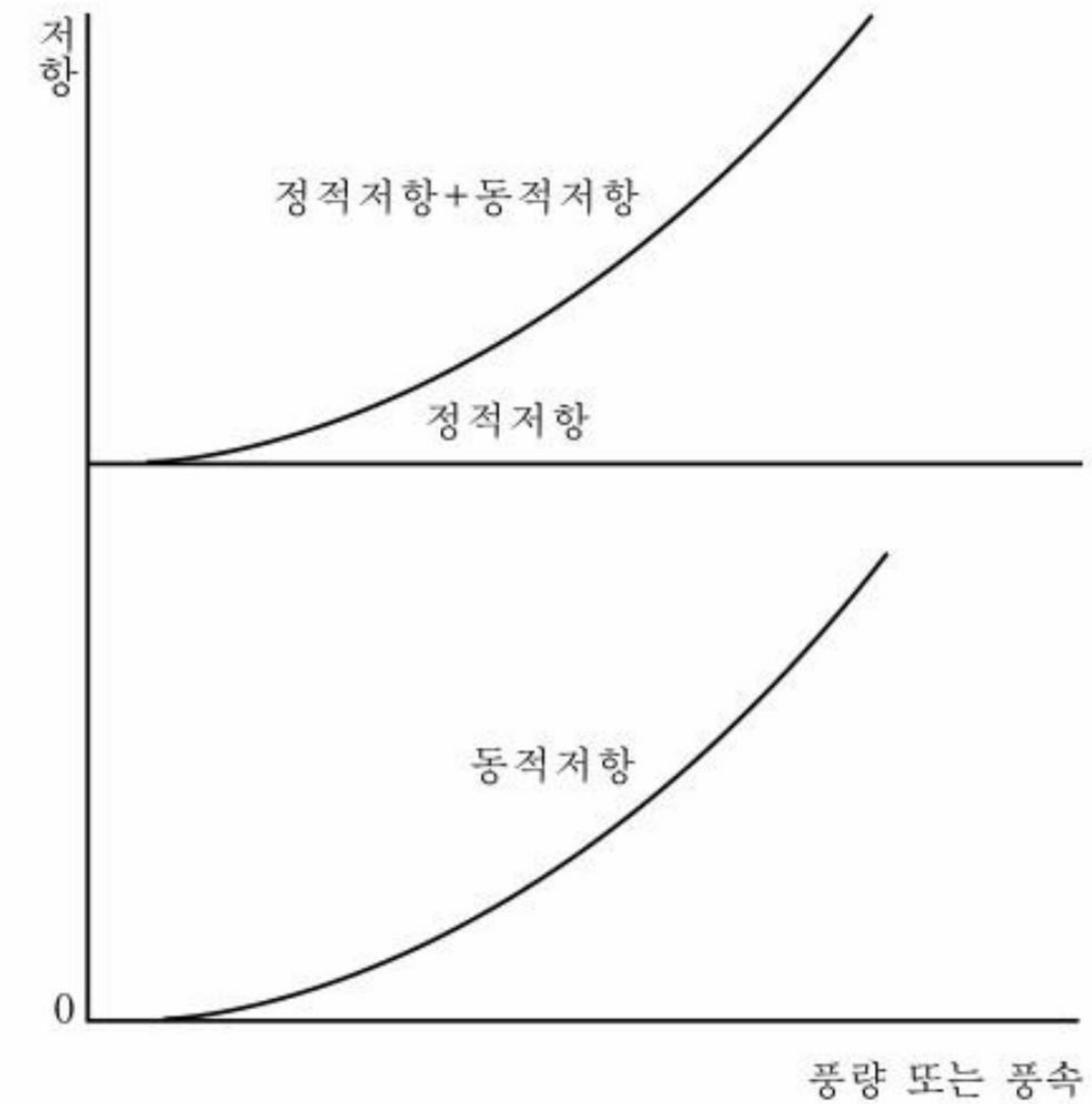
이 곡선은 최고효율점에 대한 풍량, 압력 및 축동력을 백분율로 표시하여 비교하였다.



다. 저항곡선

송풍기로 덕트를 통하여 공기 또는 가스를 보내는 장치 등의 경우에 그 덕트 또는 장치고유의 저항이 있다. 이 저항은 저항곡선과 같이 가스 속도의 2승에 비례한다.(덕트의 단면적이 일정하면 풍량이 2승) 또, 저항과 속도, 풍량에는 무관하게 일정한 저항이 2개가 있다. 전자는 동적 저항이라 하고, 후자는 정적 저항이라 한다.

예를 들면 수조에 저장된 물의 밑으로부터 공기를 흡출하도록 되어 있는 경우의 물의 깊이가 정적 저항이다.



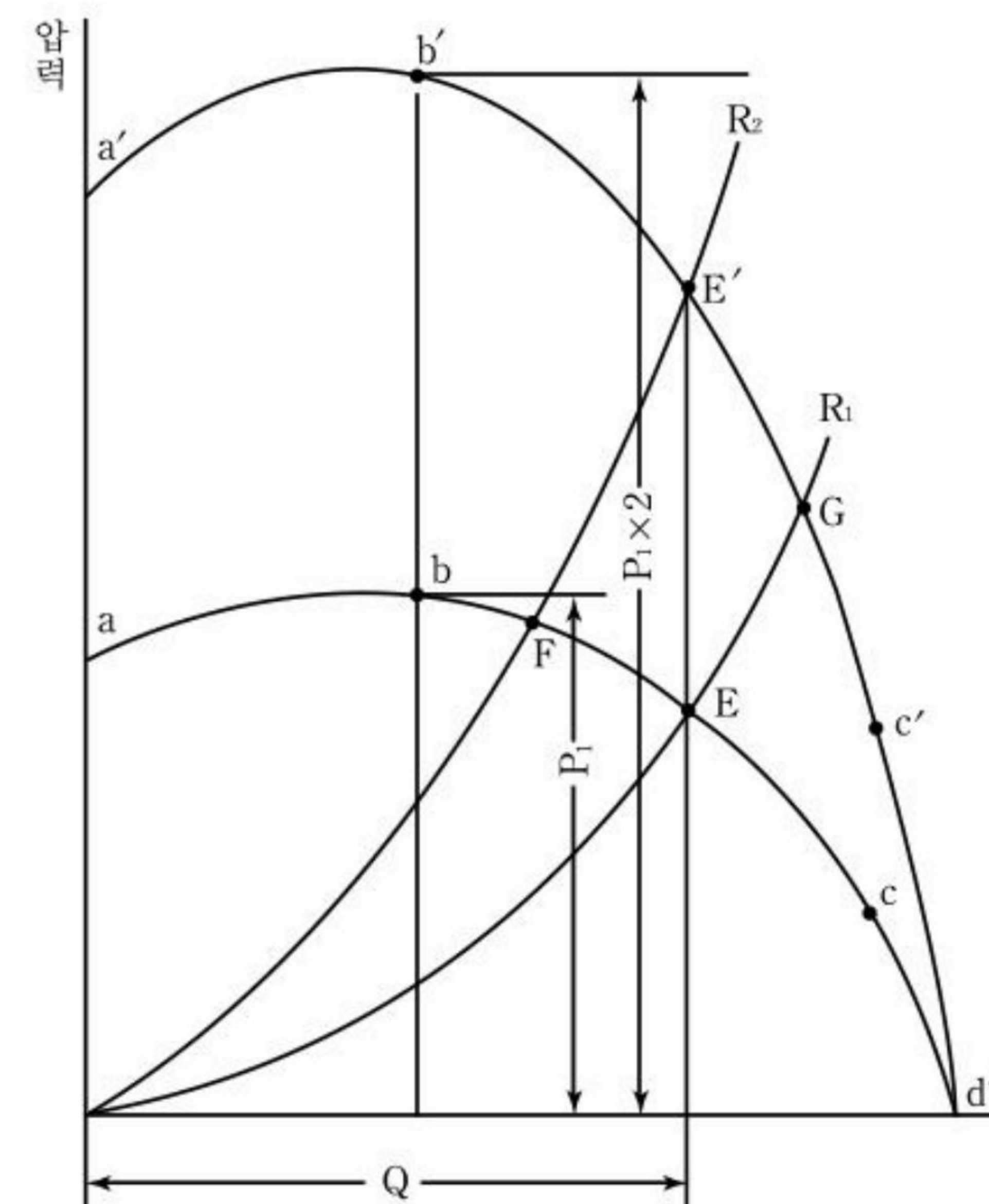
라. 직렬운전

압력을 승압할 목적으로 동일 특성의 송풍기를 2대 직렬 연결하여 운전하는 경우 그림에서 곡선 a, b, c, d는 1대 운전시의 특성을 알면, 2대 직렬운전후의 특성은 어떤 풍량점에서의 압력을 2배로 하여 얻어진다. 예를 들면 b' 점은 b점 압력의 2배의 압력이 되어 a', b', c', d'를 얻는다.

특성곡선은 이와 같이 2배하여 얻어지지만 단독운전의 송풍기에 1대 추가하여 직렬운전해도 실제의 운전압력은 2배로 되지 않는다. 그것은 관로저항이 2배로 되어 변하지 않기 때문에 저항곡선은 R_1 이고, 1대 운전시의 작동점(E)에 해당하는 압력이 2대 운전시의 경우(G)에 해당하는 압력으로 되기 때문이다.

또, 2대 운전하고 있는 장치의 1대를 정지한 경우의 작동점은 저항곡선 R_2 상의 E' 점에서 F' 점으로 이동하고, 압력은 절반 이상이 된다.

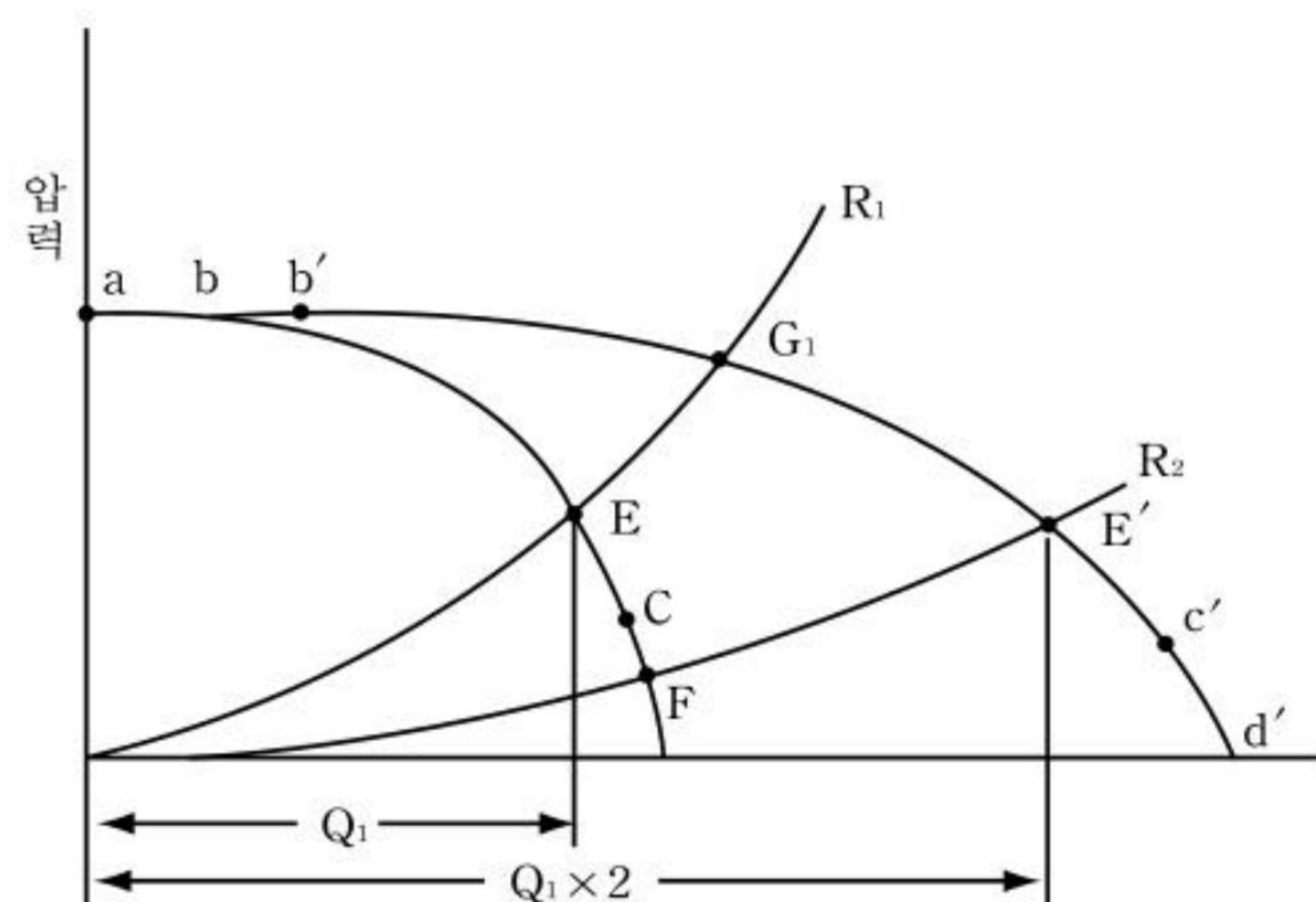
압력이 높은 송풍기를 직렬로 연결할 경우, 1대째의 승압에 의해 2대째의 송풍기가 기계적 문제로 일어날 수 있으므로 주의하지 않으면 안된다.

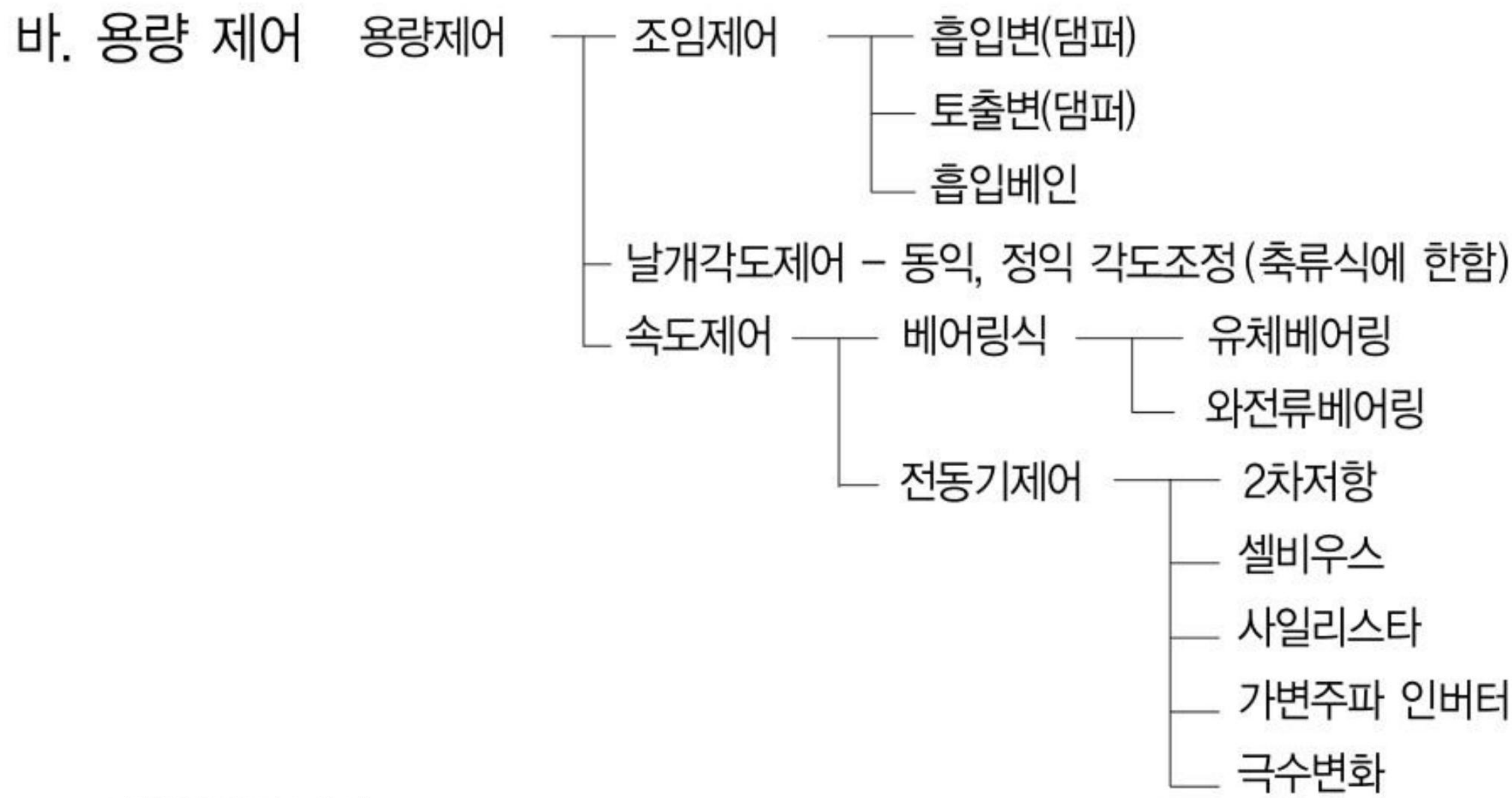


마. 병렬운전

필요량이 부족한 경우나 대수 제어 운전을 행하고자 하여 동일특성의 송풍기를 2대 이상 병렬로 연결하여 운전하는 경우는 직렬의 경우와 동일하게 a', b', c', d'를 얻을 수 있다.

이 경우도 특성곡선은 풍량을 2배하여 얻어지지만, 실제 2대 운전후의 작동점은 G' 이기 때문에 2배의 풍량으로는 되지 않는다. 또한 병렬운전을 행하고 있는 송풍기중 1대를 정지하여 단독운전해도 작동점 E'에서 F'로 되고 풍량은 절반 이상이 된다. 특성이 크게 다른 송풍기를 병렬운전하는 것은 운전이 불가능한 경우도 있으므로 피하는 편이 좋다.





a) 흡입댐퍼 제어

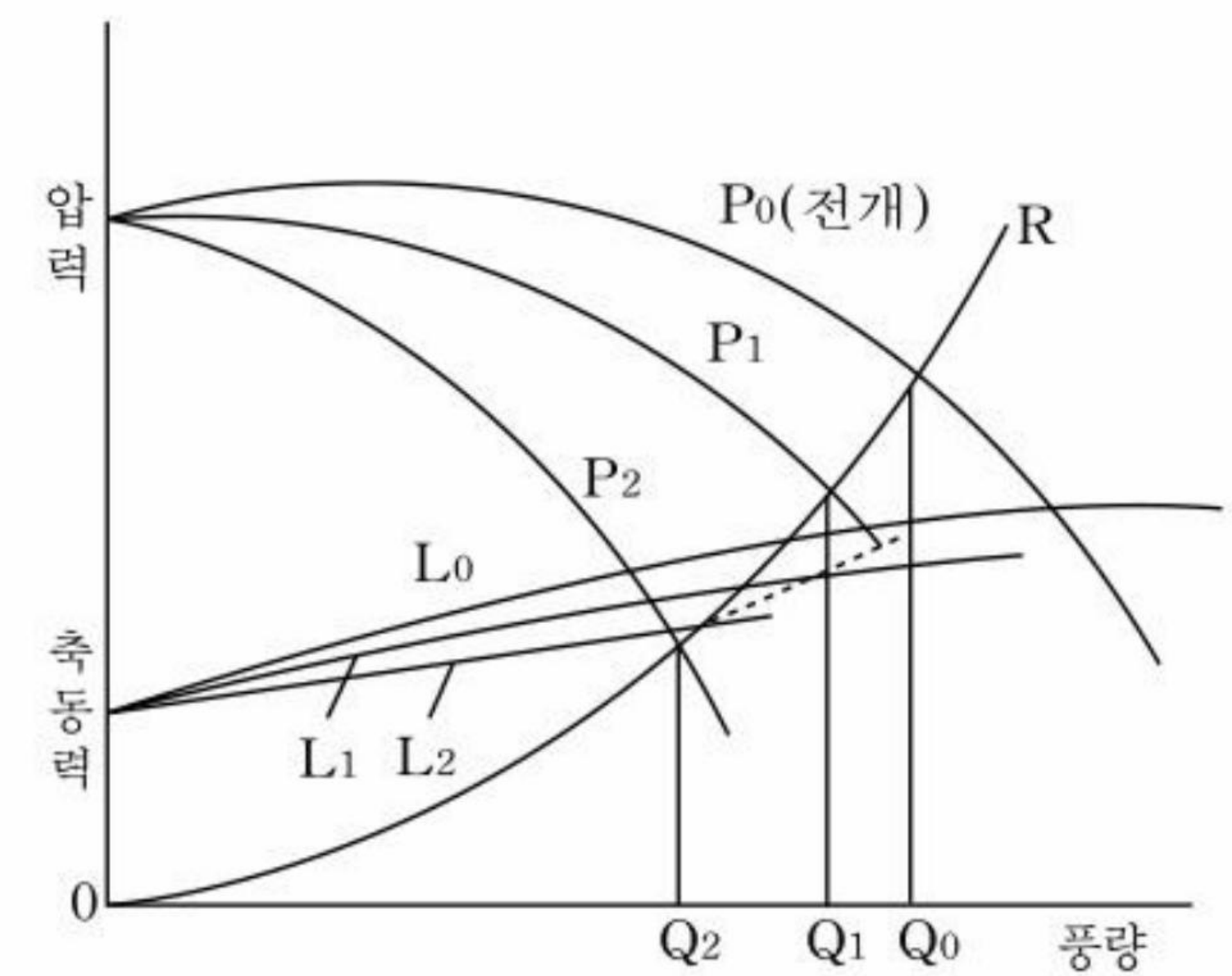
흡입구에 설치된 댐퍼에 저항을 부여하여 풍량을 제어하는 방법이다.

그림과 같이 P_0 곡선을 흡입댐퍼전개의 압력곡선으로 하고, 흡입댐퍼의 개도를 순차적으로 닫아가면 P_1, P_2 의 압력곡선이 얻어지고 저항곡선 O_R 과의 교점에서 풍량은 Q_0 에서 $Q_1, Q_2 \dots$ 의 풍량으로 조절된다.

축동력은 풍량의 감소에 따라 감소함과 동시에 흡입변의 조임에 의한 가스밀도의 감소분만큼의 내려간다.

이 경우 동력은 동력곡선 L_0 에서 L_1, L_2 와 교차하기 때문에 흡입구에서 부압으로 되고, 가스비중량이 가볍게 될 뿐만 아니라 동력도 작게 된다. 이점은 토출 댐퍼에 의한 제어보다도 유리하다. 또 압력이 높은 것 만큼 동력 경감의 비율도 크게 되어 유효하다.

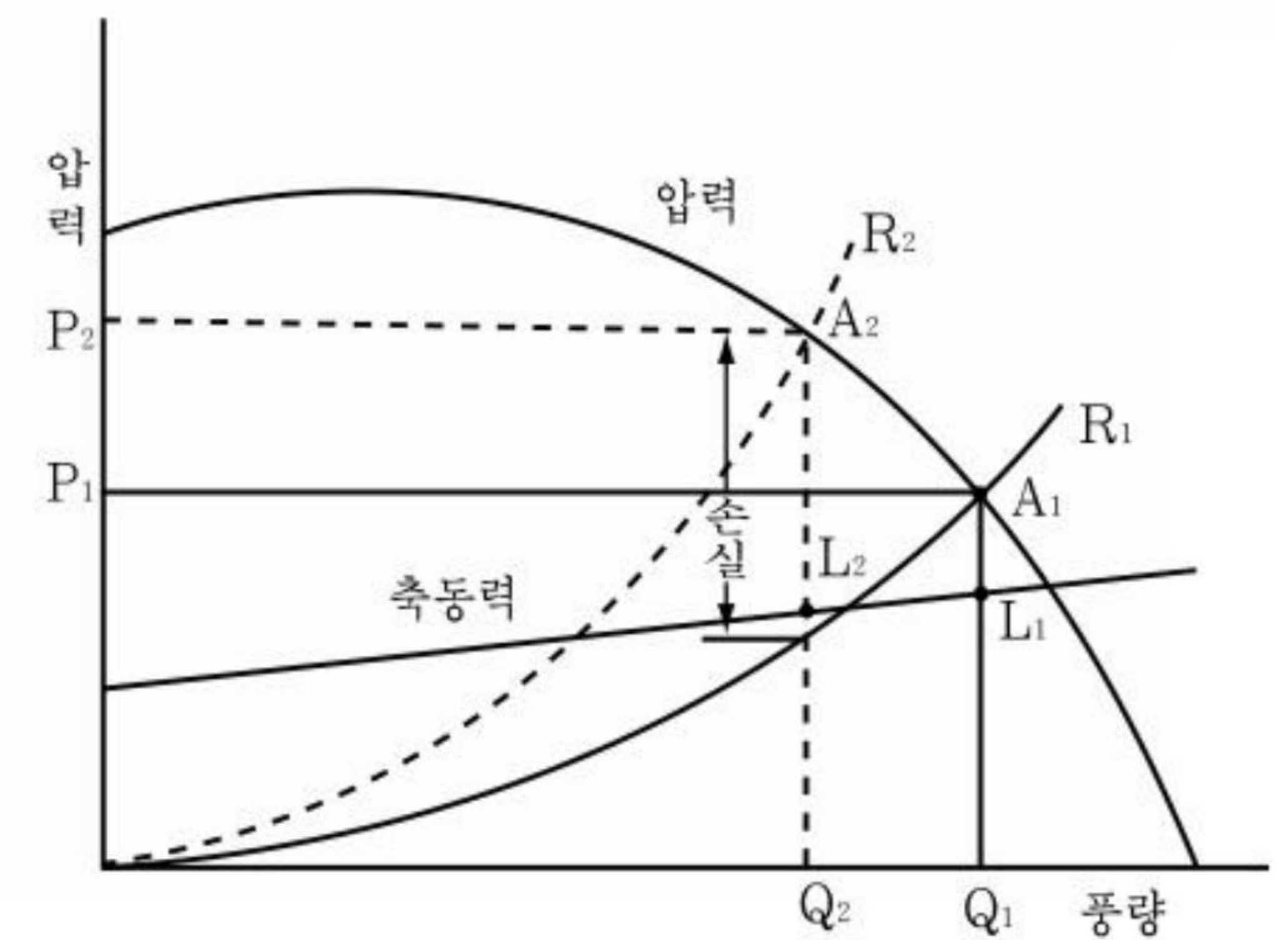
그래도 교축을 크게 하는 만큼 압력곡선은 우측 아래로 향하는 곡선으로 되고, 정점이 왼쪽으로 이동하기 때문에 서장을 방지하는 점으로부터는 유리하게 된다.



b) 토출 댐퍼 제어

토출구에 설치된 댐퍼에 접근하여 저항을 주어 풍량을 제어하는 방법이다.

그림과 같이 토출하는 댐퍼의 조작에 저항을 부여하여 저항곡선을 R_1 에서 R_2 로 하는 것으로부터 풍량을 Q_1 에서 Q_2 로 감소시킬 수 있다. 이것에 따라서 축동력도 L_1 에서 L_2 로 감소하지만, 댐퍼의 조임은 손실로 비경제적이다.



c) 흡인 베인

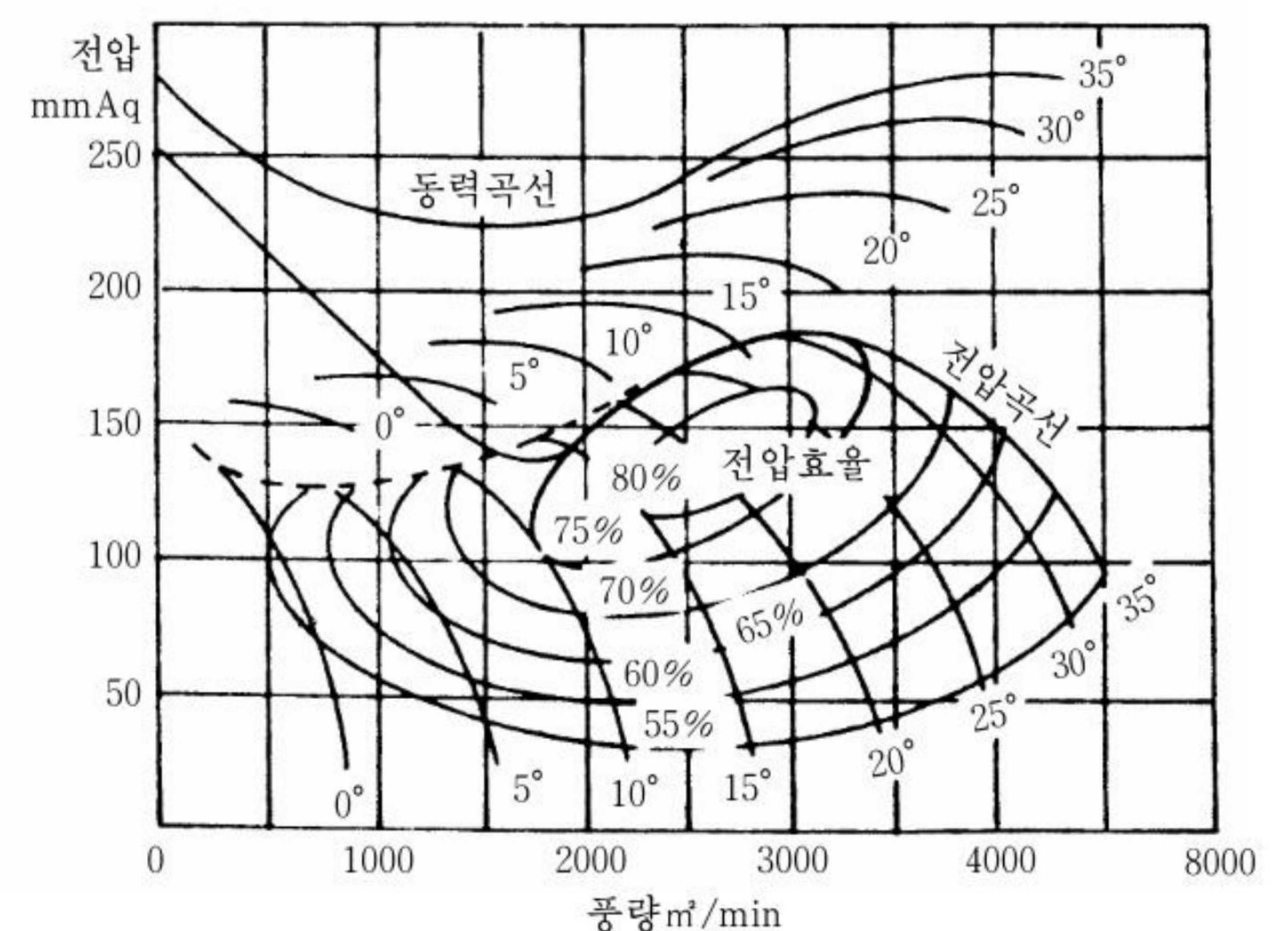
날개차 흡입부에 부착한 8~12개의 방사상의 날개(흡인베인)를 개폐하는 것으로 날개차의 회전방향에 선회를 부여함에 따라 송풍기의 특성을 이론적으로 변화시키는 것이다. 단, 먼지를 포함한 경우나 온도가 높은 경우는 구조적인 대책을 세우지 않으면 안된다.

d) 속도 제어

회전수를 변화시켜 성능을 바꾸는 방법으로 송풍기의 성능 환산편을 참고 바랍니다.

e) 가변익 제어

축류팬의 동익의 각도를 변화시킴으로써 효율을 좋게 넓은 범위에 걸쳐 안정한 제어를 행할 수 있다. 부분 부하시의 동력은 2승 특성부하에 대응하는 이상 동력에 접근하고, 가변속 제어에 비해서도 원동기 변속기의 효율을 고려하면 우수하여 무엇보다도 경제적인 시스템을 구성할 수 있다. 익근 각도를 제로부근으로 하고 최소 풍량으로 교축해도 압력을 가지고 있기 때문에, 정압 제어가 필요한 시스템에도 최적이다.



4. 송풍기의 성능환산

가. 송풍기의 법칙

송풍기의 운전 조건이나 치수가 달라졌을 때 송풍기의 성능을 예측할 수 있다.

변 수	정 수	공 식	계 산 예	
비중량 $r_1 \rightarrow r_2$ 1,293 $\rightarrow$ 1,20 kg/m ³	회전속도 송풍기의 크기	$Q_2 = Q_1$	$Q_2 = 120 \text{ cmm}, Q_1 = 120 \text{ cmm}$	
		$P_2 = P_1 \frac{r_2}{r_1}$	$P_2 = 20 \times (1.20/1.293) = 18.56 \text{ mmAq}$	
		$L_2 = L_1 \frac{r_2}{r_1}$	$L_2 = 1.5 \times (1.20/1.293) = 1.39 \text{ Kw}$	
회전 속도 $N_1 \rightarrow N_2$ 470 $\rightarrow$ 570 R.P.M	송풍기의 크기, 비중량	$Q_2 = Q_1 \frac{N_2}{N_1}$	$Q_2 = 120 \times (570/470) = 145 \text{ cmm}$	
		$P_2 = P_1 \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$	$P_2 = 20 \times (570/470)^2 = 29.4 \text{ mmAq}$	
		$L_2 = L_1 \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3$	$L_2 = 1.5 \times (570/470)^3 = 2.7 \text{ Kw}$	
송풍기의 크기 $D_1 \rightarrow D_2$ 530 $\rightarrow$ 500 mm	회전속도 비중량	$Q_2 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$	$Q_2 = 120 \times (500/530)^3 = 100 \text{ cmm}$	
		$P_2 = P_1 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$	$P_2 = 20 \times (500/530)^2 = 17.8 \text{ mmAq}$	
		$L_2 = L_1 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5$	$L_2 = 1.5 \times (500/530)^5 = 1.120 \text{ Kw}$	

※회전수 변화의 범위는 $\pm 20\%$ 이내이며 이상으로 변경하면 내부의 기류 혼란, 손실 등의 영향에 의해 비례관계가 무너지게 된다.

※압력비가 1.1 이상의 경우 압력대신에 헤드를 이용한다.

※양흡입식은 편흡입식에 비해 압력 및 회전수는 같고 풍량 및 축동력만 약 1.75배 증가한다.

나. 가스의 비중량이 다른 경우

취급가스의 비중량이 시험공기의 비중량과 다른 경우는 시험결과를 다음식에 의해 환산한다.

$$P_0 = \left(\frac{r_0}{r_1}\right) \times P_1 \quad L_0 = \left(\frac{r_0}{r_1}\right) \times L_1$$

P_0 : 취급가스의 송풍기 전압 또는 정압

P_1 : 시험공기의 송풍기 전압 또는 정압

r_0 : 취급기체의 비중량 kg/m³

r_1 : 시험공기의 비중량 kg/m³

다. 회전수에 따른 성능변화

송풍기의 규정회전수 N_0 이외의 회전수 N_1 으로 시험한 경우는, 그 결과를 다음식에 의해 환산한다.

$$Q_0 = \left(\frac{n_0}{n_1}\right) \times Q_1 \quad P_0 = \left(\frac{n_0}{n_1}\right)^2 \times P_1 \quad L_0 = \left(\frac{n_0}{n_1}\right)^3 \times L_1$$

Q_0, P_0, L_0 : 규정회전수로 환산후의 풍량, 압력, 축동력

Q_1, P_1, L_1 : 시험시의 회전수에 대한 풍량, 압력, 축동력

[예] 어떤 송풍기가 규정회전수 1000R.P.M에 대하여 800R.P.M로 운전하고, 풍량 42m³/min 정압 200mmAq, 축동력 0.3kw라고 하는 결과를 얻는다. 규정회전수로 환산하면 각각 어떻게 되는가.

[풀이] $Q_0 = \left(\frac{n_0}{n_1}\right) \times Q_1 = \left(\frac{1000}{800}\right) \times 42 = 52.5 \text{ m}^3/\text{min}$

$$P_0 = \left(\frac{1000}{800}\right)^2 \times 20 = 31.3 \text{ mm} \quad L_0 = \left(\frac{1000}{800}\right)^3 \times 0.3 = 0.586 \text{ kw}$$