

제 5장

전동기선정의 기준

- 5. 1 전동기의 SPEC 결정
- 5. 2 부하특성
- 5. 3 사용정격
- 5. 4 정격의 적용
- 5. 5 일반산업용 전동기의 적용

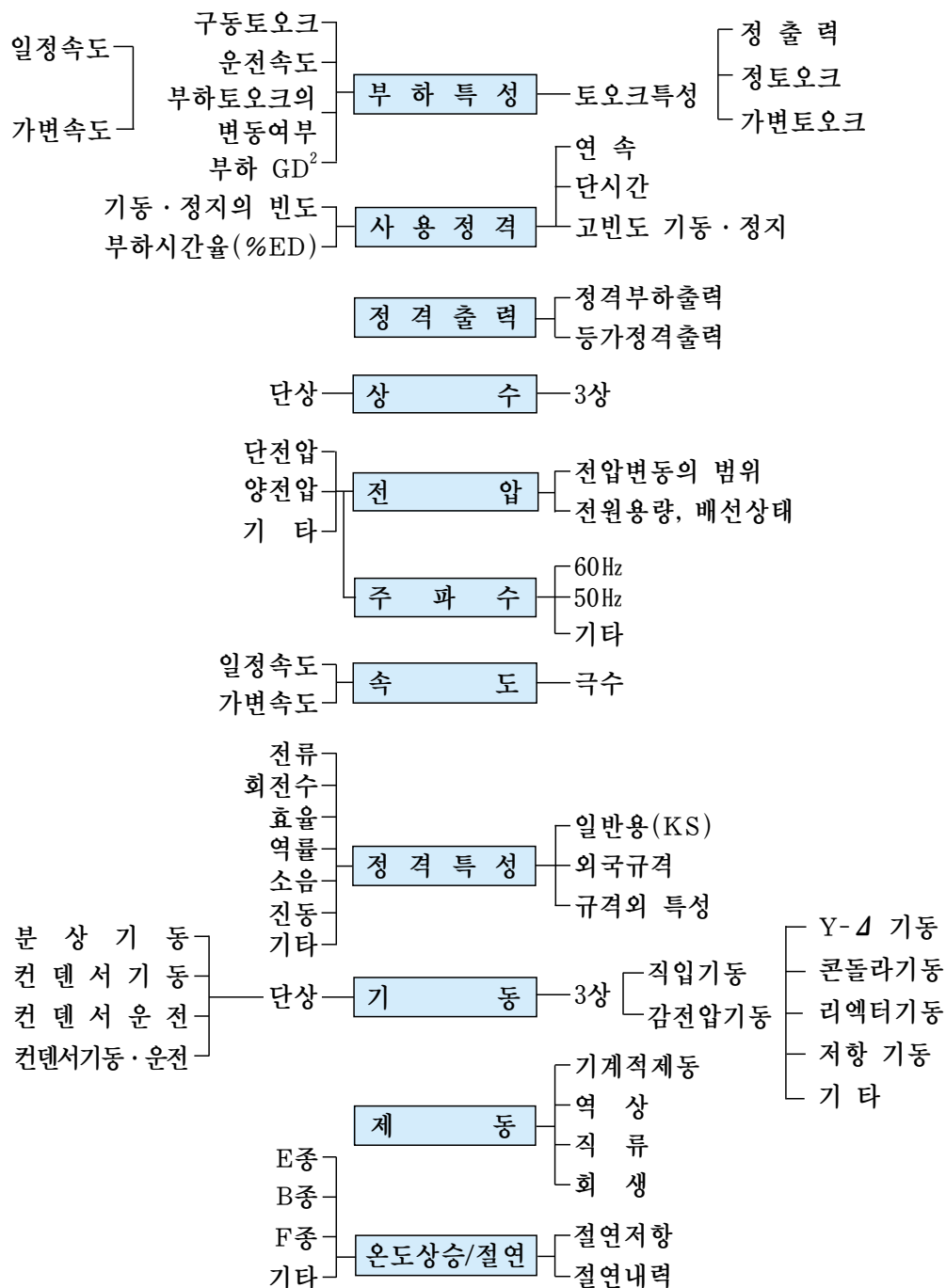
5. 전동기 선정기준

유도전동기는 펌프, 송풍기, 압축기, 크레인, 권상기, 엘리베이터, 에스컬레이터, 컨베이어, 압연기, 공작기, 목공기, 섬유기계, 고무, 플라스틱 가공기, 인쇄기, 제지기계 등 각종 분야의 기계구동용 등으로 널리 사용된다.

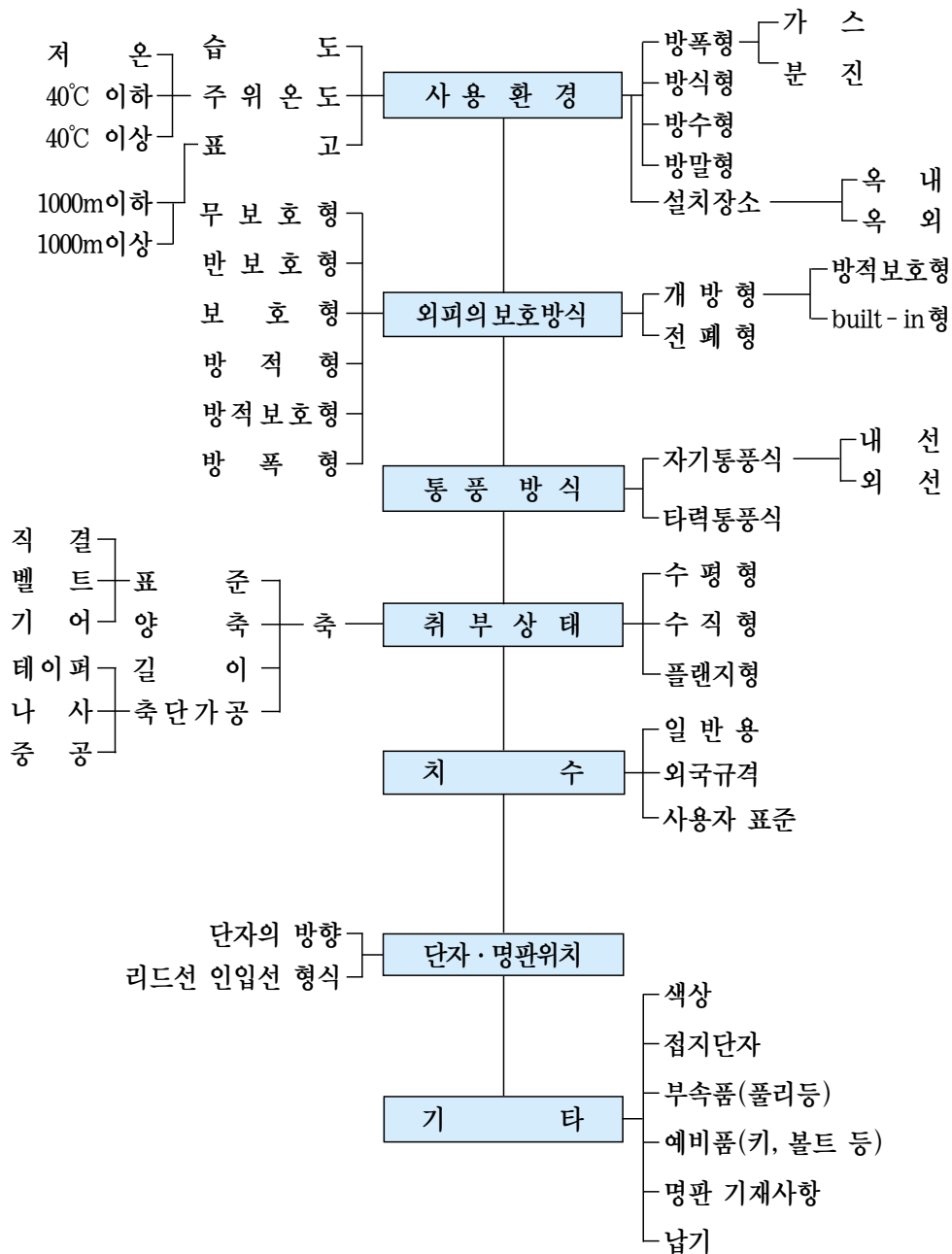
이하 전동기의 전기적, 기계적 SPEC 결정방법에 대하여 설명하겠다.

5.1 전동기의 SPEC 결정

5.1.1 전기적 SPEC 결정



5. 1. 2 기계적 SPEC결정



5. 2 부하 특성

5. 2. 1 부하 GD²

(1) GD²란

관성(Flywheel)효과로 전동기를 정상속도까지 도달시키는데 소요되는 시간에 관계되는 것으로 관성의 크기로 표시한다.

GD²의 단위는 kg · m²로 표시하며, 전동기의 발열과 기동시간에 큰 영향을 미치므로 그 크기에 대해서는 주의를 요한다. GD²에 대해서는 전동기의 가 · 감속 성능이나 가 · 감속 시 발열에 관계하나 일반적으로는 전동기 GD_M²의 크기보다는 부하 GD_L²의 크기가 문제로 된다. 표준농형유도전동기에서는 부하 GD_L²의 크기에 대하여 허용조건이 정해져 있으므로 주의를 필요로 하며, 특히 운전 · 정지를 반복하여 사용하거나 GD_L²가 큰 경우 또는 전기적제동을 하는 경우 등은 사용조건을 충분히 검토해야 한다.

(2) GD²를 구하는 공식

간단한 구조를 예로하여 GD²를 구하는 방법을 예시했으며, 기타 복잡한 형상은 별도 소개한다.

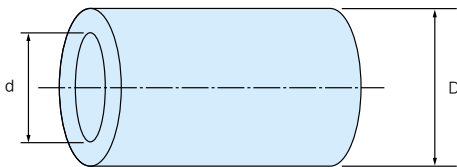
a) 원판 형상의 경우



{ 외경 : D(m)
중량 : W(kg · f)

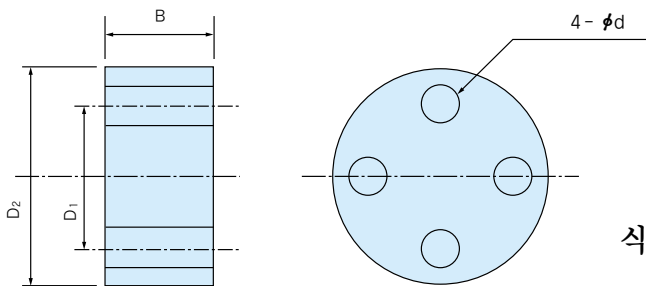
$$\text{식) } GD^2 = \frac{1}{2} WD^2 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

b) 원통 형상의 경우



{ 외경 : D(m)
내경 : d(m)
중량 : W(kg · f)

$$\text{식) } GD^2 = \frac{1}{2} W(D^2 - d^2) (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$



비중: γ kg / m³

$$\text{식) } GD^2 = \frac{\pi}{8} \gamma B (D_2^2 - 4d^4 - 8d^2 D_1^2)$$

표 5-1 GD^2 에 관한 공식

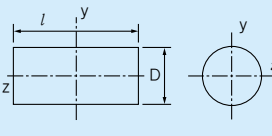
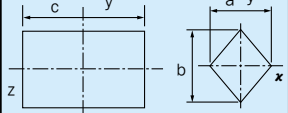
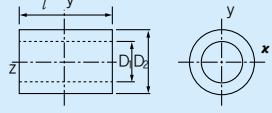
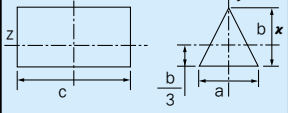
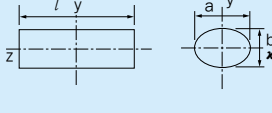
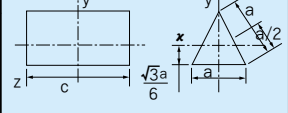
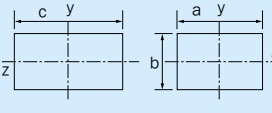
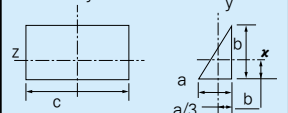
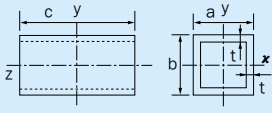
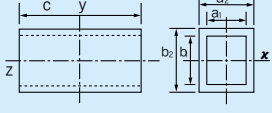
물체 형상	W (중량) GD^2	물체 형상	W (중량) GD^2
<p>1</p> 	$W = \frac{\pi}{4} \gamma D^2 l$ $GD_x^2 = GD_y^2 = W \left(\frac{D^2}{4} + \frac{l^2}{4} \right)$ $GD_z^2 = \frac{1}{2} W D^2$	<p>7</p> 	$W = \frac{1}{2} \gamma abc$ $GD_x^2 = \frac{1}{3} W \left(\frac{b^2}{2} + c^2 \right)$ $GD_y^2 = \frac{1}{3} W \left(\frac{a^2}{2} + c^2 \right)$ $GD_z^2 = \frac{1}{6} W (a^2 + b^2)$
<p>2</p> 	$W = \frac{\pi}{4} \gamma (D_2^2 - D_1^2) l$ $GD_x^2 = GD_y^2 = W \left\{ \frac{(D_2^2 + D_1^2)}{4} + \frac{l^2}{3} \right\}$ $GD_z^2 = \frac{1}{2} W (D_2^2 - D_1^2)$	<p>8</p> 	$W = \frac{1}{2} \gamma abc$ $GD_x^2 = \frac{2}{3} W \left(\frac{b^2}{3} + \frac{c^2}{2} \right)$ $GD_y^2 = \frac{1}{3} W \left(\frac{a^2}{2} + c^2 \right)$ $GD_z^2 = \frac{1}{3} W \left(\frac{a^2}{2} + \frac{2}{3} b^2 \right)$
<p>3</p> 	$W = \frac{\pi}{4} \gamma ab l$ $GD_x^2 = W \left(\frac{b^2}{3} + \frac{l^2}{3} \right)$ $GD_y^2 = W \left(\frac{a^2}{3} + \frac{l^2}{3} \right)$ $GD_z^2 = \frac{W}{4} (a^2 + b^2)$	<p>9</p> 	$W = \frac{\sqrt{3}}{4} \gamma a^2 c$ $GD_x^2 = GD_y^2 = \frac{1}{3} W \left(\frac{a^2}{2} + c^2 \right)$ $GD_z^2 = \frac{1}{3} W a^2$
<p>4</p> 	$W = 4\gamma abc$ $GD_x^2 = \frac{1}{3} W (b^2 + c^2)$ $GD_y^2 = \frac{1}{3} W (c^2 + a^2)$ $GD_z^2 = \frac{1}{3} W (a^2 + b^2)$	<p>10</p> 	$W = \frac{1}{2} \gamma abc$ $GD_x^2 = \frac{2}{3} W \left(\frac{b^2}{3} + \frac{c^2}{2} \right)$ $GD_y^2 = \frac{2}{3} W \left(\frac{a^2}{3} + \frac{c^2}{2} \right)$ $GD_z^2 = \frac{1}{9} W (a^2 + b^2)$
<p>5</p> 	$W = 4\gamma tc(a-t)$ $GD_x^2 = GD_y^2 = \frac{2}{3} W \{ (a-t)^2 + t^2 + 2c^2 \}$ $GD_z^2 = \frac{4}{3} W \{ (a-t)^2 + t^2 \}$		
<p>6</p> 	$W_1 = \gamma a_1 b_1 c, W_2 = \gamma a_2 b_2 c$ $W_1 = W_2 - W_1 = \gamma (a_2 b_2 - a_1 b_1)$ $GD_x^2 = \frac{1}{3} W^2 (b_2^2 + c^2) - \frac{1}{3} W_1 (b_1^2 + c^2)$ $GD_y^2 = \frac{1}{3} W^2 (a_2^2 + c^2) - \frac{1}{3} W_1 (a_1^2 + c^2)$ $GD_z^2 = \frac{1}{3} W^2 (a_2^2 + b_2^2) - \frac{1}{3} W_1 (a_1^2 + b_1^2)$		

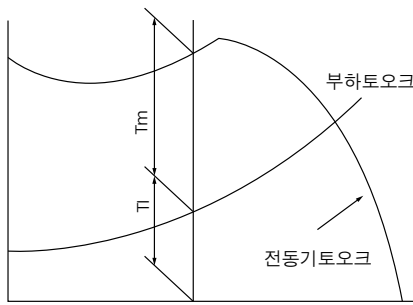
표 5-2 구동방식에 의한 계산식의 일람 (각 토크, 이너셔를 계산하여 전동기 선정의 기준 테이터를 낸다)

구 동 방 식	불 나 사	랙 & 피니언	롤 피 드	체인스프로킷	스텝 로드	
<p>기 구</p> <p>(사선친 곳은 회전부분)</p>	<p>S(1회전 스텝수) S(1회전 스텝수)</p>	<p>μ (충돌면 마찰계수)</p>			<p>S(1회전 스텝수)</p>	
기 어 비	$G = \frac{N_p}{N_w} = \frac{\delta \times S}{l}$	$G = \frac{N_p}{N_w} = \frac{\delta \times S}{\pi D S}$	$G = \frac{N_p}{N_w} = \frac{\delta \times S}{\pi D}$	$G = \frac{N_p}{N_w} = \frac{\delta \times S}{\pi D}$	1	
전동기환산부하 토크 T_0 [kg · cm · s ²]	$T_0 = G \left(\frac{F + \mu W}{2 \pi \eta} \right) l$	$T_0 = G \left(\frac{F + \mu W}{2 \pi \eta} \right) \pi D$	$T_0 = G(F_b + F_c + F_w) \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{\eta}$	$T_0 = G \left(\frac{F + \mu W}{2 \pi \eta} \right) \pi D$	$T_0 = \left(\frac{F + \mu W}{2 \pi \eta} \right) l$	
부하 이너셔 · 전동기 환산	<p>위 크 J_w [kg · cm · s²]</p> $\frac{W}{g} \left(\frac{l}{2\pi} \cdot G \right)^2$	$\frac{W}{g} \left(\frac{\pi D}{2\pi} \cdot G \right)^2$	$\frac{W}{g} \left(\frac{\pi D}{2\pi} \cdot G \right)^2$	$\frac{W}{G} \left(\frac{\pi D}{2\pi} \cdot G \right)^2$	$\frac{W}{g} \left(\frac{l}{2\pi} \cdot G \right)^2$	
	<p>기 타(1) J_s [kg · cm · s²]</p>	<p>불나사 J_s, 감속기어 J_G $(J_G + J_s)G^2$</p>	<p>감속기어 J_G</p>	<p>롤 J_R, 감속기어 J_G $(J_R + J_s)G^2$</p>	<p>체인 W_c, 감속기어 J_G $\left\{ \frac{W_c}{g} \left(\frac{D}{2} \right)^2 + J_G \right\} G^2$</p>	없음
	<p>기 타(2) J_p [kg · cm · s²]</p>	<p>피니언 기어 J_p</p>	<p>피니언 기어 J_p</p>	<p>피니언 기어 J_p</p>	<p>피니언 기어 J_p</p>	없음
	<p>전 이너셔 [kg · cm · s²]</p>	$J_0 = J_p + J_s + J_w$	$J_0 = J_p + J_G + J_w$	$J_0 = J_p + J_R + J_w$	$J_0 = J_p + J_s + J_w$	$\frac{W}{G} \frac{1S \cdot N}{2x}$
가속토크 T_A	$T_A = J_0 \omega = J_0 \frac{2 \pi f}{t \cdot S}$ <p>t : 가속시간 f : 최대주파수</p>	$T_A = J_0 \omega = J_0 \frac{2 \pi f}{t \cdot S}$ <p>t : 가속시간 f : 최대주파수</p>	$T_A = J_0 \omega = J_0 \frac{2 \pi f}{t \cdot S}$ <p>t : 가속시간 f : 최대주파수</p>	$T_A = J_0 \omega = J_0 \frac{2 \pi f}{t \cdot S}$ <p>t : 가속시간 f : 최대주파수</p>	$T_A = J_0 \omega = J_0 \frac{2 \pi f}{t \cdot S}$ <p>t : 가속시간 f : 최대주파수</p>	

(3) 전동기 기동시간 계산

전동기가 정격회전수에 도달하는데 걸리는 시간(기동시간)은 다음 식에 의한다.

$$t = 2.74 \times \frac{\Sigma GD^2 \times N^2}{P(T_m - T_l)} \times 10^{-6}$$



- t : 기동시간(Sec)
- ΣGD^2 : $GD_L^2 + GD_m^2$ ($kg \cdot m^2$)
- N : 전동기 정격회전수(rpm)
- T_m : 가속중의 전동기의 평균 토크(%/100)
- T_l : 가속중의 부하의 평균 토크(%/100)
- P : 전동기의 정격출력(kW)
- GD_m^2 : 전동기 GD^2 ($kg \cdot m^2$)
- GD_L^2 : 부하 GD^2 ($kg \cdot m^2$)

(4) 기동시 발열량

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{1}{730} \times GD^2 \times N^2 \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \frac{T_m}{T_m - T_l}$$

- Q : 기동중에 발생하는 열량(W.S)
- Q_1 : 기동중 고정자에 발생하는 열량(W.S)
- Q_2 : 기동중 회전자에 발생하는 열량(W.S)
- $Q_1 = Q_2 \times \frac{R_1}{R_2}$
- R_1 : 고정자 코일의 저항(Ω)
- R_2 : 회전자 도체의 저항(Ω)

위 식에서 기동중의 동손만을 대상으로 하고 철손 및 기타손실은 무시한다. 일반적으로 동손만을 대상으로 하여도 충분하다. 또한 전동기의 온도상승과 발열량은 거의 비례하기 때문에 기동을 자주 반복하면 온도상승은 점점 높게 된다.

기동·정지를 자주하는 전동기에서는 정도에 따라 다음과 같은 조치를 한다.

- a) 절연등급을 높인다.
- b) Frame Size를 크게하여 전동기 열내량을 증가시킨다.
- c) 전동기 기동특성을 고토오크, 저전류로 설계하여 기동시간을 단축, 기동시 발열을 최소화 해야 한다.
- d) 2차 저항을 크게한다.
- e) 강제냉각을 행한다.

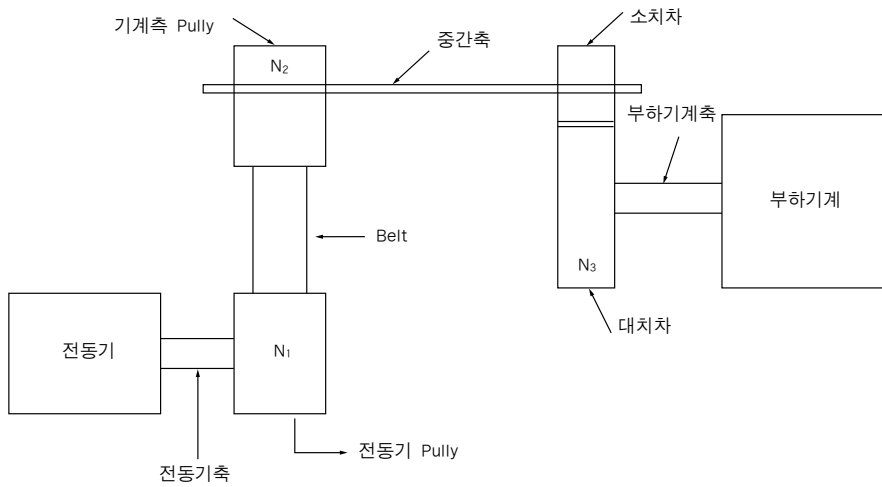
(5) 부하 GD²를 전동기 축으로 환산

감속기 등을 사용하여 부하 회전수와 전동기회전수가 다르게 운전되는 경우는 통상 부하 GD²를 전동기 축으로 환산한다.

$$GD_L^2 = GD_1^2 \times \left(\frac{N_L}{N_M}\right)^2$$

- GD_L² : 전동기 축으로 환산된 부하의 GD² (kg · m²)
- GD_i² : 부하 GD² (kg · m²)
- N_M : 전동기축의 회전수(rpm)
- N_L : 부하축의 회전수(rpm)

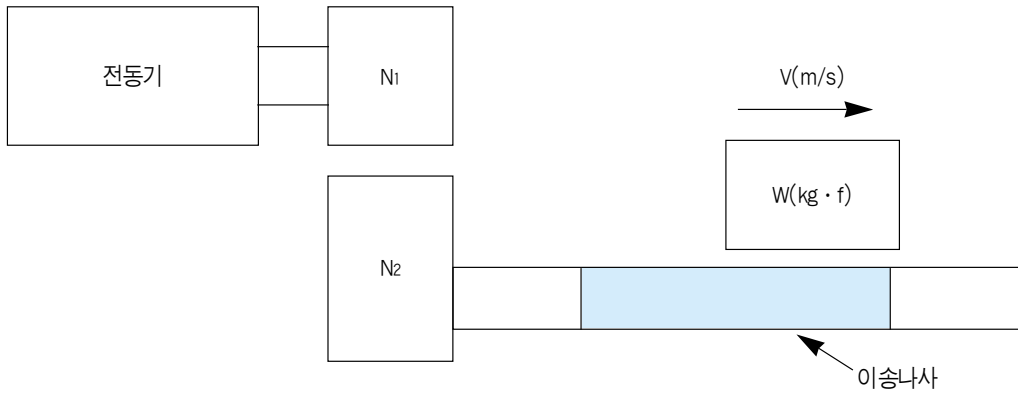
예1) 회전운동의 경우



$$GD_L^2 = GD_1^2 + \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 GD_2^2 + \left(\frac{N_3}{N_1}\right)^2 GD_3^2$$

- GD² : 전동기축으로 환산된 부하 GD²의 합
- GD₁² : N₁축에 걸리는 Pully의 GD²
- GD₂² : N₂축에 걸리는 기계축 Pully, 중간축, 소치차의 GD²
- GD₃² : N₃축에 걸리는 대치차, 부하 GD²

예2) 직선운동의 경우



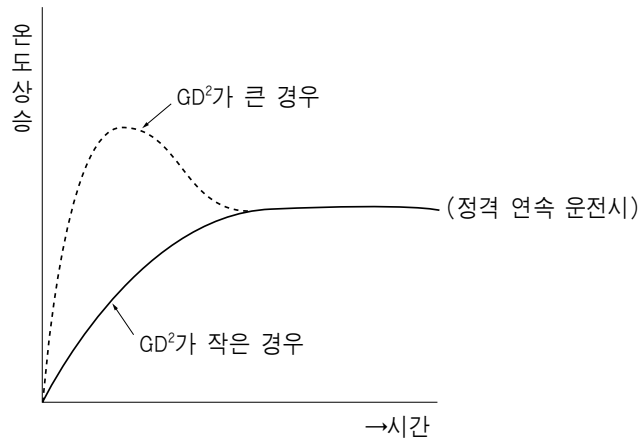
$$GD_L^2 = \frac{3600}{\pi^2 N_2^2} \times W \times V^2$$

$$GD^2 = GD_L^2 \times \left(\frac{N_L}{N_M} \right)$$

- W : 부하의 중량(kg · f)
- V : 부하의 속도(m/s)
- N_L : 전동기 축의 회전수(rpm)
- N_M : 부하축의 회전수(rpm)
- GD_L² : 부하 GD²
- GD² : 전동기 축으로 환산된 부하 GD²

(6) LG · OTIS 표준 전동기의 GD² 와 허용부하 GD²

펌프의 부하 GD² 는 일반적으로 전동기 GD² 에 비하여 대단히 작기 때문에 문제가 되지 않으나, 팬, 블로워, 원심분리기, 프레스 등은 전동기 GD² 에 비하여 대단히 큰 경우가 많다. 이러한 경우는 기동시간이 길기 때문에 기동중에 발생하는 열량도 크게 되어 기동시 온도가 그림과 같이 급격히 상승, 단시간에도 허용온도보다 상승하며, 이로 인하여 절연이 열화되어 권선이 소손되는 경우가 있다.



또한 일반적으로 증용량 이상의 전동기에서 기동시의 온도는 회전자측이 고정자보다 조건이 열악하며 회전자도체의 온도상승도 GD^2 에 비례한다. 따라서 부하 GD^2 가 큰 전동기는 기동시에 온도가 급격히 상승하여 회전자도체의 소손이 발생하는 경우도 있다. LG·OTIS 표준전동기는 이상과 같은 사고가 발생치 않도록 충분히 고려하여 설계 제작 하였으나 허용부하 GD^2 값의 선정 잘못으로 인하여 사고가 나는 경우가 있으므로 주의하여야한다. LG·OTIS 표준전동기의 GD^2 값과 허용부하 GD^2 값을 <표 5-3>과 <표 5-4>에 나타내었다.

표 5-3 LG·OTIS 표준전동기 GD^2 값 (전폐형)

GD^2 (kg · m²)

극수 출력(HP)	2P	4P	6P	8P
1/4	—	0.0034	0.0046	0.0086
1/2	0.0034	0.0079	0.0086	0.0714
1	0.0079	0.0092	0.0170	0.0351
2	0.0128	0.0174	0.0351	0.0580
3	0.0197	0.0351	0.0580	0.1530
5	0.0570	0.0600	0.1530	0.2010
7.5	0.1060	0.1060	0.2010	0.4933
10	0.1160	0.1434	0.4933	0.5570
15	0.1620	0.2869	0.5570	1.0462
20	0.2206	0.3764	1.0462	1.1909
25	0.2503	0.6545	1.0786	1.7860
30	0.4285	0.7447	1.1909	2.0122
40	0.5309	0.8623	2.1218	3.4829
50	1.0876	1.6315	2.3433	5.5720
60	1.1713	1.8197	5.5720	6.1729
75	1.9230	2.6864	6.1729	10.7063
100	2.4930	4.6500	10.7063	12.1784
125	3.0140	6.6428	12.1784	—
150	3.5270	7.2270	12.3800	—

표 5-4 LG·OTIS 표준전동기의 허용부하 GD² 값

$$\Sigma GD^2(\text{kg} \cdot \text{m}^2) = GD_m^2 + GD_L^2$$

kW	전 폐 외 선 형				방 적 보 호 형				비 고
	2극	4극	6극	8극	2극	4극	6극	8극	
0.4	0.6	2.4	11.7	18.2	-	-	-	-	
0.75	0.8	3.6	16.4	24.1	0.7	3.6	13.6	22.7	
1.5	1.6	6.0	24.7	42.3	1.6	6.0	22.7	39.0	
2.2	2.3	12.0	29.3	48.8	2.3	10.5	29.2	48.7	
3.7	3.3	15.3	42.9	71.5	3.3	12.5	42.2	71.5	
5.5	4.6	22.2	61.8	91.0	4.2	18.9	58.5	94.2	
7.5	5.9	29.3	78.0	117	5.5	25.4	78.0	104	
11	7.2	37.8	117	175	6.8	34.5	110	162	
15	9.11	48.0	169	214	7.8	44.7	130	195	
18.5	11.7	65.0	227	305	9.1	55.2	156	227	
22	14.3	78.7	247	390	11.0	65.0	162	292	
30	16.3	97.5	325	435	13.0	91.0	195	357	
37	19.5	117	344	462	16.2	104	214	455	
45	21.5	123	351	487	19.5	110	260	487	
55	24.1	143	390	617	22.7	130	292	585	
75	28.0	175	487	812	26.0	149	325	650	
95	31.2	195	585	910	28.6	175	357	747	
110	36.4	240	650	1040	34.4	195	422	845	
135	42.3	292	780	1300	29.0	227	487	975	

농형유도전동기는 정격부하에서 전동기 축으로 환산한 부하 GD²가 상기표의 값을 초과하지 않을 때 전동기의 무리없는 기동을 보장할 수 있다.

단, 1. 적용전압 NEMA 1-12, 43, 44, 45에 의거

- ① 허용변동전압(정격부하 정격주파수에서)±10%이내
- ② 허용변동주파수(정격부하 정격주파수에서)±5%이내
- ③ 허용변동전압 + 주파수(정격부하에서)±10%이내
- ④ 허용불평형전압(다상교류 전동기에서)×1%이내

2. 기동중 부하 토크는 속도의 2승에 따라 변화되는 전동기의 토크보다

작아야 하며 정격속도에서 100% 정격부하이어야 한다.

3. 기동은 Cold상태에서 2회, Hot상태에서 1회

4. 상기값을 초과하는 GD² 또는 Y-Δ, 리액터, 보상기 기동시는 설계에 문의바람.

5. 50Hz일 경우 GD²는 20% 상승함.

5.3 사용정격

5.3.1 사용정격의 종류

① 연속사용

일정부하로 전동기가 열적평형에 도달하는 시간이상으로 연속하여 사용하는 경우(S1)

② 단시간 사용

일정부하로 전동기가 열적평형에 도달하지 않는 범위의 일정시간 연속사용 후 전동기가 정지, 다음 기동시까지 전동기의 온도가 주위온도와의 차이가 2°C 이하로 될 때까지 냉각되게 한 다음 사용하는 경우(S2)

③ 반복사용

일정부하로 운전시간과 정지시간을 1주기로 하여 반복하여 사용하는 경우. 이 경우 운전시간, 정지시간은 전동기가 열적평형에 도달하는 시간보다 짧고, 또한 기동 및 제동조건이 온도상승에 미치는 영향을 무시할 수 있는 경우(S3)

④ 기동의 영향이 있는 반복사용

기동조건이 온도상승에 영향을 미치는 경우 일정부하의 운전시간 및 정지시간을 1주기로 하여 이것이 반복되는 사용. 이 경우 운전시간, 정지시간은 각각 전동기가 열적평형에 도달하는 시간보다 짧고, 제동조건은 온도상승에 미치는 영향을 무시할 수 있는 경우(S4)

⑤ 기동 제동의 영향있는 반복사용

기동 제동조건이 온도상승에 영향을 미치는 경우. 기동시간, 운전시간, 제동시간 및 정지시간을 1주기로 하여 반복되는 경우 운전시간, 정지시간은 각각 전동기가 열적평형에 도달하는 시간보다 짧은 경우(S5)

⑥ 반복부하 연속사용

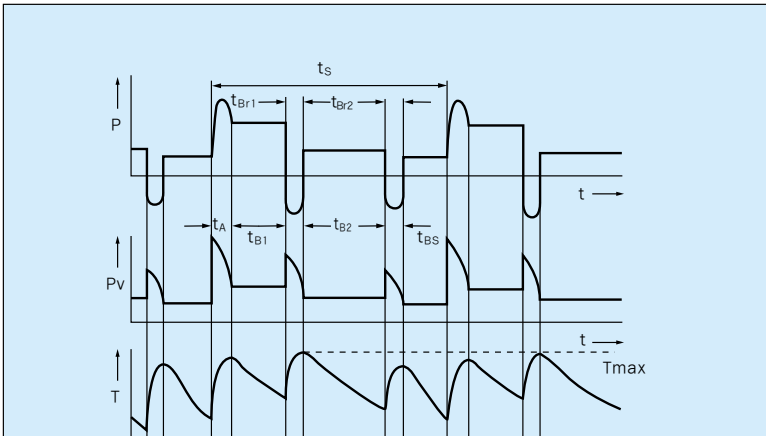
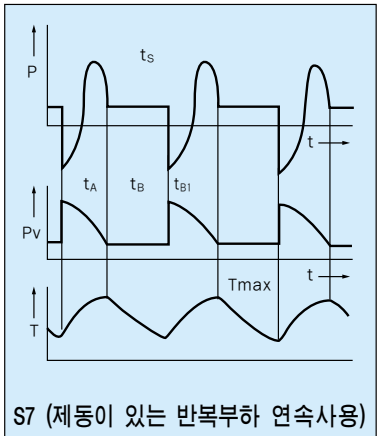
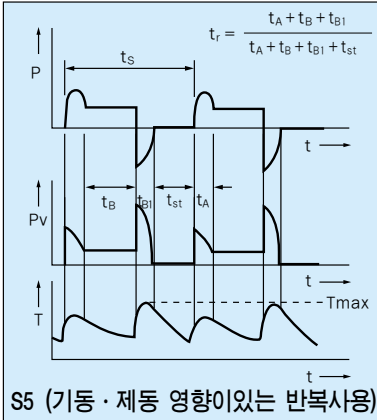
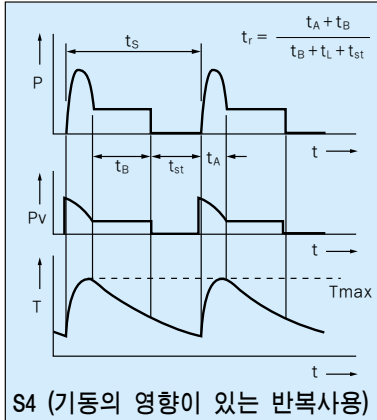
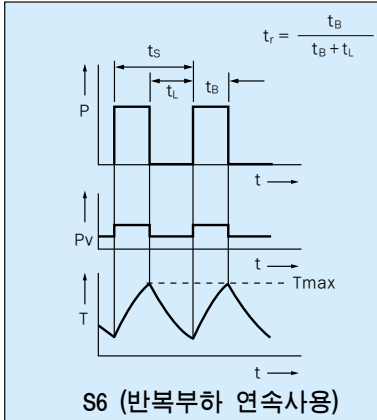
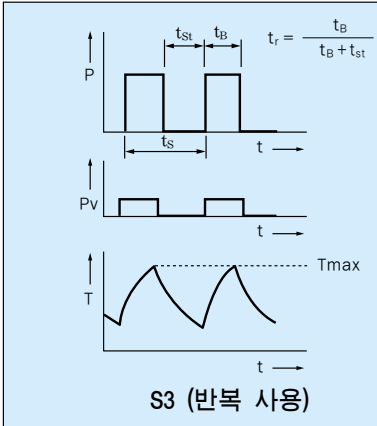
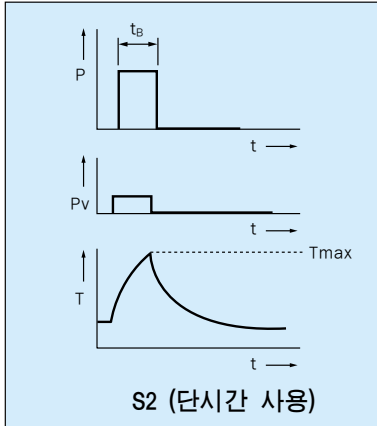
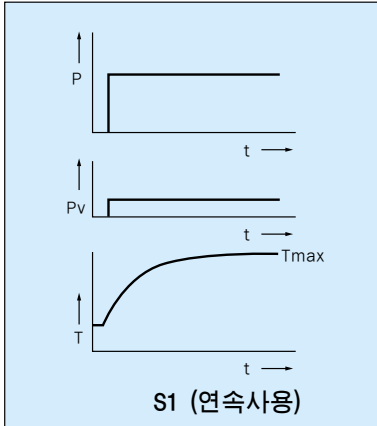
운전시간 및 무부하 운전시간을 1주기로 하여 반복되는 경우. 운전시간 및 무부하 운전시간은 각각 전동기가 열적평형에 도달하는 시간보다 짧은 경우(S6)

⑦ 제동이 있는 반복부하 연속사용

온도상승을 무시할 수 없는 기동시간, 운전시간, 전기 제동시간을 1주기로 하고 이것이 반복되는 경우. 이 경우 정지시간이 없고 운전시간은 전동기가 열적평형에 도달하는 시간보다 짧은 경우(S7)

⑧ 변속도 반복부하 연속사용

2개의 다른 속도에 대응하는 일정부하의 운전시간을 1주기로 하고, 이것이 반복되는 경우. 정지시간이 없고 각각의 회전속도의 운전시간은 전동기가 열적평형에 도달하는 시간보다 짧은 경우(S8)



P : 부하 t_s : 1주기
 Pv : 손실 t_{Br} : 전기제동시간
 T : 온도 t_A : 기동시간
 Tmax : 최고온도
 t_B : 운전시간 t_{Br1} } 각 속도에
 t_{st} : 정지시간 t_{Br2} } 대응하는
 t_r : 부하시간을 t_{Br3} } 운전시간
 n : 속도
 t_{Br1} } 각 속도에
 t_{Br2} } 대응하는
 } 전기제동
 } 시간

S8 (변속도 반복부하 연속사용)

$$t_{r1} = \frac{t_A + t_{Br1}}{t_A + t_{Br1} + t_{Br2} + t_{Br3}}$$

$$t_{r2} = \frac{t_{Br1} + t_{Br2}}{t_A + t_{Br1} + t_{Br2} + t_{Br3}}$$

$$t_{r3} = \frac{t_{Br2} + t_{Br3}}{t_A + t_{Br1} + t_{Br2} + t_{Br3}}$$

5.3.2 정격

정격이란 지정된 조건에서 전동기의 사용한도를 말한다. 사용한도는 출력으로 표시하고 정격출력이라 한다. 지정된 조건이란 정격출력을 얻기 위한 정격전압, 정격전류, 정격회전수, 상(相)수, 주파수, 정격의 종류(연속, 단시간)등을 말한다. 이러한 정격은 전동기를 운전하기 전에 확인하여 규정된 값이나, 그 이하의 부하조건에서 사용하여야 한다. 만약 이 조건을 벗어나면 아래와 같은 이상이 발생한다.

- ① 정격출력 — 초과:과부하로서 입력과 손실이 증가하므로 온도상승에 따른 소손의 우려가 있다.
미만:특별한 문제는 없지만, 비경제적인 운전이다.
- ② 정격전압 — 초과:자기(磁氣)포화로 인해 무부하전류와 무부하손실이 증가하므로 온도상승이 증가한다.
미만:동일출력인 경우 부하전류가 증가하고 회전수가 저하되어 온도상승이 증가한다. 전압저하로 정격출력운전이 불가능하다.
- ③ 정격전류 — 초과:과부하로서 동손이 증가한다. 동손의 증가에 따라 온도상승이 증가하여 전동기 소손의 우려가 있다.
미만:정격출력 이하로서, 비경제적인 운전이다.
- ④ 정격회전수 — 초과:과속운전이고, 원심력에 대한 기계적강도에 무리가 발생한다.
미만:저속운전이고, 방열, 냉각효과가 저하하므로 온도상승에 영향을 미친다. 정(定)출력 운전이면 온도상승, 축의 강도 등이 문제된다.
- ⑤ 정격주파수 — 초과:회전수는 주파수에 비례하므로 회전속도가 상승한다. 리액턴스가 커지기 때문에 특성이 변하고, 회전력은 약해진다.
미만:회전수가 저하하여 방열, 냉각효과가 저하하므로 온도상승에 영향이 있다. 전압이 동일하면 자속이 증가하므로 무부하입력이 증가한다.

5.3.3 정격의 종류

(1) 연속 정격(Continuous Rating)

지정된 조건으로 연속 사용할 때 규정된 온도상승, 기타의 제반조건을 초과하지 않는 정격이다.

(2) 단시간정격(Short-time Rating)

냉상태(주위온도와 동일온도)에서 시작하여 지정된 조건에서 허용시간까지 운전되었을 때 규정된 온도상승, 기타의 제반조건을 초과하지 않는 정격이다. 단시간 정격은 10분, 30분, 60분, 90분의 4가지를 표준으로한다. 10분 운전, 2분 정지, 10분운전...의 단시간 반복사용인 경우, 10분 정격의 전동기를 사용해도 괜찮다고 할 수 없다. 그 이유는 정의에서 『냉상태에서 시작하여』가 전동기의 온도가 주위온도까지 내려간 후라고 해석되기 때문이다.

(3) 반복정격(Periodic Rating)

지정된 조건에서 일정한 부하로 운전·정지를 주기적으로 반복사용할 때 규정된 온도상승, 기타의 제반조건을 초과하지 않는 정격이다. 특별한 지정이 없으면 1주기는 10분이 고, 부하시간율(% ED)의 표준은 15%ED, 25%ED, 40%ED, 60%ED이다.

5.4 정격의 적용

연속사용의 전동기는 연속정격을, 단시간사용의 전동기는 단시간정격을 적용한다. 단시간부하 연속사용, 단속사용, 단속부하 연속사용, 변동부하 단속사용, 반복사용, 반복부하 연속사용의 전동기는 사용의 결과 발생하는 전동기의 발열과 냉각의 상태에서 가장 가까운 온도변화를 나타내는 연속정격, 단시간정격, 반복정격을 적용한다.

5.4.1 연속정격과 단시간정격의 관계

〈그림 5-1〉는 전동기의 온도상승시험의 결과이다. 연속정격 전동기의 온도상승한도를 T 라 할때 정격부하시는 연속사용이 가능하지만, 정격부하의 120% 부하이면 t_2 시간, 150% 과부하시는 t_3 시간만 사용이 가능하다. (반복사용시는 반드시 냉각시켜서 사용한다. 위의 결과로 미루어 연속정격의 전동기를 단시간사용할 때, 보다 큰 출력에서 사용이 가능한 것을 알 수 있다.

5.4.2 단시간정격과 반복정격의 관계

단시간정격의 전동기에는 『단시간사용』도 있지만 『단속부하 연속사용』 『반복사용』이 많다. 이것을 단시간정격으로 표시하는 것보다 부하시간율(% ED)로 표시하는 것이 합리적이지만, 전동기의 사용상태(Duty Cycle)를 정확하게 파악하기 어렵기 때문에 경험에 의해 시간정격을 정하는 실정이다.

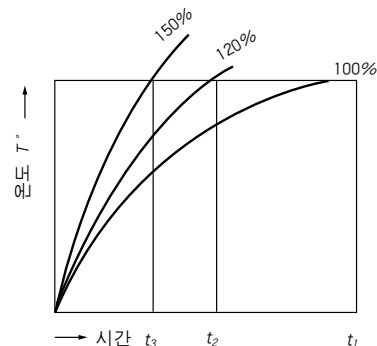


그림 5-1 전동기의 온도상승곡선

(1) 부하시간율(% ED : Enshalt Daur)

반복사용 또는 반복부하 연속사용시 1회의 부하시간과 1주기의 비를 백분율로 표시한 것을 부하시간율이라 한다. 부하시간율은 운전과 정지의 비, 즉 시간당 반복회수를 나타내는 것으로 부하의 사용상태를 알 수 있다. <그림 5-2>와 같이 부하운전시간 a, 정지 또는 무부하운전시간이 b이면

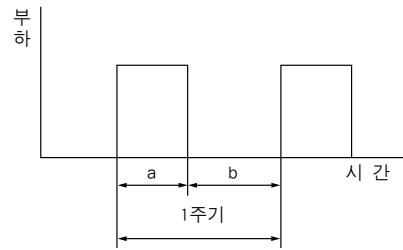


그림 5-2 부하시간율(%ED)

$$\text{부하시간율} = \frac{a}{a+b} \times 100(\%)$$

단, 위 식은 1주기(a+b)가 10분 이내인 것에 적용되고, 10분을 초과하면 단시간정격으로 한다. <그림 5-3>과 같이 불규칙한 부하상태의 연속 사용할 경우는 평균부하시간율을 적용한다.

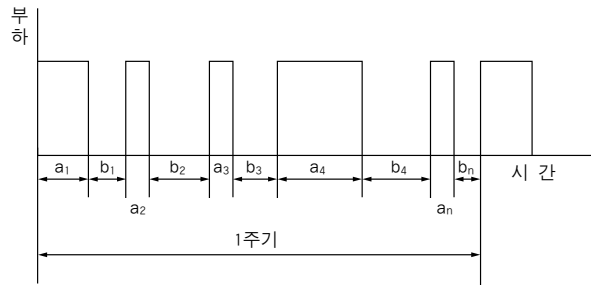


그림 5-3 평균부하시간율

$$\text{평균부하시간율} = \frac{(a_1+a_2+\dots+a_n)}{(a_1+a_2+\dots+a_n) + (b_1+b_2+\dots+b_n)} \times 100(\%)$$

(2) 부하시간율과 단시간정격

1주기가 대단히 짧으면 가·감속 시간도 고려해야 하고, 기동·정지가 빈번하면 기동시 발생하는 손실과 역상제동(Plugging)으로 급정지할 때 큰 손실(기동시 손실의 3배)이 발생하므로 이 손실도 무시할 수 없다. 따라서 부하의 관성능률 (GD²),

기동·정지의 빈도에 따라 부하시간율과 단시간정격의 관계는 달라지지만, 개략적인 부하시간율과 시간정격의 관계는 <표 5-5>와 같다.

표 5-5 %ED와 시간정격

% ED	시간정격(분)
15	5 ~ 15
25	10 ~ 30
40	15 ~ 60
60	30 ~ 120

5. 4. 3 변동부하의 등가출력

〈그림 5-4(a)〉와 같은 변동부하는 등가부하로 계산해서 전동기출력을 결정한다.

$$P_e = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}$$

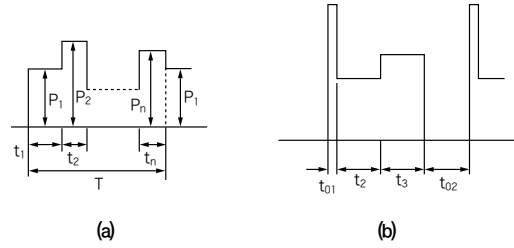


그림 5-4 변동부하의 등가출력

전동기가 가·감속할 때 속도는 충분히 상승, 강하하지 못하고, 정지시에는 냉각팬이 정지하기 때문에 냉각효과가 감소된다. 따라서, 가속, 감속, 정지시간에 〈표 5-6〉의 보정계수를 곱해 주기(週期)를 보정한다. 〈그림 5-4(b)〉의 등가주기는 아래와 같이 계산된다.

$$T_e = \alpha t_{01} + t_2 + t_3 + \beta t_{02}$$

α, β : 가속, 감속, 정지시의 보정계수

t_{01} : 가속시간

t_{02} : 감속시간

표5-6 보정계수

냉각방식	가속시	감속·정지시
	α	β
개 방 형	0.6	0.3
폐쇄통풍형	0.7	0.4
타력통풍형	1.0	1.0

5. 5 일반산업용 전동기의 적용

일반산업용 전동기의 용도 및 요구특성에 따른 적용전동기를 〈표 5-7〉에 나타낸다.

제 6장

전동기의 응용(각 부하별)

- 6. 1 기초이론
- 6. 2 각종 부하에 따른 소요동력 계산
 - 6. 2. 1 펌프
 - 6. 2. 2 송풍기
 - 6. 2. 3 공기압축기
 - 6. 2. 4 컨베어
 - 6. 2. 5 엘리베이터 · 에스컬레이터
 - 6. 2. 6 크레인
 - 6. 2. 7 프레스
- 6. 3 동력전달 방식(Belt)

6. 전동기의 응용

6.1 기초이론

(1) 힘 (Force)

어떤물체의 질량이 $M(\text{kg})$ 이고 가속도 $a(\text{m}/\text{sec}^2)$ 로 움직이고 있으면 물체가 가진 힘 $F=M \times a$ 가 되며, 단위는 $\text{N}(\text{Newton})$ 이다. 즉 1N 은 질량 1kg 의 물체가 가속도 $1\text{m}/\text{sec}^2$ 으로 움직일 때 그 물체가 지니고 있는 힘이다.

$$1\text{N} = 1\text{kg} \cdot \text{m}/\text{sec}^2 \quad (1\text{kgf}=9.8\text{N})$$

(2) 일 (Work)

힘 $F(\text{N})$ 를 물체에 작용시켜 그 힘의 방향으로 거리 $S(\text{m})$ 이동 시켰을 때 한 일은 $W = \int_0^S F \cdot ds$ 가 되며, 단위는 $\text{J}(\text{Joule})$ 이다.

거리 $S(\text{m})$ 이동시 일정한 힘이 작용하였다면 $W = F \cdot S(\text{J})$ 이다. 즉 1J 은 어떤 물체를 1N 의 힘으로 1m 이동시켰을 때의 일이다.

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

(3) 동력 (Power)

단위시간에 한 일을 동력이라 한다.

동력 $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = F \cdot V$ 로 나타내며, 단위는 $\text{W}(\text{Watt})$ 이다.

1W 는 1초 동안에 1Joule 의 일을 하였을 경우의 동력이다.

$$1 \text{ W} = 1 \text{ Joule}/\text{sec}$$

일반적으로 동력의 단위는 $\text{Hp}(\text{마력})$ 을 많이 사용하고 있으며 $1\text{Hp}=746\text{W}=0.746 \text{ k W}$ 이다. 또한 $1\text{HP}=746\text{J}/\text{sec}=746\text{N} \cdot \text{m}/\text{sec}=76.12\text{kgf} \cdot \text{m}/\text{sec}$ 로 되며, 1HP 이란 중량 76.12kgf 의 물체를 1초 동안에 1m 를 이동시킨 일의 량이다.

$$1 \text{ k W} = \frac{1}{0.746} (\text{HP}) = \frac{76.12}{0.746} (\text{kgf} \cdot \text{m}/\text{sec}) = 102(\text{kgf} \cdot \text{m}/\text{sec})$$

(4) 회전력 (Torque)

토크는 힘의 Moment, 즉 물체에 회전운동을 일으키는 힘이다.

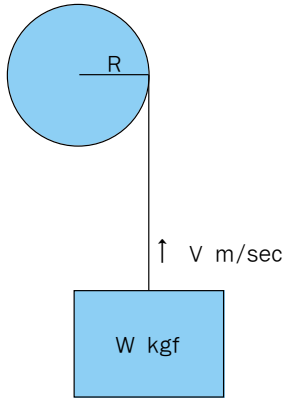


그림 6-1

그림과 같이 중량이 W(kgf) 회전체의 반경이 R(m)인 물체를 돌리려고 할때 토크 $T=W \cdot R$ (kgf · m)이다.

또한 이것은 중량 W를 끌어올리는데 필요한 토크이다.

<그림 6-1>에서 중량 W를 속도 V(m/sec)로 끌어올리는데 필요한 동력 $P=F \cdot V$ 에서

$$P = W \times V(\text{kgf} \cdot \text{m/sec}) = \frac{W \cdot V}{102} (\text{kW})$$

6. 2 각종 부하에 따른 소요동력 계산

6. 2. 1 펌프

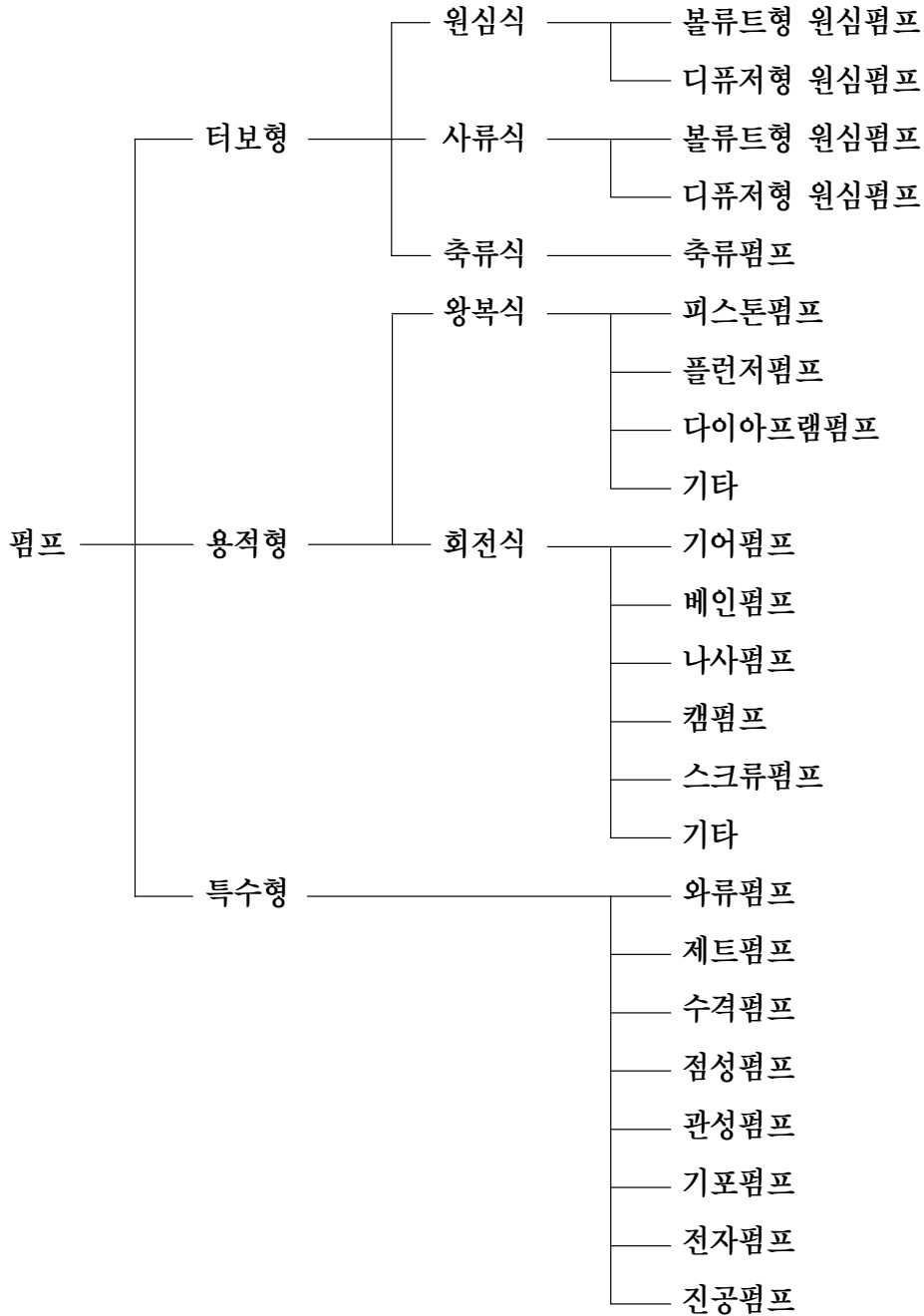
(1) 펌프의 개요

펌프는 양정이 높은 순으로 터빈펌프, 소용돌이펌프, 사류펌프, 축류펌프 등이 있다. 이 중에서 소용돌이펌프는 가장 많이 쓰이는 것으로, 가이드베인이 없는 원심식펌프이다. 흡입구의 수에 따라 편흡입과 양흡입이 있다. 양정 3~60m에 주로 사용된다. 터빈펌프는 가이드베인이 있는 소용돌이펌프이며, 날개 수에 따라 단단(20~140m), 다단(20~500m)으로 구별하고 있다. 축류펌프는 프로펠러형 날개가 있으며 그 피치 각을 바꿀 수 있는 것도 있다. 사류펌프는 소용돌이펌프와 프로펠러와의 중간구조이다. 이 밖에 고점도 유체에 적합한 것으로서 기어펌프가 있다. 이것은 2개의 기어물림에 의해 펌프작용을 시키는 것으로 윤활유펌프는 전부 여기에 속한다. 또 가정용 우물펌프는 웨스코라 부르는 특수한 날개를 가지고 있다. 이들 펌프의 형식적용은 대략 다음과 같은 기준으로 선정된다. 즉 비속도 120~250은 터빈펌프, 200~800은 소용돌이펌프, 1200~1800은 축류펌프이다. 여기서 비속도란 그 펌프를 축소(또는 확대)해서 서로 비슷한 형상의 펌프를 만들고 양정1m, 유량 1m³/min이 되도록 했을 때 얻어지는 회전속도를 말한다. Q를 양수량(m³/min), H를 총양정(m), n을 회전속도(rpm)로 했을때 비속도는 다음식으로 주어진다.

$$\text{비속도 } n_s = \frac{Q^{\frac{1}{2}} \cdot n}{H^{\frac{3}{4}}} \quad (\text{rpm})$$

(2) 펌프의 분류

액체를 취급하는 펌프의 종류를 형식별로 구분하면 다음과 같다.



(3) 기초이론

① 펌프의 양정

펌프의 양정에는 실양정과 전양정이있고 펌프설계에 필요한 것은 전양정이다. 전양정이 설계시방에 기재되어 있지 않는 경우에는 각종 손실을 계산하여 전양정을 결정해야 한다. <그림 6-2>는 펌프의 양정을 설명한 그림이다. 양정의 단위는 보통 미터(m)로 표시된다.

② 양수량

양수량은 펌프의 임펠러에서 송출되는 액체의 양과 같으며 송출량이라고도 부른다. 단위시간 당 액체의 양으로 표시되며 펌프에서는 m³/min의 단위로 표시하는 경우가 많다.

③ 펌프 수동력(水動力)의 계산

수동력(水動力)은 양수(揚水)할 때의 이론 상 동력이며 다음과 같이 구할 수 있다. 펌프가 양액(揚液)에 대하여 단위시간에 주는 일의 양은

$$\text{kg} \cdot \text{m}/\text{sec} = \frac{\rho \cdot Q \cdot H}{60} \text{로 표시되며}$$

1kW = 102kg · m/sec 이므로

$$L_m = \frac{\rho \cdot Q \cdot H}{60 \times 102} = \frac{\rho \cdot Q \cdot H}{6120} \text{ (kW)}$$

여기서 ρ는 양액의 밀도(kg/m³)로 표시되며 양액의 비중 γ로 표시하는 경우에는 다음과 같다.

$$L_m = 0.163 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H \text{ (kW)}$$

또 수동력(水動力)을 마력(HP)로 표시하면

$$L_m = \frac{\rho \cdot Q \cdot H}{4500} \text{ (ps) 또는 } L_m = 0.222 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H \text{ (ps)}$$

L_m : 수동력(kW) 또는 (PS)

γ : 양액의 비중

H : 펌프 전양정

ρ : 양액의 밀도(kg/m³)

Q : 펌프 양수량(m³/min)

④ 펌프효율의 추정

수동력(水動力)에는 각종손실, 예를 들면 임펠러가 케이싱 내에서 회전할 때 양액과의 마찰에 의해 일어나는 마찰손실동력, 축을 지지하는 베어링의 마찰손실동력등이 있다. (축밀봉착장치의 패킹과 축의 미끄럼에 의한 마찰손실동력등은 고려되어 있지 않다) 따라서 양액에 수동력(水動力)을 주기 위해서는 그들의 각종 손실동력을 고려한 동력으로 펌프를 움직이지 않으면 안된다. 손실동력을 포함한 동력을 펌프의 축동력이라 하며 수동력(水動力)과 축동력의 비를 펌프효율이라 말하고 있다. 펌프의 효율이 좋다고 하는 것은 각종 손실동력이 작아 축동력이 작은 것을 적용하여도 무방하다는 말이다.

따라서 펌프효율은

$$\eta_p = \frac{L_m}{L_g} \times 100(\%)$$

η : 펌프효율

L_m : 펌프 수동력(水動力)

L_g : 펌프축동력

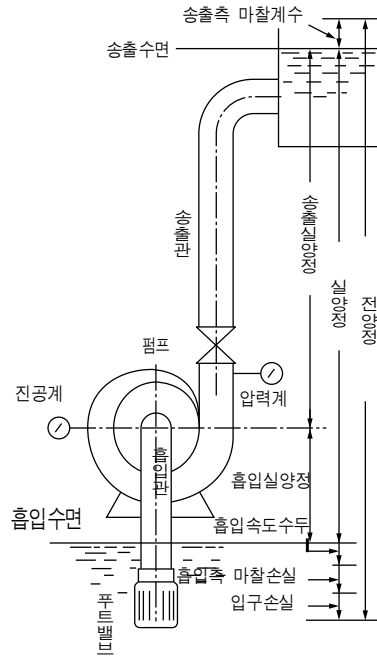
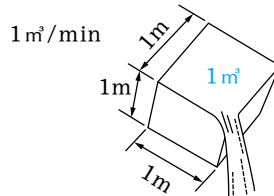


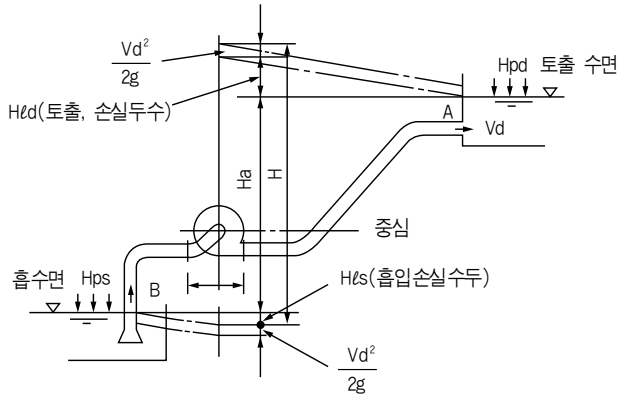
그림 6-2 펌프의 양정

토출유량

• 물을 1분당 토출하는 양



(4) 펌프의 전양정(H)



- H : 펌프 전양정(m)
- Ha : 실높이(m)
- Hps : 흡입수면에 걸리는 정압수두(m)
- Hpd : 토출수면에 걸리는 정압수두(m)
- Vs : 흡입측 배관내 유속(m/s)
- Vd : 토출측 배관내 유속(m/s)
- Hls : 흡입측 배관손실(m)
- Hld : 토출측 배관손실(m)
- g : 중력 가속도(m/s²)
- D : 배관 직경(mm)

그림 6-3

<그림 6-3> 따라 펌프의 전양정은 다음식에 따라 구할 수 있다.

$$H = H_a + \Delta h_p + H_L + V_d^2/2g$$

$$\Delta h_p = H_{pd} - H_{ps}, \text{ 일반적으로 } H_p \text{는 대기압으로 } \Delta h_p = \emptyset \text{ m}$$

$$H_L = H_{ls} + H_{ld}$$

※ H_L : 관의 손실 수두

$$H_L = H_{L1} + H_{L2} + H_{L3} + H_{L4} + H_{L5}$$

① 직관의 손실수두(H_L)

㉠ 다시의 공식

$$H_L = \lambda \times \frac{V^2}{2g}$$

$\lambda = 0.02 + 0.0005/D$
 $V = \text{평균속도(m/s)}$
 $D = \text{관경(m)}$
 $L = \text{직관의 길이(m)}$

㉡ 윌리엄 · 헤즌의 공식

$$H_L = L \times S$$

$$V = 0.849 \times CR^{0.63} \times S^{0.54}$$

$$R = D/4$$

$$S = \text{1m당 손실수두}$$

$$\text{또는 } H_L = \frac{10.666 \times Q^{1.852} \times L}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

㉢ 이계다 공식

$$H_L = 4.172 \times 10^{-5} \times Q^{1.972} / D^{5.89}$$

Q = 유량(m³/min)
D = 관경(m)

Q = 유량(m³/s)
L = 직관의 길이(m)
D = 직경(m)

② 확대관의 손실수두(H_L)

$$H_L = f_2 \times V^2 / 2g \quad f_2 = \text{손실계수}$$

③ 곡관의 손실수두(H_L)

$$H_L = f_3 \times V^2 / 2g \quad f_3 = \text{곡관의 손실계수}$$

④ 밸브의 손실수두(H_L)

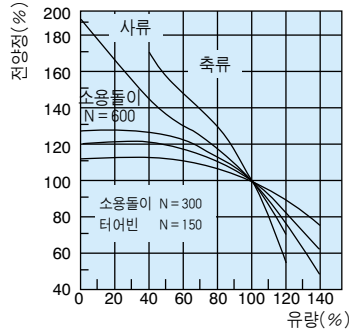
$$H_L = f_4 \times V^2 / 2g \quad f_4 = \text{밸브의 손실계수}$$

⑤ 유입구의 손실수두(H_L)

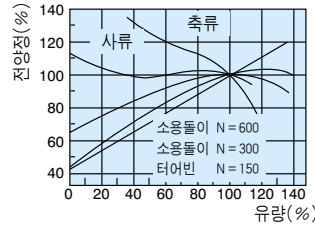
$$H_L = f_5 \times V^2 / 2g \quad f_5 = \text{유입구 손실계수}$$

(5) 펌프의 축동력

펌프의 소요축동력은 다음 식과 같다. $P_L = \frac{QH}{6.12\eta_L}$ (kW)



(a) 각종 펌프의 개략백분율 특성 (유량-전압정)



(b) 각종 펌프의 개략백분율 특성 (유량-축동력)

그림 6-4 펌프의 소요동력

여기서 Q는 펌프의 양수량(m^3/min), H는 전압정(m), η_L 은 펌프의 효율이다. 펌프의 효율(η_L)은 $\eta_L = \eta_h \cdot \eta_m \cdot \eta_v$ 로 표시된다. 여기서 η_h 는 유체마찰에 의한 효율(수력 효율), η_m 은 베어링, 패키징 등 마찰저항에 의한 효율(기계효율), η_v 는 누수 등에 의한 효율(체적효율)이다. 같은 펌프에서 유량에 대한 성능은 <그림 6-4> (a), (b)와 같다. 또 <그림 6-5>에 펌프의 표준효율을 표시한다.

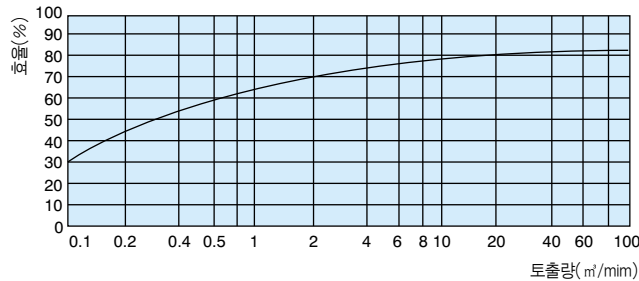
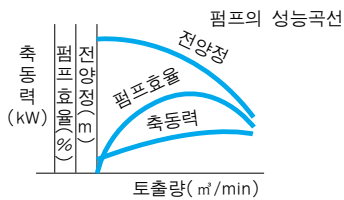


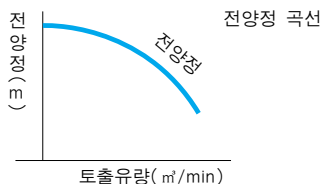
그림 6-5 펌프효율의 표준치

(6) 펌프의 특성

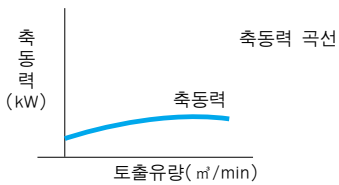
① 성능곡선



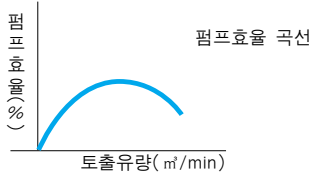
그림은 일정 회전수일 때의 펌프 성능곡선의 한 예를 나타내고 있다. 보통 횡축에 토출량, 종축에 전압정, 펌프효율, 축동력을 취한다.



양정곡선은 종축에 양정, 횡축에 토출량을 취한 것으로 그림과 같은 곡선으로 나타난다. 즉 일반적으로 토출량이 적을 때에는 양정이 높게되고 토출량이 많아지면 양정이 낮아진다.



펌프를 운전할 때 펌프가 필요로 하는 동력을 축동력이라 하는데 종축에 축동력, 횡축에 토출유량으로하여 그림으로 나타내면 일반적으로 좌측그림과 같이 되고 어떤 점에서 최대가 된다. 이것을 축동력곡선이라 하며 단위는 kW이다.



펌프가 물에 준 유효한 일을 수동력이라 하고 이 수동력과 축동력의 비를 펌프효율이라 하며 %로 나타낸다.

그림 6-6

② 회전수

50Hz	2극	4극	6극
50Hz	3,000rpm	1,500rpm	1,000rpm
60Hz	3,600rpm	1,800rpm	1,200rpm

표 6-1

펌프의 실제 회전수는 전원의 주파수 및 전동기의 극수에서 의해 결정된다. 이 표는 극수에 따른 동기회전수를 표시한 것으로 실제 회전수는 전동기의 슬립 때문에 3~4%가 저하된다.

③ 전양정, 양수량, 동력과 회전수의 관계

양수량은 회전수에 비례
양정은 회전수의 제곱에 비례
동력은 회전수의 3제곱에 비례

펌프의 회전수를 변화시키면 양정, 토출량, 동력이 크게 변화한다. 최근에는 용도에 따라서 펌프의 회전을 자유롭게 변화시켜 성에너지화가 가능한 속도제어시스템이 있다.

예) 회전수가 2배로 되면, 양수량은 2배, 양정은 4배로 되며 따라서 동력은 8배로 된다.

$$\text{즉 } \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{N_2}{N_1}, \quad \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2, \quad \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \quad (Q=\text{양수량}, H=\text{양정}, L=\text{동력})$$

④ 전양정, 양수량과 임펠러 외경과의 관계

펌프의 전양정 및 양수량은 임펠러외경의 제곱에 비례한다.

$$\text{즉 } \frac{Q_2}{Q_1} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2, \quad \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \quad (Q=\text{양수량}, H=\text{양정}, D=\text{임펠러 외경})$$

a. 설계조건

- ① 실 높이 : 22m ② 직관부 길이 : 26.5m (관경 : ø 80)
- ③ 90° 엘보우 : 4개 ④ 밸브(ø 80 푸트 밸브, ø 80 스러스 밸브, 체크 밸브)
- ⑤ 토출량 : 0.6m³/min

b. 전양정 계산

$$H = ha + hp + hv + hf + hx$$

ha : 22m

hp : 이 경우는 0

$$hv : \frac{V^2}{2g} = \frac{1.99^2}{2 \times 9.8} = 0.2m$$

$$(V = 0.6 / \frac{\pi}{4} \times 0.08^2 \times 60 = 1.99m/sec)$$

hf + hx : 직관부 길이 : 26.5m

엘보우 밸브의 직관길이 : 23.5m

엘 보 우	2.4 × 4 = 9.6
푸트 밸브	6.7
스러스 밸브	0.5
체크 밸브	6.7
+	소계: 23.5
합 계	50.0m

<표 6-2>에 의해 100m당 손실수두는 8m로
 되므로, 50m에서는 $50 \times \frac{8}{100} = 4.0m$ 가 된다.
 여기서 양수펌프의 경우 경년변화를
 고려해서 1.5배의 여유를 잡는다.

$$4.0 \times 1.5 = 6.0m$$

여기서 전양정은 다음과 같다.

$$H = 22 + 0 + 0.2 + 6.0 = 28.2m$$

■ 구경에 따른 배관용 탄소강관

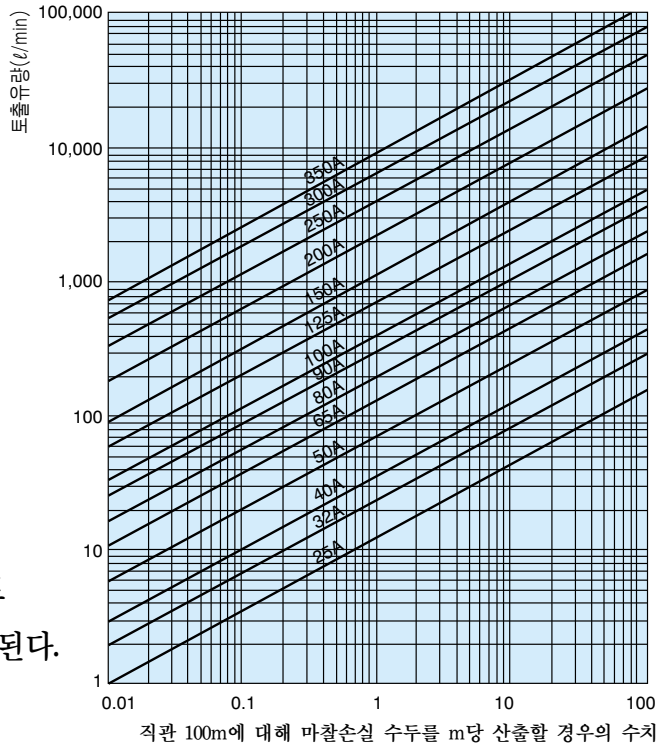


표 6-2 직관길이 100m당 마찰 손실수두

표 6-3 직관 상당길이, 배관용 탄소 강관의 손실수두

종별		호칭	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200	250	300	350
관 계 수	나사식	45° 엘보우	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.9	3.6	4.3	4.8
		90° 엘보우	0.8	1.1	1.3	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.9	4.7	6.2	7.6	9.2	10.2
		180° 벤드	2.0	2.6	3.0	3.9	5.0	5.9	6.8	7.7	9.6	11.3	15.0	18.6	22.3	24.8
		90° T관 분류	1.7	2.2	2.5	3.2	4.1	4.9	5.6	6.3	7.9	9.3	12.3	15.3	18.3	20.4
관 계 수	유접식	45° 엘보우	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.2	1.5	1.8	2.0
		90° 엘보우	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.1	2.5	2.3	4.1	4.9	5.4
		90° 엘보우	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.3	1.6	1.9	3.5	3.1	3.7	4.1
		90° T관 분류	1.3	1.6	1.9	2.4	3.1	3.6	4.2	4.7	5.9	7.0	9.2	11.4	13.7	15.3
밸브류	스러스 밸브		0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.3	1.6	2.0	2.2
	볼밸브		9.2	11.9	13.9	17.6	22.6	26.9	31.0	35.1	43.6	51.7	68.2	84.7	101.5	113.2
	앵글밸브		4.6	6.0	7.0	8.9	11.3	13.5	15.6	17.6	21.9	26.0	34.2	42.5	50.9	56.8
	체크밸브		2.3	3.0	3.5	4.4	5.6	6.7	7.7	8.6	10.9	12.9	17.0	21.1	25.3	28.2

(7) 펌프 축동력에 영향을 미치는 요인

① 점도(Viscosity)

점도가 큰 액체에는 원심펌프, 점성펌프는 사용이 불가능하다.(기어, 스크류펌프사용) 원심 펌프의 점도변화에 따른 성능보정은 <표 6-6, 6-7>을 참조 바라며 점도가 증가됨에 따라 펌프의 회전수도 저속회전이 되어야 한다. 고 점도액 이송에서는 배관손실이 커지므로 흡입 배관은 짧게, 또한 펌프구경에 구애받지 말고 굵은관을 사용하고 압입배관을 하는것이 필요하다. 점도는 온도에 따라 급변하므로 세심한 주의가 필요하다

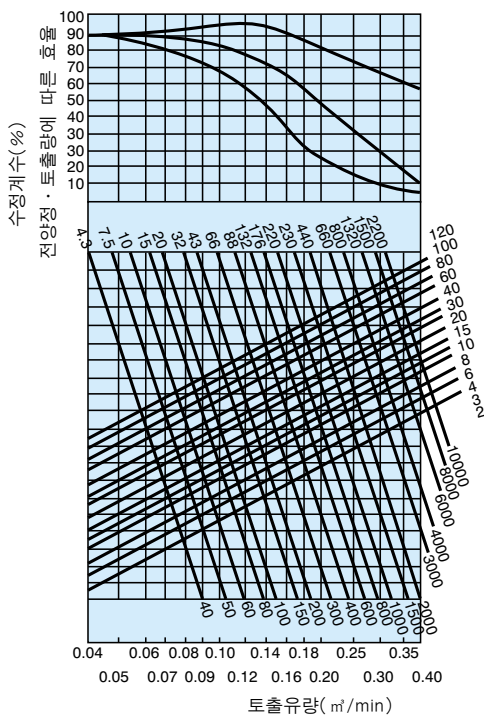


표 6-4 소용량유 펌프의 수정계수

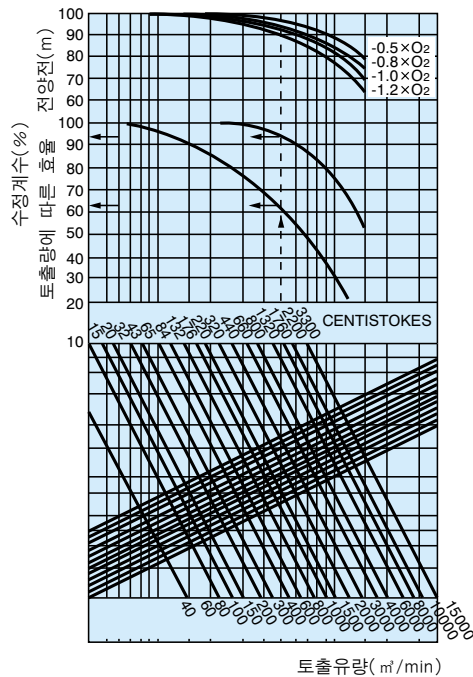


표 6-5 대용량유 펌프의 수정계수

※ 점도 단위

- a. 센티포아즈(Cp)-물의 점도를 1로 표기
- b. 센티스토크스(Cst)-CP/비중
- c. 레드우드초(Redwood Second) = Cst×4.05
- d. 세이볼트초(Saybolt Universal In Seconds) = Cst×5.55
- e. 앵글러도(Enrler Degree) = Cst×0.132

② 비중(S.G : Specific Gravity)

비중의 대소는 펌프특성에 다음과 같은 변화를 준다.

- a. 양 수 량(Q) : 물과 동일
- b. 양 정(H) : 물과 동일
- c. 압 력(P) : 물의 비중과의 비율에 비례
- d. 소요 동력(L) : 물의 비중과의 비율에 비례
- e. 효 율(η) : 물과 동일

■ 직관 100m당 손실수두 (다시의 공식, 이께다 공식)

$$hf = \left(0.02 + \frac{0.0005}{D}\right) \times \frac{0.0023}{D^5} \times Q^2 \quad [Q \text{ (m}^3/\text{min)}, D \text{ (m)}]$$

(다시의 공식 100m당)

$$hf = 0.00004172 \frac{Q^{1.972}}{D^{5.09}} \quad (\text{이께다 공식 100m당})$$

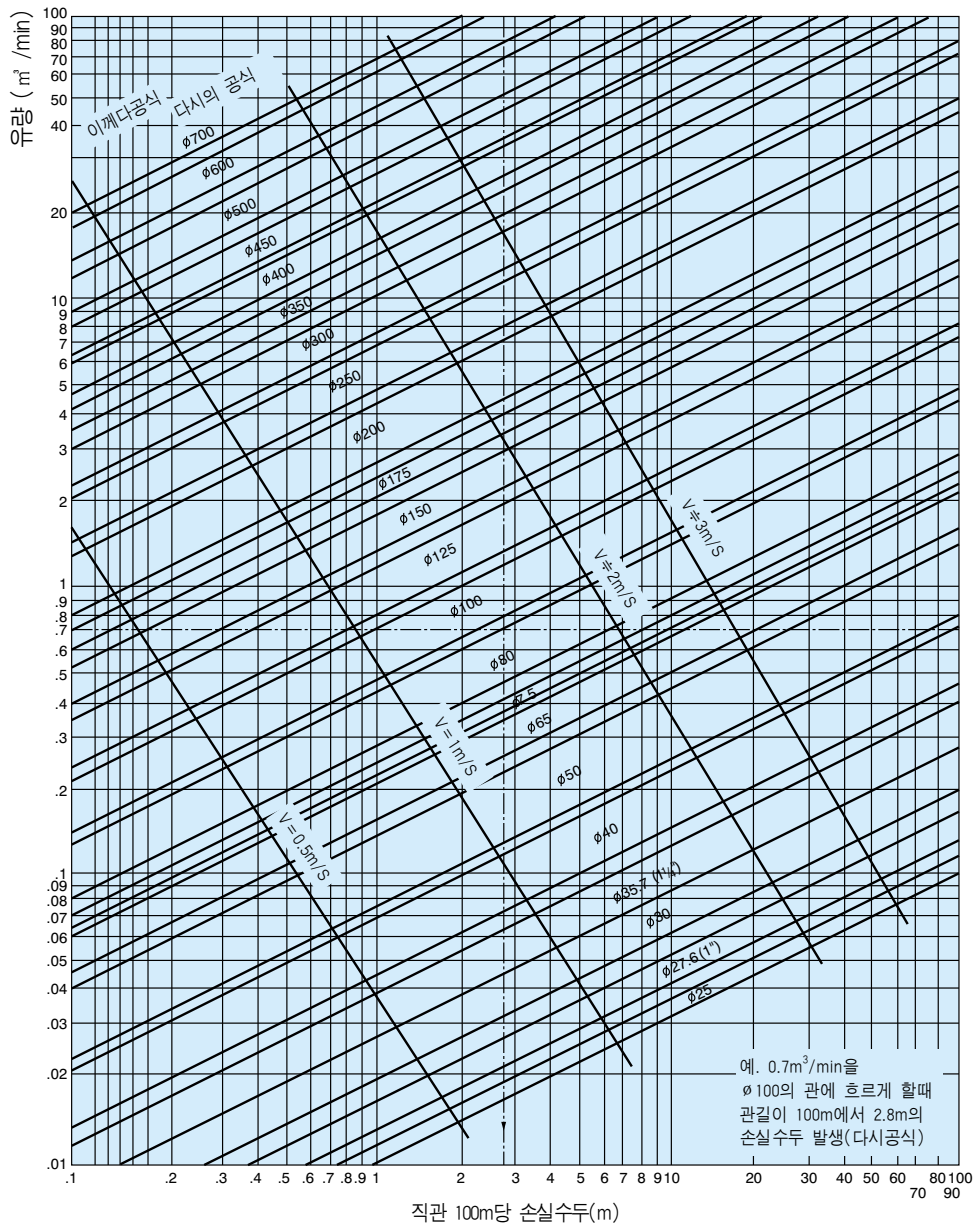


그림 6-7

■ 100m당 손실수두 (윌리암 해존의 공식 C=120 : 신강관)

$$V = 0.849CR^{0.63} S^{0.54} \quad (C = 120)$$

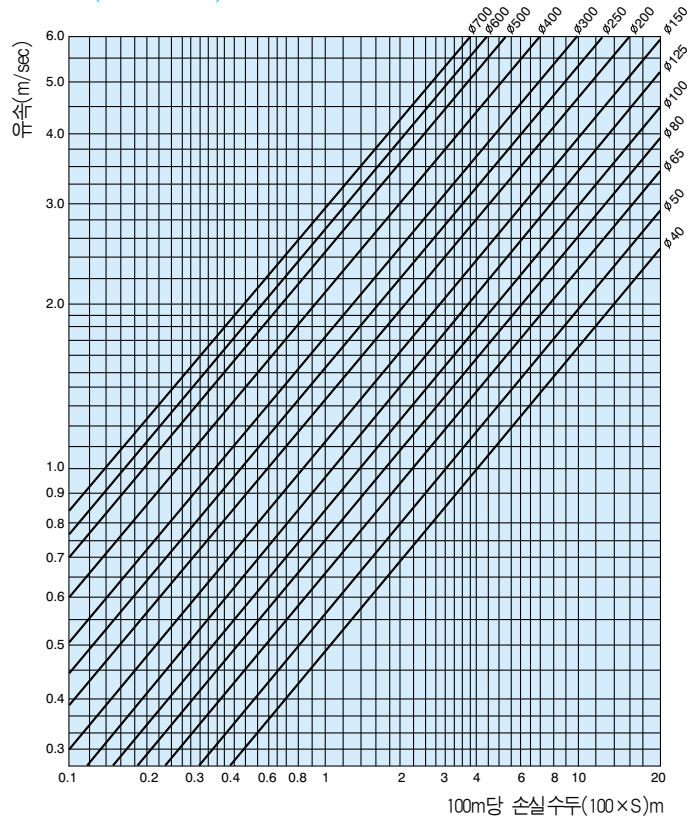


그림 6-8

■ 100m당 손실수두 (윌리암 해존의 공식 C = 100 : 고(古) 주철관)

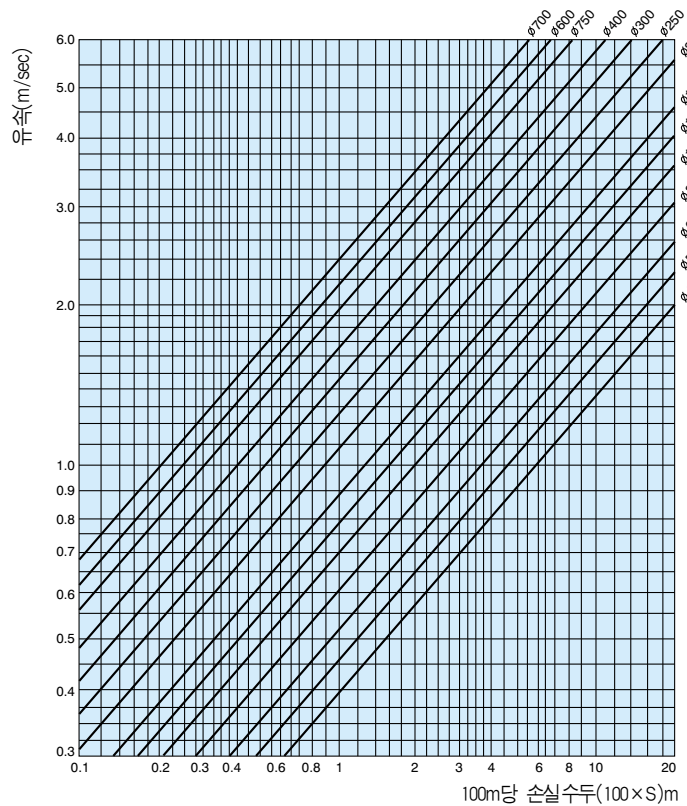
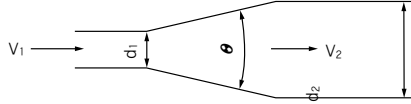


그림 6-9

■ 확대관 손실계수 f



$$hf = \frac{f(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

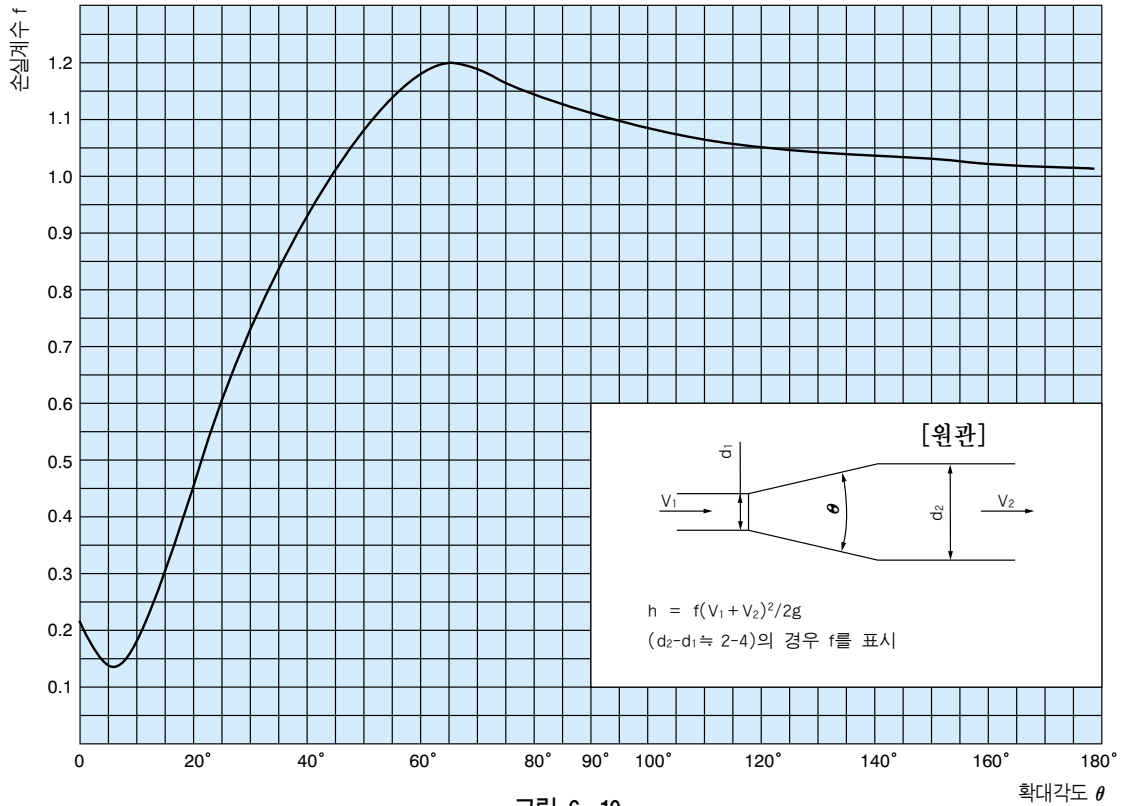


그림 6-10

$d_2/d_1 \backslash \theta^\circ$	2	4	5	8	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60
1.1	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.10	0.13	0.16	0.18	0.10	0.20	0.21	0.23
1.2	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.08	0.16	0.21	0.25	0.28	0.31	0.33	0.35	0.37
1.4	0.02	0.03	0.03	0.04	0.06	0.12	0.23	0.30	0.35	0.41	0.44	0.47	0.50	0.53
1.5	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07	0.14	0.26	0.35	0.43	0.47	0.51	0.54	0.57	0.61
1.8	0.03	0.04	0.04	0.05	0.07	0.15	0.28	0.37	0.44	0.50	0.54	0.58	0.61	0.65
2.0	0.03	0.04	0.04	0.05	0.07	0.16	0.29	0.38	0.46	0.52	0.56	0.60	0.63	0.68
2.5	0.03	0.04	0.04	0.05	0.08	0.16	0.30	0.39	0.48	0.54	0.58	0.62	0.65	0.70
3.0	0.03	0.04	0.04	0.05	0.08	0.15	0.31	0.43	0.48	0.55	0.59	0.63	0.66	0.71
∞	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.15	0.31	0.43	0.49	0.56	0.60	0.64	0.67	0.72

표 6-6

■ 각종 이형관의 손실계수





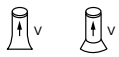






이형관 명칭	형상	손실계수 f										
유입구	각진단 	0.5										
	둥근단 	0.06 ~ 0.005										
	모따기단 	0.25										
	돌출단 	0.5 ~ 3.0										
벨마우스		(a) 0.2(벨마우스) (b) 0.4(벨마우스)										
90° 굽음	(a)  d:관직경	(a) 1.0										
	(b) 	(b) <table border="1"> <tr> <td>$\frac{r}{d}$</td> <td>1.0</td> <td>1.25</td> <td>1.5</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>f</td> <td>0.27</td> <td>0.22</td> <td>0.17</td> <td>0.13</td> </tr> </table>	$\frac{r}{d}$	1.0	1.25	1.5	2.5	f	0.27	0.22	0.17	0.13
	$\frac{r}{d}$	1.0	1.25	1.5	2.5							
	f	0.27	0.22	0.17	0.13							
(c)  (d) 	(c) 0.88 (d) $\frac{r}{d} = 1.5 : f = 4.0$											
절곡관		θ	22.5°	30°	20°	45°	22.5°					
		N	2	2	3	2	4					
		θ_1	45°	60°	60°	90°	90°					
		f	0.284	0.268	0.236	0.377	0.250					
방류		1.0										
푸트 밸브	Strainer 부착	1.5(대형) 2.0(소형)										
체크 밸브 스러스 밸브	완전개방시	1.5 0.05(대형) ~ 0.2(소형)										

표 6-7

■ 실제 전동기 출력계산

$$\textcircled{1} P_M = \frac{P_L(1 + \mathcal{L})}{\eta_t}$$

P_M : 전동기 소요동력

\mathcal{L} : 전압 · 주파수 변동 · 설계 제작상의 여유율(0.1~0.2)

η_t : 전달방식에 의한 효율 (0.9~0.98)

P_L : 펌프 축동력

② 실제 펌프상당 예

문제1 펌프의 토출량이 0.3 m³/min, 펌프 전양정이 45m인 경우 전동기는 몇 kW를 선정해야 하는가?

해답 $P_L = \frac{Q \cdot H}{6.12\eta_L}$ (kW)에서 η_L 는 펌프 표준치에서 54%로 가정하면,

$$P_L = \frac{0.3 \times 45}{6.12 \times 0.54} = 4.08 \text{ (kW)}$$

$$\text{전동기소요동력 } P_M = \frac{P_L(1 + \epsilon)}{\eta_t} = \frac{4.08(1 + 0.15)}{0.95} = 4.94 \text{ (kW)}$$

따라서 5.5 (kW) 전동기를 선정.

문제2 펌프의 토출량이 $0.3 \text{ m}^3/\text{min}$, 실높이가 30m, 직관이 35m, 직경이 0.1m, 곡관 $90^\circ \times 2$ 곳인 경우 전동기는 몇 kW를 선정해야 하는가?

해답 전양정을 먼저 구하면

$$H = H_a + \Delta h_p + H_L + Vd^2/2g$$

여기서 손실수두 $H_L = H_{L1} + H_{L2}$

H_{L1} 은 다시의 공식표에서 유량 $0.3 \text{ m}^3/\text{min}$, $\phi 100$ 을 찾으면 100m당 0.4m 손실수두가 나온다.

$$\therefore H_{L1} = 0.4 \times \frac{35}{100} = 0.14$$

H_{L2} 는 곡관 손실수두 공식에서 $H_{L2} = f_s \times V^2/2g$, - f_s 는 곡관손실표에서 0.377이다.

속도는 (양수량/단면적)이므로 $V = Q/A \text{ (m/min)}$

적용식의 단위는 [m/sec]이므로 $V = Q/A \times 60 \text{ (m/sec)}$

$$V = 0.3 / (0.1/2)^2 \times \pi \times 60 = 0.637 \text{ (m/sec)}$$

$$\therefore H_{L2} = f_s \times V^2/2g = 0.377 \times 0.637^2 / 2 \times 9.8 = 0.078 \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned} \therefore H &= H_a + \Delta h_p + H_L(H_{L1} + H_{L2}) + Vd^2/2g \\ &= 30 + 0 + 0.14 + 0.078 + 0.637^2/2 \times 9.8 = 30.24 \text{ (m)} \end{aligned}$$

$\therefore P_L = \frac{Q \cdot H}{6.12 \times \eta_L}$ 에서 <문제 1>과 같이 표준효율치를 적용할 수 있으나 여기서는 펌프 Data Book을 찾으면 양수량 ($0.3 \text{ m}^3/\text{min}$), 양정 30.24[m]에서 6550D(PSV)이며, 그 효율치는 유량이 $0.3 \text{ m}^3/\text{min}$ 이므로 45%이다.

$$\therefore P_L = \frac{0.3 \times 30.24}{6.12 \times 0.45} = 3.29 \text{ (kW)이다.}$$

$$\text{전동기출력 } P_M = \frac{P_L(1 + \epsilon)}{\eta_t} = \frac{3.29 \times (1 + 0.15)}{0.95} = 3.98 \text{ (kW)이다.}$$

따라서 전동기는 5.5kW를 선정해야 한다.

※ 전동기의 출력을 계산할 때 손실수두는 전체양정에 비하여 매우 적은 값이므로 실제 계산시 실높이와 양수량만으로 계산하여도 그 오차는 미미하다.

6.2.2 송풍기

(1) 개요

기계적인 에너지를 기체에 주어서 압력과 속도에너지로 변환시켜주는 기계가 송풍기나 압축기이고, 이와 반대로 기계적인 에너지로 변환시켜주는 것을 압축공기기계라 한다.

a) 압력에 의한 분류

압력기준 1,000mmAq 미만 : Fan

압력기준 1mAq-10mAq 미만 : Blower

압력기준 10mAq이상 : Compressor

b) 형상에 의한 분류

① 프로펠러팬

축류식이고 100mmAq 이하의 저압에 많이 쓰이며, 풍관의 일부에 전동기와 함께 내장할 수 있는 등 설치상의 이점이 있다. 또 가동날개로 하면 풍량을 바꿀 수 있다. 탁상선풍기에서 광산통풍용의 1000kW 정도까지 있다.

② 시리코팬

그림(a)처럼 회전방향으로 기운 날개를 갖는 것으로 축방향(軸方向)으로 길다.

효율은 나쁘지만 구조가 간단하고 소형이므로 환기, 냉난방 등 간단한 용도에 널리 쓰이며, 15~200mmAq에 적합하다.

③ 플레이트팬

그림(b)처럼 반경방향으로 배열된 평판상의 날개를 가지고, 먼지나 미분이 함유된 가스에 사용하는 경우, 라이너를 바꿔 끼움으로써 날개의 마모에 대한 보수를 쉽게 할 수 있다. 50~530mmAq가 많다.

④ 터보팬

그림(c)처럼 회전방향과 반대로 기운 날개를 가지고 축방향으로 짧은 구조의 것으로 효율이 좋고 소음이 적어 공장용으로 널리 쓰인다.

50~100mmAq가 많고 큰 것은 2500kW나 된다. 흡입구에 따라서 편흡입과 양흡입이 있다.

⑤ 터보블로워

터보팬과 동일한 원리(原理)인데, 고속으로 돌려 150mmAq~10mAq까지 고압에 쓰는 것이다.

이 이상의 압력의 것은 터보컴프레서라 부른다. 로의 흡입이나 가스 압송용 등 용도가 넓고, 수kW~수천kW까지 있다.

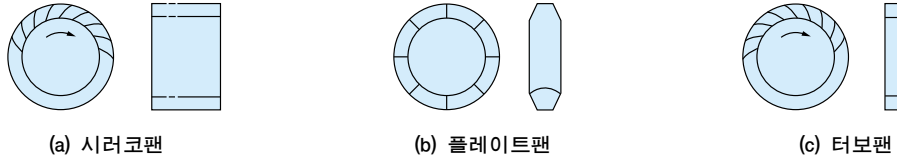


그림 6-11 원심식 송풍기

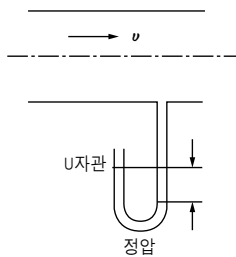
송풍기의 분류

명 칭		송 풍 기	
		팬	블로워
압 력		1000mmAq 미만	1이상10mmAq 미만
터보형	축류식	축류팬 (프로펠러팬)	(블로워)
	원심력	다익팬 (시러코팬)	
		레이디얼팬 (플레이트팬)	레이디얼블로워
		터보팬	터보블로워
회전식		루우츠블로워	

(2) 송풍기의 압력

관속에 기체가 흐르고 있는 경우 관벽에 직각으로 뚫은 구멍에서 측정되는

압력 P_s 를 정압이라 하고, 기체의 속도 v (m/s)에 대한 압력 P_d 를 동압이라 한다.



$$\text{동압 } P_d = \frac{v^2}{2g} \gamma (\text{mmAq})$$

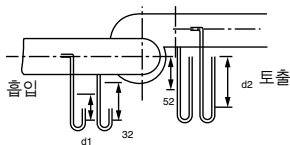
- v : 기체의 속도(m/s)
- γ : 기체의 비중(kg/m³)
- g : 9.8(m/s²)

정압과 동압의 합을 전압이라 하며 기체의 전압

P_t 는 정압과 동압의 합으로 나타난다.

$$P_t = P_s + P_d (\text{mmAq})$$

송풍기에 의해 주어지는 전압의 증가량을 송풍기의 전압이라 한다.



$$P_t = P_{t_2} - P_{t_1} = (P_{s_2} + P_{d_2}) - (P_{s_1} + P_{d_1})$$

$$= (P_{s_2} - P_{s_1}) + (P_{d_2} - P_{d_1})$$

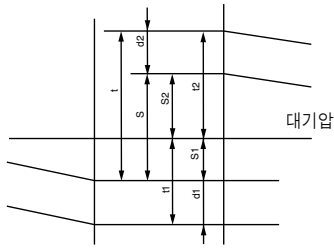


그림 6-12 송풍기 전압

송풍기 전압은 송풍기 전압에서 송풍기 토출구의 동압을 빼 것이다.

송풍기 전압

$$P_s = P_t - P_{d2} = (P_{t2} - P_{t1}) - P_{d2} \\ = (P_{s2} - P_{s1}) - P_{d1}$$

P_{t1} : 흡입구의 전압 P_{t2} : 토출구의 전압

P_{s1} : 흡입구의 정압 P_{s2} : 토출구의 정압

P_{d1} : 흡입구의 동압 P_{d2} : 토출구의 동압

또한 송풍기의 토출풍압을 나타내는 데는 흡입구와 토출구의 전압의 차인 유효전압이나, 유효전압에서 토출구의 동압을 빼 유효전압을 쓴다. 그리고 흡입풍압은 보통 1기압(760mmHg)으로 한다.

* 압력의 단위

단위는

- 1mmAq = 1kgf/m²
- 1kgf/cm² = 10000mmAq = 0.980665bar
- 1mmHg = 1Torr = 13.6mmAq
- 1bar = 10⁵ N/m² = 10N/cm²
- 1 Pa = 1N/m²
- 1 atm = 1.01325bar = 10,332mmAq

(3) 송풍기의 풍량

송풍기의 풍량이란 토출측에서 요구되는 경우라도 흡입상태(표준상태)로 환산한 것을 말한다. 이것은 풍량이 압력, 온도에 따라 변화가 심해 어떤 일정한 기준으로 되지 않기 때문이다.

단, 입력비가 1.03이하일 경우는 토출풍량을 흡입풍량으로 봐도 지장이 없다.

m³/sec(CMS), m³/min(CMM), m³/Hr(CMH)

ft³/sec(CFS), ft³/min(CFM), ft³/Hr(CFH)

(1m³/min = 35ft³/min)

단, 기준상태 (0°C 760mmHg)로 표시된 경우는 표준상태 (20°C 760mmHg, 75% 습도)로 환산하는 식은 다음과 같다.

$$Q = QN \times \frac{273+t}{273} \times \frac{760}{760+P}$$

Q : 표준상태의 흡입풍량(m³/min)
 QN : 기준상태의 흡입풍량(Nm³/min)
 t : 흡입 Gas온도(°C)
 P_1 : 흡입풍압(mmAq)

(4) 송풍기용 전동기

a) 종류

풍량이나 풍압을 가감할 필요가 없는 송풍기에서는 농형유도전동기가 사용되고, 풍압을 가감하는 50[kW]이상의 중용량 송풍기에는 기동특성이 좋은 권선형유도전동기가 사용되거나 최근에는 인버터제어가 널리 사용된다. 또, 수백~수천[kW]의 대형 터빈송풍기나, 압축기에서는 역률이 좋은 동기전동기가 사용되는 경우도 있다.

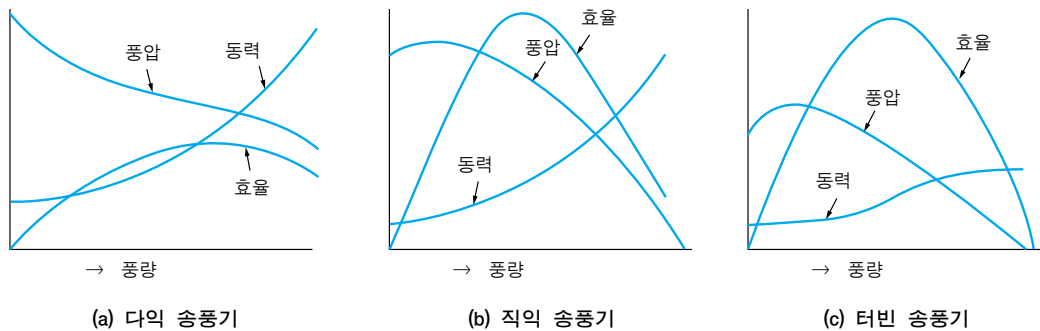


그림 6-13 송풍기의 특성

풍량만을 가감하는 방법에 흡입밸브(Damper)를 사용해서 그 개구도를 가감하여 풍량을 조정하는 방법이 있다. 이 경우 전동기의 속도제어는 필요하지 않으나 풍량과 동시에 풍압도 가감할 필요가 있을 경우에는 <그림 6-13>과 같은 송풍기의 특성곡선에 따라서 각 전동기에 적당한 속도제어방식에 의해 회전속도를 제어한다. 풍량, 풍압을 동시에 가감하는 것이 운전효율이 좋다.

속도제어범위로는 제어범위가 좁을 경우에는 권선형유도전동기의 2차저항제어가 사용되고, 범위가 넓은 경우에는 극수변환제어와 2차저항제어의 병용이나, 크레머방식 또는 셀비우스방식등의 2차여자제어가 사용된다.

또, 교류정류자전동기를 사용하면 자유롭게 속도를 조정할 수 있을 뿐만 아니라 2차저항에 의한 손실도 없게 된다.

또, 속도제어 범위가 10:1 정도에 이르거나 프로펠러시험을 위한 풍동용송풍기에서는 직류전동기가 사용되고, 워드레오나드방식이 채용되고 있다.

송풍기용 전동기의 기동특성으로는 ①기동토크는 전부하 토크의 30[%]만 되면 충분하다. ②가속토크는 속도에 따라 증가시키지 않으면 안된다. ③터빈송풍기나 압축기는 관성모멘트가 매우 크므로 기동시간이 긴 특징을 들 수 있다. 따라서, 송풍기용 전동기를 선정할 때는 이런점을 고려해야 한다.

전동기의 형식은 설치장소에 따라 개방형, 전폐형 또는 전폐외선형이 사용된다. 특히 고속기에서는 소음방지를 위하여 소음기를 설치하는 일도 있다.

b) 송풍기의 소요동력

공기동력이란 송풍기가 단위시간에 공기를 주는 유효에너지를 말하며 이론 공기동력은 다음 식으로 나타난다.

$$L_{ad} = \frac{K}{K-1} \frac{Pt_1 \times Q}{6120} \left\{ \left(\frac{Pt_2}{Pt_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} - 1 \right\} \text{ [kW]}$$

L_{ad} = 이론 공기동력

Pt_1 : 토출절대전압 (kgf/m² · abs) = 대기압 + 토출전압

Pt_2 : 흡입절대전압 (kgf/m² · abs) = 대기압 + 흡입전압

Q : 공기량 (m³/min)

k : 비열비(공기에서는 $K=1.4$)

압력비 = $\frac{Pt_2 \text{ (토출구 절대전압)}}{Pt_1 \text{ (흡입구 절대전압)}}$ 로 압력비가 1.03이하일 때

공기동력 $L_T = \frac{Q \cdot P_T}{6120}$ [kW] 이고

송풍기의 축동력은 이것을 송풍기의 효율로 나눈 것이므로

$$\begin{aligned} \text{축동력 } L &= \frac{Q \cdot P_T}{6120\eta_L} \text{ [kW]} & L : \text{축동력} \\ & & Q : \text{송풍기의 풍량(m}^3\text{/min)} \\ & & P_T : \text{송풍기 전압 (mmAq)} \\ &= \frac{Q \cdot P_T}{4500\eta_L} \text{ [HP]} & \eta_L : \text{송풍기 효율} \end{aligned}$$

송풍기의 종류	η_L
프로펠러 송풍기	0.50~0.75
시러코 송풍기	0.30~0.50
플레드 송풍기	0.50~0.60
터보 송풍기	0.55~0.75

전동기의 정격출력은 10~20%의 여유를 주어 구한다.

전동기정격출력 $L_M = L \times (1+\alpha)$ 통상 여유율 $\alpha = \begin{cases} 25\text{HP 이하} & 20\% \\ 25\sim 60\text{HP} & 15\% \\ 60\text{HP 이상} & 10\% \end{cases}$

예1) 풍량 10,700m³/h 전압 33mmAq 송풍기의 효율이 60% 일때 축동력은 얼마인가?
사용되어야 할 전동기는?

$$L = \frac{(10700/60) \times 33}{6120 \times 0.6} = 1.60[\text{kW}]$$

$$L_M = 1.6 \times 1.2 = 1.92 [\text{kW}] \quad \therefore 2.2 [\text{kW}]$$

예2) 풍량 3000m³/min, 전압 50mmHg, 송풍기 효율이 50%일때 축동력과 전동기용량(HP)
은 얼마인가?

$$L = \frac{3000 \times 50Z}{4500 \times 0.5} = 66.67[\text{HP}]$$

$$L_M = 66.67 \times 1.1 = 73.3 [\text{HP}] \quad \therefore 75 [\text{HP}]$$

송풍기의 전압을 모를 경우, 축동력은 다음식에 의해 구해진다.

$$L = \frac{KQ\rho v^2}{2\eta} = [\text{kW}]$$

$$= \frac{9.8KQH}{\eta} = [\text{kW}]$$

η : 송풍기 효율
K : 관로의 손실계수(1.1 ~ 1.3)
Q : 풍량 [m³/s]
 ρ : 기체의 밀도 [Kg/m³]
 v : 기체의 속도 [m/s]
H : 풍압 [mmAq]

예3) 풍량 300m³/min의 공기를 풍압 50mmAq로 할때 전동기의 출력을 구하라.
(단 송풍기 효율은 70% 계수를 1.3으로 한다)

$$Q = \frac{300}{60} \text{ m}^3/\text{s} \quad H = 50 [\text{mmHg}]$$

$$L = \frac{9.8 \times 1.3 \times 300 \times 50}{0.7 \times 60} \times 10^{-3} = 4.55[\text{kW}]$$

$$L_M = 4.55 \times 1.2 = 5.46 [\text{kW}] \quad \therefore 5.5 [\text{kW}]$$

예4) 어떤 방의 환기를 하는데 직경 200mm의 송풍관을 사용하여 풍량을 매분 60m³으로
하려고 한다. 전동기의 출력을 구하라.

(단 송풍기 효율을 60%, 송풍관의 손실계수 1, 2, 공기의 밀도 1.2kg/m³이다.)

$$Q_2 = \frac{60}{60} = 1 \text{ m}^3/\text{s} \quad v = \frac{Q}{S} = \frac{1}{\pi(0.1)^2} [\text{m/s}^2]$$

$$L = \frac{1.2 \times 1}{2 \times 0.6} \times 1.2 \times \left(\frac{1}{\pi(0.1)^2}\right)^2 \times 10^{-3}$$

$$= \frac{1.2 \times 1 \times 1.2 \times 10^{-3}}{2 \times 0.6 \times \pi^2 \times 10^{-4}} = 1.22[\text{kW}]$$

$$L_M = 1.22 \times 1.2 = 1.46 [\text{kW}] \quad \therefore 1.5 [\text{kW}]$$

현장에 설치된 Fan의 축동력은 간이로 다음식에 의하여 구할 수 있다.

$$L = L_M \times \frac{I}{I_M}$$

L_M : 전동기의 출력
 I_M : 정격전류
 I : 소요전류

(5) 송풍기 특성의 연관관계

a) 회전속도를 제어할 때의 특성

회전속도 : N_1 일때, 풍량 : Q_1 , 압력 : P_1 , 동력 : L_1 이고

회전속도 : N_2 일때, 풍량 : Q_2 , 압력 : P_2 , 동력 : L_2 이면

$$Q_2 = Q_1 \times \frac{N_2}{N_1}$$

$$P_2 = P_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$$

$L_2 = L_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3$ 에 비례한다.

b) 임펠러 직경이 변화할 때의 특성

임펠러 직경 : D_1 일때, 풍량 : Q_1 , 압력 : P_1 , 동력 : L_1 이고

임펠러 직경 : D_2 일때, 풍량 : Q_2 , 압력 : P_2 , 동력 : L_2 이면

$$Q_2 = Q_1 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)$$

$$P_2 = P_1 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

$L_2 = L_1 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$ 에 비례한다.

c) 기체의 비중 이 변화할 때의 특성

기체의 비중 : R_1 일때, 풍량 : Q_1 , 압력 : P_1 , 동력 : L_1 이고

기체의 비중 : R_2 일때, 풍량 : Q_2 , 압력 : P_2 , 동력 : L_2 이면

$$Q_2 = Q_1$$

$$P_2 = P_1 \times \left\{ \left(\frac{R_2}{R_1}\right) = \frac{273 + t_2}{273 + t_1} \right\}$$

$$L_2 = L_1 \times \left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

위의 a), b), c)식을 종합하면

$$Q_2 = Q_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right) \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right) \times (a)$$

$$P_2 = P_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \times \left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

$L_2 = L_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3 \times \left(\frac{R_2}{R_1}\right)$ 가 된다.

송풍기의 회전속도
 혹은 임펠러
 직경이 2배로 바뀔 경우
 풍량은 2배
 압력은 4배
 동력은 8배로 커진다.

기체의 비중이 변할때
 풍량은 일정하고 압력과
 동력은 비중에 비례
 한다.

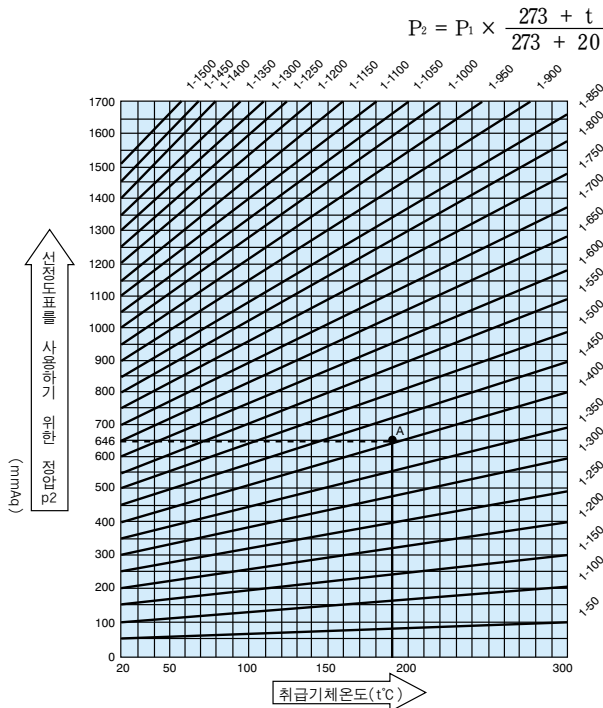
(6) 고온시의 대책

송풍기의 특성은 흡입기체의 온도와 압력(대기압)의 변화에 따라 변한다.

a) 풍량

흡입기체의 온도, 압력이 변화하여도 송풍기사양의 풍량은 변화하지 않는다.

b) 풍압



송풍기의 압력은 흡입기체의 절대온도에 반비례한다.

고온이 되면 풍압이 감소하므로 상온(20°C)보다 높은 풍압이 발생하는 송풍기를 선정해야 한다.

$$P_2 = P_1 \times \frac{273 + t_1}{273 + t_2} \quad (6.2.1)$$

P₂ = 그래프 온도 t₂ 때의 풍압 [mmHq]

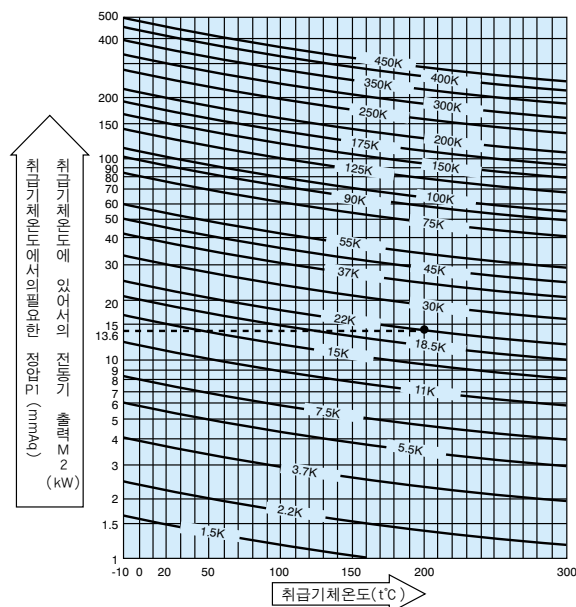
P₁ = 실사용 온도 t₁ 때의 풍압 [mmHq]

예) 200°C 400mmAq의 공기를

20°C 공기의 압력으로 환산하면

$$P_2 = 400 \times \frac{273 + 200}{273 + 20} = 646\text{mmAq}$$

그래프로는 A점이 되므로 좌측으로 연장하여 압력을 읽는다.



c) 축 동력

풍압과 동일하게 흡입기체의 절대온도에 반비례한다. 저온이 되면 축동력이 증대하므로 고온사양으로 제작된 송풍기를 저온에서 운전할 때는 과부하로 운전될 소지가 있으므로 주의하여야 한다.

$$L_1 = L_2 \times \frac{273 + t_2}{273 + t_1} \quad (6.2.2)$$

L₂ : 그래프 온도 t₂ 때의 축동력[kW]

L₁ : 실사용 온도 t₁ 때의 축동력[kW]

전동기출력의 온도환산표

예) 20°C 22kW일 경우 200°C 에서는

$$L_1 = 22 \times \frac{273 + 20}{273 + 200} = 13.6\text{kW}$$

그래프에서 B점이므로 13.6kW

∴ 전동기는 15kW가 된다.

계산예) 다음 사양에 해당하는 전동기를 선정하라.

풍량 : 200 m³/min 풍압 : 200 mmAq 온도 : 200°C

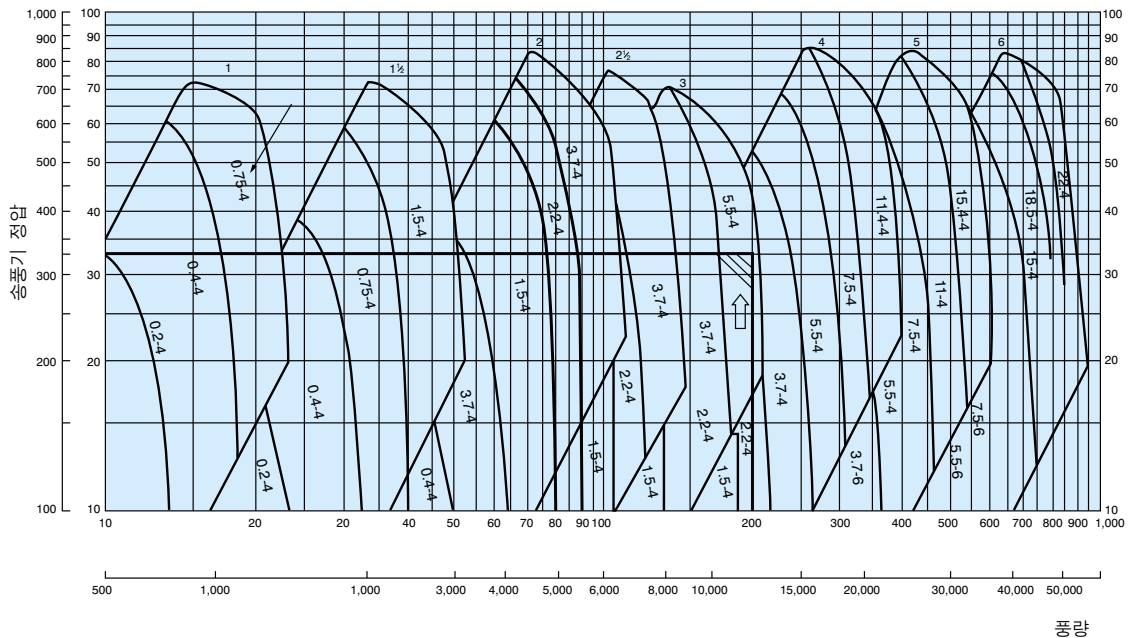
풍압을 20°C로 환산하면 식 (6.2.1)

$$P = \frac{273 + 200}{273 + 20} = 32.3\text{mmAq}$$

아래의 표(Fan 제조업체 카타로그)에서 팬과 전동기를 선정하면 #3 팬으로 전동기는 5.5kW - 4P 이 된다.

식 (6.2.2)에서 전동기의 용량을 실제 사용조건으로 환산하면

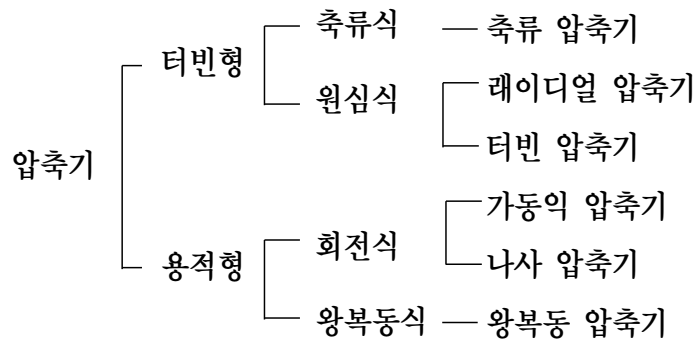
$$L_M = 5.5 \times \frac{273 + 20}{273 + 200} = 3.41[\text{kW}] \Rightarrow [3.7\text{kW}]$$



6. 2. 3 공기압축기(Compressor)

(1) 개요

송풍기중 풍압이 약 3[kg/cm²] 이상인 것을 압축기(Compressor)라 하고, 그 이하의 것을 송풍기라 한다. 풍량이 100[m³/min]이상, 풍압 3~7 [kg/cm²] 정도의 경우에는 터빈 송풍기 구조와 거의 비슷한 터빈압축기가 사용되지만 풍압 5 [kg/cm²] 이상의 고압에서는 비교적 풍량이 적은 경우에, 실린더 내를 왕복하는 피스톤에 의해서 압축을 하는 왕복동압축기(Resprocating Compressor)가 사용되고 있다. 또 풍압 8.5 [kg/cm²] 이하, 풍량 50 [m³/min] 이하의 경우나 운반, 설치에 불편한 공사현장, 갱내 등의 좁은장소에서는 회전속도가 빠르고 소형인 회전압축기가 사용된다.



a) 터보형 (Turbo Type)

통풍기, 송풍기와 같으나 이들보다 고압으로 하기 위하여 단수를 증가하고, 필요에 따라 냉각기를 구비하고 있다. 터보압축이 가장 많이 사용된다. 구동전동기의 기동토크는 40[%]이면 충분히 기동할 수 있다.

b) 회전식 (Rotary Type)

가동날개 압축기는 <그림 6-14>와 같이, 케이싱에 편심하여 설치된 회전자에 반경방향으로 기동하는 강판재의 날개가 있다. 이 날개는 원심력에 의하여 케이싱 내벽쪽을 누르면서 회전하며, 공간을 여러개의 작은 공간으로 나누고, 이 용적에 의해서 가스를 압축하는 것이다.

나사압축기는 <그림 6-15>와 같은 단면을 가지고, 2개의 회전자가 맞물리어 케이싱과의 사이에 가스실을 만들어, 이것을 축소하면서 축 방향으로 가스를 보낸다. 2개의 회전자 사이에는 매우 작은 갭이 있으나 절대로 맞닿는 일은 없다. 따라서 소용량의 것은 매우 빠른주속을 얻기 위해서 10,000[rpm] 이상의 고속으로 운전하여야 한다. 나사압축기는 비교적 역사는 짧으나 최근 많이 사용되고 있다. 나사압축기의 GD²은 일반적으로 전동기보다 작고, 기동토크도 40 [%]로 기동이 가능하다.

c) 왕복동식 (Resprocating Type)

실린더 내 피스톤의 왕복운동으로 가스를 압축하는 것인데 매우 높은 고압을 얻을 수 있는 것이 특징으로 1000 - 2000 [kg/cm²]에 이르는 것도 있다.

크랭크축으로 구동되고, 구동전동기는 12 ~ 20극 전후의 것이 많다. 따라서 저속이기 때문에 운전시 역률이 문제이며, 대용량에는 동기전동기가 사용된다. 압축기의 실린더 단수에 따라 단단 및 다단, 실린더의 배열에 따라 단열과 복렬, 방향에 따라 횡축형, 종축형, Y자형 등이 있으나, 횡축형이 가장 많이 사용된다.

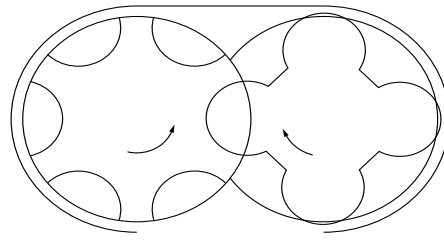
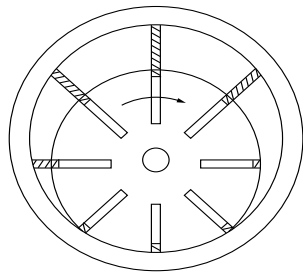


그림 6-14 가동날개 압축기의 구조

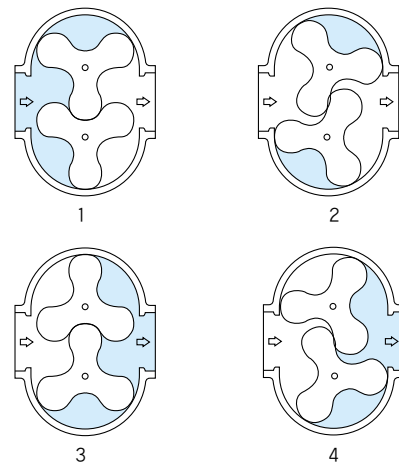
그림 6-15 나사압축기의 단면 (회전비 2/3 예)

(2) 회전식 압축기의 작동원리

케이싱 내부에 서로 반대방향으로 회전하는 2개의 로터가 케이싱 내벽과 로터 상호간에 근소한 간격을 유지하면서 회전한다.

로터가 화살표방향으로 서로 상반되게 회전할 때 로터 브레이드 ①과 ②사이의 공기체적 V는 그림 2와 같이 케이싱 내벽을 따라 이동하며 따라서 결과적으로 공기는 화살표 방향으로 움직인다.

3조 브레이드 로터의 경우에는 상기 작동이 1회 전당 6번 반복해서 일어나며 회전수에 비례해서 일정량의 공기가 이동하여 토출축으로 나오게 된다.



작동원리

(3) 압축기용 전동기

압축기는 보통 속도제어를 할 필요가 없으므로 정속도 전동기가 사용된다. 전동기와 연결은 직결과 벨트결이가 있으나, 벨트결이는 100[kW]이하의 소형, 직결은 대형기에 주로 사용된다.

직류기는 선박용으로 보통 분권전동기가 사용된다. 교류전동기에는 유도전동기와 동기전동기가 사용되고, 터빈 압축기는 터빈 송풍기와 마찬가지로 회전압축기는 유도전동기 직결이 대부분이고, 특수농형, 권선형도 사용된다.

왕복압축기는 250[kW]이상의 대형에는 동기전동기가 적당하므로 직결로 해서 사용하고, 그 이하에서는 유도전동기의 벨트결이가 사용된다. 회전압축기도 터빈 압축기와 같이 유도전동기와 직결로 해서 사용된다.

(4) 압축기의 소요동력

가스압력 P 와 용적 V 와의 관계를 “ $PV^n = \text{일정}$ ”으로 표시할 때, n 을 압축지수라 하고 등온압축일 때 $n=1$, 단열압축일 때 $n=k$ (k :비열), 공기의 경우 $k=1.4$

이론압축 동력은

$$\text{단열압축 동력 } L_{ad} = \frac{k}{k-1} \frac{P_{11}Q}{6120} \left\{ \left(\frac{P_{12}}{P_{11}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right\} [\text{kW}] \quad \text{----(6.2.3)}$$

등온압축인 경우는 다음 식으로 표시된다.

$$\text{등온압축 동력 } L_{ts} = \frac{k}{k-1} \frac{P_{11}Q}{6120} \ln \left(\frac{P_{12}}{P_{11}} \right) [\text{kW}] \quad \text{----(6.2.4)}$$

∴ P_{11} : 흡입절대압력 [kgf/m² abs]

P_{12} : 토출절대압력 [kgf/m² abs]

Q : 풍량 [m³ / min]

k : 비열 (공기 : 1.4)

실제 압축기에서는 열의 출입이 있어 압축지수 n 은 1과 k 와의 중간이며, 냉각을 통해 1에 가깝게 하고 있다. 또, 단수에 따라 1에 접근한다. 열의 출입이 있는 경우, 압축을 폴리트로우프 압축이라 하며, 그 이론압축운동력 L_{POL} 은 L_{ad} 의 식(6.2.3)에서 k 대신 n 을 적용하면 된다.

축동력을 P_L 라 하면,

$$\text{압축기 축동력 } P_L = \frac{L_{ad}}{\eta_{lad}} \quad \text{----(6.2.5)}$$

η_{lad} 를 단열효율이라 하고, 기계효율 η_m 과 η_{lad} 와의 적이다. η_{lad} 는 수평형 수냉 1단압축에서 0.7 ~ 0.85, 2단압축에서 0.7 ~ 0.8 이다.

표(a),(b)에 왕복압축기와 그 전동기의 일례를 표시한다.

(a) V형 다기통 압축기의 예

전동기 [kW]	압력 [kg/cm ²]	기통수	회전수 [rpm]	용량 [m ³ /min]
7.5	7	2	1050	21.45
15	7	2	1000	3.08
37	7	2	970	7.92
55	7	3	970	11.89
75	7	4	970	15.84

(b) 수평형 다기통 압축기

전동기 [kW]	압력 [kg/cm ²]	회전수 [rpm]	용량 [m ³ /min]
150	7	750	35.8
240	8.5	600	52.5
400	8.5	600	86.5
720	8.5	600	157.5
150	15	750	28
300	15	750	56
670	15	600	123.9

(5) 왕복압축기의 토크맥동과 동기전동기

왕복동식의 토크맥동의 경우 유도전동기는 슬립이 있어 자동적으로 운동에너지를 이용할 수 있으므로 별도의 플라이휠은 필요 없지만, 경우에 따라서는 작은 플라이휠을 부착하면 된다. 그러나 동기전동기의 토크맥동은 상차각이 변동되므로 이를 적게하기 위해서는 큰 플라이휠을 필요로 한다.

플라이휠의 GD²는 상차각변동, 즉 전류맥동률을 70% 이하로 억제함과 동시에 동기전동기의 고유진동수와 토크맥동 주파수가 20% 이상 떨어지도록 선정하는 것이 바람직하다.

전류맥동률, 상차각변동 및 동기전동기의 고유진동수를 구하는 식은

$$\text{전류맥동률} = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{\frac{1}{2}(I_{\max} + I_{\min})} \quad \text{----(6.2.6)}$$

여기서, I_{\max} : 맥동최대치, I_{\min} : 맥동최소치

맥동토크를 주파수분석한 m 차주파에 대한 상차각변동의 최대값은 다음과 같다. 맥동토크에 대한 상차각변동의 최대치

$$\theta_m = \frac{T_m}{2\pi f_m} \cdot \frac{P/2}{\sqrt{\left(\frac{PT_1}{4\pi f}\right)^2 + \left(2\pi f_m \cdot \frac{GD^2}{4} - \frac{T_2 P}{4\pi f_m}\right)^2}} \quad \text{----(6.2.7)}$$

- 여기서,
- T_m : 제 m 차 맥동 최대토크 [$N \cdot m$]
 - $f_m (= mn/60)$: 맥동주파수
 - P : 극수
 - GD^2 : 플라이휠 효과 [$kg \cdot m^2$]
 - T_s : 동기력 (1rad에 대한 동기전동기 토크) [$N \cdot m/rad$]
 - T_i : 동기속도 부근에서의 유도기로서의 토크와 슬립의 비 [$N \cdot m$]
 - f : 전원주파수이다.

동기전동기의 고유진동수

$$f_s = \frac{14,400}{n} \sqrt{\frac{P_s f}{GD^2}} \quad \text{----(6.2.8)}$$

여기서 n : 속도[rpm], P_s : 동기력[kW/ rad]

6. 2. 4 컨베어

(1) 개요

컨베어는 각종 물품을 연속적으로 운반하는 것으로 일정방향, 일정속도로 구동되는 연속운반기계이다. 그 종류는 보통 다음과 같이 분류한다.

① 벨트 컨베어

- 고무벨트 (Rubber Belt)
- 강 벨트 (Steel Belt)

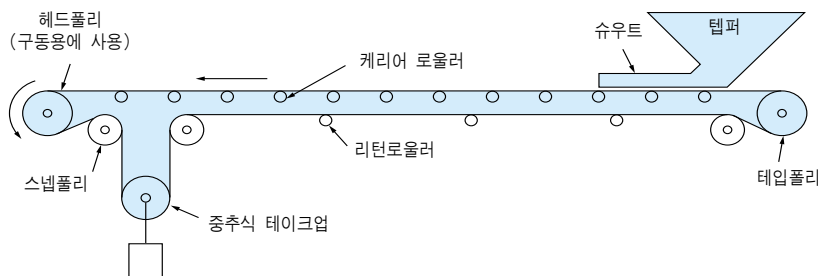
② 체인 컨베어

- 바켓 컨베어
- 에이프런 컨베어
- 트롤리 컨베어
- 플라이트(트로프체인) 컨베어

③ 스크류 컨베어

(2) 컨베어의 소요동력

a) 벨트 컨베어



벨트 컨베어의 소요동력(所要動力)은 운반방식에 따라 수평동력, 수직동력, 트리퍼동력 구분되며 구하는 식은

- 공전동력(무부하시 구동동력)

$$P_{L1} = 0.06fwv' \frac{l + l_0}{367}$$

∴ f : 회전마찰계수(표참조)

w : 운반물 이외의 운동부분의 중량(kg/m)

v' : 벨트속도(m/min)

l : 컨베어의 길이(두부벨트 바퀴와 미부벨트 바퀴간의 중심거리)(m)

l₀ : 중심거리 수정치(m)

- 수평동력(운반물을 수평으로 이송하는데 필요한 동력)

$$P_{L2} = fQ \frac{l + l_0}{367} \text{ [kW]}$$

∴ Q : 이송량(t/h)

표 6-8 회전 마찰계수 및 중심거리 수정치

장치구조상의 특성	f	l ₀ [m]
회전저항이 보통인 로울러를 사용한 장치로 설치상태가 별로 좋지 않는것	0.03	49
회전저항이 특히 적은 로울러를 사용한 장치로 설치상태가 좋은것	0.022	66
하행(下行)컨베어의 제동력을 계산할 때	0.012	156

표 6-9 운반물 이외의 운동부분의 중량(kg/m)

벨트 폭 (mm)	400	450	500	600	750	900	1,050	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
운반물 이외의 회전부 중량W(kg/m)	22.4	28	30	35.5	53	63	80	90	112	125	150	160

표 6-10 트리퍼의 동력(動力)P_{L4}(kW)

벨트 폭 (mm)	400	450	500	600	750	900	1,050	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
고정식, 수동식	1.35				2.39		3.2	4.5	5.4			
자동식	1.5				2.65		3.55	5.0	6.0			

- 수직동력(운반물을 수직으로 이송하는데 필요한 동력)

$$P_{L3} = \frac{H \cdot Q}{367} \text{ [kW]}$$

∴ H : 양정(m)

Q : 수송량(t/h)

- 트리퍼동력(트리퍼의 운반에 소요되는 동력) P_{L4}

〈표 6-10〉에 의해 구한다.

- 전구동동력

$$P_L = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3} + P_{L4}$$

이 식으로 계산한 결과

$P_L = 0$ 일 때는 P_{L1} 를 필요동력(必要動力)으로 한다.

$P_L < 0$ 일 때는 P_{L1} 와 $P_{L2} - P_{L3}$ 의 절대치가 큰 쪽을 필요동력(必要動力)으로 한다.

전동기의 용량은 풀리의 구동축과 전동기 사이에 설치되는 연결기계설비의 효율을 η_L 이라하면 다음과 같이 된다.

$$P_M = \frac{P_L}{\eta_L}$$

여기서, 효율 η_L 은 2~3단 감속기어인 경우 0.7~0.8 임.

예제 1 운반량 1500t/h, 벨트속도 120m/min, 벨트폭 1400mm, 길이 500m인 수평벨트의 구동동력을 구하라.

풀이 수평이고 트리퍼가 없으므로 식에 의해

$$P_L = P_{L1} + P_{L2} = 0.06fwv' \frac{l + l_0}{367} + fQ \frac{l + l_0}{367}$$

이 식에서 $f=0.03$, $l_0=49$, $w=112$, $v'=120$, $l=500$, $Q=1500$ 을 대입하여

$$P_L = 0.06 \times 0.03 \times 112 \times 120 \times \frac{500 + 49}{367} + 0.03 \times 1500 \times \frac{500 + 49}{367} = 103.5(\text{kW})$$

전달효율을 고려하여 표준정격 132kW의 전동기를 선정한다.

예제 2 운반량 600t/h, 벨트속도 120m/min, 벨트폭 1200mm, 길이 200m, 상행경사각 6° 의 벨트컨베어 구동용 전동기의 소요출력을 구하라.

전동기와 컨베어 사이는 감속기로 연결하고, 효율은 0.8로 한다.

풀이 식에 의해

$$P_L = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3} \\ = 0.06fwv' \frac{l + l_0}{367} + fQ \frac{l + l_0}{367} + \frac{HQ}{367}$$

〈표 6-8~10〉 및 상기조건에서 $f=0.03$, $l_0=49$, $w=90$, $v'=120$, $l=1200$, $Q=600$, $H=200 \times \sin 6^\circ = 20.9(\text{m})$ 이므로,

$$P_L = \{ 0.06 \times 0.03 \times 90 \times 120 \times (200 + 49) + 0.03 \times 600 \times (200 + 49) + 20.9 \times 600 \} \times \frac{1}{367} \\ = 59.6(\text{kW})$$

전동기 출력(出力)은

$$P_M = \frac{59.6}{0.8} = 74.5(\text{kW})$$

b) 체인 컨베이어

• 체인의 장력

$$T = L \cdot f' \cdot W_A + W_B(D_1 - D_2)$$

T = Chain 장력 (kgf) L = Line의 전체길이(m)
 W_A = 단위 평균 동하중 (kg/m) W_B = 실 Line 동하중 (kg/m)
 D₁ = 실 Line 최고높이 (m) D₂ = 실 Line 최저높이 (m)
 f' = 주행 저항 계수

전 Line 평균 주행저항계수(f')

Conveyor Size	3"			4"		
사용조건(온도)	#1	#2	#3	#1	#2	#3
Turn부 수량	(0° ~ 120°C)	(120 ~ 160°C)	(160 ~ 200°C)	(0 ~ 120°C)	(120 ~ 160°C)	(160 ~ 200°C)
n=5	0.024	0.033	0.045	0.017	0.024	0.032
n=10	0.026	0.038	0.055	0.019	0.028	0.039
n=15	0.028	0.045	0.069	0.020	0.033	0.049
n=20	0.031	0.053	0.087	0.022	0.039	0.062
n=30	0.034	0.063	0.111	0.024	0.047	0.079
n=30	0.038	0.075	0.143	0.027	0.056	0.102
μs	0.021	0.027	0.035	0.015	0.020	0.025
k	1.035	1.060	1.080	1.035	1.060	1.080

$$f' = \frac{\mu_s \cdot k(k^n - 1)}{n(k - 1)}$$

f' : 전라인 평균 주행저항계수
 μs : 직선부 주행저항계수
 k : 턴-증가계수 평균치
 n : 턴의 수량
 90° 수평곡선 턴 n=1
 180° 수평곡선 턴 n=2
 수직곡선 n=2

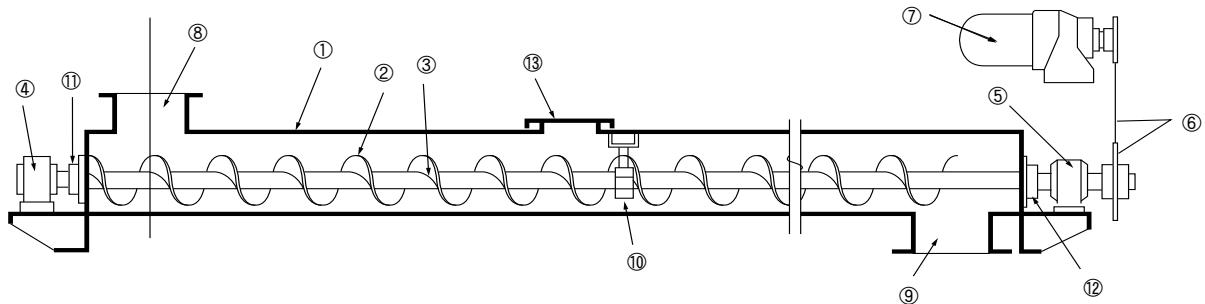
소요동력 산출

$$\text{소요동력(kW)} = \frac{T \times V}{6120 \times \eta} \times K$$

T : Chain 장력(kgf)
 V : Conveyor 최고속도(m/min)
 K : 기동계수(1.3)
 η : 기계효율(0.62)
 η(0.62) = 0.95 × 0.75 × 0.97 × 0.9
 Caterpillar Worm Roller Cyclo
 -Reducer Chain Reducer

c) 스크류 컨베어의 동력

스크류 컨베어의 기본구조()



- ① 트로프(Trough)
- ② 나사모양의 날개
- ③ 축
- ④ 테일 베어링(Tail Beaing Radial Bearing)
- ⑤ 헤드 베어링(Head Bearing)
- ⑥ 로울러 체인과 스프로케트 휠
- ⑦ 감속기 + 전동기
- ⑧ 투입구(投入口)
- ⑨ 배출구
- ⑩ 중간 행가 베어링(Hanger Bearing)
- ⑪ 테일부 엔드 플레이트(Tail Part End Plate)
- ⑫ 헤드부 엔드 플레이트(Head Part End Plate)
- ⑬ 점검두경

운반량 계산

$$Q_m = 60 \cdot \theta \cdot \frac{2}{4} (D^2 - d^2) N \cdot P \dots (m^3/h)$$

Q_m = 운반능력 (m³/h)

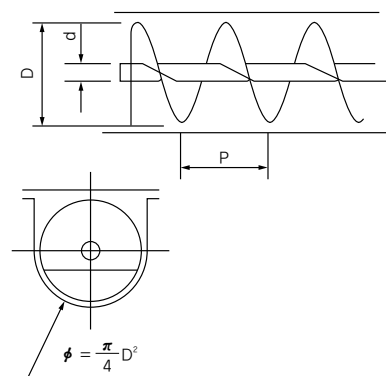
d = 축 외경 (m)

D = 스크류 외경 (m)

P = 스크류 피치 (m)(0.5~1D)

N = 회전수 (rpm)

θ = 충전효율 (15%~45%)



<스크류 컨베어>

날개 직경 D mm ∅	축 직경 d mm ∅	운반물의 입자크기		가볍고부드러운것 (곡물)			무겁고 약간 마모성이 있는것 (석탄)			무겁고마모성이 있는것(사탄)		
		입자 균일 mm	최대 덩어리 mm	날개 두께 mm	R P M	운반량 mm	날개 두께 mm	R P M	운반량 mm	날개 두께 mm	R P M	운반량 mm
150	40	15	40	2.3	185	9	3.2	100	5	4.5	75	3.8
200	40	20	60	2.3	175	30	3.2	95	17	4.5	70	12
250	50	22	65	2.3	160	40	4.5	85	36	6	65	15
300	60	25	75	3.2	150	65	4.5	85	36	9	65	27
350	75	30	90	3.2	150	100	4.5	80	55	9	60	40
400	75	35	100	4.5	150	155	4.5	75	77	9	55	55
450	75	40	115	4.5	190	190	6	65	95	9	50	68
600	100	50	150	6	345	345	9	50	170	12	50	137

<C 및 ∅값>

C	수송물의 종류	∅
1.2	쌀,콩 등의 곡류	45%
1.4~1.8	백반, 석탄	38%
2.0~2.5	석회석, ,	31%
3.0~3.4	시멘트, 아연화 유황	25%

소요동력 산출

$$P = \frac{C \cdot Q_m \cdot L}{360} \text{ (kW)}$$

L = 전장(m)

Qm = 운반량(t/h)

P = 소요동력(kW)

C = 운반물의 운반계수

6. 2 . 5 엘리베이터 · 에스컬레이터

(1) 개요

엘리베이터(Elevator), 에스컬레이터(Escalator)는 고층건물의 수직교통기관으로의 필수불가결한 설비로서 최근에는 각종 산업에도 많이 사용되고 있다. 엘리베이터의 원리는 일종의 코우프(Kope식)권상기로 <그림 6-16>과 같이 트랙션시이브(Traction sheave)에 케이지(Cage)와 평형추를 와이어 로프로 두레박식으로 걸고, 전동기로 트랙션시이브를 구동시켜 와이어 로프와 시이브간의 마찰에 의해서 동력을 전달하도록 되어 있다.

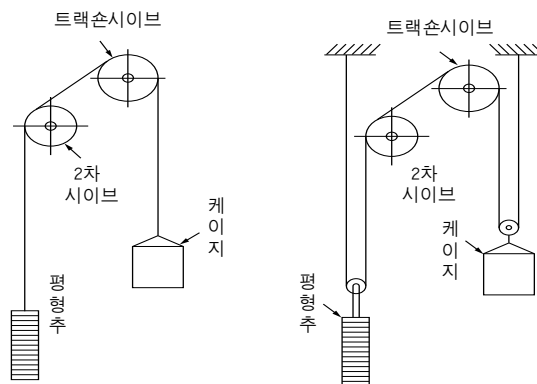


그림 6-16 엘리베이터의 설명도

에스컬레이터는 엘리베이터에 비해 수송력이 크고, 앞으로는 건물 내에서 뿐만 아니라 도시교통의 보조적인 설비로서 역과 같은 공공시설에도 많이 사용될 것으로 생각된다.

a) 엘리베이터

① 엘리베이터의 종류

· 용도에 따라 분류하면,

- 인승용 : 사람을 운반하는 것(중속, 고속)
- 화물용 : 화물을 운반하는 것(저속, 중속)
- 인하용 : 사람과 화물을 운반하는 것(중속)
- 환자용 : 병원에서 환자를 운반하는 것(저속)
- 덤 웨이터(Dumb Waiter) : 요리나 서류등을 운반 것(소형으로 저속임)

이 밖에도 침대용, 자동차용 등이 있음.

· 승강속도에 따라 분류하면

- 저 속 : (45[m/min])이하 15, 20, 30, 45[m/min]
- 중 속 : (105[m/min])이하 60, 70, 90, 105[m/min]
- 고 속 : (120[m/min])이상 120, 150, 180, 210, 240, 300[m/min]
- 초고속 : (360[m/min])이상

· 사용 장소에 따라 분류하면

- 사무실용 : 중속, 고속
- 백화점용 : 중속, 고속
- 병 원 용 : 저속, 중속
- 아파트용 : 중속
- 호 텔 용 : 중속, 고속(오피스텔, 호텔 등은 점점 초고속화 추세로 변화되고 있음)

구동방식에 따라 로프식(Rope System), 유압식(Oil Hydraulic System) 등으로 나눌 수 있으나 현재의 엘리베이터는 로프식이 대부분이고, 유압식은 극히 일부만 사용될 정도이다.

구동용 전동기와 트랙션 시이브의 연결방법을 분류하면,

저속 또는 중속 엘리베이터를 감속비(1:20)~(1:60) 정도의 기어드형(Geard type)과 전동기와 시이브(Sheave)를 직결한 기어레스형(Gearless Type)으로 나눌 수 있다. 기어레스형은 일반적으로 고속 엘리베이터에만 적용된다.

와이어 로프를 거는데는 두가지 방법이 있다.

반걸이 로핑은 트랙션 시이브의 주변속도와 승강속도가 같은 것, 전걸이 로핑은 트랙션 시이브의 주변속도가 승강속도의 2배가 되는 것. 따라서, 전걸이 로핑은 반걸이 로핑에 비해서 구동용전동기의 속도를 같게 하면 승강속도가 반으로 되고, 토오크가 같다면 2배의 중량을 승강할 수 있다. 그러나 와이어로프의 굴곡이 커서 수명이 짧아지는 결점이 있다.

b) 엘리베이터용 전동기

① 종류

엘리베이터용 전동기에 필요한 특성은, 기동과 정지가 빈번하기 때문에 관성모멘트가 작고, 가·감속 특성에 알맞는 토크를 가져야 하며, 가·감속시에 불쾌한 충격(쇼크)이 발생하지 않도록 가속도의 변화가 일정하게 되도록 선택하고, 소음을 낮게 하는 것 등이다.

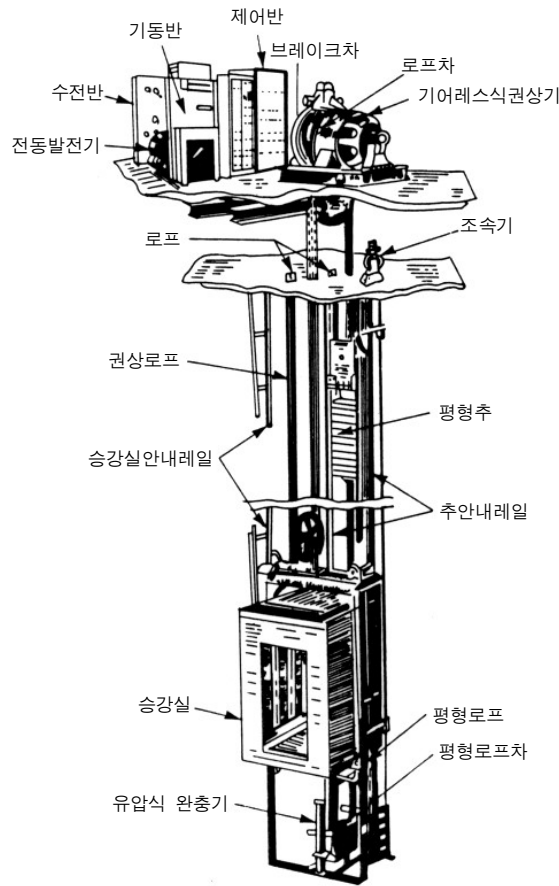


그림 6-17 승용엘리베이터의구조도 (기어레스식 2:1 로핑)

엘리베이터의 소요동력(所要動力)

$$P_L = \frac{kwv'}{6120\eta} \text{ [kW]}$$

- 여기서 w : 적재하중[kg]
- v' : 속도[m/min]
- k : 평형율(0.5~0.6)
- η : 엘리베이터 효율

◆ 엘리베이터의 효율은 일반적으로,

- 기어드형(Geared Type)
 - ┌ 1:1 로핑 : 0.50~0.60
 - └ 2:1 로핑 : 0.45~0.55
- 기어레스형(Gearless Type)
 - ┌ 1:1 로핑 : 0.85
 - └ 2:1 로핑 : 0.80

또 평형을 k는 엘리베이터에 평형추를 설치하여 실질적인 권상하중을 작게하기 위한 계수이다.

평형추의 중량 W_b 는 다음 식으로 표시된다.

평형추의 중량

$$W_b = W_c + kW \text{ (kg)}$$

여기서 W: 케이지 자중

W: 적재하중

k: 평형률

엘리베이터는 기동 및 정지가 빈번하고, 운전의 대부분이 가·감속으로 과도상태의 연속이다. 승차감은 가속도 a와 가속도 변화율 $\frac{da}{dt}$ 로 결정되고, 고속엘리베이터라 해도 최대 가속도는 1.1m/s^2 , 가속도 변화율은 2.0m/s^2 이하로 억제하여 <그림 6-18>과 같은 이상속도곡

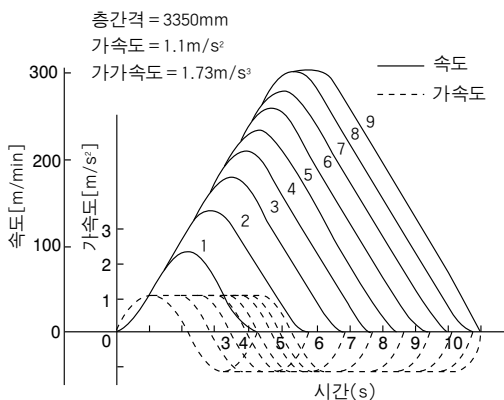


그림 6-18 이상속도곡선 (사무용)

선에 가까운 제어를 목표로 한다. 허용기동 빈도의 교류식은 (180~210회/시간), 직류식은 (210~240회/시간) 정도이고, 시간정격은 30분 정격 (직류기어레스 식은 1시간정격)으로 단 시간정격이 거의 대부분이다.

엘리베이터용 전동기의 정격출력은 소요동력 외에 이런 것들을 고려해서 결정할 필요가 있다.

문 제 5층 빌딩에 설치된 적재중량 1000(kg)인 엘리베이터의 승강속도를 50(m/min)으로 하자면 몇(kW)의 전동기를 사용하여야 되겠는가?

풀 이

$$P_L = \frac{kWv'}{6120\eta_L} \text{ (kW)}$$

$$= \frac{0.55 \times 1000 \times 50}{6120 \times 0.55} = 8.17 \text{ (kW)}$$

여기서 로핑 비율에 따라 상세하게 수치를 적용할 수 있다.

b) 에스컬레이터

에스컬레이터는 동력에 의해 구동되는 자동경사계단으로, 일정방향으로 사람을 연속적으로 이동시키는데 능률적인 운송설비로 2열의 엔드레스(End Less) 디딤판 체인(Chain)에 연결된 여러개의 디딤판은 전동기에 직결된 워엄 감속구동기로 구동된다. 또 난간은 디딤판 체인과 동일 축의 다른 기어에 의해서 구동되고 디딤판과 같은 속도, 같은 방향으로 이동하는 구조로 되어있다. 에스컬레이터의 경사각도는 수평에 대해서 30° , 디딤판의 이동 속도는 $30(\text{m}/\text{min})$ 이하이고, 양정(수직 높이)은 $3\sim 6(\text{m})$ 인 것이 가장 많으나, $20(\text{m})$ 정도까지 제작되고 있다. 난간의 유효폭은 보통 $800, 1,200(\text{mm})$ 의 2종류가 많고, 수송능력은 $5500(\text{인}/\text{시간})$ 및 $9000(\text{인}/\text{시간})$ 정도로 엘리베이터에 비하여 속도는 느으나 수송량이 많기 때문에 백화점, 점포, 공항, 지하철 등의 승객수송에 많이 이용되고 있다. 안전장치로는 구동체인 절단, 디딤판 체인 절단 또는 일정치 이상 늘어났을 경우, 과부하전류가 흘렀을 때에는 전동기의 전원이 차단되고, 전자 브레이크가 작동해서 운전을 정지시키는 등의 각종 장치가 설치되어 있다.

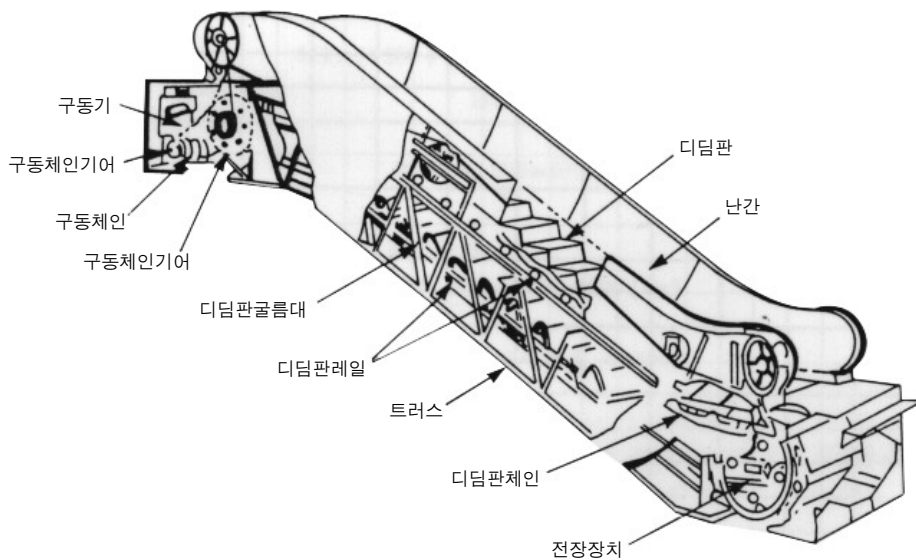


그림 6-19 에스컬레이터

에스컬레이터의 소요동력(所要動力)은

$$P_L = \frac{H}{\eta_L} \left(\frac{270\sqrt{3}}{6120 \times 2} s v' + P_{L0} \right) = \frac{H}{\eta_L} (0.0382s v' + P_{L0}) \text{ (kW)}$$

∴ H : 계단높이(m)

η_L : 권상기 효율(0.7~0.8)

s : 디딤판 폭(m)(유효폭 1200mm는 1.0m, 800mm는 0.6m)

v' : 디딤판 속도(m/min)(25~30)

P_{L0} : 무부하운전시 동력(층고 1m에 대해 0.1~0.2kW)

문제 1 계단높이 4m, 계단폭 1m, 속도 25m/min인 에스컬레이터의 소요동력을 구하라.

풀이 식에 의해, $\eta_L = 0.8$, $P_{L0} = 0.15$ 로 하여,

$$P_L = \frac{4}{0.8} (0.0382 \times 1 \times 25 + 0.15 \times 4) = 7.8 \text{ (kW)}$$

문제 2 2:1 로핑의 기어레스 엘리베이터에서 적재하중 1000kg, 속도 150m/min의 권상소요동력을 구하라.

풀이 앞의 식에서 $k = 0.5$, $\eta_L = 0.8$ 로 하여,

$$P_L = \frac{0.5 \times 1000 \times 150}{6120 \times 0.8} = 15.3 \text{ (kW)}$$

문제 3 앞의 문제에서 엘리베이터의 구동로프 바퀴직경을 760mm로 하면, 전동기의 속도는 얼마인가. 또 전동기 축으로 환산한 부하의 GD^2 는 얼마인가.
(단 케이지의 무게는 1500kg으로 한다)

풀이 2:1로핑이므로 케이지의 속도가 150m/min일 때 로프의 속도는 300m/min이다. 전동기와 로프바퀴는 직결되어 있으므로 회전속도는 같고, 그 회전속도는

$$n = \frac{300}{0.76 \times \pi} = 126 \text{ (rpm)}$$

평형추 무게는 식에 의해,

$$W_b = 1500 + 0.5 \times 1000 = 2000 \text{ (kg)}$$

전동기 축으로 환산한 부하의 GD^2 는

$$(GD^2)_L = \frac{365 \times (1500 + 1000 + 2000) \times \left(\frac{150}{60}\right)^2}{126^2} = 647 \text{ (kg} \cdot \text{m}^2)$$

공하일 때는 $2000 - 1500 = 500 \text{ (kg)}$

만큼 평형추가 무겁다.

정격 적재하중을 실었을 때는 케이지 쪽이

$$1500 + 1000 - 2000 = 500 \text{ (kg)}$$

무거워진다.

정확하게 평형을 이루는 것은 500kg 적재했을 때이다.

문제 4 앞의 문제에서 엘리베이터를 3초 동안 가속하는데 소요되는 평균 가속 토오크를 구하라. (단 전동기의 GD^2 는 $50\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 로 하고, 로프의 영향은 무시한다)

풀이 가속에 필요한 평균 토오크는

$$T_a = \frac{(647 + 50) \times 126}{375 \times 3} = 78(\text{kgf} \cdot \text{m})$$

이 엘리베이터의 부하 토오크는 식에 의해

$$T_L = \frac{15.3 + 1000}{1.027 \times 126} = 118(\text{kgf} \cdot \text{m})$$

즉, 정격적재하중을 싣고 가속할 때는 부하토오크의 $\frac{118 + 78}{118} = 1.66(\text{배})$ 토오크를 필요로 한다. 현재로는 가속토오크를 갑자기 가하면 승차감을 나쁘게 하므로 토오크는 좀 더 큰 값이 된다. 엘리베이터는 이와 같은 가속도의 반복이므로 부하 외에 가감속을 고려하는 것이 전동기의 용량을 결정할 때 중요하다.

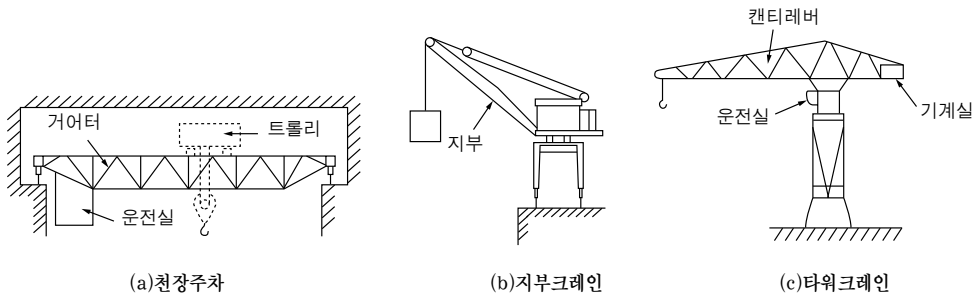
6. 2. 6 크레인

(1) 개요

크레인은 중량물을 권상, 권하, 이동시키는 것이다. 기능으로서는 ①권동과 로프에 의한 권상하, ②크레인 내부의 이동을 위한 횡행, 선회, 부양, 인입 및 ③크레인 전체(全體)의 주행을 한다. 사용장소, 형상 등에 따라 다음과 같은 것이 있다.

a) 천장주행 크레인

공장, 발전소 등의 천장 또는 옥외 구조물 위의 양측에 설치된 레일을 주행하는 것. 권상장치가 달린 트롤리가 거어터 위의 레일을 횡행하고 다시 거어터가 천장을 주행한다. 이 세가지 동작에는 각각 별개의 전동기가 쓰인다. 수직평면상에 설치한 레일 위를 주행하는 것을 벽크레인이라 하여 천장주행 크레인 보조로 사용되는 경우가 많다.



b) 지부크레인

(b)처럼 지부가 있는 크레인으로서 권상, 권하, 선회만 하는 것과, 거기에 지부의 부양과 레일 위의 주행을 추가된 것이 있다. 암벽의 거룻배 하역에 많이 쓰이고, 또 주행형은 화차의 상하차나 재료하차장 등에도 널리 쓰인다. 세가지 동작을 하나의 전동기로 클러치 변환에 의한 것과 각각 전용 전동기에 의한 것이 있다. 철도궤도를 운행하여 하역이나 사고시 구조에 쓰이는 조중차도 여기에 속한다. 부양 혹은 인입할 때 매달린 하물이 상하로 움직이지 않도록 지부를 개량한 것이 수평인입크레인이다.

c) 데릭크레인

수직기동에 의한 간단한 구조의 것으로 수륙연결하역이나 건조물의 조립작업용으로 가설비 또는 간이설비로 쓰인다.

d) 탑형크레인(타워크레인)

조선용으로 널리 쓰이는 고양정 대반경크레인이며, (c)처럼 탑 위의 캔티레버 위를 트롤리가 수평이송하고 캔티레버는 선회하며 전체가 주행한다. 각각 전용전동기를 사용한다. 탑 상부에 수평인입크레인을 설치한 탑형 수평인입크레인도 있다. 안전성이 좋다.

e) 교형 크레인

지상에 부설된 레일 위를 주행하는 옥외용 크레인으로 트랜스포우터, 캔트릭크레인이라 부르며, 가교위에 트롤리를 수평이동시켜서 하역을 한다. 각각 전용 전동기를 사용한다. 광석, 석탄, 기타 중량물 운반에 적합하고 발전소, 제철소 등의 저광, 저탄장에 많이 쓰인다.

f) 육양기(언로어더) 및 적입기(로어더)

주로 석탄이나 광물을 양육하는 언로어더에는 그레브바키트를 부착한 지부크레인이나 각형식의 수평인입크레인이 쓰인다. 곡물류에는 진공흡입식이나 양륙기가 쓰인다. 석탄이나 광석의 선적에는 컨베이어를 이용한 로어더가 쓰인다. 이 로어더와 같은 종류의 것에 원료저장장에 수송물을 일시저장시키는 것으로 스택커가 있다.

g) 제철소용 크레인

제철소, 제강소에서는 원료나 제품을 다루기 위해 천장주행크레인이 많이 쓰이지만, 고온의 중량물을 주야 연속으로 사용하므로 구조나 성능을 목적에 따라 변경하고 있으며, 고유명칭으로 불리우고 있다. 가령, 용선을 로에 주입하는데 쓰이는 레이들크레인, 로에 원료를 장입하는 차이징크레인, 주형에서 인코트를 빼내는 스트립퍼크레인, 인코트를 작열로에 넣고 빼고 하는 소우킹피트크레인, 작열로의 뚜껑을 개폐하는 커버크레인 등이 있다.

h) 호이스트

전동호이스트는 권상능력 0.5t~30t의 소규모 하역용으로 창고, 공장, 철도, 선박, 부두 등에서 손쉽게 쓰이는 것으로, 조작은 권상, 주행을 모두 바닥면에서 한다.

(2) 크레인 소요동력

a) 권상 소요동력

권상장치의 기계효율 η_L

		기어의 단수		
		2	3	4
로우프수	η^2	0.82	0.77	0.72
	η^2	0.79	0.74	0.69
2×2 줄걸기	2×2 줄걸기	0.75	0.71	0.66
2×3 줄걸기	2×3 줄걸기	0.72	0.68	0.63
2×4 줄걸기	2×4 줄걸기			

권상 소요동력

$$P_L = \frac{wv'}{6.12\eta_L} \quad (\text{kW})$$

∴ w : 권상하중(혹의 자중 포함)(t)

v' : 권상속도(m/min)

η_L : 기계 효율

크레인의 효율은 일반적으로 0.6~0.8이다.

천장크레인의 효율에 대해 더욱 상세하게 설명하면 권상장치의 기계효율을 η_1 , 훅블록의 기계효율을 η_2 , 감속장치와 권동의 기계효율 η_3 로 하면

$$\eta_L = \eta_1 \times \eta_2$$

가 된다.

b) 횡행 소요동력

$$P_L = \frac{\lambda' w v'}{6.12 \eta_L} \text{ (kW)}$$

∴ w : 크레브의 전중량(권상하중+훅의자중+크레브의 자중)(t)

λ' : 저항계수(kgf/t)

v' : 속도(m/min)

η_L : 기계효율

종 류		운동저항	
		기동시	전속시
고속형	면베어링웨스트걸급유	18	12
	로울링베어링	9	6
저속형	면베어링웨그리이스급유	30	22
	로울링베어링	15	11

횡행주행 저항계수 λ' [kgf/t]

(3) 주행 소요동력

$$P_L = \frac{\lambda' W v'}{6.12 \eta_L} \text{ (kW)}$$

∴ w : 크레인거터의 전중량(권상중량+훅의 자중+크레브의 자중+거터의 중량[t])

λ' : 저항계수(kgf/t)

v' : 속도(m/min)

η_L : 기계효율≈0.8

감속단수	1	2	3
η_L	0.94	0.89	0.83

a) 선회 소요동력

선회용에 대해서는 다음과 같은 실험식이 있다.

$$P_L = \frac{W v'}{15000} \left\{ v' + 40 \left(1 + \frac{R}{a} \right) \right\}^2 \text{ (kW)}$$

∴ w : 하중(t)

v' : 지부선단의 주변속도(m/min)

R : 선회레일반경(m)

a : 지부선단의 반경(m)

b) 전동기의 정격과 사용

크레인 전동기의 사양을 결정하는데는 위의 소요동력 외에 부하시간율, 기동빈도, GD₂ 등을 고려해야 한다.

문제1 권상하중 10t, 속도 8m/min, 로우프 길이 가닥수 4, 감속기어단수 3인 천장크레인 이 있다. 소요축동력 및 크레인용 표준전동기의 정격출력을 구하라. (혹의 자중은 200kg)

풀이 식에 의해 η_L 은 0.74

$$\text{따라서 } P_L = \frac{(10+0.2) \times 8}{6.12 \times 0.74} = 18[\text{kW}]$$

전동기의 출력을 이것에 15%의 여유를 주어

$$P_M = 18 \times 1.15 = 20.7\text{kW}$$

따라서 표준크레인용 전동기의 정격출력 중에서 22kW를 선정한다.

문제2 앞의 문제에서 권상전동기에 대해 40%ED, 시동빈도(100회/시간)로 하여 CZ와의 관계를 검토하라.

풀이 하중을 전동기로 환산하여 $(GD^2)_L$ 을 구하면

$$(GD^2)_L = \frac{360 \times 10200 \times \left(\frac{8}{60}\right)^2}{970^2} = 0.07[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

40%ED표준의 22kW 전동기는 6극이므로 정격속도 970rpm으로하여 계산했다.

22kW전동기의 GD^2 는 2.35kg · m²이다.

$$\therefore C = \frac{2.35 + 0.07}{2.35} = 1.03 \quad C \times Z = 1.03 \times 100 = 103$$

따라서 $C \times Z = 103$ 에서 18kW이면 정격 22[kW]를 쓰면 충분하다는 것을 알게된다.

문제3 권상하중 10t, 혹의 자중 200kg, 크래브의 자중 2t 인 천장크레인이 있다.

그 횡행속도40m/min, 관성계수FI=C=10, 기동회수 Z=80회/시간, 40%ED일때 횡행용 전 동기를 선정하라. 단 $\lambda' = 20[\text{kgf}/\text{f}]$

풀이 횡행 소요동력은 식에 의해

$$P_L = \frac{20 \times (10 + 2 + 0.2) \times 40}{6120 \times 0.83} = 1.927[\text{kW}]$$

$CZ = 10 \times 80 = 800$ $CZ = 800$ 에서 출력 1.927[kW]라고 하면, 정격 3.7[kW]를 선정하는 것이 바람직하다. 그리고 전동기축 환산 부하 GD^2 를 구해 본다.

표준 전동기는 6극, 50Hz, 슬립 3%로 하면 정격회전속도는 970rpm이 된다.

$$(GD^2)_L = \frac{365(10000 + 2000 + 200) \times \left(\frac{40}{60}\right)^2}{970^2} = 2.075[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

3.7kW전동기의 GD^2 는

$$(GD^2)_M = 0.22[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

따라서 관성계수 FI는

$$FI = C = \frac{2.075 + 0.22}{0.22} = 10.43$$

이 값은 문제에서 주어진 C의 값과 거의 같다.

문제 4 권상하중 10t, 흑의 자중 200kg, 크래브 자중 2t, 거어터 자중 8t인 천장주행 크레인
인이 있다. 주행속도 90m/min, 관성계수 $FI = C = 14$, 기동빈도 70회/시간, 40%ED
로 하여 전동기를 선정하라. 주행저항계수는 15kgf/t

풀이 $P_L = \frac{15 \times (10 + 8 + 2 + 0.2) \times 90}{6120 \times 0.8} = 5.56[\text{kW}]$

$$CZ = 14 \times 70 = 980$$

정격 15kW를 선택한다.

여기서 부하의 GD^2 를 구해서 제의를 검토해 본다.

15kW 전동기는 6극이므로 정격속도 970rpm으로 한다.

$$(GD^2)_L = \frac{365(10000 + 8000 + 2000 + 200) \times \left(\frac{90}{60}\right)^2}{970^2} = 17.63[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

전동기의 GD^2 는

$$(GD^2)_M = 1.32[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$$

$$FI = C = \frac{17.63 + 1.32}{1.32} = 14.36$$

이것은 제의와 대략 같은 값이다.

6. 2. 7 프레스

(1) 개요

프레스란 2개 이상의 쌍을 이룬 공구에 관계운동을 하여 가공재에 강한 힘을 가함으로써 성형가공을 하는 기계이며, 공구사이에서 발생하는 힘의 반력을 기계자체로 지탱하도록 설계되어 있는 기계이다.

(2) 기계프레스와 유압프레스

기계프레스는 플라이휠의 회전운동에너지를 이용하여 프레스하는 것이며, 유압프레스는 슬라이드 운동을 기름의 압력을 이용하는 것으로 일반적으로 대압력, 장 스트로크이며 가압시간이 길다.

그러나 기계프레스는 가공속도가 빠르고 생산성 면에서 유리하므로 현재 사용되는 판금용은 95%이상이 기계프레스이다.

표 6-11 기계프레스와 유압프레스의 기능 비교

기 능	기 계 프 레 스	유 압 프 레 스
생산(가공) 속도	유압프레스보다 훨씬 빠르다.	기계프레스에 비해 매우 느리다.
스트로크 길이의 한도	너무 길게 할 수 없다. (600~1000mm가 한도)	상당히 긴 것이 비교적 쉽게 만들어 진다.
스트로크 길이의 변화	일반적으로 행하기 어렵다.	다소 쉽게 행할 수 있다.
스트로크 종단위치의 결정	보통 기종으로는 종단위치가 정확히 결정된다.	일반적인 경우 종단위치를 정확히 결정할 수 있다.
가압속도 조절	할 수 없다.	쉽게 할 수 있다.
가압력 조절	하기 어렵다.	쉽게 할 수 있다.
가압력 유지	할 수 없다.	쉽게 할 수 있다.
프레스 본체에 과부하를 일으키는 것의 유무	과부하를 일으키기 쉽다.	과부하를 절대로 일으키지 않는다.
보수의 난이도	액압 프레스보다 용이하다.	수시점검이 필요 (주로 기름이나 물이 새는 일)
프레스의 최대능력	4000t(판금용) 9000t(단조용)	70,000t(가동중) 200, 000(제작계획중)

(3) 기계프레스

a) 프레스의 종류

기계프레스는 슬라이드의 구동기구에 따라 슬라이드의 운동방법이 달라지므로 가공특성 및 작업특성에 영향을 미친다.

① 크랭크 프레스

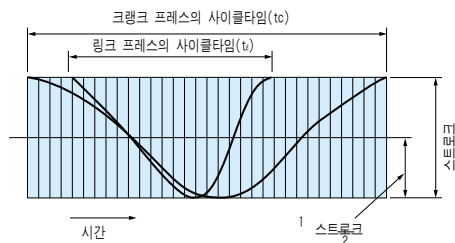
크랭크기구를 사용하는 것으로 제작이 용이하고 스트로크 하단의 위치가 정확하게 결정되므로 다양한 프레스 가공에 많이 사용된다.

② 너클 프레스

슬라이드 구동에 너클을 사용한 프레스로 하사점 부근에서 슬라이드의 속도가 매우 느려지는 운동곡선을 갖는다. 압축가공에 적합하며 냉간단조에 많이 사용된다.

③ 링크 프레스

슬라이드 구동에 각종 링크기구를 사용한 프레스로 디이프 드로잉에서 가공 사이클 타임을 단축하기 위하여 링크를 사용한 것이다.



동일 드로잉 속도(a점의 속도)에서 크랭크 프레스와 링크 프레스의 슬라이드 운동 곡선 비교

$$t_l = (0.6 \sim 0.75) t_c$$

그림 6-20 슬라이드 구동기구에 따른 프레스 종류

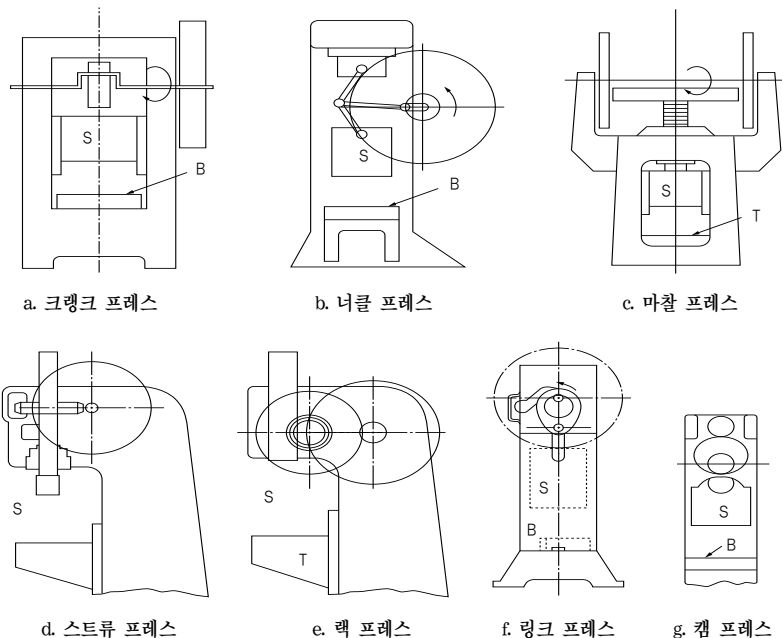


그림 각종 기계프레스

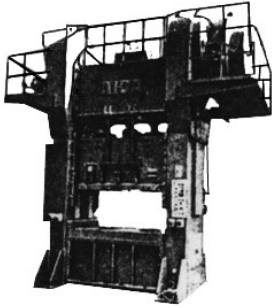


그림 6-21 더블 크랭크 프레스

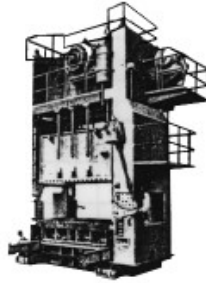


그림 6-22 크랭크레스 프레스



그림 6-23 너클 프레스

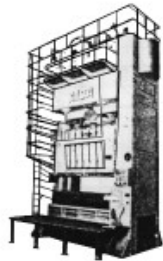


그림 6-24 링크 프레스

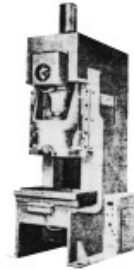


그림 6-25 O.B.I 프레스

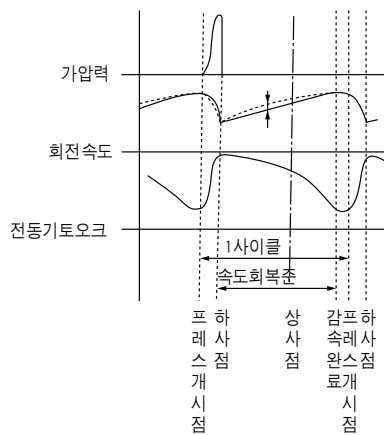
b) 기계 프레스의 실용적 분류

슬라이드 수	슬라이드 구동 기구의 종류	슬라이드 구동 유니트의 종류	프레임의 형식		
			C형(OBI)	스트레이트사이드형	특수
단	크랭크	싱글	○	○	○엑센트
		더블	○	○	—
		4점	—	○	—
	크랭크레스	1점	—	○	—
		2점	—	○	—
		4점	—	○	—
동	너클	싱글	—	○	—
		더블	—	○	—
	플릭션	싱글	—	—	○
복	도글	싱글크랭크	—	○	—
		더블크랭크	—	○	—
		1점	—	○	—
		2점	—	○	—
		4점	—	○	—
동	보텀 슬라이드	더블	—	—	○

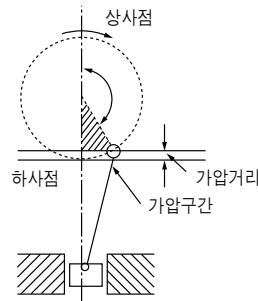
c) 기계프레스용 전동기의 출력

기계프레스 플라이휠의 회전운동 에너지를 이용하여 프레스하며 1회 가압마다 플라이휠은 에너지의 일부를 방출하여 감속하고, 다음 가압까지의 짧은 시간에 전동기의 구동력으로 플라이휠을 본래의 속도까지 가속하는 운동을 반복한다.

아래 그림은 프레스 작업시의 가압력, 회전속도, 전동기 토크의 관계와 슬라이드가 상사점에서 하사점까지 왕복운동하는 위치와 플라이휠 크랭크축과의 관계를 나타낸 것이다. 아래 그림과 같이 전동기는 간헐부하의 반복으로 특수한 성능이 요구된다.



기계프레스 부하곡선



크랭크 동작도

기계프레스용 전동기의 출력(P)

$$P = \frac{GD^2}{365} \times n_1 \times \frac{n_1 - n_2}{t} \times \frac{1}{\eta_L} \times 10^3 \text{ [kW]}$$

$$= 2A \times \frac{\alpha}{t} \times \frac{1}{\eta_L} \times 10^3 \text{ [kW]}$$

∵ GD² : 전플라이휠 효과 [kg · m²]

n₁ : 가압전 회전속도 [rpm]

n₂ : 가압직후 회전속도 [rpm]

η_L : 기계 효율

A : GD²가 n₁에서 갖는 운전 에너지 = $\frac{GD^2 \cdot n_1^2}{730}$ [J]

= $\left\{ \frac{GD^2 \cdot n_1^2 \times 10^3}{7150} \text{ [tf} \cdot \text{m]} \times 9.8 \times 10^3 \right\}$ [J]

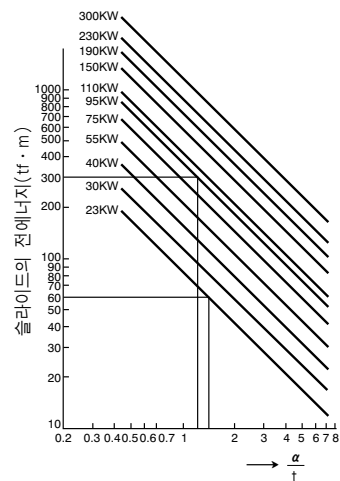
a : 속도 감소율 = $\frac{n_1 - n_2}{n_1}$

t : 가압후 속도 회복시간

= $\frac{60}{S_2} - t$ [s]

S₂ : 작업 스트로크 수 [회/분]

t : 가압시간 [s]



기계프레스의 전동기 용량 계산 (기계효율 75%일때)

농형유도전동기의 특성상 가압 감속시에 회전자에서 소모하는 손실이 크므로 이를 감안하여 전동기를 선정한다.

속도회복 중에 전동기에서 발생하는 손실

$$W = \frac{GD^2 \cdot n_1^2 \cdot \alpha^2}{730} \times \frac{1 + \frac{r_2}{r_1}}{t_s} [W]$$

∴ GD^2 : 전플라이휠 효과[kg · m²]

n_1 : 가압전 회전속도 [rpm]

α : 속도 감소율

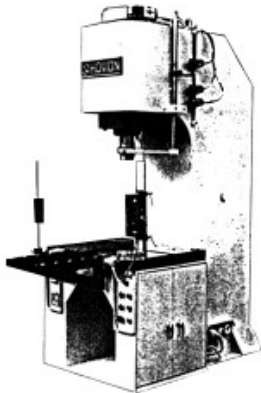
t_s : 1 스트로우크의 시간 = $\frac{60}{S_2}$ [s]

r_1 : 전동기의 1차저항

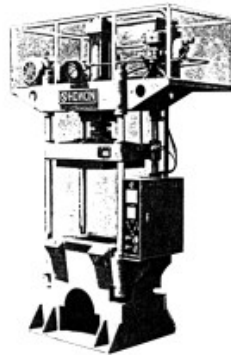
r_2 : 전동기의 2차저항(1차 환산값)

(4) 유압프레스

a) 유압프레스는 여러 종류로 나눌 수 있으나 통상 프레스 형상으로 그림과 같이 C형 프레스와 H형 프레스로 나눌 수 있다.

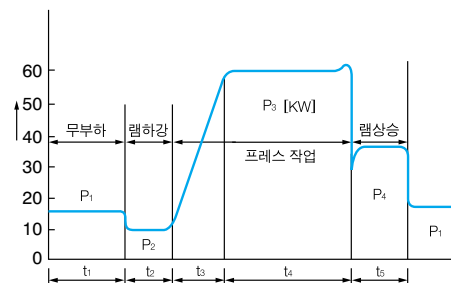


C형 프레스



H형 프레스

b) 유압프레스용 전동기의 출력 산출
유압 펌프를 구동하는 전동기는 그림과 같이 간헐부하가 된다. 이런 부하일 때는 평균부하와 최대부하를 고려하여 전동기의 용량을 선정한다.



유압프레스 부하곡선

① 가압시 펌프의 구동동력

$$P_M = \frac{P \times Q}{612 \times \eta_L} \times \frac{1}{1000} \text{ [kW]}$$

$$= \frac{P \times Q}{450 \times \eta_L} \times \frac{1}{1000} \text{ [HP]}$$

∴ P : 펌프 입력 $P = \frac{4}{\pi d^2} \times F \text{ [kgf/cm}^2]$

Q : 펌프 토출량 $Q = \frac{\pi d^2}{4} \times v \text{ [cm}^3/\text{min}]$

F : 작업압력[kgf] $F = S \times P = \frac{\pi d^2}{4} \times P$

S : 실린더 내면적 [cm²]

d : 실린더 내경 [cm]

v : 가압속도 [cm/ min]

η_L : 펌프효율 (통상 90%를 적용하고 과부하 조건시 80% 적용)

② 평균동력

유압프레스는 그림과 같이 반복부하가 걸렸을 때 펌프 구동용 전동기의 2제곱 평균값이 평균동력이 된다.

$$P_a = \sqrt{\frac{P_1^2 \times t_1 + P_2^2 \times t_2 + \frac{1}{3} (P_2^2 + P_2 \times P_3 + P_3^2) t_3 + P_3^2 \times t_4 + P_4^2 \times t_5}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}}$$

사용 전동기는 온도적으로 위에서 계산된 평균부하용량 P_a에 연속적으로 견디고, 부하곡선의 최대부하(P₃)보다 큰 최대출력을 가진 전동기를 선정해야 한다.

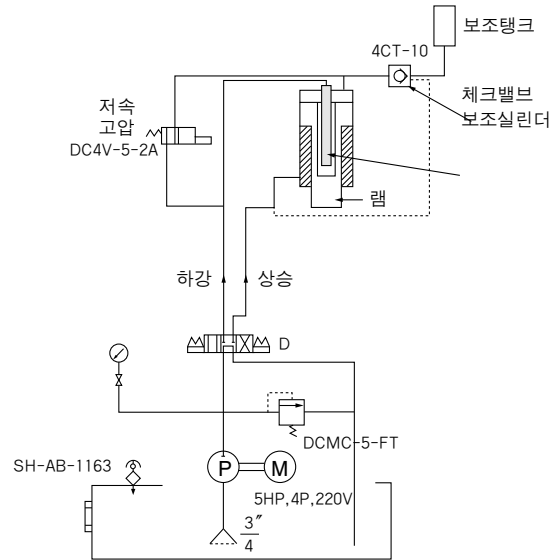
일반적으로 다음표에 의해 결정한다.

조건	사용전동기 출력
$P_a \times 1.5 \geq P_3$	P_a
$P_a \times 1.5 < P_3$	$P_3 \times 1/1.5$

③ 보조 실린더와 차동회로

실제 프레스를 살펴보면 구동동력은 평균동력의 계산값보다 적은 동력을 사용한 경우를 볼수 있는데, 이는 그림과 같은 차동회로를 사용하여 보조실린더에 기름을 더 투입함으로써 유량을 증가시켜 적은 출력으로 큰 가압력을 만족할 수 있도록 한 경우다.

다음 그림은 보조실린더와 차동회로를 이용한 유압프레스의 유입회로도이다. 이러한 프레스의 특징은 하강과 상승시 속도가 빠르고 가압시에만 큰 토크가 소요된다.



예) 가압력 5T_s, 실린더내경 90mm, 실린더 속도 10cm/sec로 할 경우 사용전동기는 몇 마력(HP)인가? (단, 펌프효율 0.9)

가압력 $F = S \times P$

$$5000 = \frac{\pi \times 9^2}{4} \times P \quad \therefore \text{펌프압력 } P = 78.6 \text{kg/cm}^2$$

$$\text{펌프 토출량 } Q = \frac{\pi d^2}{4} \times v = \frac{\pi \times 9^2}{4} \times 10 = 635.8 \text{ [cm}^3/\text{sec]}$$

$$P_M = \frac{78.6 \times 38.151}{450 \times 0.9} \times \frac{1}{1000} = 7.4 \text{ [HP]}$$

표 6-12 주요 용도별 부하와 소요 토크

용도	적용부하	최대토크	최대토크
공작기계용	연마기(Grinder)	40	300~400
	Planer	60	250
	Rod Mill	100	250
	등 연마기(Copper Grinder)	150	250
제지기계용	분쇄기(표준)	125	150
	분쇄기(Brake 부착)	125	200
	Chipper(무부하기동)	60	250
	Pulper	125	150
	Pulper Grinder	40	150
	Refiner	50	150
	분쇄기(B&W)무부하기동	175	250
고무공장용	반바리Mixer(Ban Bury Mixer)	125	250
	고무용Mill(Rubber Mill)	125	-
제철공장용	Roll Mill	-	300
	형강Rail 조압용	40	250
	형강Rail Finish	40	300
	후판Mill	40	250
	Merchant Mill	60	250
	Rod Mill	100	250
	Tube Roll Mil	60	250
	냉각압연용	200	250
Cement 공장용	Crusher(회전식 무부하시동)	100	250
	Crusher(원추식 무부하시동)	100~150	250
	Hammer Mill	120	250
	Roll Crusher	100	175
	Roll Mill	200	150~175
	Ball Rod Mill(광석)	150~175	250
	Ball Mill(석탄·암석)	140~150	250
철물분쇄기용	Band Mill	40	150
제립기계용	Edge Saw	40	150
	Band Saw	40	150
송풍기	Blower	20	150
	Fan	40	150
압축기	Compressor(원심식)	30	150
	Compressor(피스톤식)	60	150
Pump	원심식	5~50	150
	왕복식	40	150
	진공	60	150
발전기(M-G set)	교류	20	150
	교류 150kW이상	20	200

6. 3 동력 전달 방식(Belt)

현재 산업체 여러분야에서 사용되고 있는 3상유도전동기의 회전수는 800~3600rpm으로 비교적 고속이어서 실제로 부하를 구동시키는 경우에는 부적당한 경우가 많다. 따라서 실제 사용시는 적당한 방법을 사용하여 전동기측 회전수를 감속시켜 부하기계에 적용한다. 저속회전을 얻는 방법에는 여러가지가 있지만 그 중 대표적인 것으로 전동기에 감속기를 부착하는 Geared Motor, Chain 전동, Belt 전동이 있다.

그 중 가격이 싸고, 구조가 간단하며 손쉽게 원하는 감속비를 얻을 수 있는 Belt 전동에 대하여 서술하며, 특히 중요한 V-belt 전동에 대한 설치방법, 설계순서에 대하여 서술하겠다.

6. 3. 1 Belt 전동의 개요

(1) 감속비

Belt 연결 구동시 1단의 감속비는 일반적으로 평 Belt는 1:6 이하(최고 1:15), V-Belt는 1:7 이하(최고 1:10)로 하며 필요한 경우 2단으로 설치하여 더 큰 감속비를 얻을 수 있다. 그리고 Belt 연결시 풀리와 Belt 사이에 미끄럼 현상이 발생하는데 일반적으로 평 Belt는 1~2%, V-Belt는 1% 정도가 생기므로 이 미끄럼을 예상하여 설계하여야 한다.

(2) 전달효율

Belt 전동시 전달효율은 90~98%가 되는데 V-Belt가 미끄럼이 적어 효율이 높다. 또한 V-Belt는 V-풀리에 Belt를 걸어서 사용하므로 평 Belt보다 마찰계수가 크므로 축간거리를 작게 할 수 있는 장점이 있다.

6. 3. 2 평 Belt 전동의 특징

가죽, 직물, 강판 등으로 만든 Belt를 2축 사이에 걸어 동력을 전달하는 방법으로 축 사이의 거리가 클 때 동력전달용으로 많이 사용되며 전동기와 부하기계의 축간거리는 큰쪽 풀리 외경의 5~6배로 하는 것이 좋다.

6. 3. 3 V-Belt 전동의 특징

(1) V-Belt 전동의 장점

- ① 비교적 작은 장력으로 큰 동력전달이 가능하다.
- ② V-Belt와 풀리의 쇠기작용에 의하여 전동이 이루어지므로 미끄럼이 극히 적고 회전 중 벗겨질 염려가 거의 없다.
- ③ 필요에 따라 Belt 가닥수를 바꾸어 사용할 수 있다.

④ 설치경비가 적게 들고 내구성이 우수하다.

(2) V-Belt 전동시 주의사항

① Belt 인장력 : Belt 전동에 있어서 Belt 인장력은 대단히 중요한 요소이다. 인장력을 너무 작게 하면 Belt 전동이 크게 되고 Belt와 풀리간 미끄럼 현상이 커져 Belt 수명을 짧게 하고, 인장력을 너무 크게 하면 축 및 베어링에 큰 하중이 가해져 베어링 가열, 축 및 베어링의 파손을 가져오므로 설치시 적절한 Belt 인장력을 주어야 한다.

② 풀리 선정 : 풀리 경을 너무 작게 하면 전달용량이 작게되어 벨트 가닥수를 늘려야 하며 축하중 과대로 축 및 베어링의 조기파손을 가져온다. 풀리는 전동기의 통풍·냉각을 방해하지 않도록 ARM형을 사용하고 평판형의 경우는 가능한 통풍구가 있는 것을 선택한다.

풀리 취부시 큰 충격을 주면 베어링이 손상되므로 특별히 주의하여 작업해야 한다.

6. 3. 4 V-Belt 전동의 설계

V-Belt를 사용하여 전동장치를 설계할 때 안전하고 경제적인 방법을 얻기 위해서는 다음 순서에 따르는 것이 좋다.

다른 여러가지 방법이 있으나 결과는 비슷하므로 대표적인 것을 소개한다.

설계순서

- 1) 설계 마력을 계산한다.
- 2) V-Belt 종류 선정
- 3) V-풀리 경 선정
- 4) V-Belt 길이 선정
- 5) 축간거리 계산
- 6) Belt 전동 동력 용량의 결정
- 7) Belt 길이에 대한 보정
- 8) Belt 접촉각도에 대한 보정
- 9) Belt 보정 동력용량의 결정
- 10) Belt 사용 가닥수의 결정

이하 상기 순서에 준하여 V-Belt(표준 V-Belt 및 세폭 V-Belt) 전동장치에 대한 설계를 범용 20HP, 4극 전동기(LG·OTIS 모델:KMI-20HKI)를 예로하여 표준 V-Belt와 세폭 V-Belt를 병행하여 서술한다.

전동기와 부하기계의 Spec을 다음과 같다고 가정하면,

전 동 기 측	부 하 기 계 측
<ul style="list-style-type: none"> · 출력:20HP(15kW) · 정격회전수:1750 rpm 	<ul style="list-style-type: none"> · 사용회전수:550 rpm (감속비:약 1:3.18) · 부하기계:송풍기 · 사용시간:8~10 h/日

1) 설계 마력의 계산

$$P_d = P_r \times K_o$$

{

- P_d : 설계마력(HP)
- P_r : 전동 마력(원동기의 정격마력 또는 실부하 마력)
- K_o : 과부하 계수

① 설계마력(P_d)

원동기 및 부하의 특성에 의하여 V-Belt에 걸리는 부하의 값으로서 악조건일수록 크게 된다.

② 전동 마력(P_r)

원동기의 정격마력(전동기 정격출력)

③ 과부하 계수(K_o)

원동기 및 부하특성에 따라 <표 6-13>과 같다.

표 6-13 과부하 계수 (K_o)

사 용 기 계	원 동 기					
	최대출력이 정격의 300% 이하인 것			최대출력이 정격의 300% 초과하는 것		
	교류전동기(표준전동기) 직류전동기(분권) 2기통 이상의 엔진			특수전동기(고 토크) 직류전동기(직권) 단기통엔진, 라인 샤프트 또는 클러치에 의한 운전		
	I	II	III	I	II	III
교반기(유체), 송풍기(10Hp이하) 원심펌프, 원심압축기, 경하중컨베이어	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
벨트 컨베이어(모래, 곡물), 연분기, 송풍기(10Hp 초과), 발전기, 라인샤프트 공작기계, 대형세탁기, 편치 프레스, 전단기, 인쇄기계, 회전펌프, 회전 진동체	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
버킷 엘리베이터, 여과기, 왕복압축기, 컨베이어(버킷, 스크류), 헤머밀, 비터, 제지용밀, 피스톤 펌프, 루츠 브로워, 분쇄기, 목공기계, 섬유기계	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
클러셔, 밀(보울, 로드), 호이스트, 고무가공기(로울, 켈린더, 압출기)	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
I : 단속적 사용(1日 3~5시간 또는 계절적 사용) II : 보통사용(1日 8~10시간), III : 연속적 사용(1日 16~24시간)						
* 1. 기동·정지의 회수가 많은 경우, 보수점검이 수월치 않은 경우, 분진이 많은곳, 열이 있는 곳 에서 사용하는 경우, 유류, 물등이 부착되는 경우 및 위에 기술한 조건이 병행되는 경우는 뒤 표의 값에 0.2를 더한다. * 2. 아이들러 사용시는 다시 다음값을 더한다. a. V-Belt 이완측의 내측에 사용:0 b. V-Belt 이완측의 외측에 사용:0.1 c. V-Belt 긴장측의 내측에 사용:0.1 d. V-Belt 긴장측의 외측에 사용:0.2						

• 위에서 아이들러를 사용하지 않는다면(20HP, 교류전동기) K_o=1.2가 된다.

∴ P = 20 × 1.2 = 24(HP) = 17.88(kW)

2) V-Belt 종류 선정

V-Belt 선정에는 다음과 같은 방법이 있다.

① 전동마력 및 V-Belt 선속도에 의한 선정방법(표준 V-Belt)

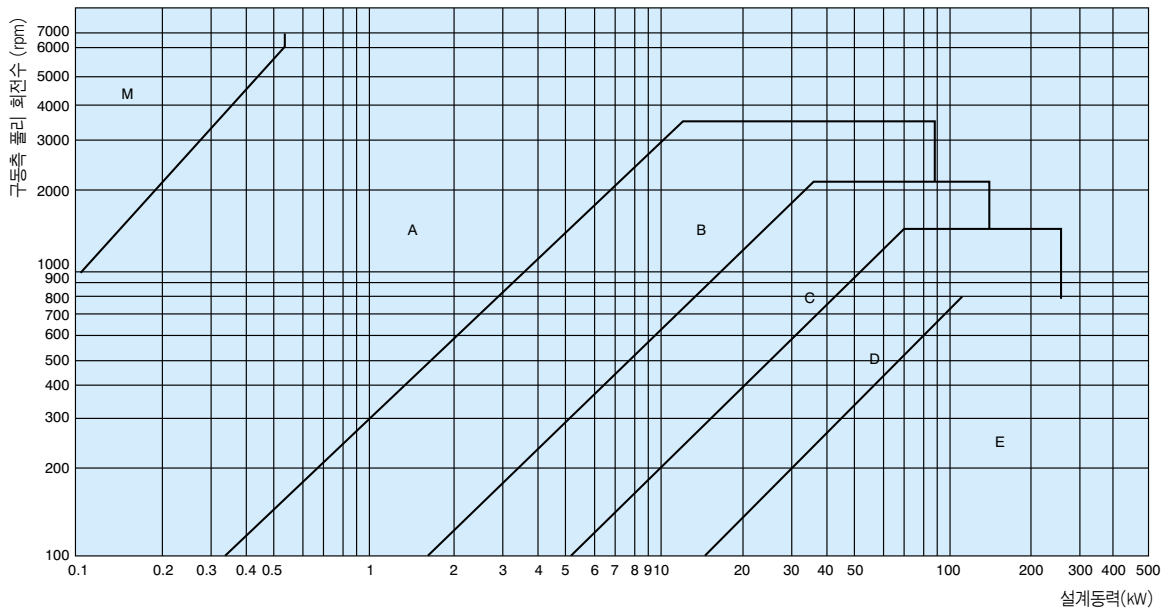
표 6-14 전동마력(전달마력)에 의한 V-Belt 선정

전달마력 (HP)	V-Belt 속도(m/sec)		
	10이하	10~17	17이상
2이하	A	A	A
2 ~ 5	B	B	A,B
5 ~ 10	B,C	B	B
10 ~ 25	C	B,C	B,C
25 ~ 50	C,D	C	C
50 ~ 100	D	C,D	C,D
100 ~ 150	E	D	D
150이상	F	E	E

* 전달마력에 따라 V-Belt 속도를 선정하는데 보통 V-Belt 내구성을 고려하여 10~17m/sec를 취하는 것이 좋다. (25m/sec) 이상은 취하지 않는 것이 좋다.

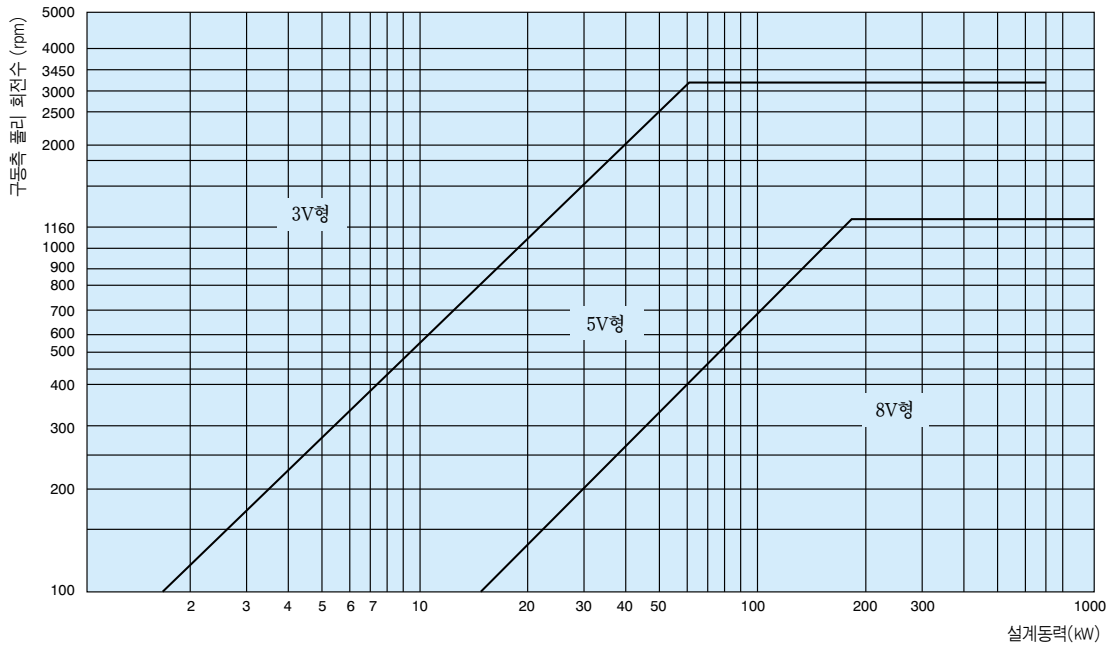
② 설계 동력과 전동기 회전수에 의한 방법

그림 6-26 표준 V-Belt 설계동력(kW)에 의한 선정방법



③ 설계 동력과 전동기 회전수에 의한 방법

그림 6-27 표준 V-Belt 설계동력(kW)에 의한 선정방법



* 이상의 표에서 표준 V-Belt로는 B형 또는 C형 사용이 가능하며 세폭 V-Belt에서는 3V형을 사용할 수 있다.

20HP, 4극의 경우 { 표준 V-Belt:B형
세폭 V-Belt:3V형으로 결정하자.

3) 폴리경의 선정

① 구동축 폴리경 선정(표준 V-Belt 사용시)

폴리경을 선정하기 위해서는 먼저 Belt 선속도를 결정해야 한다. <표 6-14>에서 10~17 (m/sec)중 경제적인 면을 고려하여 15m/sec로 하면,

$$V = \pi \cdot D_A \cdot N_A \quad 15 = \pi \cdot D_A \cdot N_A$$

$$\therefore D = \frac{15 \times 60 \text{초}}{\pi \times 1750} \text{ (M)} = \frac{15 \times 60 \times 1000}{\pi \times 1750} = 163.7 \text{ (mm)}$$

V-폴리는 표준품이 정해져 있으므로 가능한 이것을 사용한다. 단 V-폴리의 크기가 너무 작으면 좋지 않으므로 <표 6-15>에 각 형별 최소경을 나타내었다.

표 6-15 V-폴리의 최소경

형	M	A	B	C	D	E	3V	5V	8V
V-폴리의 최소경	50	75	125	230	330	530	70	180	300
	* M형:폴리 외경기준 * A~E형:폴리피치경 기준						* 폴리 외경기준		

* 163.7(mm)에 가까운 표준 풀리를 찾으면 160(mm)이다. 이 값은 V-Belt 풀리의 호칭경을 뜻하며 피치경도 동일한 값이다.

② 구동축 풀리경 선정(세폭 V-Belt 사용시)

세폭 V-Belt를 사용할 경우는 표준V-Belt 사용시보다 일반적으로 선속도를 조금 낮게 선정하는 것이 좋다. 여기서는 13m/sec를 선정하면,

$$13 = \pi \cdot D_A \cdot N_A \quad \therefore D_A = \frac{13 \times 60 \times 1000}{\pi \times 1750} = 141.88(\text{mm})$$

$\therefore 141.88(\text{mm})$ 에 가까운 표준 풀리를 찾으면 140(mm)이다.

(호칭외경 140의 피치경은 138.8(mm)이다.)

③ 종동축 풀리경의 선정(표준 V-Belt 사용시)

$$\pi D_A N_A = \pi D_B N_B \quad D_B = \frac{D_A \times N_A}{N_B}$$

$$\therefore D_B = \frac{160 \times 1750}{550} = 509.09(\text{mm})$$

여기서 509.09(mm)에 가까운 표준 풀리를 찾으면 호칭외경 500(mm)이다. 표준 풀리를 사용한다면 부하기계의 회전수는 560(rpm)이 된다. 만약 부하기계의 회전수가 560(rpm)이 되어도 무방하다면 표준 풀리(호칭외경:500)를 사용하고, 사용이 불가능하다면 별도 피치경에 맞는 풀리를 제작한다. 여기서는 표준 풀리를 사용하여도 무방하다고 가정하면, (풀리경 치수는 KS B 1400 참조)

④ 종동축 풀리경의 선정(세폭 V-Belt 사용시)

$$\pi D_A N_A = \pi D_B N_B \quad D_B = \frac{140 \times 1750}{550} = 445.45(\text{mm})$$

445.45에 가까운 표준품은 400과 500뿐이므로 풀리경이 445(mm)인 것을 제작한다고 하면, (풀리경 치수는 KS B 1401 참조)

4) V-Belt 길이 결정

$$L = 2C + 1.57(D_B + D_A) + \frac{(D_B - D_A)^2}{4C} \quad \begin{cases} L : \text{V-Belt 길이} \\ C : \text{축간거리} \end{cases}$$

여기서 축간거리를 가정하여야 하는데 V-Belt 연결에서는 통상 큰 풀리의 지름보다 크고, 큰 풀리와 작은 풀리 지름의 합($D_B + D_A$)보다 작게 축간거리를 정하는 것이 좋다.

① 표준 V-Belt 사용시

$$500 < \text{축간거리 } (C) < (500 + 160)$$

(여기서는 중앙치인 580(mm)로 하면)

$$L = 2 \times 580 + 1.57 \times (500 + 160) + \frac{340^2}{4 \times 580} = 2246(\text{mm})$$

V-Belt 길이도 KS 규격으로 정해져 있으므로(KS M 6535) 2246(mm)에 가까운 표준품을 찾으면 2235(mm)(호칭번호 88)이다.

② 세폭 V-Belt 사용시

$$445 < \text{축간거리 (C)} < (445 + 140)$$

(여기서는 중앙치인 515(mm)로 하면)

$$L = 2 \times 515 + 1.57 \times (445 + 140) + \frac{305^2}{4 \times 515} = 1993.6(\text{mm})$$

KS 규격품 중에서 (KS M 6593) 1993.6(mm)에 가까운 것을 찾으면 2032mm(호칭번호 800)이다.

5) 축간거리 결정

항의 축간거리는 가정치이므로 실제 축간거리를 계산하면,

① 표준 V-Belt

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - 2(D_B - D_A)^2}}{4} = 574.24(\text{mm}) \approx 574(\text{mm})$$

(단 $B = L - 1.57(D_B - D_A) = 1198.8$)

② 세폭 V-Belt

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - 2(D_B - D_A)^2}}{4} = 535.04(\text{mm}) \approx 535(\text{mm})$$

(단 $B = L - 1.57(D_B - D_A) = 1113.55$)

6) V-Belt 전동동력의 용량 결정

전동 동력 용량이란 각 Belt 형식에 의하여 정해지는 기준동력 용량에 회전비(감속비)에 의한 부하동력을 가하는 것을 말한다.

기준동력 용량이란 표준길이(V-Belt의 길이에 대한 보정계수:1.0)에 대한 작은 풀리(구동축)의 접촉각이 180° 일때의 전동력을 말한다.

① 표준 V-Belt

$$P_f = D_A \times n_A \left\{ K_1 \times (D_A \times n_A)^{-0.09} - \frac{K_2}{D_A} - K_3 + (D_A \times n_A)^2 \right\} + K_2 \times n_A \left(1 - \frac{1}{K_r} \right)$$

- P_f : 전동 동력 용량(kW)
- n_A : 소 풀리의 회전수 $\times 10^3$
- K_1, K_2, K_3 : 계수 <표 6-16> 참조
- K_r : 회전비에 따른 보정계수 <표 6-17> 참조

표 6-16 계수 K₁, K₂, K₃ 값

Belt 형	K ₁	K ₂	K ₃
M	8.5016×10^{-3}	1.7332×10^{-1}	6.3533×10^{-9}
A	3.1149×10^{-2}	1.0399	1.1108×10^{-8}
B	5.4974×10^{-2}	2.7266	1.9120×10^{-8}
C	1.0205×10^{-1}	7.5815	3.3961×10^{-8}
D	2.1805×10^{-1}	2.6894×10	6.9287×10^{-8}
E	3.1892×10^{-1}	5.1372×10	9.9837×10^{-8}

표 6-17 계수 K_r 값

회 전 비	K _r	회 전 비	K _r
1.00 ~ 1.01	1.0000	1.19 ~ 1.24	1.0719
1.02 ~ 1.04	1.0136	1.25 ~ 1.34	1.0875
1.05 ~ 1.08	1.0276	1.35 ~ 1.51	1.1036
1.09 ~ 1.12	1.0419	1.52 ~ 1.99	1.1202
1.13 ~ 1.18	1.0567	2.0 이상	1.1373

$$\therefore P_r = 160 \times 1750 \{ 5.4974 \times 10^{-2} \times (160 \times 1.75)^{-0.09} - \frac{2.7266}{160} - 1.912 \times 10^{-8} \times (160 \times 1.75)^2 \} + 2.7266 \times 1.75 \times \left(1 - \frac{1}{1.1373} \right) = 4.6543(\text{kW}) = 6.25(\text{Hp})$$

<별해> 표에 의한 방법 → 소 V-Belt 회전수 & 소 폴리경에 의한 방법(표 6-23참조)

1750rpm → 160mm :보간법

$$P_r = \frac{4.01 + 4.15}{2} + \frac{0.56 + 0.59}{2} = 4.08 + 0.58 = 4.66(\text{kW}) = 6.26(\text{Hp})$$

② 세폭 V-Belt

$$P_r = D_A \times N_A \left\{ K_1 - \frac{K_2}{D_A} - K_3 (D_A \times N_A)^2 - K_4 \log(D_A \times N_A) \right\} + K_2 + N_A \left(1 - \frac{1}{K_r} \right)$$

- P_r : 전동동력 용량(kW)
- N_a : 소 폴리 회전수(rpm)
- K₁, K₂, K₃ : 계수 <표 6-18> 참조
- K_r : 회전비에 의한 보정계수 <표 6-19> 참조

표 6-18 계수 K₁, K₂, K₃, K₄ 값

Belt 형	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
3V	6.2624×10^{-5}	1.5331×10^{-3}	9.8814×10^{-18}	5.5904×10^{-6}
5V	1.8045×10^{-4}	8.6789×10^{-3}	3.0208×10^{-17}	1.5705×10^{-5}
8V	4.8510×10^{-4}	4.4219×10^{-2}	8.2692×10^{-17}	4.1103×10^{-5}

표 6-19 계수 K_r 값

회 전 비	K _r	회 전 비	K _r
1.00 ~ 1.01	1.0000	1.27 ~ 1.38	1.0805
1.02 ~ 1.05	1.0096	1.39 ~ 1.75	1.0956
1.06 ~ 1.11	1.0266	1.58 ~ 1.94	1.1089
1.12 ~ 1.18	1.0473	1.95 ~ 3.38	1.1198
1.19 ~ 1.26	1.0655	3.39 이상	1.1278

$$\begin{aligned} \therefore P_r &= 140 \times 1750 \left\{ 6.2624 \times 10^{-5} - \frac{1.5331 \times 10^{-3}}{160} - 9.8814 \times 10^{-18} \times (140 \times 1750)^2 - 5.5904 \times 10^{-6} \right. \\ &\quad \left. \times \log(140 \times 1750) \right\} + 1.5331 \times 10^{-3} \times 1750 \times \left(1 - \frac{1}{1.1198} \right) = 5.133 + 0.287 \\ &= 5.42(\text{kW}) = 7.275(\text{HP}) \end{aligned}$$

<별해> 표에 의한 방법 → 소 폴리 회전수 & 소 폴리 경에 의한 방법(표 6-24참조)

1750rpm → 140mm :보간법

$$P_r = \frac{4.95 + 5.19}{2} + \frac{0.28 + 0.30}{2} = 5.07 + 0.29 = 5.36(\text{kW}) = 7.195(\text{HP})$$

7) V-Belt 길이에 의한 보정

V-Belt 기준길이란 길이에 대한 보정계수가 1.0일때 이므로

{ B형 표준 Belt에서는 호칭번호 90~95일 때
3V형 세폭 V-Belt에서는 호칭번호 630일 때이다.

① 표준 V-Belt <표 6-25 참조>

V-Belt 길이 2235(mm)은 호칭번호가 88이므로 V-Belt 길이 보정계수 (K_l)=0.99이다.

② 세폭 V-Belt <표 6-25 참조>

세폭 V-Belt 길이 2032(mm)의 호칭번호는 800이므로 V-Belt 길이 보정계수는 (K_l)=1.04이다.

8) V-Belt 접촉 각도에 의한 보정

이상의 전동동력 용량은 접촉각도가 180°일 때의 경우이다.

$$\psi = 180^\circ \pm 2\sin^{-1} \left(\frac{D_B - D_A}{C} \right)$$

- ψ : 접촉각도(°)
- + : 대 풀리의 접촉각도
- - : 소 풀리의 접촉각도

보정계수($K\psi$)는 $\frac{D_B - D_A}{C}$ 의 값에 의하여 결정된다.

① 표준 V-Belt <표 6--25 참조>

$$\frac{D_B - D_A}{C} = \frac{500 - 160}{574} = 0.592 \Rightarrow \begin{cases} \text{보간법에 의하여} \\ 0.93 - \frac{0.02 \times 0.092}{0.1} = 0.9116 \end{cases}$$

② 세폭 V-Belt <표 6--25 참조>

$$\frac{D_B - D_A}{C} = \frac{445 - 140}{535} = 0.57 \Rightarrow \begin{cases} \text{보간법에 의하여} \\ 0.93 - \frac{0.02 \times 0.07}{0.1} = 0.916 \end{cases}$$

9) V-Belt 보정 전동동력 용량

$$P_c = P_r \times K_l \times K\psi$$

- P_c : 보정 전동동력 용량(kW)
- P_r : 전동 동력 용량(kW)
- K_l : 길이 보정계수
- $K\psi$: 접촉각 보정계수

① 표준 V-Belt

$$P_c = 4.6543 \times 0.99 \times 0.9116 = 4.2(\text{kW}) = 5.638(\text{HP})$$

② 세폭 V-Belt

$$P_c = 5.42 \times 1.04 \times 0.916 = 5.163(\text{kW}) = 6.931(\text{HP})$$

10) V-Belt 사용 가닥수

$$N = \frac{P_d}{P_c}$$

- N : V-Belt 사용 가닥수
- P_d : 설계마력
- P_c : V-Belt 가닥당 보정 전동 용량

① 표준 V-Belt

$$N = \frac{17.88}{4.2} = 4.257(5\text{가닥으로 결정})$$

② 세폭 V-Belt

$$N = \frac{17.88}{5.163} = 3.463(4\text{가닥으로 결정})$$

11) 이상의 계산에서 V-Belt 구동방식의 각부품 치수 선정방식에 대하여 서술하였다.

이것을 종합하면,

① 표준 V-Belt 연결시

- 구동축(전동기축) 폴리경 : 160(mm)
- 종동축(부하기계) 폴리경 : 500(mm)
- Belt 종류: B형, 호칭번호 80
- 축간거리: 574(mm)
- 가닥수: 5가닥

② 세폭 V-Belt 연결시

- 구동축(전동기축) 폴리경 : 140(mm)
- 종동축(부하기계) 폴리경 : 445(mm)
- Belt 종류: 3V형, 호칭번호 800
- 축간거리: 535(mm)
- 가닥수: 4가닥

6. 3. 5 V-Belt 설치

1) V-Belt 장착시 및 Belt 교환을 위하여 내측으로 조정하여야 하고 또한 운전시 신장 여유를 고려하여 외측으로 조정할 필요가 있다. 조정범위에 대한 최소값은 <표 6-20> 및 <표 6-21>에 나타낸다.

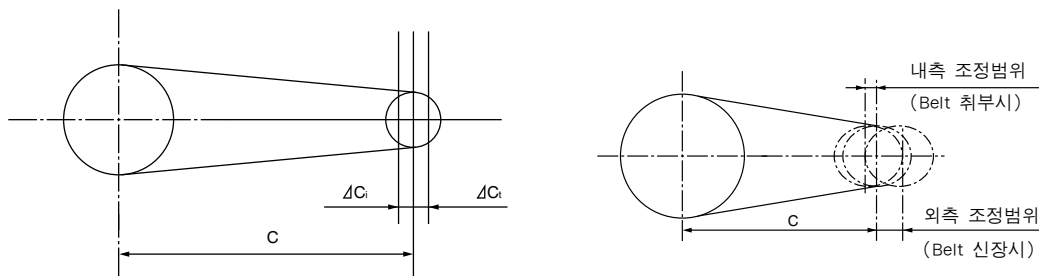


표 6-20 축간거리의 최소 조정범위

종 류	V-Belt 호칭번호	내측의 조정범위	외측의 조정범위	전 조정범위
3V	250~475	15	25	40
	500~710	20	35	55
	750~1060	20	40	60
	1120~1250	20	50	70
	1320~1400	20	60	80
5V	500~710	25	35	60
	750~1060	25	40	65
	1120~1250	25	50	75
	1320~1700	25	60	85
	1800~2000	25	65	90
	2120, 2240	35	75	110
	2360, —	35	80	115
	2500, 2650	35	85	120
	2800, 3000	35	90	125
	3150, 3550	35	105	140
5V	1000, 1060	40	40	80
	1120~1250	40	50	90
	1320~1700	40	60	100
	1800~2000	50	65	115
	2120~2240	50	75	125
	2360, —	50	80	130
	2500, 2650	50	85	135
	2800, 3000	50	90	140
	3150, —	50	105	155
	3350, 3550	55	105	160
	3750, —	55	115	170
	4000, 5000	55	140	195

표 6-21 축간거리의 최소 조정범위

호 칭 번 호	내측 최소 조정 범위 ΔCt						외측최소조정 범위 ΔCi
	M	A	B	C	D	E	
20~25	15	20	25				25
26~38	15	20	25				25
39~60	15	20	25	38			38
61~90		20	32	38			61
91~120		25	32	38	51		64
121~158		25	32	38	51		76
159~195		25	32	51	51	64	80
196~240			38	51	51	64	102
241~270				51	64	64	114
271~330				51	64	76	127
331~420				64	64	76	152

2) V-Belt 긴장(緊張) 방법

V-Belt를 설치한 후 Belt 수명 고려 및 원활한 회전이 가능하도록 적절한 초장력(初張力)을 주어야 한다. V-Belt는 어느 정도 운전 후 Belt 신장에 의하여 헐거워지도록 축간 거리를 재조정하여야 한다. 실험적으로 새로운 Belt를 사용할 경우 운전 후 수시간내 약 40%, 재조정시 약 20%의 인장력이 감소하므로 설치시 인장력 저하를 감안하여, 새로운 Belt의 경우 50%, 재조정시는 30% 추가된 초장력을 가해주어야 한다.

① 초장력을 구하는 방법

i) 표준 V-Belt

$$T_i = 46 \left(\frac{2.5 - K\psi}{K\psi} \right) \times \frac{P_d}{N \cdot V} + \frac{WV^2}{g}$$

$$= 46 \left(\frac{2.5 - 0.9116}{0.9116} \right) \times \frac{17.88}{5 \times 15} + \frac{0.1815^2}{9.8}$$

$$= 23.41(\text{kgf/本})$$

— Kψ : 0.9116
 — P_d : 17.88(kW)
 — N : 5가닥
 — V : 15(m/sec)
 — W : <표 6-22> 참조

표 6-22 표준 및 세폭 V-Belt W 및 Y 값

Belt 형	M	A	B	C	D	E	3V	5V	8V
Y	1.0	1.5	2.0	3.0	6.0	11.0	2.0	6.0	10.0
W(kgf/m)	0.06	0.11	0.18	0.33	0.6	0.92	0.08	0.20	0.50

② 긴장하중(Td) 구하는 방법

V-Belt와 V-풀리의 접점 A, B의 길이(t)의 중점에서 하중 Td를 가했을 때 이때의 처짐량 δ가 정해진 값이 되어야 한다.

i) 표준 V-Belt

a) 새로운 Belt를 걸 때

$$\begin{cases} T_d = \frac{1.5T_i + Y}{16} & : 2\text{가닥 이상 사용시} \\ T_d = \frac{1.5T_i + t/L \times Y}{16} & : 1\text{가닥 사용시} \end{cases}$$

$$\therefore T_d = \frac{1.5 \times 23.241 + 2.0}{16} = 2.304 (\text{kgf/가닥})$$

b) 재조정시

$$\begin{cases} T_d = \frac{1.3T_i + Y}{16} & : 2\text{가닥 이상 사용시} \\ T_d = \frac{1.3T_i + t/L \times Y}{16} & : 1\text{가닥 사용시} \end{cases}$$

$$\therefore T_d = \frac{1.3 \times 23.241 + 2.0}{16} = 2.013 (\text{kgf/가닥})$$

ii) 표준 V-Belt

a) 새로운 Belt를 걸 때

$$\begin{cases} T_d = \frac{1.5T_i + Y}{16} & : 2\text{가닥 이상 사용시} \\ T_d = \frac{1.5T_i + t/L \times Y}{16} & : 1\text{가닥 사용시} \end{cases}$$

$$\therefore T_d = \frac{1.5 \times 21.309 + 2}{16} = 2.123 (\text{kgf/가닥})$$

b) 재조정시

$$\begin{cases} T_d = \frac{1.3T_i + Y}{16} & : 2\text{가닥 이상 사용시} \\ T_d = \frac{1.3T_i + t/L \times Y}{16} & : 1\text{가닥 사용시} \end{cases}$$

$$\therefore T_d = \frac{1.3 \times 21.309 + 2}{16} = 1.856 (\text{kgf/가닥})$$

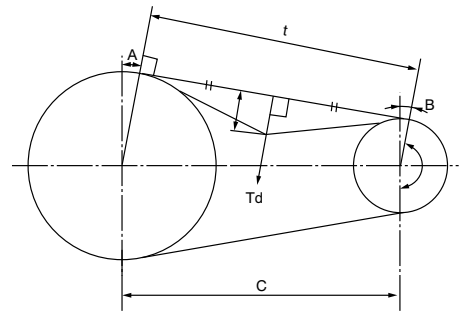


그림 6-27 Belt 긴장방법

③ 처짐량(δ)를 구하는 방법

i) 표준 V-Belt

$$\delta = 0.016t \left(t = \sqrt{C^2 - \frac{(D_B - D_A)^2}{4}} = 5742 - \frac{340^2}{4} = 548.25 \right) = 0.016 \times 548.25 = 9.77(\text{mm})$$

<간이식 이용 : $\delta = 0.016 \times C = 9.184(\text{mm})$ >
 \uparrow 축간거리

ii) 세폭 V-Belt

$$\delta = 0.016t \left(t = \sqrt{535^2 - \frac{305^2}{4}} = 512.8 \right) = 0.016 \times 512.8 = 8.22(\text{mm})$$

<간이식 이용 : $\delta = 0.016 \times C = 8.56(\text{mm})$ >
 \uparrow 축간거리

6. 3. 6 V-Belt 전동시 축하중

1) 정축하중(靜軸荷重)

① 표준 V-Belt

$$F_s = 2 \times N \times T_i \times \sin \frac{\psi}{2}$$

$$\therefore F_s = 2 \times 5 \times 23.241 \times \sin \frac{145.5}{2} = 221.96(\text{kgf})$$

}

N : 가닥수

T_i : 13(m/sec)

ψ : 접촉각도

② 세폭 V-Belt

$$F_s = 1.5 \times 2 \times N \times T_i \times \sin \frac{\psi}{2}$$

$$= 1.5 \times 2 \times 4 \times 21.309 \times \sin \frac{146.9}{2} = 245.11(\text{kgf})$$

2) 동축하중(動軸荷重)

① 표준 V-Belt

$$F_d = \left(\frac{2.5 - K\psi}{K\psi} \right) \times \frac{102P_d}{V} \times \sin \frac{\psi}{2}$$

$$\therefore F_d = \left(\frac{2.5 - 0.9116}{0.9116} \right) \times \frac{102 \times 17.88}{15} \times \sin \frac{145.5}{2} = 202.32(\text{kgf})$$

② 세폭 V-Belt

$$F_d = \frac{102 \times P_d}{V} \times \frac{2.5 - K\psi}{K\psi} \times \sin \frac{\psi}{2}$$

$$= \frac{102 \times 17.88}{13} \times \left(\frac{2.5 - 0.916}{0.916} \right) \sin \frac{146.9}{2} = 232.55(\text{kgf})$$

3) 베어링부 및 축 강도 계산에는 신장여유에 대한 초장력을 기준으로 한 정축하중(靜軸荷重)이상의 값을 적용하여야 한다.

표 6-23 표준 V-belt 기준 전동동력 용량표

(1) M형 V-Belt 기준전동동력 용량표 (단위 : kW)

小 폴리 회전수 (rpm)	小 폴리 피치경(mm)															회전비에 의한 부가용량										
	40	42	45	47	50	53	56	60	63	67	71	75	80	85	90	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.04	1.05 ~ 1.08	1.09 ~ 1.12	1.13 ~ 1.18	1.19 ~ 1.24	1.25 ~ 1.34	1.35 ~ 1.51	1.52 ~ 1.99	2.00 以上	
485	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
575	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14	0.15	0.16	0.18	0.19	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
690	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.21	0.22	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
725	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14	0.15	0.16	0.18	0.20	0.22	0.23	0.25	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
870	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27	0.30	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
950	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14	0.15	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27	0.29	0.32	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
1160	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.27	0.29	0.32	0.35	0.38	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
1425	0.09	0.11	0.13	0.14	0.16	0.19	0.21	0.24	0.26	0.29	0.31	0.34	0.38	0.41	0.44	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
1750	0.10	0.12	0.15	0.17	0.19	0.22	0.24	0.28	0.30	0.34	0.37	0.40	0.44	0.48	0.52	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04
2850	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26	0.30	0.34	0.39	0.43	0.47	0.52	0.57	0.62	0.67	0.72	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
3450	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.34	0.38	0.43	0.48	0.53	0.58	0.63	0.68	0.74	0.79	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07
200	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
400	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
600	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.18	0.20	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
800	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.20	0.21	0.23	0.25	0.28	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
1000	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.19	0.21	0.21	0.26	0.28	0.31	0.33	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
1200	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.18	0.21	0.22	0.25	0.27	0.30	0.33	0.36	0.39	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
1400	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.44	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
1600	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.26	0.28	0.31	0.34	0.37	0.41	0.45	0.49	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
1800	0.10	0.13	0.15	0.17	0.19	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.38	0.41	0.45	0.49	0.53	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
2000	0.11	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24	0.27	0.31	0.33	0.37	0.41	0.44	0.49	0.53	0.58	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
2200	0.11	0.14	0.17	0.20	0.22	0.25	0.29	0.33	0.36	0.40	0.44	0.48	0.52	0.57	0.62	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
2400	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27	0.30	0.35	0.38	0.42	0.46	0.51	0.56	0.60	0.65	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
2600	0.12	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.32	0.37	0.40	0.45	0.49	0.53	0.59	0.64	0.69	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
2800	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26	0.30	0.34	0.39	0.42	0.47	0.51	0.56	0.61	0.67	0.72	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
3000	0.13	0.17	0.20	0.24	0.27	0.31	0.35	0.40	0.44	0.49	0.54	0.58	0.64	0.69	0.74	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06
3200	0.14	0.17	0.21	0.25	0.28	0.32	0.36	0.42	0.46	0.51	0.56	0.60	0.66	0.71	0.76	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07
3400	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.33	0.38	0.43	0.47	0.52	0.57	0.62	0.68	0.73	0.78	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07
3600	0.14	0.18	0.22	0.26	0.30	0.34	0.39	0.44	0.49	0.54	0.59	0.64	0.70	0.75	0.80	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08
3800	0.14	0.18	0.22	0.27	0.31	0.35	0.40	0.46	0.50	0.55	0.60	0.65	0.71	0.76	0.81	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08
4000	0.14	0.19	0.23	0.27	0.31	0.36	0.41	0.46	0.51	0.56	0.61	0.66	0.72	0.77	0.81	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08
4200	0.14	0.19	0.23	0.27	0.32	0.37	0.41	0.47	0.52	0.57	0.62	0.67	0.72	0.77	0.81	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09
4400	0.14	0.19	0.23	0.28	0.32	0.37	0.42	0.48	0.52	0.58	0.63	0.67	0.73	0.77	0.81	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09
4600	0.14	0.19	0.24	0.28	0.32	0.37	0.42	0.48	0.53	0.58	0.63	0.68	0.72	0.77	0.80	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.10
4800	0.14	0.19	0.24	0.28	0.33	0.38	0.43	0.49	0.53	0.58	0.63	0.67	0.72	0.76	0.78	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10
5000	0.14	0.19	0.24	0.28	0.33	0.38	0.43	0.49	0.53	0.58	0.63	0.67	0.71	0.74	0.76	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10
5200	0.14	0.19	0.23	0.28	0.33	0.38	0.43	0.49	0.53	0.58	0.62	0.66	0.70	0.72	0.76	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.11
5400	0.13	0.18	0.23	0.28	0.33	0.38	0.43	0.49	0.53	0.57	0.61	0.65	0.68	0.70	0.70	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11
5600	0.13	0.18	0.23	0.28	0.32	0.37	0.42	0.48	0.52	0.56	0.60	0.63	0.66	0.67	0.66	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.12
5800	0.12	0.18	0.23	0.27	0.32	0.37	0.42	0.47	0.51	0.55	0.59	0.61	0.63	0.63	0.62	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.12
6000	0.12	0.17	0.22	0.27	0.31	0.37	0.41	0.47	0.50	0.54	0.57	0.59	0.60	0.59	0.57	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.13
6200	0.11	0.17	0.22	0.26	0.31	0.36	0.40	0.45	0.49	0.52	0.55	0.56	0.56	0.54	0.51	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.13
6400	0.11	0.16	0.21	0.26	0.30	0.35	0.39	0.44	0.47	0.50	0.52	0.53	0.52	0.49		0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.13
6600	0.10	0.15	0.20	0.25	0.29	0.34	0.38	0.43	0.45	0.48	0.49	0.49	0.47	0.43		0.00	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14	0.14
6800	0.09	0.14	0.19	0.24	0.28	0.33	0.37	0.41	0.43	0.45	0.46	0.45	0.42			0.00	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.09	0.11	0.13	0.14	0.14

(2) H형 V-Belt 기준전동동력 용량표(단위 : kW)

小 폴리 회전비 (rpm)	小 폴리 피치경(mm)															회전비에 의한 부가용량									
	67	71	75	80	85	90	95	100	106	112	118	125	132	140	155	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.04	1.05 ~ 1.08	1.09 ~ 1.12	1.13 ~ 1.18	1.19 ~ 1.24	1.25 ~ 1.34	1.35 ~ 1.51	1.52 ~ 1.99	2.00 以上
485	0.24	0.28	0.32	0.36	0.41	0.46	0.51	0.56	0.62	0.67	0.73	0.80	0.86	0.94	1.08	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06
575	0.27	0.31	0.36	0.42	0.47	0.53	0.59	0.64	0.71	0.78	0.84	0.92	1.00	1.09	1.25	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07
690	0.30	0.36	0.41	0.48	0.55	0.61	0.68	0.75	0.83	0.91	0.98	1.07	1.16	1.27	1.46	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
725	0.31	0.37	0.43	0.50	0.57	0.64	0.71	0.78	0.86	0.94	1.02	1.12	1.21	1.32	1.52	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
870	0.35	0.42	0.49	0.57	0.65	0.74	0.82	0.90	1.00	1.09	1.19	1.30	1.41	1.54	1.77	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11
950	0.37	0.45	0.52	0.61	0.70	0.79	0.83	0.97	1.07	1.18	1.23	1.40	1.52	1.65	1.90	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12
1160	0.42	0.51	0.60	0.71	0.81	0.92	1.03	1.13	1.26	1.38	1.50	1.65	1.79	1.95	2.24	0.00	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.10	0.11	0.13	0.15
1425	0.48	0.59	0.69	0.82	0.95	1.08	1.20	1.33	1.48	1.62	1.77	1.94	2.10	2.29	2.63	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
1750	0.54	0.67	0.79	0.94	1.10	1.25	1.40	1.55	1.72	1.89	2.06	2.26	2.45	2.67	3.06	0.00	0.02	0.05	0.07	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.22
2850	0.67	0.35	1.04	1.26	1.48	1.70	1.91	2.12	2.36	2.59	2.82	3.07	3.32	3.58	4.03	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36
3450	0.69	0.90	1.11	1.36	1.61	1.85	2.08	2.31	2.57	2.81	3.05	3.30	3.54	3.79	4.18	0.00	0.05	0.10	0.14	0.19	0.24	0.29	0.34	0.38	0.43
200	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.25	0.27	0.29	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.50	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
400	0.20	0.24	0.27	0.31	0.35	0.40	0.44	0.48	0.53	0.57	0.62	0.68	0.73	0.80	0.91	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05
600	0.27	0.32	0.37	0.43	0.49	0.55	0.61	0.67	0.74	0.81	0.88	0.96	1.03	1.13	1.29	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
800	0.33	0.40	0.46	0.54	0.61	0.69	0.77	0.84	0.93	1.02	1.11	1.21	1.32	1.43	1.65	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
1000	0.39	0.46	0.54	0.63	0.73	0.82	0.91	1.01	1.12	1.23	1.33	1.46	1.58	1.72	1.99	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13
1200	0.43	0.52	0.61	0.73	0.84	0.95	1.05	1.16	1.29	1.42	1.54	1.69	1.84	2.00	2.30	0.00	0.02	0.03	0.05	0.07	0.08	0.10	0.12	0.13	0.15
1400	0.48	0.58	0.68	0.81	0.94	1.06	1.19	1.31	1.46	1.60	1.74	1.91	2.07	2.26	2.60	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
1600	0.51	0.63	0.75	0.89	1.03	1.17	1.31	1.45	1.61	1.77	1.93	2.11	2.30	2.50	2.87	0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.16	0.18	0.20
1800	0.55	0.68	0.81	0.96	1.12	1.27	1.43	1.58	1.76	1.93	2.11	2.31	2.50	2.72	3.12	0.00	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.20	0.23
2000	0.58	0.72	0.86	1.03	1.20	1.37	1.53	1.70	1.89	2.08	2.27	2.48	2.69	2.93	3.35	0.00	0.03	0.06	0.08	0.11	0.14	0.17	0.20	0.22	0.25
2200	0.61	0.76	0.91	1.09	1.28	1.46	1.64	1.81	2.02	2.22	2.42	2.65	2.87	3.12	3.56	0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.25	0.28
2400	0.63	0.79	0.95	1.15	1.35	1.54	1.73	1.92	2.13	2.35	2.56	2.80	3.03	3.28	3.73	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.27	0.30
2600	0.65	0.82	0.99	1.20	1.41	1.61	1.81	2.01	2.24	2.47	2.68	2.93	3.17	3.43	3.89	0.00	0.04	0.07	0.11	0.15	0.18	0.22	0.25	0.29	0.33
2800	0.66	0.85	1.03	1.25	1.47	1.68	1.89	2.10	2.34	2.57	2.79	3.05	3.29	3.55	4.01	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.23	0.27	0.31	0.35
3000	0.67	0.87	1.06	1.29	1.52	1.74	1.96	2.17	2.42	2.66	2.89	3.15	3.39	3.65	4.10	0.00	0.04	0.08	0.13	0.17	0.21	0.25	0.29	0.33	0.38
3200	0.68	0.88	1.08	1.33	1.56	1.80	2.02	2.24	2.49	2.74	2.97	3.23	3.47	3.73	4.15	0.00	0.04	0.09	0.13	0.18	0.22	0.27	0.31	0.36	0.40
3400	0.69	0.90	1.10	1.36	1.60	1.84	2.07	2.30	2.55	2.80	3.03	3.29	3.53	3.78	4.18	0.00	0.05	0.09	0.14	0.19	0.24	0.28	0.33	0.38	0.43
3600	0.69	0.90	1.12	1.38	1.63	1.88	2.11	2.34	2.60	2.85	3.08	3.33	3.56	3.80	4.16	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45
3800	0.68	0.91	1.13	1.40	1.66	1.90	2.14	2.37	2.63	2.88	3.11	3.35	3.57	3.80		0.00	0.05	0.11	0.16	0.21	0.27	0.32	0.37	0.42	0.48
4000	0.67	0.91	1.13	1.41	1.67	1.92	2.17	2.40	2.66	2.90	3.12	3.35	3.56	3.76		0.00	0.06	0.11	0.17	0.22	0.28	0.33	0.39	0.45	0.50
4200	0.66	0.90	1.13	1.41	1.68	1.93	2.18	2.41	2.66	2.90	3.11	3.33	3.52			0.00	0.06	0.12	0.18	0.23	0.29	0.35	0.41	0.47	0.53
4400	0.64	0.89	1.12	1.41	1.68	1.93	2.18	2.40	2.65	2.88	3.08	3.29				0.00	0.06	0.12	0.18	0.25	0.31	0.37	0.43	0.49	0.55
4600	0.62	0.87	1.11	1.40	1.67	1.93	2.16	2.39	2.63	2.85	3.03					0.00	0.06	0.13	0.19	0.26	0.32	0.38	0.45	0.51	0.58
4800	0.60	0.85	1.09	1.38	1.65	1.91	2.14	2.36	2.59	2.79	2.96					0.00	0.07	0.13	0.20	0.27	0.33	0.40	0.47	0.54	0.60
5000	0.57	0.82	1.07	1.36	1.63	1.88	2.11	2.31	2.53	2.72						0.00	0.07	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.63
5200	0.53	0.79	1.03	1.32	1.59	1.84	2.06	2.26	2.46							0.00	0.07	0.15	0.22	0.29	0.36	0.44	0.51	0.58	0.65
5400	0.49	0.75	1.00	1.28	1.55	1.78	2.00	2.18	2.37							0.00	0.08	0.15	0.23	0.30	0.38	0.45	0.53	0.60	0.68
5600	0.44	0.70	0.95	1.23	1.49	1.72	1.92	2.10								0.00	0.08	0.16	0.23	0.31	0.39	0.47	0.55	0.62	0.70
5800	0.39	0.65	0.90	1.18	1.43	1.65	1.84									0.00	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40	0.49	0.57	0.65	0.73
6000	0.34	0.60	0.84	1.11	1.35	1.56	1.73									0.00	0.08	0.17	0.25	0.33	0.42	0.50	0.59	0.67	0.75
6200	0.28	0.53	0.77	1.03	1.27	1.46										0.00	0.09	0.17	0.26	0.35	0.43	0.52	0.61	0.69	0.78
6400	0.21	0.46	0.69	0.95	1.17											0.00	0.09	0.18	0.27	0.36	0.45	0.54	0.62	0.71	0.80
6600	0.14	0.39	0.61	0.86	1.06											0.00	0.09	0.18	0.28	0.37	0.46	0.55	0.64	0.74	0.83
6800	0.06	0.30	0.52	0.75												0.00	0.09	0.19	0.28	0.38	0.47	0.57	0.66	0.76	0.85

(3) B형 V-Belt 기준 전동동력 용량표(단위 : kW)

小 폴리 회전수 (rpm)	小 폴리 피치경(mm)															회전비에 의한 부가용량									
	118	125	132	140	155	160	170	180	190	200	212	224	236	250	265	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.04	1.05 ~ 1.08	1.09 ~ 1.12	1.13 ~ 1.18	1.19 ~ 1.24	1.25 ~ 1.34	1.35 ~ 1.51	1.52 ~ 1.99	2.00 以上
485	0.86	0.98	1.09	1.23	1.47	1.55	1.71	1.87	2.03	2.19	2.38	2.57	2.76	2.97	3.20	0.00	0.02	0.04	0.05	0.07	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16
575	0.98	1.11	1.25	1.40	1.69	1.78	1.97	2.16	2.34	2.53	2.75	2.96	3.18	3.43	3.69	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19
690	1.12	1.28	1.44	1.62	1.96	2.07	2.29	2.51	2.72	2.94	3.19	3.45	3.70	3.99	4.29	0.00	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.20	0.23
725	1.16	1.33	1.50	1.68	2.03	2.15	2.38	2.61	2.83	3.06	3.32	3.59	3.85	4.15	4.47	0.00	0.03	0.05	0.08	0.11	0.13	0.16	0.19	0.21	0.24
870	1.33	1.52	1.72	1.94	2.35	2.48	2.75	3.02	3.28	3.54	3.85	4.15	4.45	4.80	5.16	0.00	0.03	0.06	0.10	0.13	0.16	0.19	0.22	0.25	0.29
950	1.41	1.62	1.83	2.07	2.51	2.66	2.95	3.23	3.51	3.79	4.12	4.45	4.77	5.13	5.52	0.00	0.03	0.07	0.10	0.14	0.17	0.21	0.24	0.28	0.31
1160	1.62	1.87	2.12	2.40	2.92	3.09	3.43	3.76	4.09	4.41	4.79	5.16	5.53	5.94	6.37	0.00	0.04	0.08	0.13	0.17	0.21	0.25	0.30	0.34	0.38
1425	1.85	2.15	2.44	2.77	3.38	3.58	3.97	4.35	4.73	5.09	5.52	5.94	6.34	6.79	7.25	0.00	0.05	0.10	0.16	0.21	0.26	0.31	0.36	0.42	0.47
1750	2.09	2.43	2.77	3.16	3.85	4.08	4.52	4.95	5.36	5.77	6.23	6.67	7.08	7.54	7.99	0.00	0.06	0.13	0.19	0.26	0.32	0.38	0.45	0.51	0.58
2850	2.45	2.91	3.34	3.81	4.62	4.86	5.32	5.73	6.09	6.39						0.00	0.10	0.21	0.31	0.42	0.52	0.63	0.73	0.83	0.94
3450	2.33	2.79	3.22	3.66	4.37	4.57										0.00	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	0.76	0.83	1.01	1.14
100	0.25	0.27	0.30	0.33	0.39	0.41	0.45	0.49	0.53	0.57	0.61	0.66	0.70	0.76	0.81	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
200	0.43	0.48	0.54	0.59	0.71	0.74	0.81	0.89	0.96	1.03	1.12	1.20	1.29	1.39	1.49	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07
300	0.59	0.67	0.74	0.83	0.99	1.04	1.15	1.25	1.36	1.46	1.58	1.71	1.83	1.97	2.12	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10
400	0.74	0.84	0.94	1.05	1.26	1.32	1.46	1.60	1.73	1.86	2.02	2.18	2.34	2.22	2.72	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13
500	0.88	1.00	1.12	1.26	1.51	1.59	1.76	1.92	2.09	2.25	2.44	2.64	2.83	3.06	3.28	0.00	0.02	0.04	0.05	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16
600	1.01	1.15	1.29	1.45	1.75	1.85	2.04	2.24	2.43	2.62	2.85	3.07	3.29	3.55	3.83	0.00	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20
700	1.13	1.30	1.46	1.64	1.98	2.09	2.31	2.54	2.75	2.97	3.23	3.49	3.74	4.03	4.34	0.00	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.20	0.23
800	1.25	1.43	1.61	1.82	2.20	2.33	2.58	2.82	3.07	3.31	3.60	3.88	4.17	4.49	4.83	0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.26
900	1.36	1.56	1.76	1.99	2.41	2.55	2.83	3.10	3.37	3.64	3.95	4.26	4.57	4.93	5.30	0.00	0.03	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.23	0.26	0.30
1000	1.46	1.69	1.91	2.15	2.61	2.77	3.07	3.36	3.66	3.95	4.29	4.62	4.96	5.34	5.73	0.00	0.04	0.07	0.11	0.15	0.18	0.22	0.26	0.29	0.33
1100	1.56	1.80	2.04	2.31	2.81	2.97	3.30	3.62	3.96	4.24	4.61	4.97	5.31	5.72	6.14	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36
1200	1.66	1.92	2.17	2.46	2.99	3.17	3.51	3.86	4.19	4.52	4.91	5.29	5.66	6.08	6.52	0.00	0.04	0.09	0.13	0.18	0.22	0.26	0.31	0.35	0.39
1300	1.75	2.02	2.30	2.60	3.17	3.36	3.72	4.08	4.44	4.78	5.19	5.59	5.95	6.42	6.87	0.00	0.05	0.10	0.14	0.19	0.24	0.29	0.33	0.38	0.43
1400	1.83	2.12	2.41	2.74	3.34	3.53	3.92	4.30	4.67	5.03	5.46	5.87	6.27	6.72	7.18	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.26	0.31	0.36	0.41	0.46
1500	1.91	2.22	2.52	2.87	3.50	3.70	4.11	4.50	4.89	5.26	5.70	6.13	6.54	6.99	7.46	0.00	0.05	0.11	0.16	0.22	0.27	0.33	0.38	0.44	0.49
1600	1.98	2.31	2.63	2.99	3.65	3.86	4.28	4.69	5.09	5.48	5.93	6.36	6.78	7.24	7.70	0.00	0.06	0.12	0.18	0.23	0.29	0.35	0.41	0.47	0.53
1700	2.05	2.39	2.73	3.10	3.79	4.01	4.44	4.87	5.28	5.67	6.13	6.57	6.99	7.45	7.91	0.00	0.06	0.12	0.19	0.25	0.31	0.37	0.44	0.50	0.56
1800	2.12	2.47	2.82	3.21	3.92	4.15	4.59	5.03	5.45	5.85	6.32	6.76	7.17	7.62	8.07	0.00	0.07	0.13	0.20	0.26	0.33	0.39	0.46	0.53	0.59
1900	2.18	2.54	2.90	3.31	4.04	4.27	4.73	5.17	5.60	6.01	6.48	6.91	7.32	7.77	8.19	0.00	0.07	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.63
2000	2.23	2.61	2.98	3.40	4.15	4.39	4.86	5.31	5.74	6.15	6.61	7.04	7.45	7.87	8.27	0.00	0.07	0.15	0.22	0.29	0.37	0.44	0.51	0.59	0.66
2100	2.28	2.67	3.05	3.48	4.25	4.49	4.97	5.42	5.85	6.20	6.72	7.15	7.53	7.93	8.30	0.00	0.08	0.15	0.23	0.31	0.38	0.46	0.54	0.61	0.69
2200	2.32	2.72	3.12	3.55	4.33	4.58	5.06	5.52	5.95	6.36	6.81	7.22	7.59	7.96		0.00	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.72
2300	2.36	2.77	3.17	3.62	4.41	4.66	5.15	5.60	6.03	6.43	6.87	7.26	7.60			0.00	0.08	0.17	0.25	0.34	0.42	0.50	0.59	0.67	0.76
2400	2.39	2.81	3.22	3.67	4.48	4.73	5.21	5.67	6.09	6.48	6.90	7.27	7.68			0.00	0.09	0.18	0.26	0.35	0.44	0.53	0.61	0.70	0.79
2500	2.41	2.84	3.26	3.72	4.53	4.78	5.27	5.72	6.13	6.51	6.90	7.24				0.00	0.09	0.18	0.27	0.37	0.46	0.55	0.64	0.73	0.82
2600	2.43	2.87	3.29	3.76	4.57	4.82	5.30	5.74	6.15	6.50	6.88					0.00	0.10	0.19	0.29	0.38	0.48	0.57	0.67	0.76	0.86
2700	2.45	2.89	3.32	3.79	4.60	4.85	5.32	5.75	6.14	6.48	6.82					0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.49	0.59	0.69	0.79	0.89
2800	2.45	2.90	3.33	3.80	4.61	4.86	5.33	5.74	6.11	6.43						0.00	0.10	0.21	0.31	0.41	0.51	0.61	0.72	0.82	0.92
2900	2.45	2.91	3.34	3.81	4.62	4.86	5.31	5.71	6.06							0.00	0.11	0.21	0.32	0.42	0.53	0.64	0.74	0.85	0.95
3000	2.45	2.90	3.34	3.81	4.61	4.84	5.28	5.66	5.98							0.00	0.11	0.22	0.33	0.44	0.55	0.66	0.77	0.88	0.99
3400	2.43	2.89	3.33	3.80	4.58	4.81	5.23	5.59								0.00	0.11	0.23	0.34	0.45	0.57	0.68	0.79	0.91	1.02
3200	2.41	2.88	3.31	3.77	4.54	4.76	5.16									0.00	0.12	0.23	0.35	0.47	0.59	0.70	0.82	0.94	1.05
3300	2.39	2.85	3.28	3.74	4.48	4.70	5.07									0.00	0.12	0.24	0.36	0.48	0.60	0.72	0.84	0.97	1.09
3400	2.35	2.81	3.24	3.69	4.41	4.62										0.00	0.12	0.25	0.37	0.50	0.62	0.75	0.87	0.99	1.12

(4) C형 V-Belt 기준 전동동력 용량표(단위 : kW)

小 폴리 회전수 (rpm)	小 폴리 피치경(mm)															회전비에 의한 부가용량									
	180	190	200	212	224	236	250	265	280	300	315	335	355	375	400	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.04	1.05 ~ 1.08	1.09 ~ 1.12	1.13 ~ 1.18	1.19 ~ 1.24	1.25 ~ 1.34	1.35 ~ 1.51	1.52 ~ 1.99	2.00 以上
485	2.26	2.56	2.85	3.20	3.55	3.90	4.30	4.72	5.15	5.70	6.12	6.66	7.20	7.74	8.40	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.39	0.44
575	2.56	2.90	3.25	3.65	4.06	4.46	4.92	5.41	5.90	6.54	7.02	7.64	8.26	8.87	9.61	0.00	0.06	0.12	0.18	0.23	0.29	0.35	0.41	0.47	0.53
690	2.92	3.32	3.72	4.19	4.66	5.13	5.67	6.24	6.80	7.54	8.09	8.80	9.51	10.20	11.04	0.00	0.07	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.63
725	3.02	3.44	3.85	4.35	4.84	5.33	5.88	6.48	7.06	7.83	8.39	9.14	9.86	10.57	11.44	0.00	0.07	0.15	0.22	0.29	0.37	0.44	0.52	0.59	0.66
870	3.41	3.90	4.39	4.96	5.53	6.09	6.73	7.41	8.07	8.94	9.58	10.41	11.22	12.00	12.95	0.00	0.09	0.18	0.27	0.35	0.44	0.53	0.62	0.71	0.80
950	3.61	4.14	4.66	5.27	5.88	6.47	7.16	7.88	8.58	9.50	10.17	11.04	11.88	12.69	13.65	0.00	0.10	0.19	0.29	0.39	0.48	0.58	0.68	0.77	0.87
1160	4.07	4.68	5.28	5.99	6.69	7.37	8.14	8.95	9.74	10.75	11.47	12.40	13.28	14.10	15.06	0.00	0.12	0.24	0.35	0.47	0.59	0.71	0.83	0.94	1.06
1425	4.51	5.21	5.90	6.70	7.48	8.23	9.09	9.96	10.79	11.83	12.56	13.46	14.28	15.00	15.77	0.00	0.14	0.29	0.43	0.58	0.72	0.87	1.01	1.16	1.30
1750	4.83	5.60	6.36	7.23	8.06	8.85	9.72	10.58	11.37	12.31	12.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.36	0.53	0.71	0.89	1.07	1.25	1.42	1.60
50	0.37	0.41	0.45	0.50	0.54	0.59	0.64	0.69	0.75	0.82	0.87	0.95	1.02	1.09	1.18	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05
100	0.66	0.73	0.80	0.89	0.97	1.05	1.15	1.25	1.36	1.50	1.60	1.73	1.87	2.00	2.17	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
150	0.91	1.01	1.12	1.24	1.36	1.48	1.65	1.77	1.92	2.12	2.27	2.46	2.66	2.85	3.09	0.00	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14
200	1.14	1.28	1.41	1.57	1.73	1.89	2.07	2.26	2.46	2.71	2.90	3.16	3.41	3.66	3.97	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
250	1.36	1.53	1.69	1.83	2.08	2.27	2.49	2.73	2.97	3.28	3.51	3.82	4.13	4.43	4.81	0.00	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.20	0.23
300	1.57	1.76	1.95	2.18	2.41	2.64	2.90	3.18	3.46	3.83	4.10	4.46	4.82	5.18	5.63	0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27
350	1.77	1.99	2.21	2.47	2.73	2.99	3.29	3.62	3.93	4.36	4.67	5.08	5.50	5.91	6.41	0.00	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.21	0.25	0.28	0.32
400	1.95	2.20	2.45	2.75	3.04	3.34	3.68	4.04	4.39	4.87	5.22	5.69	6.15	6.60	7.17	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.33	0.37
450	2.14	2.41	2.69	3.02	3.35	3.67	4.05	4.44	4.84	5.36	5.75	6.27	6.78	7.28	7.90	0.00	0.05	0.09	0.14	0.18	0.23	0.27	0.32	0.37	0.41
500	2.31	2.62	2.92	3.28	3.64	3.99	4.40	4.84	5.27	5.85	6.27	6.83	7.38	7.93	8.61	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.31	0.36	0.41	0.46
550	2.48	2.81	3.14	3.53	3.92	4.30	4.75	5.22	5.69	6.31	6.77	7.38	7.97	8.56	9.29	0.00	0.06	0.11	0.17	0.22	0.28	0.34	0.39	0.45	0.50
600	2.64	3.00	3.35	3.77	4.19	4.61	5.09	5.60	6.10	6.76	7.26	7.90	8.54	9.17	9.94	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.31	0.37	0.43	0.49	0.55
650	2.80	3.18	3.56	4.01	4.46	4.90	5.41	5.96	6.49	7.20	7.72	8.41	9.09	9.75	10.56	0.00	0.07	0.13	0.20	0.26	0.33	0.40	0.46	0.53	0.59
700	2.95	3.35	3.76	4.24	4.71	5.19	5.73	6.31	6.88	7.62	8.17	8.90	9.61	10.31	11.16	0.00	0.07	0.14	0.21	0.28	0.36	0.43	0.50	0.57	0.64
750	3.09	3.52	3.95	4.46	4.96	5.46	6.04	6.64	7.24	8.03	8.61	9.37	10.11	10.84	11.72	0.00	0.08	0.15	0.23	0.31	0.38	0.46	0.53	0.61	0.69
800	3.23	3.68	4.14	4.67	5.20	5.73	6.33	6.97	7.60	8.42	9.03	9.82	10.59	11.34	12.25	0.00	0.08	0.16	0.24	0.33	0.41	0.49	0.57	0.65	0.73
850	3.36	3.84	4.32	4.88	5.44	5.99	6.62	7.28	7.94	8.80	9.43	10.24	11.04	11.82	12.75	0.00	0.09	0.17	0.26	0.35	0.43	0.52	0.60	0.69	0.78
900	3.49	3.99	4.49	5.08	5.66	6.23	6.89	7.59	8.27	9.16	9.81	10.65	11.47	12.27	13.22	0.00	0.09	0.18	0.27	0.37	0.46	0.55	0.64	0.73	0.82
950	3.61	4.14	4.66	5.27	5.88	6.47	7.16	7.88	8.58	9.50	10.17	11.04	11.88	12.69	13.65	0.00	0.10	0.19	0.29	0.39	0.48	0.58	0.68	0.77	0.87
1000	3.73	4.28	4.82	5.45	6.08	6.70	7.41	8.15	8.88	9.82	10.51	11.40	12.26	13.08	14.05	0.00	0.10	0.20	0.30	0.41	0.51	0.61	0.71	0.81	0.92
1100	3.95	4.54	5.12	5.80	6.47	7.13	7.88	8.67	9.44	10.42	11.14	12.05	12.92	13.76	14.73	0.00	0.11	0.22	0.34	0.45	0.56	0.67	0.78	0.89	1.01
1200	4.15	4.77	5.39	6.11	6.82	7.52	8.31	9.13	9.93	10.95	11.68	12.61	13.49	14.31	15.25	0.00	0.12	0.24	0.37	0.49	0.61	0.72	0.85	0.98	1.10
1300	4.32	4.98	5.63	6.39	7.14	7.86	8.69	9.54	10.35	11.39	12.13	13.06	13.92	14.71	15.59	0.00	0.13	0.26	0.40	0.53	0.66	0.79	0.93	1.06	1.19
1400	4.48	5.17	5.85	6.64	7.42	8.17	9.01	9.88	10.71	11.76	12.49	13.40	14.22	14.96	15.76	0.00	0.14	0.29	0.43	0.57	0.71	0.85	1.00	1.14	1.28
1500	4.61	5.33	6.03	6.86	7.65	8.42	9.29	10.17	11.00	12.03	12.75	13.62	14.39	15.05		0.00	0.15	0.31	0.46	0.61	0.76	0.92	1.04	1.22	1.37
1600	4.71	4.46	6.19	7.03	7.85	8.63	9.50	10.38	11.21	12.22	12.90	13.71	14.40			0.00	0.16	0.33	0.49	0.65	0.81	0.98	1.14	1.30	1.46
1700	4.79	5.56	6.31	7.17	8.00	8.79	9.66	10.53	11.34	12.30	12.94	13.67				0.00	0.17	0.35	0.52	0.69	0.86	1.04	1.21	1.38	1.56
1800	4.85	5.64	6.40	7.27	8.11	8.90	9.76	10.61	11.38	12.29	12.86					0.00	0.18	0.37	0.55	0.74	0.92	1.10	1.28	1.46	1.65
1900	4.88	5.68	6.45	7.33	8.17	8.95	9.79	10.61	11.34	12.17						0.00	0.19	0.39	0.58	0.78	0.97	1.16	1.35	1.55	1.74
2000	4.88	5.69	6.47	7.35	8.18	8.94	9.76	10.54	11.21							0.00	0.20	0.41	0.61	0.82	1.02	1.22	1.42	1.63	1.83
2100	4.86	5.67	6.45	7.32	8.13	8.88	9.65	10.38								0.00	0.21	0.43	0.64	0.86	1.07	1.28	1.49	1.71	1.92
2200	4.80	5.62	6.39	7.25	8.04	8.75	9.48									0.00	0.22	0.45	0.67	0.80	1.12	1.34	1.57	1.79	2.01
2300	4.72	5.53	6.29	7.13	7.89	8.56										0.00	0.23	0.47	0.70	0.94	1.17	1.40	1.64	1.87	2.11
2400	4.60	5.41	6.15	6.96	7.68	8.30										0.00	0.24	0.49	0.73	0.98	1.22	1.46	1.71	1.95	2.20
2500	4.45	5.24	5.97	6.74	7.42											0.00	0.25	0.51	0.76	1.02	1.27	1.53	1.78	2.03	2.29
2600	4.27	5.04	5.74	6.47												0.00	0.26	0.53	0.79	1.06	1.32	1.59	1.85	2.12	2.38

(5) D형 V-Belt 기준 전동동력 용량표(단위 : kW)

小 폴리 회전수 (rpm)	小 폴리 피치경(mm)															회전비에 의한 부가용량									
	300	315	335	355	375	400	425	450	475	500	530	560	600	630	670	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.04	1.05 ~ 1.08	1.09 ~ 1.12	1.13 ~ 1.18	1.19 ~ 1.24	1.25 ~ 1.34	1.35 ~ 1.51	1.52 ~ 1.99	2.00 以上
485	7.01	7.89	9.07	10.22	11.37	12.78	14.17	15.55	16.90	18.23	19.79	21.33	23.33	24.79	26.68	0.00	0.18	0.35	0.52	0.70	0.87	1.05	1.22	1.40	1.57
575	7.84	8.86	10.20	11.52	12.83	14.43	16.01	17.56	19.07	20.55	22.29	23.98	26.15	27.72	29.73	0.00	0.21	0.42	0.62	0.83	1.04	1.24	1.45	1.66	1.87
690	8.76	9.93	11.47	12.98	14.46	16.28	18.04	19.76	21.44	23.06	24.94	26.74	29.01	30.62	32.62	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.24	1.49	1.74	1.99	2.24
725	9.01	10.22	11.81	13.37	14.90	16.77	18.59	20.35	22.06	23.71	25.61	27.42	29.70	31.29	33.26	0.00	0.26	0.52	0.78	1.05	1.31	1.57	1.83	2.09	2.35
870	9.86	11.23	13.02	14.76	16.45	18.49	20.45	22.33	24.11	25.80	27.70	29.45	31.56	32.94		0.00	0.31	0.63	0.94	1.26	1.57	1.88	2.20	2.51	2.82
950	10.21	11.86	13.53	15.34	17.10	19.20	21.19	23.08	24.85	26.50	28.32	29.96	31.83			0.00	0.34	0.69	1.03	1.37	1.71	2.06	2.40	2.74	3.08
1160	10.69	12.27	14.28	16.19	18.00	20.10	22.02	23.76	25.29							0.00	0.42	0.84	1.25	1.67	2.09	2.51	2.93	3.35	3.77
20	0.58	0.63	0.69	0.76	0.83	0.91	0.99	1.07	1.15	1.23	1.33	1.43	1.55	1.65	1.78	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06
40	1.02	1.11	1.24	1.36	1.49	1.64	1.80	1.95	2.10	2.25	2.44	2.62	2.85	3.03	3.27	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13
60	1.41	1.55	1.73	1.91	2.09	2.32	2.54	2.76	2.98	3.20	3.46	3.72	4.07	4.33	4.67	0.00	0.02	0.04	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19
80	1.78	1.96	2.19	2.43	2.66	2.95	3.24	3.53	3.82	4.10	4.44	4.78	5.23	5.56	6.01	0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.14	0.17	0.20	0.23	0.26
100	2.13	2.34	2.63	2.92	3.21	3.56	3.92	4.27	4.62	4.97	5.38	5.80	6.35	6.75	7.30	0.00	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.29	0.32
150	2.93	3.24	3.66	4.07	4.49	5.00	5.51	6.02	6.52	7.02	7.62	8.22	9.00	9.59	10.37	0.00	0.05	0.11	0.16	0.22	0.27	0.32	0.38	0.43	0.49
200	3.66	4.07	4.61	5.15	5.68	6.34	7.00	7.66	8.31	8.96	9.73	10.50	11.51	12.26	13.26	0.00	0.07	0.14	0.22	0.29	0.36	0.43	0.50	0.58	0.65
250	4.34	4.83	5.50	6.15	6.80	7.61	8.42	9.21	10.01	10.79	11.73	12.65	13.88	14.79	15.99	0.00	0.09	0.18	0.27	0.36	0.45	0.54	0.63	0.72	0.81
300	4.97	5.56	6.33	7.10	7.87	8.82	9.76	10.69	11.62	12.53	13.62	14.70	16.12	17.18	18.56	0.00	0.11	0.22	0.32	0.43	0.54	0.65	0.76	0.87	0.97
350	5.57	6.24	7.13	8.01	8.88	9.96	11.04	12.10	13.15	14.19	15.42	16.64	18.24	19.43	20.93	0.00	0.13	0.25	0.38	0.51	0.63	0.76	0.88	1.01	1.14
400	6.13	6.88	7.88	8.87	9.84	11.05	12.25	13.43	14.60	15.76	17.13	18.47	20.24	21.54	23.24	0.00	0.14	0.29	0.43	0.58	0.72	0.87	1.01	1.15	1.30
450	6.66	7.49	8.59	9.63	10.76	12.09	13.40	14.70	15.98	17.24	18.73	20.20	22.10	23.50	25.33	0.00	0.16	0.33	0.49	0.65	0.81	0.97	1.14	1.30	1.46
500	7.15	8.06	9.26	10.45	11.62	13.07	14.49	15.90	17.28	18.64	20.23	21.80	23.83	25.31	27.23	0.00	0.18	0.36	0.54	0.72	0.90	1.08	1.26	1.44	1.62
550	7.62	8.60	9.90	11.18	12.44	13.99	15.52	17.02	18.49	19.94	21.63	23.28	25.42	26.96	28.95	0.00	0.20	0.40	0.59	0.79	0.99	1.19	1.39	1.59	1.79
600	8.05	9.11	10.49	11.86	13.21	14.86	16.48	18.07	19.62	21.14	22.92	24.64	26.85	28.43	30.46	0.00	0.22	0.43	0.65	0.87	1.08	1.30	1.51	1.73	1.95
650	8.46	9.58	11.05	12.50	13.92	15.67	17.38	19.04	20.67	22.25	24.09	25.86	28.12	29.72	31.75	0.00	0.23	0.47	0.70	0.94	1.17	1.41	1.64	1.88	2.11
700	8.83	10.02	11.57	13.09	14.59	16.42	18.20	19.94	21.62	23.25	25.13	26.94	29.22	30.82	32.82	0.00	0.25	0.51	0.76	1.01	1.26	1.51	1.77	2.02	2.27
750	9.17	10.42	12.05	13.64	15.21	17.11	19.96	20.75	22.47	24.14	26.05	27.87	30.14	31.71	33.64	0.00	0.27	0.54	0.81	1.08	1.35	1.62	1.89	2.16	2.44
800	9.48	10.78	12.48	14.14	15.76	17.73	19.63	21.47	23.23	24.92	26.84	28.65	30.87	32.39	34.20	0.00	0.29	0.58	0.87	1.15	1.44	1.73	2.02	2.31	2.60
850	9.76	11.11	12.88	14.59	16.27	18.29	20.24	22.10	23.88	25.57	27.48	29.26	31.40	32.83	34.50	0.00	0.31	0.61	0.92	1.23	1.53	1.84	2.15	2.45	2.76
900	10.00	11.40	13.22	14.99	16.71	18.78	20.75	22.64	24.42	26.10	27.08	29.70	31.72	33.04		0.00	0.32	0.65	0.97	1.30	1.62	1.95	2.27	2.60	2.92
950	10.21	11.66	13.53	15.34	17.10	19.20	21.19	23.08	24.85	26.50	28.32	29.96	31.83			0.00	0.34	0.69	1.03	1.37	1.71	2.06	2.40	2.74	3.08
1000	10.39	11.87	13.79	15.64	17.42	19.54	21.54	23.41	25.16	26.76	28.50	30.03				0.00	0.36	0.72	1.08	1.44	1.80	2.16	2.52	2.89	3.25
1050	10.52	12.04	14.00	15.88	17.67	19.80	21.80	23.64	25.34	26.88	28.52					0.00	0.38	0.76	1.14	1.52	1.89	2.27	2.65	3.03	3.41
1100	10.62	12.17	14.16	16.06	17.86	19.99	21.96	23.76	25.40	26.85						0.00	0.40	0.79	1.19	1.59	1.98	2.38	2.78	3.17	3.57
1150	10.69	12.26	14.27	16.18	17.98	20.09	22.02	23.77	25.32							0.00	0.41	0.83	1.24	1.66	2.07	2.49	2.90	3.32	3.73
1200	10.71	12.30	14.32	16.24	18.03	20.11	21.99	23.66	25.11							0.00	0.43	0.87	1.30	1.73	2.16	2.60	3.03	3.46	3.90
1250	10.69	12.30	14.33	16.23	18.01	20.04	21.85	23.42								0.00	0.45	0.90	1.35	1.80	2.25	2.70	3.16	3.61	4.06
1300	10.64	12.24	14.27	16.16	17.91	19.88	21.60									0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	2.35	2.81	3.28	3.75	4.22
1350	10.53	12.14	14.16	16.03	17.73	19.62										0.00	0.49	0.98	1.46	1.95	2.44	2.92	3.41	3.90	4.38
1400	10.39	12.00	13.99	15.32	17.47	19.27										0.00	0.51	1.01	1.51	2.02	2.53	3.03	3.53	4.04	4.55
1450	10.20	11.79	13.76	15.54	17.13											0.00	0.52	1.05	1.57	2.09	2.62	3.14	3.66	4.18	4.71
1500	9.97	11.54	13.47	15.19	16.70											0.00	0.54	1.08	1.62	2.16	2.71	3.25	3.79	4.33	4.87
1550	9.68	11.23	13.11	14.76												0.00	0.56	1.12	1.68	2.24	2.80	3.35	3.91	4.47	5.03
1600	9.35	10.87	12.69	14.26												0.00	0.58	1.16	1.73	2.31	2.89	3.46	4.04	4.62	5.19
1650	8.97	10.45	12.20													0.00	0.60	1.19	1.78	2.38	2.98	3.57	4.17	4.76	5.36
1700	8.54	9.97	11.64													0.00	0.61	1.23	1.84	2.45	3.07	3.68	4.29	4.91	5.52
1750	8.06	9.43														0.00	0.63	1.26	1.89	2.53	3.16	3.79	4.22	5.05	5.68

(6) E형 V-Belt 기준 전동동력 용량표(단위 : kW)

小 폴리 회전수 (rpm)	小 폴리 피치경(mm)															회전비에 의한 부가용량									
	450	475	500	530	560	600	630	670	710	750	800	850	900	950	1000	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.04	1.05 ~ 1.08	1.09 ~ 1.12	1.13 ~ 1.18	1.19 ~ 1.24	1.25 ~ 1.34	1.35 ~ 1.51	1.52 ~ 1.99	2.00 以上
485	16.91	18.89	20.84	23.14	25.39	28.32	30.46	33.24	35.92	38.52	41.62	44.56	47.33	49.93	52.35	0.00	0.33	0.67	1.00	1.34	1.67	2.00	2.34	2.67	3.01
576	18.78	21.00	23.17	25.72	28.20	31.39	33.69	36.65	39.46	42.12	45.23	48.08	50.67	52.98		0.00	0.40	0.79	1.19	1.58	1.98	2.38	2.77	3.17	3.57
690	20.65	23.10	25.48	28.24	30.89	34.23	36.60	39.56	42.28	44.76	47.50					0.00	0.48	0.95	1.43	1.90	2.38	2.85	3.33	3.80	4.28
725	21.09	23.60	26.02	28.82	31.49	34.84	37.19	40.09	42.73	45.08						0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50
870	22.27	24.90	27.39	30.19	32.78	35.90	37.96									0.00	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40
950	22.43	25.05	27.49	30.18	32.60	35.40										0.00	0.65	1.31	1.96	2.62	3.27	3.93	4.58	5.24	5.89
1160	21.00	23.28														0.00	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00	4.79	5.59	6.39	7.19
20	1.33	1.45	1.56	1.71	1.85	2.03	2.17	2.36	2.54	2.72	2.95	3.17	3.40	3.62	3.84	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12
40	2.37	2.59	2.82	3.08	3.34	3.69	3.95	4.30	4.64	4.99	5.41	5.84	6.26	6.68	7.09	0.00	0.03	0.06	0.08	0.11	0.14	0.17	0.19	0.22	0.25
60	3.32	3.64	3.96	4.34	4.72	5.23	5.61	6.11	6.60	7.10	7.71	8.32	8.93	9.53	10.13	0.00	0.04	0.08	0.12	0.17	0.21	0.25	0.29	0.33	0.37
80	4.20	4.62	5.04	5.53	6.03	6.68	7.17	7.82	8.47	9.11	9.90	10.69	11.48	12.26	13.04	0.00	0.06	0.11	0.17	0.22	0.28	0.33	0.39	0.44	0.50
100	5.04	5.55	6.06	6.67	7.28	8.08	8.68	9.47	10.26	11.04	12.01	12.98	13.93	14.89	15.83	0.00	0.07	0.14	0.21	0.28	0.34	0.41	0.48	0.55	0.62
120	5.85	6.45	7.05	7.77	8.48	9.42	10.13	11.06	11.99	12.91	14.05	15.18	16.31	17.43	18.54	0.00	0.08	0.17	0.25	0.33	0.41	0.50	0.58	0.66	0.74
140	6.62	7.31	8.00	8.83	9.65	10.73	11.54	12.60	13.67	14.72	16.03	17.32	18.61	19.89	21.15	0.00	0.10	0.19	0.29	0.39	0.48	0.58	0.68	0.77	0.87
160	7.37	8.15	8.93	9.85	10.78	11.99	12.90	14.10	15.30	16.48	17.95	19.40	20.84	22.27	23.69	0.00	0.11	0.22	0.33	0.44	0.55	0.66	0.77	0.88	0.99
180	8.09	8.96	9.82	10.85	11.87	13.23	14.23	15.56	16.89	18.19	19.82	21.42	23.01	24.59	26.14	0.00	0.12	0.25	0.37	0.50	0.62	0.74	0.87	0.99	1.12
200	8.80	9.75	10.70	11.82	12.95	14.43	15.53	16.99	18.43	19.86	21.63	23.38	25.12	26.83	28.52	0.00	0.14	0.28	0.41	0.55	0.69	0.83	0.96	1.10	1.24
220	8.48	10.52	11.55	12.77	13.99	15.60	16.79	18.37	19.94	21.48	23.40	25.29	27.16	29.00	30.82	0.00	0.15	0.30	0.45	0.61	0.76	0.91	1.06	1.21	1.36
240	10.14	11.26	12.37	13.69	15.00	16.73	18.02	19.72	21.40	23.06	25.11	27.14	29.13	31.09	33.03	0.00	0.17	0.33	0.50	0.66	0.83	0.99	1.16	1.32	1.49
260	10.79	11.99	13.18	14.59	15.99	17.85	19.22	21.03	22.82	24.59	26.78	28.92	31.04	33.12	35.16	0.00	0.18	0.36	0.54	0.72	0.90	1.07	1.25	1.43	1.61
280	11.42	12.69	13.96	15.47	16.96	18.93	20.39	22.31	24.21	26.08	28.39	30.65	32.88	35.06	37.20	0.00	0.19	0.39	0.58	0.77	0.96	1.16	1.35	1.54	1.74
300	12.03	13.38	14.72	16.32	17.90	19.98	21.52	23.55	25.55	27.52	29.95	32.32	34.65	36.93	39.15	0.00	0.21	0.41	0.62	0.83	1.03	1.24	1.45	1.65	1.86
320	12.63	14.05	15.47	17.15	18.81	21.00	22.62	24.76	26.85	28.92	31.45	33.93	36.35	38.71	41.01	0.00	0.22	0.44	0.66	0.88	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98
340	13.20	14.71	16.19	17.96	19.70	22.00	23.70	25.92	28.12	30.27	32.90	35.47	37.98	40.41	42.78	0.00	0.23	0.47	0.70	0.94	1.17	1.41	1.64	1.87	2.11
360	13.77	15.34	16.90	18.74	20.57	22.97	24.73	27.06	29.33	31.57	34.29	36.95	39.53	42.03	44.44	0.00	0.25	0.50	0.74	0.99	1.24	1.49	1.74	1.98	2.23
380	14.31	15.96	17.58	19.51	21.41	23.90	25.74	28.15	30.51	32.82	35.63	38.36	41.00	43.55	46.00	0.00	0.26	0.52	0.79	1.05	1.31	1.57	1.83	2.09	2.36
400	14.84	16.55	18.25	20.25	22.22	24.81	26.71	29.20	31.64	34.02	36.90	39.70	42.39	44.98	47.46	0.00	0.28	0.55	0.83	1.10	1.38	1.65	1.93	2.20	2.48
420	15.36	17.13	18.89	20.97	23.01	25.69	27.65	30.22	32.72	35.16	38.12	40.96	43.70	46.31	48.80	0.00	0.29	0.58	0.87	1.16	1.45	1.74	2.03	2.32	2.60
440	15.85	17.70	19.51	21.66	23.77	26.53	28.56	31.20	33.76	36.26	39.27	42.16	44.92	47.54	50.03	0.00	0.30	0.61	0.91	1.21	1.52	1.82	2.12	2.43	2.73
460	16.34	18.24	20.12	22.33	24.51	27.35	29.43	32.13	34.75	37.30	40.35	43.27	46.05	48.67	51.14	0.00	0.32	0.63	0.95	1.27	1.59	1.90	2.22	2.54	2.85
480	16.80	18.76	20.70	22.98	25.22	28.13	30.26	33.02	35.70	38.28	41.37	44.31	47.09	49.69	52.12	0.00	0.33	0.66	0.99	1.32	1.65	1.98	2.31	2.65	2.98
500	17.25	19.27	21.26	23.60	25.90	28.88	31.05	33.87	36.59	39.20	42.32	45.27	48.03	50.60	52.98	0.00	0.34	0.69	1.03	1.38	1.72	2.07	2.41	2.76	3.10
520	17.68	19.76	22.80	24.20	26.55	29.60	31.81	34.67	37.43	40.07	43.20	46.14	48.88	51.40	53.71	0.00	0.36	0.72	1.07	1.43	1.79	2.15	2.51	2.87	3.22
540	18.10	20.23	22.32	24.78	27.18	30.28	32.53	35.43	38.21	40.87	44.00	46.92	49.62	52.08	54.30	0.00	0.37	0.75	1.12	1.49	1.86	2.23	2.60	2.98	3.35
560	18.49	20.68	22.82	25.33	27.77	30.93	33.21	36.15	38.95	41.61	44.73	47.62	50.26	52.64	54.75	0.00	0.39	0.77	1.16	1.54	1.93	2.31	2.70	3.09	3.47
580	18.87	21.11	23.29	25.85	28.34	31.54	33.85	36.81	39.62	42.28	45.39	48.23	50.79	53.07		0.00	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60
600	19.24	21.52	23.74	26.35	28.87	32.11	34.45	37.43	40.24	42.89	45.96	48.74	51.22	53.38		0.00	0.41	0.83	1.24	1.65	2.07	2.48	2.89	3.31	3.72
620	19.58	21.90	24.17	26.82	29.38	32.65	35.00	37.99	40.80	43.43	46.45	49.15	51.52			0.00	0.43	0.86	1.28	1.71	2.14	2.56	2.99	3.42	3.85
640	19.91	22.27	24.58	27.26	29.85	33.15	35.52	38.51	41.31	43.90	46.86	49.47				0.00	0.44	0.88	1.32	1.76	2.21	2.65	3.09	3.53	3.97
660	20.22	22.62	24.96	27.67	30.29	33.61	35.98	38.97	41.74	44.30	47.18	49.68				0.00	0.45	0.91	1.36	1.82	2.27	2.73	3.18	3.64	4.09
680	20.51	22.95	25.31	28.06	30.69	34.04	36.41	39.38	42.12	44.63	47.41					0.00	0.47	0.94	1.40	1.87	2.34	2.81	3.28	3.75	4.22
700	20.78	23.25	25.64	28.41	31.07	34.42	36.78	39.73	42.43	44.88	47.56					0.00	0.48	0.97	1.45	1.93	2.41	2.89	3.38	3.86	4.34
720	21.03	23.53	25.95	28.74	31.41	34.76	37.11	40.03	42.68	45.05						0.00	0.50	0.99	1.49	1.98	2.48	2.98	3.47	3.97	4.47
740	21.26	23.79	26.23	29.04	31.71	35.05	37.39	40.27	42.86	45.14						0.00	0.51	1.02	1.53	2.04	2.55	3.06	3.57	4.08	4.59
760	21.48	24.03	26.48	29.30	31.98	35.31	37.62	40.45	42.97	45.16						0.00	0.52	1.05	1.57	2.09	2.62	3.14	3.67	4.19	4.71

표 6-21 세폭 V-belt 기준 전동 동력 용량표

(1) 3V형 V-Belt 기준 전동동력 용량표(단위 : kW)

小 폴리 회전수 (rpm)	小 폴리 호칭외경															회전비에 의한 부가용량(kW/가닥)									
	67	71	75	80	90	100	112	125	140	150	160	180	200	250	300	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.05	1.06 ~ 1.11	1.12 ~ 1.18	1.19 ~ 1.26	1.27 ~ 1.38	1.39 ~ 1.57	1.58 ~ 1.94	1.95 ~ 3.38	3.39 以上
690	0.60	0.70	0.79	0.91	1.14	1.37	1.64	1.93	2.26	2.48	2.70	3.14	3.57	4.62	5.64	0.00	0.01	0.03	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12
725	0.63	0.73	0.82	0.95	1.19	1.43	1.71	2.02	2.37	2.60	2.83	3.28	3.73	4.83	5.89	0.00	0.01	0.03	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.13
870	0.73	0.84	0.96	1.10	1.39	1.67	2.01	2.37	2.78	3.05	3.32	3.86	4.38	5.67	6.90	0.00	0.01	0.03	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15
950	0.78	0.91	1.03	1.19	1.50	1.80	2.17	2.56	3.00	3.30	3.59	4.17	4.73	6.11	7.44	0.00	0.01	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17
1160	0.91	1.07	1.22	1.40	1.77	2.14	2.58	3.05	3.58	3.93	4.27	4.96	5.63	7.25	8.78	0.00	0.02	0.05	0.08	0.11	0.13	0.16	0.17	0.19	0.20
1425	1.07	1.26	1.44	1.66	2.11	2.55	3.08	3.63	4.27	4.69	5.10	5.91	6.70	8.58	10.32	0.00	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.19	0.21	0.23	0.25
1750	1.26	1.47	1.69	1.96	2.50	3.03	3.66	4.32	5.07	5.57	6.05	7.00	7.91	10.04	11.93	0.00	0.03	0.07	0.12	0.16	0.20	0.23	0.26	0.29	0.30
2350	1.78	2.12	2.45	2.86	3.67	4.47	5.39	6.35	7.41	8.09	8.75	9.98	11.09	13.32		0.00	0.04	0.11	0.20	0.27	0.33	0.38	0.43	0.47	0.50
3450	2.01	2.41	2.80	3.28	4.22	5.12	6.17	7.24	8.41	9.13	9.82	11.05	12.10			0.00	0.05	0.14	0.24	0.33	0.39	0.46	0.52	0.57	0.60
100	0.12	0.13	0.15	0.17	0.21	0.24	0.29	0.34	0.39	0.43	0.47	0.54	0.61	0.79	0.97	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
200	0.21	0.24	0.27	0.31	0.38	0.46	0.54	0.64	0.74	0.81	0.88	1.02	1.16	1.50	1.84	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
300	0.30	0.35	0.39	0.44	0.55	0.66	0.78	0.92	1.07	1.17	1.28	1.48	1.68	2.18	2.66	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05
400	0.38	0.44	0.50	0.57	0.71	0.85	1.01	1.19	1.39	1.52	1.66	1.92	2.18	2.83	3.46	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07
500	0.46	0.53	0.60	0.69	0.86	1.03	1.23	1.45	1.70	1.86	2.03	2.35	2.67	3.46	4.23	0.00	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09
600	0.54	0.62	0.70	0.80	1.01	1.21	1.45	1.71	2.00	2.19	2.39	2.77	3.15	4.08	4.99	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10
700	0.61	0.70	0.80	0.92	1.15	1.38	1.66	1.96	2.29	2.52	2.74	3.18	3.61	4.68	5.71	0.00	0.01	0.03	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11	0.11	0.12
800	0.63	0.79	0.89	1.03	1.29	1.55	1.87	2.20	2.58	2.83	3.08	3.58	4.07	5.26	6.42	0.00	0.01	0.03	0.06	0.08	0.09	0.11	0.12	0.13	0.14
900	0.75	0.87	0.99	1.13	1.43	1.72	2.07	2.44	2.86	3.14	3.42	3.97	4.51	5.83	7.11	0.00	0.01	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.16
1000	0.81	0.94	1.08	1.24	1.56	1.89	2.27	2.68	3.14	3.45	3.75	4.36	4.95	6.39	7.77	0.00	0.01	0.04	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17
1100	0.88	1.02	1.16	1.34	1.70	2.05	2.46	2.91	3.42	3.75	4.08	4.73	5.38	6.93	8.41	0.00	0.02	0.04	0.08	0.10	0.13	0.15	0.17	0.18	0.19
1200	0.94	1.09	1.25	1.44	1.83	2.21	2.66	3.14	3.68	4.04	4.40	5.10	5.79	7.46	9.03	0.00	0.02	0.05	0.08	0.11	0.14	0.16	0.18	0.20	0.21
1300	1.00	1.17	1.33	1.54	1.95	2.36	2.84	3.36	3.95	4.33	4.71	5.47	6.20	7.97	9.62	0.00	0.02	0.05	0.09	0.12	0.15	0.17	0.20	0.21	0.23
1400	1.06	1.24	1.42	1.64	2.08	2.51	3.03	3.58	4.21	4.62	5.02	5.82	6.60	8.46	10.18	0.00	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.19	0.21	0.23	0.24
1500	1.12	1.31	1.50	1.73	2.20	2.67	3.21	3.80	4.46	4.89	5.32	6.17	6.99	8.93	10.72	0.00	0.02	0.06	0.10	0.14	0.17	0.20	0.23	0.25	0.26
1600	1.17	1.38	1.58	1.83	2.32	2.81	3.39	4.01	4.71	5.17	5.62	6.51	7.36	9.39	11.23	0.00	0.02	0.06	0.11	0.15	0.18	0.21	0.24	0.26	0.28
1700	1.23	1.44	1.66	1.92	2.44	2.96	3.57	4.22	4.95	5.43	5.91	6.83	7.73	9.83	11.71	0.00	0.02	0.07	0.12	0.16	0.19	0.23	0.26	0.28	0.30
1800	1.28	1.51	1.73	2.01	2.56	3.10	3.74	4.42	5.19	5.70	6.19	7.16	8.09	10.25	12.15	0.00	0.03	0.07	0.12	0.17	0.21	0.24	0.27	0.30	0.31
1900	1.33	1.57	1.81	2.10	2.68	3.24	3.91	4.63	5.43	5.95	6.44	7.47	8.43	10.65	12.57	0.00	0.03	0.08	0.13	0.18	0.22	0.25	0.29	0.31	0.33
2000	1.39	1.63	1.88	2.19	2.79	3.38	4.08	4.82	5.66	6.20	6.74	7.77	8.77	11.03	12.95	0.00	0.03	0.08	0.14	0.19	0.23	0.27	0.30	0.33	0.35
2100	1.44	1.70	1.95	2.27	2.90	3.52	4.25	5.02	5.89	6.45	7.00	8.07	9.09	11.39	13.30	0.00	0.03	0.08	0.15	0.20	0.24	0.28	0.32	0.34	0.36
2200	1.49	1.76	2.02	2.35	3.01	3.65	4.41	5.21	6.11	6.69	7.26	8.36	9.40	11.73	13.61	0.00	0.03	0.09	0.15	0.21	0.25	0.29	0.33	0.36	0.38
2300	1.53	1.81	2.09	2.44	3.12	3.78	4.57	5.39	6.32	6.92	7.51	8.63	9.70	12.04	13.88	0.00	0.03	0.09	0.16	0.22	0.26	0.31	0.35	0.38	0.40
2400	1.58	1.87	2.16	2.52	3.22	3.91	4.72	5.58	6.53	7.15	7.75	8.90	9.98	12.33	14.11	0.00	0.03	0.10	0.17	0.23	0.27	0.32	0.36	0.39	0.42
2500	1.63	1.93	2.23	2.60	3.33	4.04	4.88	5.76	6.74	7.37	7.98	9.16	10.25	12.60	14.30	0.00	0.04	0.10	0.17	0.24	0.29	0.33	0.38	0.41	0.43
2600	1.67	1.98	2.29	2.68	3.43	4.16	5.03	5.93	6.94	7.58	8.21	9.41	10.51	12.84		0.00	0.04	0.10	0.18	0.25	0.30	0.35	0.39	0.43	0.45
2700	1.72	2.04	2.36	2.75	3.53	4.29	5.17	6.10	7.13	7.79	8.43	9.64	10.75	13.05		0.00	0.04	0.11	0.19	0.25	0.31	0.36	0.41	0.44	0.47
2800	1.76	2.09	2.42	2.83	3.63	4.41	5.32	6.27	7.32	8.00	8.64	9.87	10.98	13.24		0.00	0.04	0.11	0.19	0.26	0.32	0.37	0.42	0.46	0.49
2900	1.80	2.14	2.48	2.90	3.72	4.52	5.46	6.43	7.50	8.19	8.85	10.08	11.20	13.40		0.00	0.04	0.12	0.20	0.27	0.33	0.39	0.44	0.48	0.50
3000	1.84	2.19	2.54	2.97	3.82	4.64	5.59	6.59	7.68	8.38	9.04	10.29	11.40	13.53		0.00	0.04	0.12	0.21	0.28	0.34	0.40	0.45	0.49	0.52
3100	1.88	2.24	2.60	3.04	3.91	4.75	5.73	6.74	7.85	8.56	9.23	10.48	11.58			0.00	0.05	0.12	0.21	0.29	0.35	0.41	0.47	0.51	0.54
3200	1.92	2.29	2.66	3.11	4.00	4.86	5.86	6.89	8.02	8.73	9.41	10.66	11.75			0.00	0.05	0.13	0.22	0.30	0.37	0.43	0.48	0.52	0.56
3300	1.96	2.34	2.72	3.18	4.09	4.97	5.98	7.04	8.18	8.90	9.58	10.83	11.90			0.00	0.05	0.13	0.23	0.31	0.38	0.44	0.50	0.54	0.57
3400	2.00	2.39	2.77	3.25	4.17	5.07	6.11	7.18	8.33	9.06	9.74	10.98	12.04			0.00	0.05	0.14	0.24	0.32	0.39	0.45	0.51	0.56	0.59
3500	2.03	2.43	2.82	3.31	4.26	5.17	6.23	7.31	8.48	9.21	9.89	11.12	12.15			0.00	0.05	0.14	0.24	0.33	0.40	0.47	0.53	0.57	0.61
3600	2.07	2.47	2.88	3.37	4.34	5.27	6.34	7.44	8.62	9.35	10.04	11.25	12.25			0.00	0.05	0.14	0.25	0.34	0.41	0.48	0.54	0.59	0.63
3700	2.10	2.52	2.93	3.43	4.42	5.37	6.46	7.57	8.76	9.49	10.17	11.37	12.33			0.00	0.05	0.15	0.26	0.35	0.42	0.49	0.56	0.61	0.64
3800	2.13	2.56	2.98	3.49	4.50	5.46	6.57	7.69	8.88	9.61	10.29	11.47	12.40			0.00	0.06	0.15	0.26	0.36	0.43	0.51	0.57	0.62	0.66
3900	2.16	2.60	3.03	3.55	4.57	5.55	6.67	7.80	9.00	9.73	10.41	11.56				0.00	0.06	0.15	0.27	0.37	0.45	0.52	0.59	0.64	0.68
4000	2.10	2.64	3.07	3.61	4.65	5.64	6.77	7.91	9.12	9.84	10.51	11.63				0.00	0.06	0.16	0.28	0.38	0.46	0.54	0.60	0.66	0.69
4100	2.22	2.67	3.12	3.66	4.72	5.73	6.87	8.02	9.22	9.94	10.60	11.69				0.00	0.06	0.16	0.28	0.39	0.47	0.55	0.62	0.67	0.71

</

(2) 5V형 V-Belt 기준 전동동력 용량표(단위 : kW)

小 폴리 회전수 (rpm)	小 폴리 호칭외경															회전비에 의한 부가용량(kW/가닥)									
	180	190	200	212	224	236	250	260	280	315	340	355	380	400	450	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.05	1.06 ~ 1.11	1.12 ~ 1.18	1.19 ~ 1.26	1.27 ~ 1.38	1.39 ~ 1.57	1.58 ~ 1.94	1.95 ~ 3.38	3.39 以上
575	5.36	5.90	6.44	7.08	7.71	8.35	9.08	9.60	10.64	12.43	13.69	14.44	15.67	16.65	19.06	0.00	0.05	0.13	0.23	0.31	0.37	0.44	0.49	0.53	0.57
690	6.26	6.90	7.53	8.29	9.03	9.78	10.64	11.25	12.46	14.55	16.02	16.89	18.32	19.45	22.22	0.00	0.06	0.16	0.27	0.37	0.45	0.52	0.59	0.64	0.68
725	6.53	7.20	7.86	8.64	9.43	10.20	11.10	11.74	13.00	15.18	16.71	17.61	19.10	20.27	23.14	0.00	0.06	0.16	0.28	0.39	0.47	0.55	0.62	0.67	0.71
870	7.61	8.39	9.17	10.09	11.01	11.91	12.96	13.70	15.17	17.69	19.45	20.49	22.18	23.52	26.73	0.00	0.07	0.20	0.34	0.46	0.56	0.66	0.74	0.81	0.86
950	8.19	9.03	9.87	10.86	11.85	12.82	13.95	14.75	16.32	19.01	20.89	21.99	23.79	25.19	28.56	0.00	0.08	0.21	0.37	0.51	0.61	0.72	0.81	0.88	0.93
1160	9.63	10.63	11.62	12.79	13.95	15.09	16.41	17.34	19.16	22.25	24.37	25.61	27.61	29.16	32.78	0.00	0.10	0.26	0.45	0.62	0.75	0.88	0.99	1.08	1.14
1425	11.31	12.49	13.65	15.02	16.37	17.70	19.21	20.28	22.35	25.81	28.13	29.47	31.58	33.17	36.73	0.00	0.12	0.32	0.56	0.76	0.92	1.08	1.21	1.32	1.40
1750	13.15	14.52	15.86	17.43	18.97	20.47	22.16	23.34	25.61	29.27	31.63	32.93	34.92	36.34		0.00	0.14	0.39	0.60	0.93	1.13	1.33	1.49	1.62	1.72
2850	17.31	19.00	20.60	22.40	24.06	25.58	27.15	28.14								0.00	0.24	0.64	1.12	1.52	1.84	2.16	2.43	2.65	2.80
50	0.62	0.67	0.73	0.79	0.86	0.93	1.00	1.06	1.17	1.36	1.49	1.57	1.70	1.81	2.07	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
60	0.73	0.79	0.86	0.84	1.02	1.09	1.19	1.25	1.38	1.60	1.76	1.86	2.02	2.14	2.46	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
70	0.83	0.91	0.99	1.08	1.17	1.26	1.36	1.44	1.59	1.85	2.03	2.14	2.32	2.47	2.83	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07
80	0.94	1.03	1.11	1.22	1.32	1.42	1.54	1.63	1.80	2.09	2.30	2.42	2.63	2.79	3.20	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08
90	1.05	1.14	1.24	1.35	1.47	1.58	1.72	1.81	2.00	2.33	2.56	2.70	2.93	3.11	3.57	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09
100	1.15	1.26	1.36	1.49	1.62	1.74	1.89	1.99	2.20	2.56	2.82	2.97	3.23	3.43	3.94	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.09	0.10
150	1.65	1.81	1.96	2.15	2.33	2.52	2.73	2.88	3.19	3.71	4.09	4.31	4.68	4.98	5.71	0.00	0.01	0.03	0.06	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.15
200	2.13	2.33	2.54	2.78	3.02	3.26	3.54	3.74	4.14	4.83	5.31	5.61	6.09	6.47	7.43	0.00	0.02	0.04	0.08	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.20
250	2.59	2.84	3.09	3.39	3.69	3.99	4.33	4.57	5.06	5.91	6.51	6.87	7.46	7.93	9.10	0.00	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.19	0.21	0.23	0.25
300	3.05	3.34	3.64	3.99	4.34	4.69	5.10	5.39	5.97	6.97	7.67	8.10	8.80	9.35	10.73	0.00	0.02	0.07	0.12	0.16	0.19	0.23	0.26	0.28	0.30
350	3.49	3.83	4.17	4.58	4.98	5.39	5.85	6.19	6.85	8.00	8.82	9.30	10.11	10.75	12.33	0.00	0.03	0.08	0.14	0.19	0.23	0.27	0.30	0.32	0.34
400	3.92	4.30	4.69	5.15	5.61	6.06	6.59	6.97	7.72	9.02	9.93	10.48	11.39	12.11	13.89	0.00	0.03	0.09	0.16	0.21	0.26	0.30	0.34	0.37	0.39
450	4.34	4.77	5.20	5.71	6.22	6.73	7.32	7.74	8.57	10.01	11.03	11.64	12.64	13.44	15.41	0.00	0.04	0.10	0.18	0.24	0.29	0.34	0.38	0.42	0.44
500	4.75	5.23	5.70	6.27	6.83	7.38	8.03	8.49	9.41	10.99	12.11	12.77	13.87	14.75	16.90	0.00	0.04	0.11	0.20	0.27	0.32	0.38	0.43	0.46	0.49
550	5.16	5.68	6.19	6.81	7.42	8.03	8.73	9.24	10.23	11.95	13.17	13.89	15.08	16.02	18.35	0.00	0.05	0.12	0.22	0.29	0.36	0.42	0.47	0.51	0.54
600	5.56	6.12	6.68	7.34	8.00	8.66	9.42	9.97	11.04	12.90	14.20	14.98	16.26	17.27	19.76	0.00	0.05	0.13	0.24	0.32	0.39	0.45	0.51	0.56	0.59
650	5.95	6.56	7.16	7.87	8.58	9.29	10.10	10.68	11.84	13.82	15.22	16.05	17.42	18.50	21.14	0.00	0.05	0.15	0.25	0.35	0.42	0.49	0.55	0.60	0.64
700	6.34	6.98	7.62	8.39	9.15	9.90	10.77	11.39	12.62	14.73	16.22	17.10	18.54	19.69	22.48	0.00	0.06	0.16	0.27	0.37	0.45	0.53	0.60	0.65	0.69
750	6.72	7.41	8.09	8.90	9.70	10.50	11.43	12.08	13.39	15.62	17.19	18.12	19.65	20.85	23.78	0.00	0.06	0.17	0.29	0.40	0.48	0.57	0.64	0.70	0.74
800	7.10	7.82	8.54	9.40	10.25	11.10	12.07	12.77	14.14	16.50	18.15	19.12	20.72	21.98	25.04	0.00	0.07	0.18	0.31	0.43	0.52	0.61	0.68	0.74	0.79
850	7.47	8.23	8.99	9.90	10.79	11.68	12.71	13.44	14.83	17.35	19.08	20.10	21.77	23.08	26.26	0.00	0.07	0.19	0.33	0.45	0.55	0.64	0.72	0.79	0.84
900	7.83	8.63	9.43	10.38	11.32	12.26	13.34	14.10	15.61	18.19	19.99	21.06	22.79	24.15	27.43	0.00	0.07	0.20	0.35	0.48	0.58	0.68	0.77	0.84	0.89
950	8.19	9.03	9.87	10.86	11.85	12.82	13.95	14.75	16.32	19.01	20.89	21.99	23.79	25.19	28.56	0.00	0.08	0.21	0.37	0.51	0.61	0.72	0.81	0.88	0.93
1000	8.54	9.42	10.29	11.33	12.36	13.38	14.55	15.38	17.02	19.82	21.75	22.89	24.75	26.19	29.65	0.00	0.08	0.22	0.39	0.53	0.65	0.76	0.85	0.93	0.98
1100	9.23	10.18	11.13	12.25	13.36	14.46	15.73	16.62	18.38	21.36	23.42	24.62	26.58	28.09	31.67	0.00	0.09	0.25	0.43	0.59	0.71	0.83	0.94	1.02	1.08
1200	9.90	10.92	11.94	13.14	14.33	15.50	16.85	17.80	19.67	22.83	24.99	26.25	28.28	29.84	33.48	0.00	0.10	0.27	0.47	0.64	0.78	0.91	1.02	1.11	1.18
1300	10.54	11.63	12.71	14.00	15.26	16.50	17.93	18.94	20.90	24.21	26.45	27.75	29.84	31.42	35.07	0.00	0.11	0.29	0.51	0.69	0.84	0.98	1.11	1.21	1.28
1400	11.16	12.32	13.46	14.82	16.15	17.46	18.96	20.02	22.07	25.50	27.81	29.14	31.25	32.84	36.43	0.00	0.12	0.31	0.55	0.75	0.91	1.06	1.19	1.30	1.38
1500	11.76	12.98	14.19	15.61	17.01	18.38	19.94	21.04	23.17	26.70	29.05	30.40	32.51	34.08	37.54	0.00	0.12	0.34	0.59	0.80	0.97	1.14	1.28	1.39	1.48
1600	12.33	13.62	14.88	16.37	17.82	19.25	20.87	22.01	24.20	27.80	30.18	31.52	33.61	35.14	38.39	0.00	0.13	0.36	0.63	0.85	1.03	1.21	1.36	1.49	1.57
1700	12.89	14.22	15.54	17.09	18.60	20.07	21.75	22.91	25.16	28.81	31.18	32.50	34.53	35.99	38.95	0.00	0.14	0.38	0.67	0.91	1.10	1.29	1.45	1.58	1.67
1800	13.41	14.80	16.17	17.77	19.33	20.85	22.56	23.75	26.04	29.70	32.04	33.33	35.27	36.63		0.00	0.15	0.40	0.71	0.96	1.16	1.36	1.53	1.67	1.77
1900	13.92	15.36	16.76	18.41	20.02	21.57	23.32	24.53	26.83	30.48	32.77	34.01	35.83	37.06		0.00	0.16	0.43	0.74	1.01	1.23	1.44	1.62	1.76	1.87
2000	14.39	15.88	17.33	19.02	20.66	22.24	24.02	25.24	27.55	31.15	33.35	34.52	36.18			0.00	0.17	0.45	0.78	1.07	1.29	1.51	1.70	1.86	1.97
2100	14.84	16.37	17.86	19.59	21.26	22.86	24.66	25.88	28.18	31.70	33.79	34.86				0.00	0.17	0.47	0.82	1.12	1.36	1.59	1.79	1.95	2.07
2200	15.27	16.83	18.35	20.11	21.80	23.43	25.22	26.44	28.72	32.12	34.06					0.00	0.18	0.49	0.86	1.17	1.42	1.67	1.88	2.04	2.16
2300	15.66	17.26	18.80	20.59	22.30	23.93	25.72	26.93	29.16	32.41						0.00	0.19	0.52	0.90	1.23	1.49	1.74	1.96	2.14	2.26
2400	16.03	17.65	19.22	21.03	22.75	24.37	26.15	27.34	29.51	32.56						0.00	0.20	0.54	0.94	1.28	1.55	1.82	2.05	2.23	2.36
2500	16.37	18.02	19.60	21.42	23.14	24.76	26.51	27.67	29.75							0.00	0.21	0.56	0.98	1.33	1.62	1.89	2.13	2.32	2.46
2600	16.68	18.34	19.94	21.76	23.48	25.08	26.79	27.92	29.90							0.00	0.21	0.58	1.02	1.39	1.63	1.97	2.22	2.41	2.56

(3) 8V형 V-Belt 기준 전동동력 용량표(단위 : kW)

小 폴리 회전수 (rpm)	小 폴리 호칭외경															회전비에 의한 부가용량(kW/가닥)									
	300	315	335	355	375	400	425	450	460	475	500	540	560	600	630	1.00 ~ 1.01	1.02 ~ 1.05	1.06 ~ 1.11	1.12 ~ 1.18	1.19 ~ 1.26	1.27 ~ 1.38	1.39 ~ 1.57	1.58 ~ 1.94	1.95 ~ 3.38	3.39 以上
485	17.44	19.26	21.66	24.05	26.42	29.35	32.26	35.14	36.29	38.00	40.82	45.28	47.48	51.83	55.04	0.00	0.20	0.55	0.97	1.32	1.59	1.87	2.10	2.29	2.43
575	20.05	22.15	24.94	27.71	30.44	33.83	37.18	40.49	41.80	43.76	46.98	52.06	54.55	59.46	63.06	0.00	0.24	0.66	1.15	1.56	1.89	2.21	2.49	2.71	2.88
690	23.18	25.64	28.89	32.11	35.28	39.20	43.06	46.86	48.36	50.59	54.26	59.99	62.80	68.26	72.24	0.00	0.29	0.79	1.38	1.87	2.27	2.66	2.99	3.26	3.45
725	24.09	26.66	30.04	33.38	36.68	40.75	44.75	48.69	50.24	52.55	56.34	62.24	65.12	70.72	74.78	0.00	0.30	0.83	1.44	1.97	2.38	2.79	3.14	3.42	3.63
870	27.65	30.61	34.52	38.35	42.13	46.76	51.28	55.70	57.43	60.00	64.18	70.63	73.73	79.67	83.90	0.00	0.37	0.99	1.73	2.36	2.86	3.35	3.77	4.11	4.35
950	29.46	32.63	36.79	40.87	44.87	49.76	54.52	59.15	60.96	63.63	67.96	74.57	77.72	83.70	87.89	0.00	0.40	1.09	1.89	2.58	3.12	3.66	4.12	4.49	4.75
1160	33.66	37.29	42.03	46.63	51.11	56.51	61.69	66.63	68.54	71.33	75.78	82.33	85.34	90.79	94.36	0.00	0.49	1.33	2.31	3.15	3.81	4.47	5.03	5.48	5.80
1425	37.73	41.78	47.00	51.99	56.76	62.38	67.61	72.42	74.22	76.79	80.71	85.98				0.00	0.60	1.63	2.84	3.87	4.68	5.49	6.18	6.73	7.13
1750	40.61	44.87	50.23	55.20	59.77	64.87	69.27									0.00	0.73	2.00	3.49	4.75	5.75	6.74	7.58	8.26	8.75
10	0.57	0.62	0.68	0.75	0.81	0.89	0.97	1.05	1.08	1.13	1.21	1.33	1.40	1.52	1.62	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
20	1.07	1.16	1.28	1.41	1.53	1.68	1.84	1.99	2.05	2.14	2.29	2.54	2.66	2.90	3.08	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10
30	1.53	1.67	1.85	2.03	2.21	2.44	2.66	2.89	2.98	3.11	3.33	3.69	3.86	4.22	4.48	0.00	0.01	0.03	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15
40	1.98	2.16	2.40	2.64	2.88	3.17	3.47	3.76	3.88	4.05	4.34	4.81	5.04	5.50	5.84	0.00	0.02	0.05	0.08	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.20
50	2.42	2.64	2.94	3.23	3.52	3.89	4.25	4.61	4.75	4.97	5.33	5.90	6.19	6.75	7.18	0.00	0.02	0.06	0.10	0.14	0.16	0.19	0.22	0.24	0.25
60	2.85	3.11	3.46	3.81	4.15	4.59	5.02	5.45	5.62	5.87	6.30	6.98	7.31	7.99	8.49	0.00	0.03	0.07	0.12	0.16	0.20	0.23	0.26	0.28	0.30
70	3.27	3.57	3.97	4.37	4.78	5.27	5.77	6.27	6.46	6.76	7.25	8.03	8.42	9.20	9.78	0.00	0.03	0.08	0.14	0.19	0.23	0.27	0.30	0.33	0.35
80	3.68	4.02	4.48	4.93	5.39	5.95	6.51	7.08	7.30	7.63	8.19	9.08	9.52	10.40	11.06	0.00	0.03	0.09	0.16	0.22	0.26	0.31	0.35	0.38	0.40
90	4.08	4.46	4.97	5.48	5.99	6.62	7.25	7.87	8.12	8.50	9.12	10.11	10.60	11.58	12.32	0.00	0.04	0.10	0.18	0.24	0.30	0.35	0.39	0.42	0.45
100	4.48	4.90	5.46	6.02	6.58	7.28	7.97	8.66	8.94	9.35	10.04	11.13	11.67	12.76	13.57	0.00	0.04	0.11	0.20	0.27	0.33	0.39	0.43	0.47	0.50
110	4.87	5.33	5.95	6.56	7.17	7.93	8.69	9.45	9.75	10.20	10.95	12.14	12.73	13.92	14.80	0.00	0.05	0.13	0.22	0.30	0.36	0.42	0.48	0.52	0.55
120	5.25	5.76	6.43	7.09	7.75	8.58	9.40	10.22	10.55	11.03	11.85	13.14	13.78	15.07	16.02	0.00	0.05	0.14	0.24	0.33	0.39	0.46	0.52	0.57	0.60
130	5.64	6.18	6.90	7.62	8.33	9.22	10.10	10.99	11.34	11.86	12.74	14.13	14.82	16.21	17.24	0.00	0.05	0.15	0.26	0.35	0.43	0.50	0.56	0.61	0.65
140	6.02	6.60	7.37	8.14	8.90	9.85	10.80	11.75	12.12	12.69	13.62	15.11	15.86	17.34	18.44	0.00	0.06	0.16	0.28	0.38	0.46	0.54	0.61	0.66	0.70
150	6.39	7.01	7.83	8.65	9.47	10.48	11.49	12.50	12.90	13.50	14.50	16.09	16.88	18.46	19.63	0.00	0.06	0.17	0.30	0.41	0.49	0.58	0.65	0.71	0.75
160	6.76	7.42	8.29	9.16	10.03	11.11	12.18	13.25	13.67	14.31	15.37	17.06	17.90	19.57	20.82	0.00	0.07	0.18	0.32	0.43	0.53	0.62	0.69	0.76	0.80
170	7.13	7.82	8.75	9.67	10.58	11.72	12.86	13.99	14.44	15.11	16.24	18.02	18.91	20.67	21.99	0.00	0.07	0.19	0.34	0.46	0.56	0.65	0.74	0.80	0.85
180	7.49	8.22	9.20	10.17	11.14	12.34	13.54	14.73	15.20	15.91	17.09	18.97	19.91	21.77	23.16	0.00	0.08	0.21	0.36	0.49	0.59	0.69	0.78	0.85	0.90
190	7.85	8.62	9.65	10.67	11.68	12.95	14.21	15.46	15.96	16.70	17.94	19.92	20.90	22.86	24.31	0.00	0.08	0.22	0.38	0.52	0.62	0.73	0.82	0.90	0.95
200	8.21	9.02	10.09	11.16	12.23	13.55	14.87	16.18	16.71	17.49	18.79	20.86	21.89	23.94	25.46	0.00	0.08	0.23	0.40	0.54	0.66	0.77	0.87	0.94	1.00
250	9.95	10.95	12.27	13.58	14.89	16.52	18.14	19.75	20.39	21.35	22.94	25.47	26.73	29.23	31.09	0.00	0.10	0.29	0.50	0.68	0.82	0.96	1.08	1.18	1.25
300	11.64	12.82	14.38	15.93	17.48	19.40	21.30	23.20	23.96	25.09	26.96	29.94	31.42	34.35	36.53	0.00	0.13	0.34	0.60	0.81	0.99	1.16	1.30	1.42	1.50
350	13.27	14.63	16.42	18.21	19.98	22.19	24.38	26.56	27.42	28.72	30.86	34.27	35.96	39.30	41.79	0.00	0.15	0.40	0.70	0.95	1.15	1.35	1.52	1.65	1.75
400	14.86	16.38	18.41	20.42	22.42	24.91	27.37	29.82	30.79	32.24	34.65	38.46	40.35	44.09	46.86	0.00	0.17	0.46	0.80	1.09	1.32	1.54	1.73	1.89	2.00
450	16.39	18.09	20.34	22.58	24.80	27.55	30.28	32.98	34.06	35.66	38.32	42.52	44.60	48.71	51.74	0.00	0.19	0.51	0.90	1.22	1.48	1.73	1.95	2.12	2.25
500	17.89	19.75	22.22	24.67	27.10	30.12	33.10	36.06	37.23	38.98	41.88	46.44	48.70	53.15	56.43	0.00	0.21	0.57	1.00	1.36	1.64	1.93	2.17	2.36	2.50
550	19.34	21.36	24.05	26.71	29.35	32.61	35.84	39.03	40.30	42.19	45.31	50.22	52.64	57.40	60.90	0.00	0.23	0.63	1.10	1.49	1.81	2.12	2.38	2.60	2.75
600	20.75	22.93	25.82	28.69	31.53	35.03	38.50	41.92	43.27	45.29	48.62	53.85	56.42	61.46	65.16	0.00	0.25	0.69	1.20	1.63	1.97	2.31	2.60	2.83	3.00
650	22.12	24.46	27.55	30.61	33.64	37.38	41.07	44.70	46.14	48.28	51.81	57.33	60.03	65.32	69.19	0.00	0.27	0.74	1.30	1.76	2.14	2.50	2.82	3.07	3.25
700	23.44	25.93	29.22	32.47	35.69	39.65	43.55	47.38	48.90	51.15	54.86	60.64	63.47	68.98	72.98	0.00	0.29	0.80	1.40	1.90	2.30	2.70	3.03	3.30	3.50
750	24.73	27.37	30.84	34.28	37.67	41.84	45.94	49.96	51.55	53.91	57.78	63.79	66.72	72.41	76.52	0.00	0.31	0.86	1.49	2.03	2.47	2.89	3.25	3.54	3.75
800	25.98	28.75	32.41	36.02	39.58	43.95	48.23	52.43	54.08	56.54	60.55	66.77	69.78	75.60	79.79	0.00	0.34	0.91	1.59	2.17	2.63	3.08	3.47	3.78	4.00
900	28.34	31.38	35.38	39.32	43.18	47.91	52.53	57.03	58.79	61.40	65.65	72.16	75.29	81.26	85.49	0.00	0.38	1.03	1.79	2.44	2.96	3.47	3.90	4.25	4.50
1000	30.53	33.82	38.13	42.35	46.49	51.53	56.41	61.14	62.99	65.71	70.10	76.77	79.93	85.86	89.98	0.00	0.42	1.14	1.99	2.71	3.29	3.85	4.33	4.72	5.00
1100	32.54	36.05	40.64	45.12	49.48	54.76	59.85	64.74	66.64	69.42	73.87	80.52	83.61	89.31	93.14	0.00	0.46	1.26	2.19	2.98	3.62	4.24	4.77	5.19	5.50
1200	34.36	38.07	42.90	47.59	52.13	57.60	62.82	67.78	69.70	72.48	76.90	83.35	86.28	91.52	94.87	0.00	0.50	1.37	2.39	3.26	3.95	4.62	5.20	5.67	6.00
1300	35.99	39.87	44.89	49.75	54.42	60.01	65.28	70.24	72.13	74.86	79.13	85.19	87.84			0.00	0.55	1.49	2.59	3.53	4.27	5.01	5.63	6.14	6.50
1400	37.41	41.43	46.61	51.59	56.34	61.96	67.21	72.06	73.89	76.50	80.50	85.96				0.00	0.59	1.60	2.79	3.80	4.60	5.39	6.07	6.61	7.00
1500	38.61	42.74	48.04	53.08	57.86	63.44	68.57	73.22	74.94	77.36	80.98					0.00	0.63	1.72	2.99	4.07	4.93	5.78	6.50	7.08	7.50
1600	39.59	43.80	49.16	54.22	58.96	64.42</																			

표 6-25 길이 보정계수(KL) & 접촉각 보정계수(K ψ)

1. 표준 V-Belt

(1) Belt 길이에 의한 보정계수

호칭번호	보 정 계 수 (KL)				
	A 형	B 형	C 형	D 형	E 형
20~25	0.80	0.78			
26~30	0.81	0.79			
31~34	0.84	0.80			
35~37	0.87	0.81			
38~41	0.88	0.83			
42~45	0.90	0.85	0.78		
46~50	0.92	0.87	0.79		
51~54	0.94	0.89	0.80		
55~59	0.96	0.90	0.81		
60~67	0.98	0.92	0.82		
68~74	1.00	0.95	0.85		
75~79	1.02	0.97	0.87		
80~84	1.04	0.98	0.89		
85~89	1.05	0.99	0.90		
90~95	1.06	1.00	0.91		
96~102	1.08	1.02	0.92	0.83	
105~110	1.10	1.04	0.94	0.84	
112~118	1.11	1.05	0.95	0.85	
120~125	1.13	1.07	0.97	0.86	
128~142	1.14	1.08	0.98	0.87	
145~150	1.15	1.11	1.00	0.90	
155~165	1.16	1.13	1.02	0.92	
170~175	1.17	1.15	1.04	0.93	
180~190	1.18	1.16	1.05	0.94	0.91
195~205		1.18	1.07	0.96	0.92
210~230		1.19	1.08	0.98	0.94
240~260			1.11	1.00	0.96
270~280			1.14	1.03	0.99
300~310			1.16	1.05	1.01
330			1.19	1.07	1.03
360			1.21	1.09	1.05
390			1.23	1.11	1.07
420			1.24	1.12	1.09

(2) 소 폴리 접촉각에 의한 보정계수

$\frac{Dp-dp}{C}$	소 폴리 접촉각도 ψ (度)	보정계수 K ψ	$\frac{Dp-dp}{C}$	소 폴리 접촉각도 ψ (度)	보정계수 K ψ
0.00	180	1.00	0.80	133	0.87
0.10	174	0.99	0.90	127	0.85
0.20	169	0.97	1.00	120	0.82
0.30	163	0.96	1.10	113	0.80
0.40	157	0.94	1.20	106	0.77
0.50	151	0.93	1.30	99	0.73
0.60	145	0.91	1.40	91	0.70
0.70	139	0.89	1.50	83	0.65

2. 세폭 V-Belt

(1) V-Belt 길이 보정계수

호칭 번호	Belt 길이의 보정계수 Kt			호칭 번호	Belt 길이의 보정계수 Kt		
	3V	5V	8V		3V	5V	8V
250	0.83	—	—	1180	1.12	0.99	0.89
265	0.84	—	—	1250	1.13	1.00	0.90
280	0.85	—	—	1320	1.14	1.01	0.91
300	0.86	—	—	1400	1.15	1.02	0.92
315	0.87	—	—	1500	—	1.03	0.93
335	0.88	—	—	1600	—	1.04	0.94
355	0.89	—	—	1700	—	1.05	0.94
375	0.90	—	—	1800	—	1.06	0.95
400	0.92	—	—	1900	—	1.07	0.96
425	0.93	—	—	2000	—	1.08	0.97
450	0.94	—	—	2120	—	1.09	0.98
475	0.95	—	—	2240	—	1.09	0.98
500	0.96	0.85	—	2360	—	1.10	0.99
530	0.97	0.86	—	2500	—	1.11	1.00
560	0.98	0.87	—	2650	—	1.12	1.01
600	0.99	0.88	—	2800	—	1.13	1.02
630	1.00	0.89	—	3000	—	1.14	1.03
670	1.01	0.90	—	3150	—	1.15	1.03
710	1.02	0.91	—	3350	—	1.16	1.04
750	1.03	0.92	—	3550	—	1.17	1.05
800	1.04	0.93	—	3750	—	—	1.06
850	1.06	0.94	—	4000	—	—	1.07
900	1.07	0.95	—	4250	—	—	1.08
950	1.08	0.96	—	4500	—	—	1.09
1000	1.09	0.96	0.87	4750	—	—	1.09
1060	1.10	0.97	0.88	5000	—	—	1.10
1120	1.11	0.98	0.88	5600	—	—	1.12

(2) 접촉각도 보정계수

$\frac{D_e - d_e}{C}$	소폴리 축의 접촉각도 ϕ (度)	접촉각도 보정계수 $K\phi$
0.00	180	1.00
0.10	174	0.99
0.20	169	0.97
0.30	163	0.96
0.40	157	0.94
0.50	151	0.93
0.60	145	0.91
0.70	139	0.89
0.80	133	0.87
0.90	127	0.85
1.00	120	0.82
1.10	113	0.80
1.20	106	0.77
1.30	99	0.73
1.40	91	0.70
1.50	83	0.65

제 7장

전동기 특성 Data 및 규격

- 7. 1 LG·OTIS 전폐형 전동기특성
- 7. 2 농형유도전동기 KS 전부하특성
- 7. 3 농형유도전동기 KS 토오크 특성
- 7. 4 농형유도전동기 KS 소음레벨
- 7. 5 LG·OTIS 삼상유도전동기 소음측정치
- 7. 6 LG·OTIS 삼상유도전동기 진동측정치
- 7. 7 LG·OTIS 삼상유도전동기 기동계급
- 7. 8 AOC Type전동기의 최소 요구풍속

7. 전동기 특성 Data 및 규격

7.1 LG·OTIS 전폐형(0.4kW~110kW) 전동기 특성

4극

사 양		범용 전폐 외선형 4P 220(V) 60(Hz)										
항목 단위	전부하 회전수 (rpm)	토크			전류		효율			역률		
		정격 (kg·m)	기동 (%)	정동 (%)	기동 (A)	정격 (A)	50% 부하 (%)	75% 부하 (%)	100% 부하 (%)	50% 부하 (%)	75% 부하 (%)	100% 부하 (%)
출력(kW)												
0.4	1720	0.22	230	270	9.0	1.82	68.0	73.0	74.0	57.5	69.0	78.0
0.75	1725	0.42	240	280	20	3.3	70.5	76.0	77.5	55.5	68.0	76.5
1.5	1735	0.84	250	280	48	6.4	76.0	78.0	79.5	57.0	69.5	77.5
2.2	1745	1.23	250	290	66	8.3	81.2	84.0	84.3	64.0	76.2	82.5
3.7	1745	2.07	250	280	103	13.4	82.5	85.0	85.3	68.5	79.5	85.0
5.5	1720	3.11	250	280	150	19.6	84.0	86.8	87.5	68.5	78.5	84.0
7.5	1720	4.25	250	280	216	26.3	85.8	88.0	88.5	74.0	82.0	84.5
11	1765	6.07	230	260	325	38.6	85.2	88.3	89.5	70.0	79.0	83.5
15	1765	8.28	230	260	423	50.5	88.0	90.0	90.8	72.5	81.5	85.8
18.5	1768	10.19	230	260	490	62.6	88.0	90.0	90.8	72.5	81.5	85.4
22	1768	12.12	240	280	655	76.7	88.0	90.6	91.2	70.0	78.0	82.5
30	1755	16.65	230	270	739	100.8	87.8	90.5	91.0	72.5	81.3	85.8
37	1755	20.53	210	250	793	122.4	87.8	90.5	91.2	74.5	84.2	84.0
45	1765	24.84	220	270	920	148.5	89.5	91.5	92.5	76.5	84.5	86.0
55	1750	30.61	230	270	1195	185.7	89.5	91.5	92.0	76.5	83.0	84.5
75	1750	41.74	220	260	1450	241.7	89.5	91.5	92.0	80.0	86.5	88.5
95	1750	52.87	210	240	1500	307.9	88.0	90.5	91.5	80.0	86.5	88.5
110	1750	61.22	250	280	2460	346.7	88.5	91.0	92.0	82.0	88.5	90.5

2 극

사 양		범용 전폐 외선형 2P 220(V) 60(Hz)										
항목 단위	전부하 회전수 (rpm)	토 오 크			전 류		효 율			역 륵		
		정격 (kg·m)	기동 (%)	정동 (%)	기동 (A)	정격 (A)	50% 부하 (%)	75% 부하 (%)	100% 부하 (%)	50% 부하 (%)	75% 부하 (%)	100% 부하 (%)
출력(kW)												
0.4	3500	0.11	220	250	12	1.94	62.5	67.5	68.0	62.0	70.0	79.5
0.75	3475	0.21	220	250	20	3.07	68.5	72.0	72.5	71.0	80.0	88.5
1.5	3485	0.42	220	250	40	5.78	76.5	82.0	82.5	65.0	74.5	82.5
2.2	3475	0.62	230	280	65	7.63	82.5	85.8	87.0	75.1	83.1	87.0
3.7	3520	1.02	270	300	140	13.1	79.8	84.0	84.5	75.0	81.8	88.0
5.5	3495	1.53	250	280	145	18.5	81.0	84.5	85.0	85.0	90.5	92.0
7.5	3485	2.10	240	270	176	25.0	81.0	84.5	85.5	85.0	90.5	92.0
11	3540	3.03	210	250	265	37.7	83.5	86.0	87.0	81.0	86.5	88.0
15	3540	4.13	230	270	380	49.4	85.5	88.0	89.5	82.0	87.5	89.0
18.5	3540	5.09	230	270	385	59.4	86.5	89.0	90.5	83.5	89.0	90.3
22	3550	6.04	230	260	480	71.4	86.5	89.0	89.5	82.5	88.7	90.3
30	3530	8.28	220	250	620	96.1	86.5	89.0	89.5	83.5	89.5	91.5
37	3530	10.21	250	280	875	117.3	87.0	89.5	90.0	84.0	90.0	92.0
45	3545	15.11	220	250	1065	170.6	89.0	90.5	91.0	87.5	91.0	93.0
55	3545	15.11	220	250	1285	170.6	89.0	90.5	91.0	87.5	91.0	93.0
75	3535	20.66	200	240	1630	232.6	89.0	90.5	91.0	87.5	91.0	93.0

비 고 : 이 표의 전부하 전류 및 무부하 전류의 값은 정격전압 220V인 경우의 것으로서 정격전압 E(V)인 경우에는 그 $\frac{220}{E}$ 를 취한다.

6 크

사 양	범용 전폐 외선형 6P 220(V) 60(Hz)											
	항목 단위 출력(kW)	전부하 회전수 (rpm)	토 오 크			전 류		효 율			역 률	
정격 (kg·m)			기동 (%)	정동 (%)	기동 (A)	정격 (A)	50% 부하 (%)	75% 부하 (%)	100% 부하 (%)	50% 부하 (%)	75% 부하 (%)	100% 부하 (%)
0.2	1150	0.17	250	280	6.0	1.37	53.5	62.0	65.0	40.5	49.5	59.0
0.4	1140	0.34	250	280	9.8	2.3	57.0	65.5	68.5	46.5	55.5	66.5
0.75	1145	0.64	220	250	19.0	3.92	69.5	73.5	75.5	45.5	58.5	66.5
1.5	1145	1.28	190	230	38.0	6.75	75.5	79.5	80.5	49.5	62.5	72.5
2.2	1145	1.87	190	220	51.0	9.40	79.5	82.5	83.0	54.5	67.0	74.0
3.7	1135	3.18	190	220	87.0	13.8	80.5	84.5	85.0	66.5	77.0	83.0
5.5	1140	4.70	190	220	113	21.5	83.7	86.0	87.0	60.5	71.5	77.0
7.5	1135	6.44	200	230	169	27.1	85.5	87.0	87.5	68.0	78.0	83.0
11	1155	9.28	190	220	258	38.9	87.5	88.5	89.5	68.0	78.0	83.0
15	1165	12.54	220	260	370	52.1	87.5	89.0	90.5	68.0	78.0	83.5
18.5	1165	15.47	220	260	425	63.7	88.0	89.5	91.0	69.5	79.5	83.8
22	1168	18.35	250	280	545	76.0	88.0	89.5	91.0	69.5	79.5	83.5
30	1165	25.08	230	260	708	104.2	88.0	90.0	91.0	70.5	79.5	83.0
37	1165	30.93	220	250	745	126.3	88.0	90.0	91.5	70.5	79.5	84.0
45	1165	37.62	170	210	795	153.7	89.0	90.0	91.5	70.5	79.5	84.0
55	1160	46.18	170	210	920	185.7	89.5	91.0	92.0	71.5	80.5	84.5
75	1160	62.97	160	200	1335	245.9	89.5	91.0	92.0	75.0	83.2	87.0
95	1160	79.77	160	200	1667	308.0	90.0	91.5	92.5	75.5	83.9	87.5

7.2 농형유도전동기 KS 전부하 특성

표준전폐형 전동기의 전부하 특성

정격출력 kW	극수	동기회전 속도 rpm	전부하 특성		참 고 치		
			효율 η %	역률 Pf %	무부하 전류 I ₀ (각상의 평균치) A	전부하 전류 I (각상의 평균치) A	전부하 슬립 S %
0.2	2	3600	56.0 이상	65.0 이상	1.0	1.5	10.0
0.4			64.0 이상	72.0 이상	1.4	2.3	8.5
0.75			70.0 이상	77.0 이상	1.9	3.5	7.5
1.5			76.5 이상	80.5 이상	3.1	6.3	7.0
2.2			79.5 이상	81.5 이상	4.2	8.7	6.5
3.7			82.5 이상	82.5 이상	6.3	14.0	6.0
5.5			84.5 이상	79.5 이상	10.0	20.9	6.0
7.5			85.5 이상	80.5 이상	12.7	28.2	6.0
11			86.5 이상	82.0 이상	16.4	40.0	5.5
15			88.0 이상	82.5 이상	21.8	53.6	5.5
18.5			88.0 이상	83.0 이상	26.4	65.5	5.5
22			89.0 이상	83.5 이상	30.9	76.4	5.0
30			89.0 이상	84.0 이상	40.9	102.7	5.0
37			90.0 이상	84.5 이상	50.0	125.5	5.0
45			90.2 이상	88.0 이상	53.0	148.8	4.0
55			90.2 이상	88.5 이상	60.4	180.8	4.0
75			90.5 이상	89.0 이상	81.5	244.4	3.5
90			90.7 이상	89.0 이상	97.5	292.6	3.5
110			91.0 이상	89.5 이상	118.2	354.4	3.0
132			91.2 이상	89.5 이상	141.5	424.4	3.0
160	91.5 이상	90.0 이상	170.0	509.9	3.0		
200	91.7 이상	90.0 이상	212.0	636.0	3.0		
0.2	4	1800	58.0 이상	53.0 이상	1.4	1.6	10.5
0.4			65.0 이상	63.0 이상	1.8	2.5	9.0
0.75			71.5 이상	70.0 이상	2.5	3.8	8.0
1.5			78.0 이상	75.0 이상	3.9	6.6	7.5
2.2			81.0 이상	77.0 이상	5.0	9.1	7.0
3.7			83.0 이상	78.0 이상	8.2	14.6	6.5
5.5			85.0 이상	77.0 이상	11.8	21.8	6.0
7.5			86.0 이상	78.0 이상	14.5	29.1	6.0
11			87.0 이상	79.0 이상	20.9	40.9	6.0
15			88.0 이상	79.5 이상	26.4	55.5	5.5
18.5			88.5 이상	80.0 이상	31.8	67.3	5.5
22			89.0 이상	80.5 이상	36.4	78.2	5.5
30			89.5 이상	81.5 이상	47.3	105.5	5.5
37			90.0 이상	81.5 이상	56.4	129.1	5.5
45			90.5 이상	83.0 이상	62.0	157.2	4.5
55			90.5 이상	83.5 이상	71.0	191.0	4.5
75			90.7 이상	84.5 이상	85.6	256.8	4.5
90			91.2 이상	85.0 이상	101.6	304.7	4.0
110			91.5 이상	86.0 이상	122.3	366.9	4.0
132			91.7 이상	87.0 이상	144.7	434.2	3.5
160	92.0 이상	88.0 이상	172.9	518.6	3.5		
200	92.4 이상	88.0 이상	215.2	645.5	3.5		

정격출력 kW	극수	동기회전 속도 rpm	전부하 특성		참고치		
			효율 η %	역률 Pf %	무부하 전류 Io (각상의 평균치) A	전부하 전류 I (각상의 평균치) A	전부하 슬립 S %
0.4	6	1200	64.0 이상	55.0 이상	2.3	2.9	10.0
0.75			70.0 이상	63.0 이상	3.1	4.4	8.5
1.5			76.5 이상	69.0 이상	4.7	7.3	8.0
2.2			79.5 이상	71.0 이상	6.2	10.1	7.0
3.7			82.5 이상	73.0 이상	9.1	15.8	6.5
5.5			84.5 이상	72.0 이상	13.6	23.6	6.0
7.5			85.5 이상	73.0 이상	17.3	30.9	6.0
11			86.5 이상	74.5 이상	23.6	43.6	6.0
15			87.5 이상	75.5 이상	30.0	58.2	6.0
18.5			88.0 이상	76.0 이상	37.3	71.8	5.5
22			88.5 이상	77.0 이상	40.0	82.7	5.5
30			89.0 이상	78.0 이상	50.9	111.8	5.5
37			90.0 이상	78.5 이상	60.9	136.4	5.5
45			90.0 이상	81.5 이상	68.4	161.0	4.5
55			90.5 이상	82.0 이상	82.8	194.5	4.5
75			90.7 이상	82.5 이상	87.7	263.0	4.5
90			91.0 이상	84.0 이상	103.0	309.0	4.0
110	91.0 이상	86.0 이상	123.0	368.9	4.0		
132	91.5 이상	86.0 이상	146.7	440.2	3.5		
160	91.5 이상	86.0 이상	177.9	533.6	3.5		
0.4	8	900	64.0 이상	56.0 이상	2.3	2.5	10.0
0.75			70.0 이상	58.0 이상	3.5	4.2	9.0
1.5			73.0 이상	60.0 이상	6.4	8.9	8.0
2.2			75.0 이상	61.0 이상	8.0	12.0	7.0
3.7			78.0 이상	65.0 이상	12.3	17.2	6.5
5.5			80.0 이상	67.0 이상	16.4	24.4	6.5
7.5			81.0 이상	70.0 이상	20.7	31.5	6.5
11			84.0 이상	72.0 이상	28.3	44.3	6.0
15			85.5 이상	74.0 이상	36.1	58.4	5.5
18.5			86.5 이상	75.0 이상	42.1	70.5	5.5
22			87.5 이상	76.0 이상	46.9	81.1	5.5
30			88.0 이상	76.5 이상	60.6	116.9	5.5
37			89.5 이상	76.5 이상	77.6	141.8	4.0
45			90.0 이상	77.5 이상	85.0	169.3	4.0
55			90.2 이상	78.5 이상	91.0	203.9	4.0
75			90.5 이상	79.0 이상	100.0	276.8	3.5
90			90.7 이상	80.0 이상	108.5	325.5	3.5
110	91.0 이상	80.5 이상	132.2	396.5	3.5		

비고 : 이 표의 전부하 전류 및 무부하 전류의 값은 정격전압 220V인 경우의 것으로서 정격전압 E(V)인 경우에는 $\frac{220}{E}$ 를 취한다.

7.3 농형유도전동기 KS 토크 특성

전동기의 토크 특성

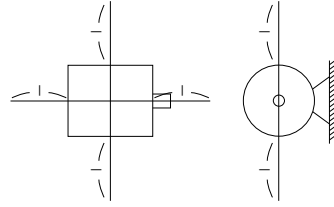
정격출력 kW	정 격 토크 에 대 한 비											
	2 급			4 급			6 급			8 급		
	최소기동	풀 업	최 대	최소기동	풀 업	최 대	최소기동	풀 업	최 대	최소기동	풀 업	최 대
0.2	1.9	1.3	2.0	2.0	1.4	2.0	-	-	-	-	-	-
0.4	1.9	1.3	2.0	2.0	1.4	2.0	1.7	1.2	1.7	1.5	1.1	1.6
0.75	1.8	1.2	2.0	1.9	1.3	2.0	1.7	1.2	1.8	1.5	1.1	1.7
1.5	1.8	1.2	2.0	1.9	1.3	2.0	1.6	1.1	1.9	1.4	1.0	1.8
2.2	1.7	1.1	2.0	1.8	1.2	2.0	1.6	1.1	1.9	1.4	1.0	1.8
3.7	1.6	1.1	2.0	1.7	1.2	2.0	1.5	1.1	1.9	1.3	1.0	1.8
5.5	1.5	1.0	2.0	1.6	1.1	2.0	1.5	1.1	1.9	1.3	1.0	1.8
7.5	1.5	1.0	2.0	1.6	1.1	2.0	1.5	1.1	1.8	1.3	1.0	1.7
11	1.4	1.0	2.0	1.5	1.1	2.0	1.4	1.0	1.8	1.2	0.9	1.7
15	1.4	1.0	2.0	1.5	1.1	2.0	1.4	1.0	1.8	1.2	0.9	1.7
18.5	1.3	0.9	1.9	1.4	1.0	1.9	1.4	1.0	1.8	1.2	0.9	1.7
22	1.3	0.9	1.9	1.4	1.0	1.9	1.4	1.0	1.8	1.2	0.9	1.7
30	1.2	0.9	1.9	1.3	1.0	1.9	1.3	1.0	1.8	1.2	0.9	1.7
37	1.2	0.9	1.9	1.3	1.0	1.9	1.3	1.0	1.8	1.2	0.9	1.7
45	1.1	0.8	1.8	1.2	0.9	1.8	1.2	0.9	1.7	1.1	0.8	1.7
55	1.1	0.8	1.8	1.2	0.9	1.8	1.2	0.9	1.7	1.1	0.8	1.7
75	1.0	0.7	1.8	1.1	0.8	1.8	1.1	0.8	1.7	1.0	0.7	1.6
90	1.0	0.7	1.8	1.1	0.8	1.8	1.1	0.8	1.7	1.0	0.7	1.6
110	0.9	0.7	1.7	1.0	0.8	1.7	1.0	0.8	1.7	0.9	0.7	1.6
132	0.9	0.7	1.7	1.0	0.8	1.7	1.0	0.8	1.7	0.9	0.7	1.6
160	0.8	0.6	1.7	0.9	0.7	1.7	0.9	0.7	1.6	0.9	0.7	1.6
200	0.8	0.6	1.7	0.9	0.7	1.7	0.9	0.7	1.6	0.9	0.7	1.6

비 고 : 정격출력 0.2kW 및 0.4kW는 전폐형만으로 한다.

7.4 농형유도전동기 KS 소음레벨

◆ 측정조건

- 소음계 - 보통소음계에 의해 실시.
주파수 보정은 A특성으로 함.
- 측정위치 - 4점의 평균을 취함.
- 측정장소 - 주위로부터의 반사, 소음이 될수있는데로 적게, 또 변화가 적은장소에서 단성체 위가 바람직 함.
- 운전조건 - 정격전압, 주파수, 무부하운전.



출력	l (m)
1kW미만	0.5
1kW이상	1.0

전동기의 소음

dB/A

정격출력 (kW)	보 호 형				전 폐 형			
	2극	4극	6극	8극	2극	4극	6극	8극
0.2	-	-	-	-	66	59	-	-
0.4	-	-	-	-	69	61	60	60
0.75	63	58	58	57	73	63	61	60
1.5	67	58	58	57	75	67	61	61
2.2	68	62	60	59	77	68	63	62
3.7	71	65	62	60	80	72	65	64
5.5	75	67	64	63	83	74	68	67
7.5	76	69	67	66	84	77	70	69
11	78	72	69	67	87	78	72	71
15	80	74	72	71	87	82	74	72
18.5	82	76	74	73	90	82	77	76
22	86	76	74	73	90	82	79	77
30	88	79	77	75	91	84	81	77
37	88	79	77	75	91	85	81	77
45	90	82	80	76	93	86	83	79
55	90	82	80	76	93	86	85	79
75	92	85	82	79	94	89	85	82
90	92	85	82	79	94	89	85	82
110	92	85	82	79	96	87	86	82
132	93	87	84	-	96	87	86	-
160	93	87	84	-	96	87	86	-
200	94	88	-	-	96	87	-	-

7.5 LG · OTIS삼상 유도전동기 소음측정치

60Hz 기준임

dB/A

출력(kW)	전 폐 형			방 적 형		
	2P	4P	6P	2P	4P	6P
0.2	53.5	50.5	48.2	54	54	48
0.4	60	52	56	60	56	52
0.75	58	55	56	58	58	54
1.5	60	58	49	60	58	56
2.2	60	60	56	60	60	56
3.7	63	60	60	63	60	60
5.5	65	62	63	65	60	60
7.5	68	65	65	65	60	62
11	70	68	65	68	64	62
15	70	68	65	70	68	62
18.5	72	70	67	72	70	68
22	82	72	67	78	70	68
30	82	74	70	78	70	70
37	84	78	70	80	72	70
45	84	78	72	80	72	72
55	92	82	72	90	76	72
75	94	82	78	92	76	78
95	-	86	78	-	81	78
110	-	86	-	-	82	-

7.6 LG·OTIS 삼상유도전동기 진동측정치

7.6.1 표준진동치와 지시한계치

전폐외선형기준

Fr. size	출력 (kW)			표준진동치 (μm)			지시한계치 (μm)		
	2P	4P	6P	2P	4P	6P	2P	4P	6P
71(주물)	0.4	0.2/0.4	0.2	10	10	10	3	3	3
80(주물)	0.75	0.75	0.4	15	10	10	3	3	3
90	1.5/2.2	1.5	0.75	15	10	10	3	3	3
100L	-	2.2	-	-	10	-	-	3	-
112S	-	-	1.5	-	-	10	-	-	3
112M	3.7	3.7	2.2	15	10	10	5	3	3
132S	5.5/7.5	5.5	3.7	20	15	10	5	3	3
132M	-	7.5	5.5	-	15	15	-	3	3
160M	11/15	11	7.5	20	15	15	5	5	5
160L	18.5	15	11	20	30	15	10	5	5
180M	22	18.5/22	15	20	30	30	10	5	5
180L	30	30	18.5/22	20	30	30	10	5	5
200L	37/45	37/45	30/37	20	30	30	10	20	20
225M	55	55	-	20	30	-	15	20	-
250S	-	-	45	-	-	30	-	-	20
250M	75	75	55	20	30	30	15	20	20
280S	95	95	75	20	30	30	15	20	20
280M	110	110	95	20	30	30	15	20	20

위 조건이상의 지시한계치가 필요한 경우 LG·OTIS 모터 전문점으로 문의 바랍니다.

7. 6. 2 공작기계 종류 및 요구진동치

공작기계의 종류		요구진동치
Lathe		$V_5 \sim V_{10}$
Turret		$V_5 \sim V_{10}$
Fraise		$V_5 \sim V_{10}$
Grinder	자 석 용	$V_3 \sim V_5$
	운 반 용	$V_{10} \sim V_{15}$
	유 압 용	$V_5 \sim V_{10}$
Drilling Machine		$V_{10} \sim V_{15}$
Boring Machine		$V_{10} \sim V_{15}$
Pine Boring Machine		$V_5 \sim V_{15}$
Press		$V_{10} \sim V_{15}$
Shearing Machine		$V_{10} \sim V_{15}$

7. 6. 3 진동계급의 종류 및 사양

진동계급	V_{30}	V_{20}	V_{15}	V_{10}	V_5	V_3
진동의 전진폭 (μm)	30 이하	20 이하	15 이하	10 이하	5 이하	3이하

1 μm 란 1/1000mm임.

7.7 LG · OTIS 삼성 유도전동기 기동계급

전폐외선형기준

출력(kW)	2 P		4 P		6 P	
	기동입력비 (KVA/kW)	기동계급	기동입력비 (KVA/kW)	기동계급	기동입력비 (KVA/kW)	기동계급
0.4	8.9	H	7.8	G	9.1	H
0.75	8.1	G	9.6	J	9.2	H
1.5	9.4	H	11.4	K	9.2	H
2.2	11.2	K	10.9	K	5.5	D
3.7	12.9	L	10.4	J	7.3	F
5.5	9.3	H	10.0	J	9.0	H
7.5	8.6	H	10.6	J	9.0	H
11	10.0	J	10.4	J	9.0	H
15	10.0	J	10.2	J	9.3	H
18.5	8.0	H	10.1	J	9.1	H
22	10.4	J	11.3	K	9.4	H
30	10.1	J	9.8	J	8.5	H
37	9.5	J	6.8	F	6.5	H
45	9.0	H	7.4	F	6.5	E
55	8.7	H	8.6	H	6.8	F
75	9.0	H	7.4	F	6.6	E
95			7.6	G	6.6	E
110			8.5	H		

7. 8 AOC Type 전동기의 최소 요구 풍속

(단위 m/sec)

극수 구분 출력(kW)	2 P		4 P		6 P		8 P	
	Fr. No.	풍 속	Fr. No.	풍 속	Fr. No.	풍 속	Fr. No.	풍 속
0.4	71	2.1	71	2.1	80	2.5	90L	3.6
0.75	80	3.1	80	2.5	90L	3.6	100L	4.6
1.5	90L	4.6	90L	3.6	112S	4.6	112M	4.6
2.2	90L	4.6	100L	6.1	112M	4.6	132S	5.4
3.7	112M	12.2	112M	6.1	132S	5.4	132M	5.4
5.5	132S	9.2	132S	8.2	132M	5.4	160M	6.1
7.5	132M	9.2	132M	8.2	160M	6.8	160L	6.1
11	160M	13.2	160M	10.2	160L	6.8	180M	7.8
15	160M	13.2	160L	10.2	180M	7.8	180L	7.8
18.5	160L	13.2	180M	11.7	180L	9.6	200L	10.7
22	180M	13.2	180M	11.7	180L	9.6	200L	10.7
30	180L	13.2	180L	11.7	200L	10.7	225S	10.9
37	200L	14.2	200L	14.2	200L	10.7	250S	10.9
45	200L	14.2	200L	14.2	250S	10.7	250M	10.9
55	225M	15.2	225M	15.2	250M	10.9	280S	11.9
75	250M	15.2	250M	15.2	280S	11.9	280M	11.9
95	-		280S	17.8	280M	14.2	-	
110	-		280M	17.8	-	-	-	
132	-							

- 주의 : (1) AOC Type이란 Air Over Cooling Type임.
 (2) 절연등급은 LG·OTIS 표준등급에 따른다.
 (3) Service Factor : 1.0
 (4) 토크 특성 : NEMA Design B