

제5장

전동기선정의 기준

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

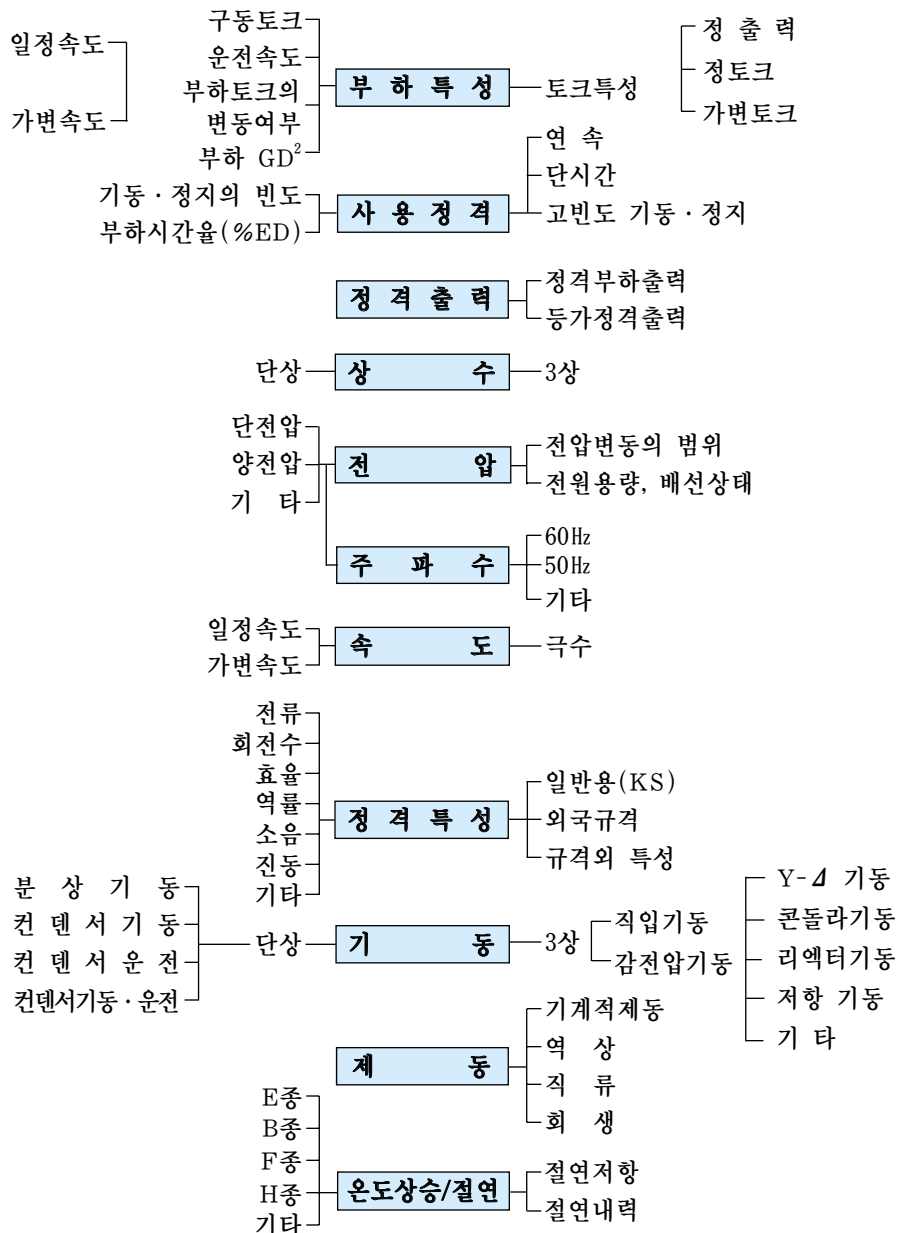
5. 전동기 선정기준

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.

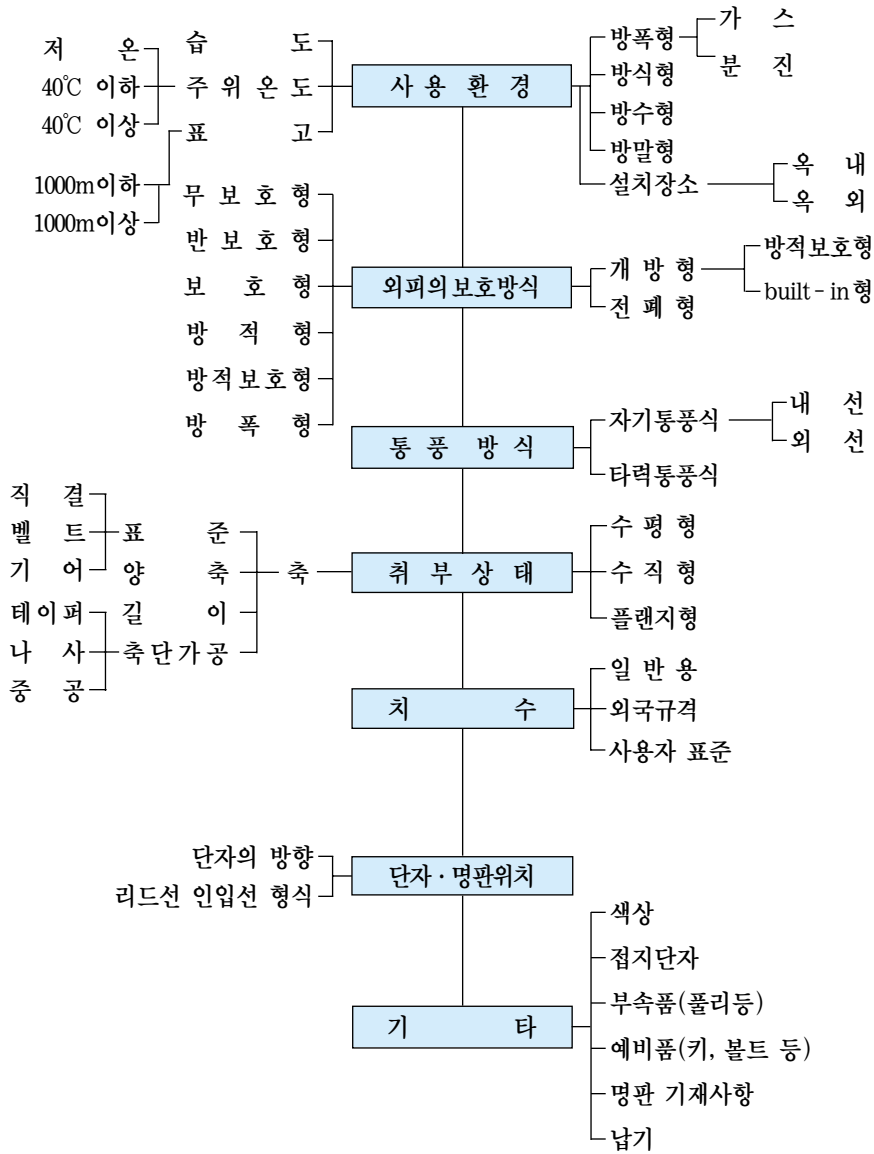
이하 전동기의 전기적, 기계적 SPEC 결정방법에 대하여 설명하겠다.

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

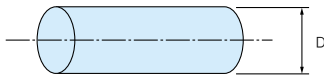
관성(Flywheel)효과로 전동기를 정상속도까지 도달시키는데 소요되는 시간에 관계되는 것으로 관성의 크기로 표시한다.

GD^2 의 단위는 $kg \cdot m^2$ 로 표시하며, 전동기의 발열과 기동시간에 큰 영향을 미치므로 그 크기에 대해서는 주의를 요한다. GD^2 에 대해서는 전동기의 가·감속 성능이나 가·감속 시 발열에 관계하나 일반적으로는 전동기 GD_M^2 의 크기보다는 부하 GD_L^2 의 크기가 문제로 된다. 표준농형유도전동기에서는 부하 GD_L^2 의 크기에 대하여 허용조건이 정해져 있으므로 주의를 필요로 하며, 특히 운전·정지를 반복하여 사용하거나 GD_L^2 가 큰 경우 또는 전기적제동을 하는 경우 등은 사용조건을 충분히 검토해야 한다.

(2) GD^2 를 구하는 공식

간단한 구조를 예로하여 GD^2 를 구하는 방법을 예시했으며, 기타 복잡한 형상은 별도 소개한다.

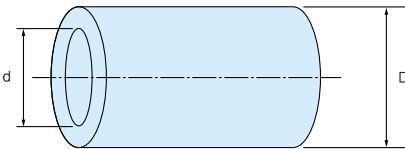
a) 원판 형상의 경우



$$\begin{cases} \text{외경} : D(m) \\ \text{중량} : W(kg \cdot f) \end{cases}$$

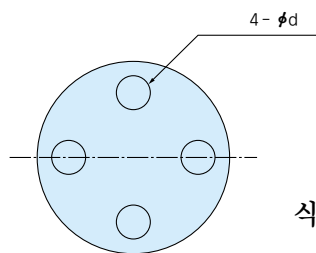
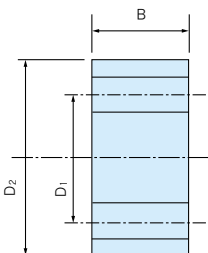
$$\text{식) } GD^2 = \frac{1}{2}WD^2(kg \cdot m^2)$$

b) 원통 형상의 경우



$$\begin{cases} \text{외경} : D(m) \\ \text{내경} : d(m) \\ \text{중량} : W(kg \cdot f) \end{cases}$$

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



$$\text{비중} : \gamma \text{ kg / m}^3$$

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

표 5-1 GD^2 에 관한 공식

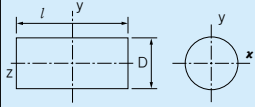
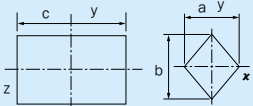
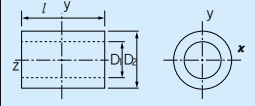
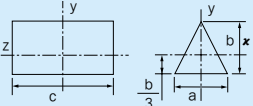
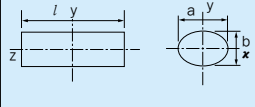
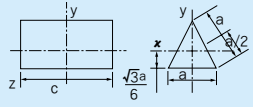
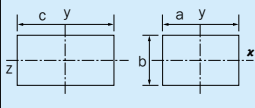
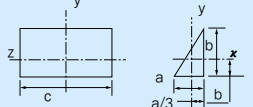
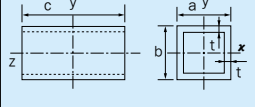
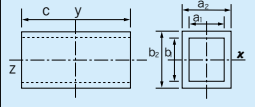
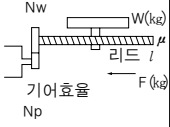
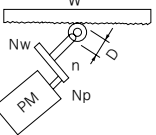
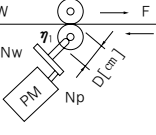
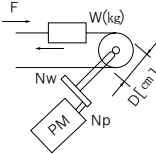
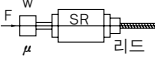
물 체 형 상	W(중량) GD^2	물 체 형 상	W(중량) GD^2
<p>1</p> 	$W = \frac{\pi}{4} \gamma D^2 l$ $GD_x^2 = GD_y^2 = W \left(\frac{D^2}{4} + \frac{l^2}{4} \right)$ $GD_z^2 = \frac{1}{2} W D^2$	<p>7</p> 	$W = \frac{1}{2} \gamma abc$ $GD_x^2 = \frac{1}{3} W \left(\frac{b^2}{2} + C^2 \right)$ $GD_y^2 = \frac{1}{3} W \left(\frac{a^2}{2} + C^2 \right)$ $GD_z^2 = \frac{1}{6} W (a^2 + b^2)$
<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> 	$W_1 = \gamma a_1 b_1 c, W_2 = \gamma a_2 b_2 c$ $W_1 = W_2 - W_1 = \gamma (a_2 b_2 - a_1 b_1)$ $GD_x^2 = \frac{1}{3} W^2 (b_2^2 + c^2) - \frac{1}{3} W_1 (b_1^2 + c^2)$ $GD_y^2 = \frac{1}{3} W^2 (a_2^2 + c^2) - \frac{1}{3} W_1 (a_1^2 + c^2)$ $GD_z^2 = \frac{1}{3} W^2 (a_2^2 + b_2^2) - \frac{1}{3} W_1 (a_1^2 + b_1^2)$		

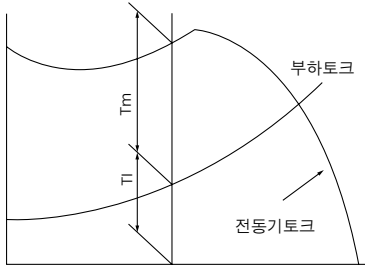
표 5-2 구동방식에 의한 계산식의 일람 (각 토크, 이너서를 계산하여 전동기 선정의 기준 데이터를 낸다)

구 동 방 식		불 나 사	랙 & 피니언	물 피 드	체인프로킷	스 텝 로 드
기 구 (사선천 곳은 회전부분)						
		S(1회전 스텝수) S(1회전 스텝수)				S(1회전 스텝수)
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
전 동 기 환 산 부 하 토크 To [kg · cm · s ²]		$T_0 = G \left(\frac{F + \mu W}{2 \pi \eta} \right) l$	$T_0 = G \left(\frac{F + \mu W}{2 \pi \eta} \right) \pi D$	$T_0 = G (F_b + F_c + F_w) \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{\eta}$	$T_0 = G \left(\frac{F + \mu W}{2 \pi \eta} \right) \pi D$	$T_0 = \left(\frac{F + \mu W}{2 \pi \eta} \right) l$
부 하 이 너 서 · 전 동 기 · 환 산	위 크 Jw [kg · cm · s ²]	$\frac{W}{g} \left(\frac{l}{2\pi} \cdot G \right)^2$	$\frac{W}{g} \left(\frac{\pi D}{2\pi} \cdot G \right)^2$	$\frac{W}{g} \left(\frac{\pi D}{2\pi} \cdot G \right)^2$	$\frac{W}{G} \left(\frac{\pi D}{2\pi} \cdot G \right)^2$	$\frac{W}{g} \left(\frac{l}{2\pi} \cdot G \right)^2$
	기 타(1) Js [kg · cm · s ²]	불나사 Js, 감속기어 JG (JG + Js)G ²	감 속 기 어 JG	물 JR, 감속기어 JG (JR + Js)G ²	체인 WC, 감속기어 JG $\left\{ \frac{W_c}{g} \left(\frac{D}{2} \right)^2 + J_G \right\} G^2$	없 음
	기 타(2) Jp [kg · cm · s ²]	피니언 기어 Jp	피니언 기어 Jp	피니언 기어 Jp	피니언 기어 Jp	없 음
	전 이너서 [kg · cm · s ²]	JO = JP + JS + JW	JO = JP + JG + JW	JO = JP + JR + JW	JO = JP + JS + JW	$\frac{W}{G} \left(\frac{1S \cdot N}{2\pi} \right)$
가속토크 TA		$T_A = J_0 \omega = J_0 \frac{2 \pi f}{t \cdot S}$ t : 가속시간 f : 최대주파수	$T_A = J_0 \omega = J_0 \frac{2 \pi f}{t \cdot S}$ t : 가속시간 f : 최대주파수	$T_A = J_0 \omega = J_0 \frac{2 \pi f}{t \cdot S}$ t : 가속시간 f : 최대주파수	$T_A = J_0 \omega = J_0 \frac{2 \pi f}{t \cdot S}$ t : 가속시간 f : 최대주파수	$T_A = J_0 \omega = J_0 \frac{2 \pi f}{t \cdot S}$ t : 가속시간 f : 최대주파수

(3) 전동기 기동시간 계산

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

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



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

(4) 기동시 발열량

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

- 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 고토크, 저전류로 설계하여 기동시간을 단축,
기동시 발열을 최소화 해야 한다.
- d) 2차 저항을 크게한다.
- e) 강제냉각을 행한다.

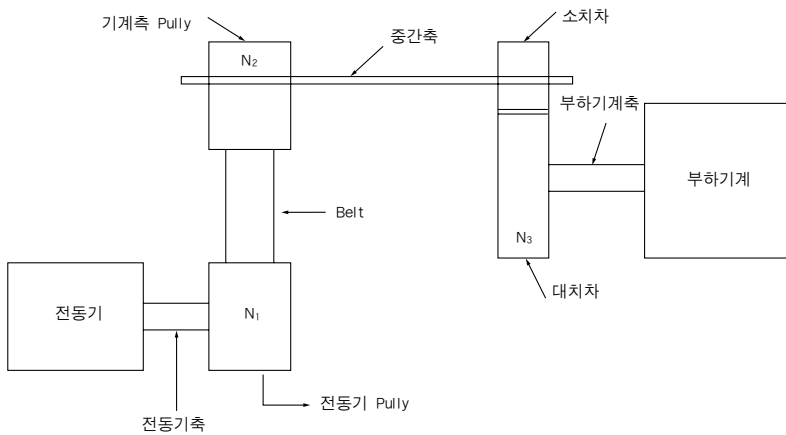
(5) 부하 GD^2 를 전동기 축으로 환산

감속기 등을 사용하여 부하 회전수와 전동기회전수가 다르게 운전되는 경우는 통상 부하 GD^2 를 전동기 축으로 환산한다.

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

- GD_L : 전동기 축으로 환산된 부하의 GD ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
- GD_1 : 부하 GD ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
- N_M : 전동기축의 회전수(rpm)
- N_L : 부하축의 회전수(rpm)

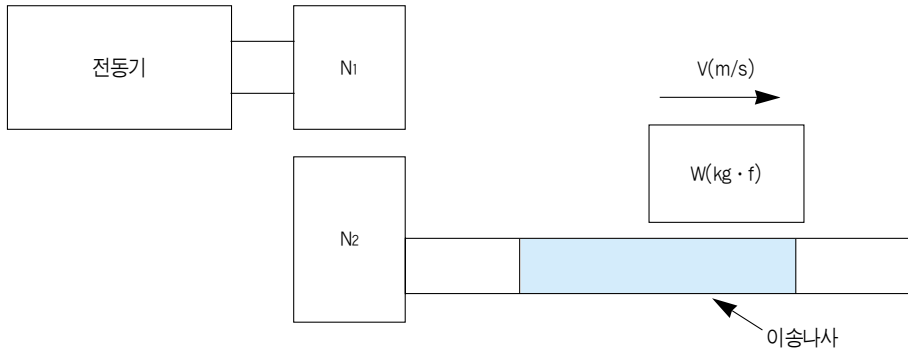
예1) 회전운동의 경우



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

- GD : 전동기축으로 환산된 부하 GD 의 합
- GD_1 : N_1 축에 걸리는 Pulley의 GD
- GD_2 : N_2 축에 걸리는 기계축 Pulley, 중간축, 소치차의 GD
- GD_3 : N_3 축에 걸리는 대치차, 부하 GD

예2) 직선운동의 경우



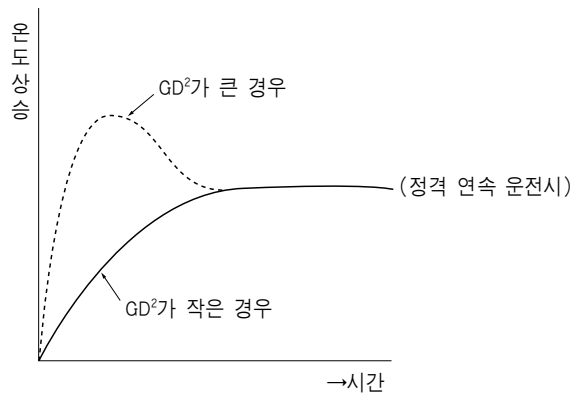
$$GD_L^2 = \frac{3600}{\pi^2 N_2^2} \times W \times V^2$$

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

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

(6) HILLEN 표준 전동기의 GD²와 허용부하 GD²

펌프의 부하 GD²는 일반적으로 전동기 GD²에 비하여 대단히 작기 때문에 문제가 되지 않으나, 팬, 블로워, 원심분리기, 프레스 등은 전동기 GD²에 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 중용량 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.

HIQEN 표준전동기는 이상과 같은 사고가 발생치 않도록 충분히 고려하여 설계 제작하였으나 허용부하 GD^2 값의 선정 잘못으로 인하여 사고가 나는 경우가 있으므로 주의 하여야한다. **HIQEN** 표준전동기의 GD^2 값과 허용부하 GD^2 값을 <표 5-3>과 <표 5-4>에 나타내었다.

표 5-3 **HIQEN** 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 **HIDEN** 표준전동기의 허용부하 GD^2 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 GD^2 가 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) $\pm 10\%$ 이내
- ② 허용변동주파수(정격부하 정격주파수에서) $\pm 5\%$ 이내
- ③ 허용변동전압 + 주파수(정격부하에서) $\pm 10\%$ 이내
- ④ 허용불평형전압(다상교류 전동기에서) $\times 1\%$ 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 GD^2 또는 Y- Δ , 리액터, 보상기 기동시는 설계에 문의바람.
5. 50Hz일 경우 GD^2 는 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 냉각 되게 한 다음 사용하는 경우(S2)

③ 반복사용

일정부하로 운전시간과 정지시간을 1주기로 하여 반복하여 사용하는 경우. 이 경우 운전 시간, 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 정지 시간을 1주기로 하여 반복되는 경우 운전시간, 정지시간은 각각 전동기가 열적평형에 도달하는 시간보다 짧은 경우(S5)

⑥ 반복부하 연속사용

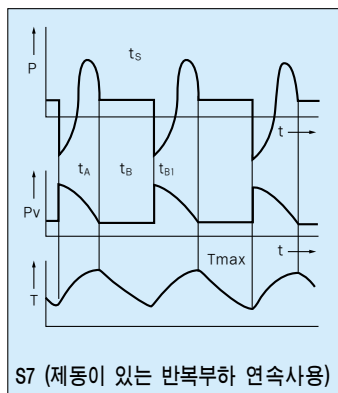
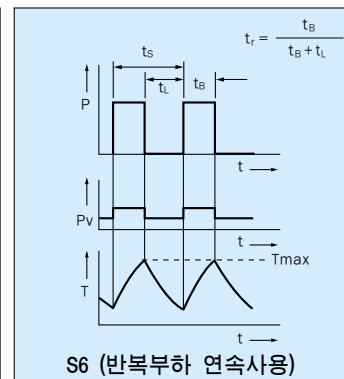
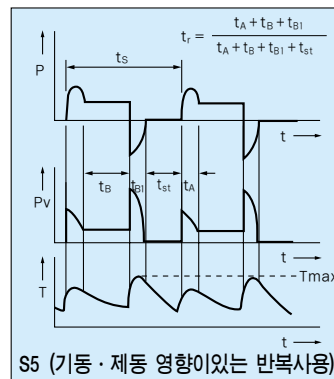
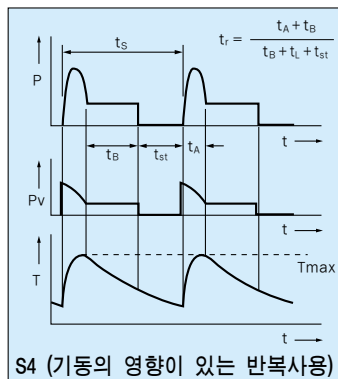
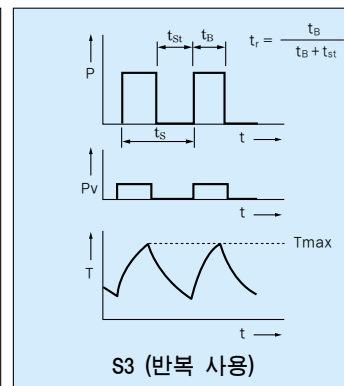
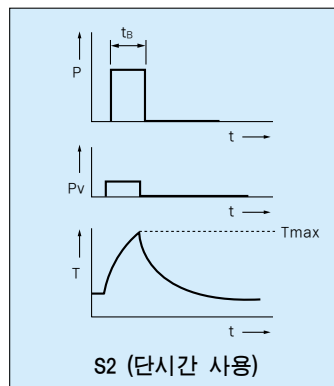
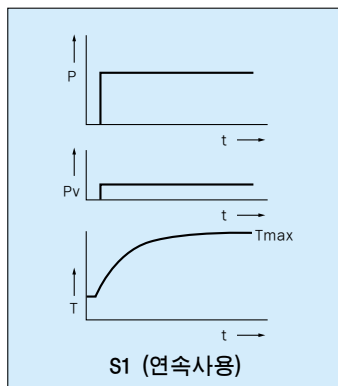
운전시간 및 무부하 운전시간을 1주기로 하여 반복되는 경우. 운전시간 및 무부하 운전 시간은 각각 전동기가 열적평형에 도달하는 시간보다 짧은 경우(S6)

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)

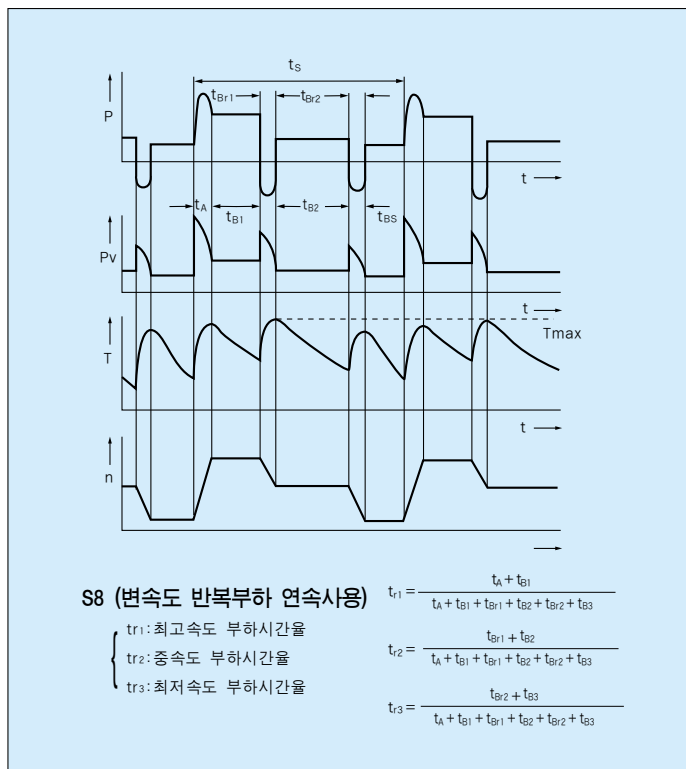
⑧ 변속도 반복부하 연속사용

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 : 부하시간율 t_{Br3} } 운전시간
 n : 속도

t_{Br1} } 각 속도에
 t_{Br2} } 대응하는
 전기제동
 시간



5. 3. 2 정 격

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 T라 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.

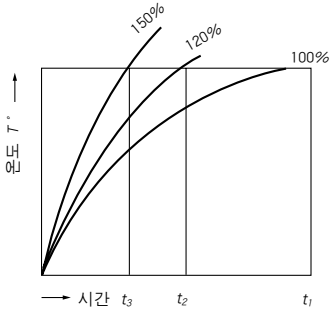


그림 5-1 전동기의 온도상승곡선

(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 부하운전 시간 a, 정지 또는 무부하운전시간이 b이면

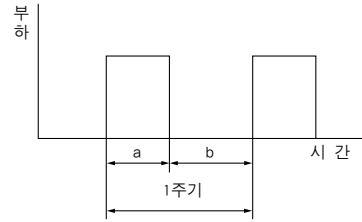


그림 5-2 부하시간율(%ED)

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

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.

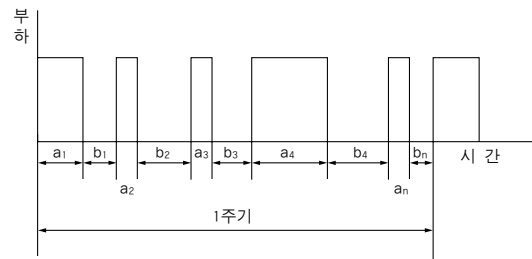


그림 5-3 평균부하시간율

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

(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.

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

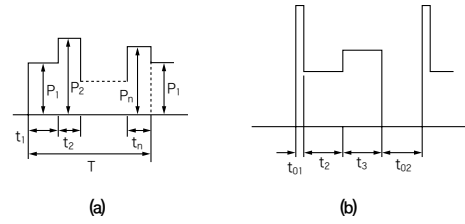


그림 5-4 변동부하의 등가출력

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.

표 5-7 일반산업용 전동기의 적용예 (1)

[illegible]

(비밀) 기호
이것은 나의 비밀이다.
나의 비밀을 내가 알고 있다.
나의 비밀을 내가 알고 있다.

이 표를 이용하여 연도에서 작곡된 곡의 수를 구할 수 있다.

[illegible]

3. 예제를 보자

단
한
며
여
한
어
자
고
하
고
지
니
지
관
담
경
아
고
자
빠
내
쉬
고
가
기
이
해
자
빠
내
쉬
고
여
자
쉬
고
공
이
자
·
푸
하
고
키
포
내
여

[illegible]

가감속에는 제자제이직류전동기, 2차자형제어유도전동기세트, 1차 주파수 유도전동기세트, 정지셀비우스 세트, 정지회전도기, 또한 비회전에는 캐드도도기 비회전세트도기, 시이리시도기 비회전세트도기, 네트 정지회전도기

체트, 전자저플륨전진보기, 또한 내환경영역에 큰드보기, 피러수려스전보기, 사이리스터, 피러수려스전보기가 요구된다.

용도		구조요소 특성화	
		구조요소기	제품요소기
수차발전기 조속기	수차발전기		
	임계		
	송출용		
조작용 일반	조작용		
	조작용 일반		
	조작용 일반		
조작용 (적점)	조작용 (적점)		
	조작용 (적점)		
	조작용 (적점)		
배터리 블로라	배터리 블로라		
	배터리 블로라		
	배터리 블로라		
진진가공기	진진가공기		
	진진가공기		
	진진가공기		
진기로전극증강	진기로전극증강		
	진기로전극증강		
	진기로전극증강		
진산기대이불이송	진산기대이불이송		
	진산기대이불이송		
	진산기대이불이송		
진산기월이송	진산기월이송		
	진산기월이송		
	진산기월이송		
진진기자동차	진진기자동차		
	진진기자동차		
	진진기자동차		
문커텔	문커텔		
	문커텔		
	문커텔		
시계시원장치	시계시원장치		
	시계시원장치		
	시계시원장치		
필렛그라인더	필렛그라인더		
	필렛그라인더		
	필렛그라인더		
지계차	지계차		
	지계차		
	지계차		
프로세서그라인	프로세서그라인		
	프로세서그라인		
	프로세서그라인		
플래이너	플래이너		
	플래이너		
	플래이너		
프로레스터	프로레스터		
	프로레스터		
	프로레스터		
무터	무터		
	무터		
	무터		
호이스트	호이스트		
	호이스트		
	호이스트		
원프	원프		
	원프		
	원프		
방척기	방척기		
	방척기		
	방척기		
권상기	권상기		
	권상기		
	권상기		
권취기	권취기		
	권취기		
	권취기		
Manipulator	Manipulator		
	Manipulator		
	Manipulator		
부공기	부공기		
	부공기		
	부공기		
해용보트	해용보트		
	해용보트		
	해용보트		
해별원적지시	해별원적지시		
	해별원적지시		
	해별원적지시		
모토	모토		
	모토		
	모토		
터러	터러		
	터러		
	터러		
랙스	랙스		
	랙스		
	랙스		

