

기술자료

YANG



입력축 R.P.M

Coupling 에 의한 직결일 때는 1800~2000R.P.M까지 사용해도 무방합니다. 그러나 저속가동시(600R.P.M이하)에는 효율의 저하로 인하여 감속기의 용량이 떨어지므로 출력 Torque를 고려해서 1단 높은 감속기를 선정해야 하며 윤활유의 용량에 주의해야 합니다.

마력 (HP)

마력이란 동력을 나타내는 하나의 단위입니다. 즉 75kg의 물체를 1초동안 1m를 끌어올린 일의 양을 1HP라 합니다.

W = 가하여진 힘(kg)
S = 움직인 속도(m/sec)

$$HP = \frac{W \times S}{75} \dots\dots\dots(1)$$

회전력 (Torque)

물체에 회전운동을 일으키는 힘을 Torque라 한다. 회전수 N(R.P.M) 회전반경이 R(m)의 Drum에서 중량 W(kg)의 부하를 상하로 움직일 때 다음 관계식이 성립된다.

Ex:1

$$T = R \times W(\text{kg} \cdot \text{m}) \dots\dots\dots(2)$$

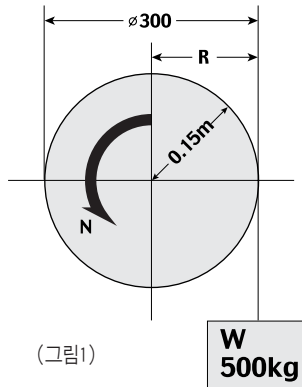
$$R = \frac{300}{2 \times 1000} = 0.15\text{m}$$

$$T = 500\text{kg} \times 0.15\text{m} = 75\text{kg} \cdot \text{m}$$

R : 회전체의 반경(m)

T : Torque(kg-m)

W : 접선방향의 힘(kg)



$$HP = \frac{2\pi \times T \times N}{75 \times 60} = \frac{TN}{716.2} \dots\dots\dots(3)$$

$$T = \frac{716.2 \times HP}{N} (\text{kg} \cdot \text{m}) \dots\dots\dots(4)$$

$$KW = \frac{2\pi \times T \times N}{102 \times 60} = \frac{TN}{974} \dots\dots\dots(5)$$

$$T = 974 \frac{KW}{N} (\text{kg} \cdot \text{m}) \dots\dots\dots(6)$$

N = 매분 회전수(R.P.M)

Ex:2

[그림1]의 회전체가 75kg-m의 Torque이고 1분간에 30R.P.M으로 회전하였다면 몇 마력이 되겠는가? (3)식 참조

$$HP = \frac{30 \times 75}{716.2} = 3.14\text{HP}$$

이상의 예로서 다음의 것을 알 수 있다. 즉 일정한 마력의 경우 회전수가 증

가하면 Torque는 감소하고 회전수가 감소하면 Torque는 증가한다.

일정마력 모타로 회전되는 감속기의 경우 감속비가 클수록 Torque가 증가되어 Worm Gear의 치면에 미치는 힘은 커지고 감속비가 작은 경우는 그 반대가 되는 것이다.

출력축 R.P.M

출력축 R.P.M은 입력축 R.P.M과 감속비가 정해지면 다음식으로 계산할 수 있습니다.

출력 R.P.M=입력 R.P.M×감속비

입력 R.P.M=1800

감속비 = 1/30

$$N_{out} = 1800 \times \frac{1}{30} = 60$$

효율 (η)

웜 감속기의 효율은 Worm나사의 진행 각, R.P.M 및 재질에 의한 마찰계수로 결정됩니다.

$$\text{효율} = \frac{\text{출력축동력}}{\text{입력축동력}}$$

$$\eta = \frac{HP_2}{HP_1} \quad \text{또는} \quad \eta = \frac{KW_2}{KW_1}$$

하중계수(Service factor)에 의한 감속기의 선정

웜감속기의 용량 선정은 하중계수가 1.0일 때를 기준으로 되어 있다.

예를 들어 1.0HP, 30:1의 부하에서 일당 24시간 사용하고, 분쇄기와 같이 충격이 크다면 표에서 하중계수가 2.0이다. 따라서 1HP × 2.0 = 2HP이 되므로 모터는 1마력을 사용하고, 감속기는 2마력의 용량을 가진 것으로 선정하여야 합니다. 당사의 웜 감속기 1마력 30:1은 WB60형이지만, 이 경우에는 2마력 30:1인 WB80으로 사용하여야 합니다.

하중계수표 (Service Factor)

[표 1]

가동시간	하중의 구분		
	균일하중	보통충격	심한충격
3시간	0.5	0.8	1.25
3~6시간	0.8	1.0	1.50
8~10시간	1.0	1.25	1.75
24시간	1.25	1.50	2.00

Over Hung Load (축단하중)

축단하중(O.H.L)은 축 끝에 걸리는 수직하중으로 감속기 출력축과 사용기계와의 연결시 체인, 기어, V벨트 등을 사용하는 경우에 축단하중이 걸리게 됩니다. 축단하중이 크게 작용하면 축이 휘며, 진동, 베어링의 파손 또는 Case에 Crack이 발생하는 원인이 되므로 반드시 축단하중을 검토하여 주십시오.(단 카프링을 수평으로 설치하여 사용하는 경우에는 검토할 필요가 없습니다.) (Ex: 기어 카프링)

Over Hung Load Factor (계수)

허용 축단하중(O.H.L)은 각 형번에 따라 본 카타로그의 전동능력표에 명시되

어 있으므로 다음 요령으로 실제의 O.H.L을 산출하여 주십시오.

$$L_r = \frac{T}{R} \times \frac{C_f}{L_f} \dots\dots\dots(7)$$

Lr : 구하는 O.H.L (kg)
T : 출력축 Torque (kg-m)

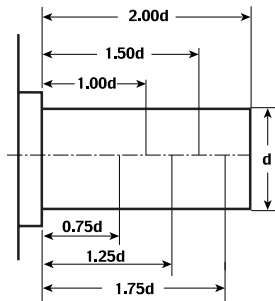
$$(T = 716.2 \times \frac{HP}{N})$$

R : Sprocket 또는 Pulley의 피치원 반경(m)
Lf : 하중 위치의 계수 [표 2] 참조
Cf : O.H.L계수 [표 3] 참조

■ 하중위치의 계수 (Lf)

[표 2]

하중위치	계수
0.75d	1.10
1.00d	1.00
1.25d	0.90
1.50d	0.80
1.75d	0.75
2.00d	0.70



■ Overhung-Load Capacity (Cf)

[표 3]

Chain Transmission	1.0
Gear Transmission	1.25
V-Belt Transmission	1.5
Flat Belt Transmission	2.5

Over Hung Load 계산

O.H.L의 허용치는 LS 치수의 중심에 하중이 작용하였다고 가정하여 Bearing, 축, 케이싱의 강도를 기준한 것입니다. 그러므로 하중의 작용점이 L.S 치수의 중심보다 이동했을 경우는 카다로그 허용치가 변하므로 아래의 l 치수를 응용해서 검토하여 주시기 바랍니다.

◆ 하중의 작용위치가 외측일 때

$$L_a = L_c \frac{l}{l + l_b} \dots\dots\dots(8)$$

◆ 하중의 작용위치가 내측일 때

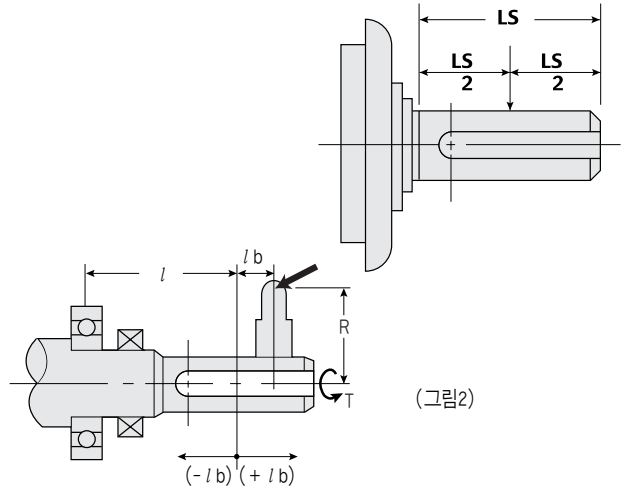
$$L_a = L_c \frac{l}{l - l_b} \dots\dots\dots(9)$$

- ◆ La = 구하는 O.H.L 허용값
- ◆ Lc = 카다로그 기재의 O.H.L
- ◆ l = Ls의 중심부터 출력 Bearing의 중심까지의 거리 표4 참조
- ◆ lb = 하중의 작용점부터 Ls의 중심까지의 거리

■ 각 형번 출력의 l 치수표

단위mm [표 4]

형번	50	60	70	80	100	120	135	155	175	200
l	42.5	50	57	58	65	78	90	106	110	125



Over Hung Load 검산식

$$L_r = \frac{T}{R} \times C_f \dots\dots\dots(10)$$

$$R = \frac{T}{L_r} \times C_f \dots\dots\dots(11)$$

Lr = 실제의 O.H.L(kg)
T = Torque (kg-m)
R = Sprocket, Gear, V 풀리등의 반경(m)
Cf = O.H.L의 계수

Ex:3

75kg-m를 전달하는 감속기의 출력축에 200φ Gear를 걸어서 운전했을 때 실제의 O.H.L은 몇 kg이 되는가? (10)식 참조

$$L_r = \frac{75 \times 1.25}{0.10} = 937.5kg$$

Ex:4

- 1) 입력 R.P.M: 1800 R.P.M
- 2) 출력 R.P.M: 60 R.P.M
- 3) 8시간 연속운전(보통충격) : 1.25
- 4) 요구되는 출력 HP : 2HP
- 5) 허용 O.H.L : 400kg
- 6) Chain 구동일 때

$$\text{감속비: } \frac{1800}{60} = 30 \quad 1:30$$

$$\text{출력축 Torque강도: } T = \frac{716.2 \times 2 \times 1.25}{60} = 29.8kg-m$$

$$\text{사용모터 HP: } HP = \frac{2 \times 1.0}{0.73} = 2.74HP \text{ (효율 73\%)}$$

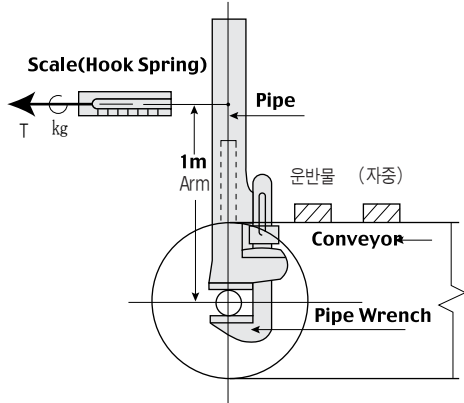
이와 같이 주위지면 당사 제품의 Type: U형 B형 V형의 100형에서 선택할 수 있습니다.

Ex:5

표6에서 출력회전수가 60R.P.M이고 소요 Torque가 45kg-m인 감속기 선정은 주어진 조건을 세로와 가로에 두고 그 교점을 찾으면 3HP 와 5HP사이에 있으므로 5HP 경우 120형 1:30을 선택한다.

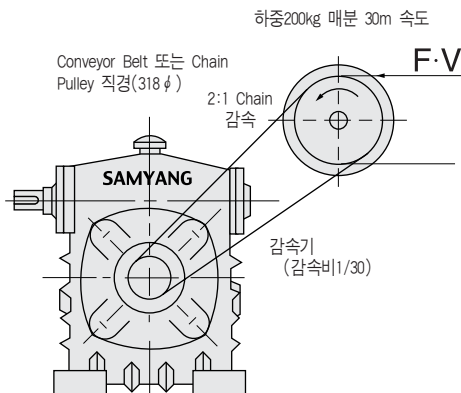
감속기 선정예/Collection

Ex:6 응용계산



부하기계의 Torque를 간단히 측정하는 방법은 위 그림과 같이 1m의 Arm에 저울 Scale (Hook Spring)로 당겨서 기계가 회전하기 시작할 때 저울에 나타난 수치(kg)가 이 기계의 부하 Torque입니다.
 하중(kg) = 운송물체중량(kg) × 마찰계수(μ)
 (콘베어의 마찰계수는 보통 0.1~0.3입니다.)

Ex:7



위 그림과 같을 때의 감속기 용량 및 Motor HP는 ?

◆ 감속기출력 Torque =

$$200 \times \frac{0.318}{2} \times \frac{1}{2} = 15.9 \text{kg} \cdot \text{m}$$

◆ 소요 감속비 : 1/30

◆ 감속기 용량

출력 Torque가 15.9kg·m보다 같거나 큰 쪽인 용량은 감속비 $\frac{1}{30}$ 에서 찾으면 80형 용량입니다.

◆ Motor HP:

$$\text{출력 Torque} \times \text{감속비} \times \frac{1}{\text{효율}} = \text{입력 Torque}$$

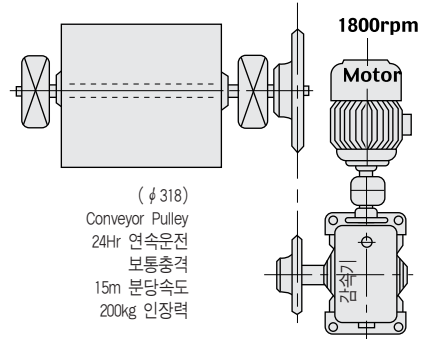
$$\text{입력 Torque} = 15.9 \times \frac{1}{30} \times \frac{1}{0.6} = 0.88 \text{kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{입력 R.P.M} = \frac{\text{속도}}{2\pi \cdot R} \times \text{감속기감속비} \times \text{체인의감속비}$$

$$= \frac{30}{2\pi \times 0.159} \times 30 \times 2 = 1800 \text{R.P.M}$$

Motor HP는 [표6]마력과 Torque표에서 1800R.P.M일때 Torque가 0.88은 약 2.2HP이 됩니다.

Ex:8



위와 같은 Conveyor를 구동하는 감속기의 선정은 ?

◆ 감속비율의 결정

$$\text{Conveyor축의 R.P.M} = \frac{\text{Conveyor속도(매분)}}{\text{Pulley의 원주(직경} \times \pi)} = \frac{15}{\pi \times (0.318)} = 15$$

$$\text{총감속비} = \frac{\text{Conveyor R.P.M}}{\text{Motor R.P.M}} \approx \frac{15}{1800} = \frac{1}{120}$$

$$\text{총감속비} = \text{감속기감속비} \times \text{체인감속비}$$

$$= \frac{1}{20} \times \frac{1}{6} = \frac{1}{120} \times \frac{1}{2.4} \left. \begin{array}{l} \text{의 5가지를 고려할 수 있습니다.} \\ \text{그중 가장 경제적인} \end{array} \right\} = \frac{1}{30} \times \frac{1}{4} \text{ 을 검토하겠습니다.}$$

◆ 감속기의 소요출력 Torque 산출

$$\text{출력Torque} = \text{인장력(kg)} \times \text{Pulley반경(m)} \times \text{Chain감속비}$$

$$= 200 \times 0.159 \times \frac{1}{4} = 7.95 \text{kg} \cdot \text{m}$$

$$\text{감속기 선정 Torque} = \text{소요Torque} \times \text{하중계수} = 7.95 \times 1.50 = 11.925 \text{kg} \cdot \text{m}$$

(하중계수 표에 따라 전동기 보통충격, 24hr 연속 운전일 대 하중계수는1.50)

◆ 감속기의 가선편

전동능력표에서 입력 R.P.M 1800, 감속비 $\frac{1}{30}$, 출력 Torque 11.925kg·m에 가까운 형번은 70형(13.8kg·m)입니다.

◆ 소요입력 마력의 산출

$$\text{입력 HP} = \frac{T \times N}{716.2 \times \eta} = \frac{11.925 \times 60}{716.2 \times 0.7} \approx 1.43 \text{HP}$$

$$N = 1800 \times \frac{1}{30} = 60 \text{R.P.M}$$

결과치 1.43HP는 70형 $\frac{1}{30}$ 의 입력허용HP(1.69HP)보다 적으므로 안전하다.

◆ O.H.L의 계산

$$\text{O.H.L} = \frac{T}{R} \times \frac{Cf}{Lf} = \frac{11.925}{0.07284} \times \frac{1.0}{1.0} = 163 \text{kg} \cdot \text{m}$$

$$T = 11.925 \text{kg} \cdot \text{m} (\text{선정 Torque}) \quad Cf = [\text{표3}] \text{에 따라 Chain전동}(1.0)$$

$$Lf = \text{출력축 중심}(1.0)$$

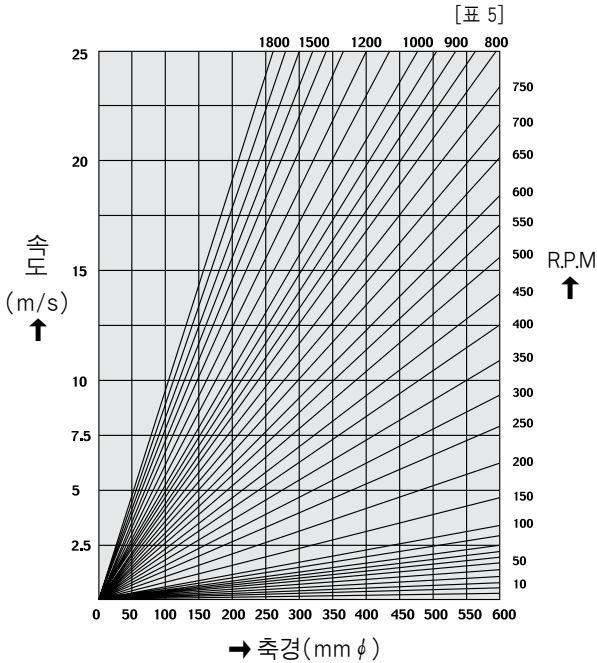
$$R = \frac{1}{2} \text{ 출력축 } (\#40) \text{체인 } 36T \text{의 } \frac{\text{P.C.D}}{2} \left(\frac{0.14572}{2} \text{ m} \right)$$

결과치 163kg은 70형 전동능력표에서 $\frac{1}{30}$ 감속비 입력 R.P.M 1800의 허용 O.H.L 198kg보다 작으므로 안전합니다.

◆ 감속기 선정

이상의 계산에 따라서 형변은 WU, WB, WV70형의 $\frac{1}{30}$ 의 감속기를 선정하고 Motor는 1.5HP를 사용한다.

■ 회전수와 원주속도



Ex:9

- 1) 감속기 입력축 R.P.M: 1800 R.P.M
- 2) 출력축 R.P.M: 45 R.P.M

- 3) 출력축에서 콘베이어까지는 1:2의 체인부착운전
- 4) 콘베이어를 가동하는데 필요한 Torque 는 70kg-m
- 5) 균일하중이고 24시간 연속운전 (하중계수 1.25, 표1 참조)
- 6) 감속기의 출력축에 250 φ 스프라켓트를 장치하였고 O.H.L은 출력축 치수의 중심보다 10m/m외측에서 작용했다면

$$\text{감속비} = \frac{\text{출력축R.P.M}}{\text{입력축R.P.M}} = \frac{45}{1800} = \frac{1}{40}$$

$$\text{감속기 출력축 Torque} = \frac{70}{2} = 35\text{kg-m}$$

$$\text{하중계수 } 1.25\text{이므로 } 35 \times 1.25 = 43.8\text{kg-m}$$

Type:120형 $\frac{1}{40}$ 을 선정.

실제의 Overhang-Load는 (10)식 참조

$$L_r = \frac{35 \times 1}{0.125} = 280\text{kg O.H.L의 작용점이 LS치수 중심보다 } 10\text{m/m 외측이}$$

되므로 허용 O.H.L은 (8)식 참조

$$L_r = 357 \times \frac{78}{78 + 10} = 316\text{kg}$$

실제의 O.H.L 보다 허용 O.H.L의 편이 크기때문에 안전합니다.

- ◆ 실제의 O.H.L이 카다로그의 허용치보다 클 때는 다음의 사항을 검토하여 대책을 해주십시오.
 - 1) O.H.L 작용점을 가능한한 감속기축단에서 케이스쪽으로 하여 주십시오.
 - 2) 출력축에 부착되는 폴리, 스프로켓트 기어등의 직경을 크게 하여주십시오.
 - 3) 출력축이 장축일 때는 출력축 끝에 Bearing 또는 메탈을 장치하여 주십시오.
 - 4) 감속기의 크기를 충분히 하여 주십시오.

웜 감속기 온도상승에 대하여

웜 감속기는 통상 원통치차 감속기에 비해서 치면의 미끄럼운동이 크고 마찰

■ HP과 Torque표 (단위: kgf - m)

[표 6]

R.P.M \ HP	1/2HP	1HP	2HP	3HP	5HP	7.5HP	10HP	15HP	20HP	30HP	50HP
1	358.1	716.2	1432	2148	3581	5371	7162	10743	14324	21486	35810
2	179.0	358.1	716	1074	1790	2685	3581	5381	7162	10743	17905
3	119.3	238.7	477	716.2	1193	1790	2387	3581	4774	7162	11936
5	71.6	143.2	286.5	429.7	716	1074	1432	2148	2865	4297	7162
10	35.8	71.6	143.2	214.8	358	537	716	1074	1432	2148	3581
20	18.0	35.8	71.6	107.4	179	268	358	537	716	1074	1790
30	11.9	23.8	47.7	71.6	119	179	238	358	477	716	1193
36	9.9	19.9	39.8	59.6	99	149	199	298	397	596	994
40	8.9	17.9	35.8	53.7	89.5	134	179	268	358	537	895
45	7.9	15.9	31.8	47.7	79.5	119	159	238	318	477	795
60	5.9	11.9	23.8	35.8	59.6	89.5	119	179	238	358	596
70	5.1	10.9	20.4	30.7	51.1	76.7	102	153	204	306	511
90	3.9	7.9	15.9	23.8	39.8	59.7	79.6	119	159	238	397
100	3.5	7.1	14.3	21.6	35.8	53.7	71.6	107	143	214	358
120	2.9	5.9	11.9	17.9	29.8	44.7	59.7	89.5	119	179	298
150	2.3	4.7	9.5	14.3	23.8	35.8	44.7	71.6	95.5	143	238
180	1.9	4.0	7.9	11.9	19.9	29.8	39.8	59.7	79.5	119	198
200	1.8	3.6	7.2	10.7	17.9	26.8	35.8	53.7	71.6	107	179
500	0.7	1.4	2.8	4.3	7.16	10.7	14.3	21.5	28.6	42.9	71.6
900	0.4	0.8	1.6	2.4	3.97	5.97	7.95	11.9	15.9	23.8	39.7
1000	0.36	0.71	1.43	2.15	3.58	5.37	7.16	10.74	14.3	21.4	35.8
1200	0.30	0.59	1.19	1.79	2.98	4.47	5.97	8.95	11.9	17.9	29.8
1500	0.24	0.47	0.95	1.43	2.39	3.58	4.77	7.16	9.54	14.3	23.8
1800	0.19	0.39	0.79	1.19	1.98	2.98	3.98	5.97	7.95	11.9	19.8

웜 감속기 특징/ Technical Data

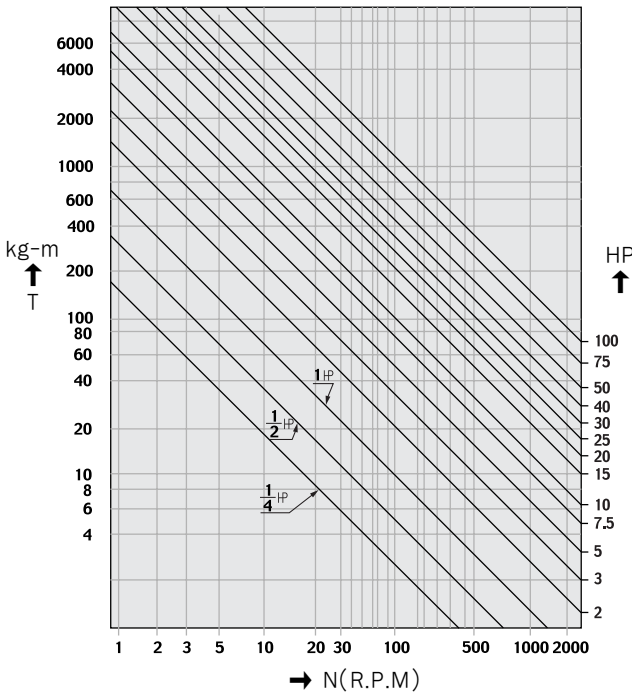
손실이 커지므로 상승온도가 높아져 발열이 납니다. 이런 사항을 최소로 줄이기 위해서 케이스의 크기, 두께, 냉각Fan 등의 구조를 온도상승 관계치에 따라 설계하였습니다.

그러나 감속기의 온도가 80°C~93°C 이상일 때는 감속기의 용량부족 또는 윤활유 부족이 대부분의 원인이 되므로 선택을 할 때 참고하여 주십시오.

주위온도	케이스의 온도측정		비고
	케이스	국부온도	
38°C 이상	93°C	104°C	최고온도
38°C 이하	56°C	69°C	상승온도

■ 부하Torque 및 Motor출력대조표

[표 7]



출력축 전동구 설치시 주의사항

- 1) Gear, Sprocket, V-pulley등을 출력축에 설치할 때 감속기의 O.H.L(허용축 단하중)을 고려하여 최소경을 결정해야 합니다. (O.H.L항 참조)
- 2) 전동구는 출력축단에서 감속기 몸체쪽으로 가깝게 설치하는 것이 사고를 방지하는 길입니다.
- 3) 출력축 기장을 표준치수보다 길게 사용할 경우는 출력축의 중간이나 그 끝에 Bearing을 설치하여 주십시오.
- 4) 출력축에 전동구를 심하게 억지끼워 맞춤을 할 경우 그 충격으로 Bearing이나 Case가 깨지는 경우가 발생하오니 특히 유의하여 주십시오. 당사의 제품 축경은 h6 급 공차로 연마가공되어 있습니다.

※ 당사의 Motor 부착용 감속기는 제품출하시 에이 충전되어 있습니다.

사용계수

Catalogue상의 감속기 전동능력표는 1일 8~10시간의 원활한 운전상태에서 균일한 하중을 받을 때의 전동능력을 나타낸 것입니다. 그러나, 충격을 받을

경우나 운전시간이 8시간 미만일때나 10시간을 초과하는 경우 또는 기동 및 정지가 빈번한 경우에는 필히 다음 식을 참조하여 사용조건에 맞는 형을 선정하여 주십시오.

$$\text{사용 Motor의 HP} \leq \frac{\text{입력허용HP(전동능력표)}}{\text{사용계수}} \quad \dots\dots\dots (12)$$

■ 사용계수

[표 8]

일일운전시간	하중의 구분		
	균일하중	보통충격	심한충격
때때로 1/2 시간	0.5	0.8	1.25
연속 3시간	0.8	1.0	1.50
8~10시간	1.0	1.25	1.75
24시간	1.25	1.50	2.00
빈번한 기동,정지	1.50	1.75	2.00

감속기 입력R.P.M이 저속일 경우

감속기 입력R.P.M이 300 이하의 저속인 경우 HP의 선정법은 <전동능력표> 에서 300R.P.M의 출력축 허용 Torque수치에서 아래와 같은 식으로 계산하여 허용입력 HP를 구한 다음 사용계수를 나누어 사용 Motor의 HP를 선정해주시시오.

$$\text{허용입력 HP} = \frac{\text{감속기 입력 R.P.M} \times \text{출력축 허용 Torque(kg-m)}}{746 \times K} \quad (13)$$

■ K의 수치표

[표 9]

감속비율 i	1/10	1/20	1/30	1/40	1/50	1/60
K	9	14	22	24	26	34

Ex:10

WU-120형 1/30의 감속기를 입력회전수 100R.P.M으로 사용하고자 할 경우 사용 Motor의 HP는?
(부하는 24시간 연속사용이고 균일하중의 기계)

WU-120형 1/30 전동능력표에서 Input R.P.M300일때 출력허용 Torque(Out Put T)는 84kg·m이므로 (13)식 및 표9에 의해

$$\text{입력허용 HP} = \frac{100 \times 84}{746 \times 22} \approx 0.51\text{HP}$$

사용 Motor의 HP는 (12식) 및 사용계수표 [표 8] 참조

$$\text{사용 Motor의 HP} \leq \frac{0.51\text{HP}}{1.25}$$

≤0.41HP 이하의 Motor를 사용하여야 한다.

감속기의 설치방법

관련기계의 이상이 발생하여 감속기에 예기치 못한 외력이 가해지지 않도록 주의 하여 주십시오.

감속기가 부착될 자리의 면은 평면을 유지하지 않으면 안됩니다. (당사 감속기의 바닥면과 축과의 평행도는 0.02이내 오차로 가공되어 있습니다.)

연결을 직선상으로 할 때 (Coupling 사용시) 고속축(입력축) 높이와 원동기

축, 저속축(출력축)높이와 피동기축 높이는 정확하게 수평을 유지하지 않으면 쌍방의 성능과 수명에 큰 영향을 줍니다.
Coupling을 사용할 때는 고정형 보다 Flexible Coupling을 권장합니다. 만일 이들이 지켜지지 않으면 감속기의 소음, 발열 또는 축의 파손을 초래합니다.

당사 워م 감속기의 특징

- ◆ 워름 치형 연마합니다.
- ◆ 워름 나사는 전용절삭기로 가공하고 있으므로 Worm 치면의 미려함은 물론 가공비의 절감을 이룩하였습니다.
- ◆ 대형 감속기는 냉각 효과를 높이기 위하여 냉각 Fan을 장착하였습니다.
- ◆ Case 내부에는 자동급유장치로 되어있습니다.
- ◆ 전 부품 작업은 Jig작업이므로 부품교환이 즉시 됩니다.
- ◆ 제품 종류가 국내에서는 제일 많이 확보되어 있습니다.

주문사항

- | | |
|---|------------------------|
| 1) 감속기 Type | 2) 사용전동기 종류 및 HP |
| 3) 감속기 입출력 R.P.M | 4) 사용조건(1일 사용시간, 주위조건) |
| 5) 감속기와 피동기의 연결방법(폴리, 스프라켓트, 기어일 때는 그 직경) | |
| 6) 축 방향(Catalogue 참조) | 7) 감속비 |
| 8) 감속기의 필요 토오크 및 HP | 9) 기타사항 |

웜 감속기의 역회전방지

Worm Gear(출력)축에서 Worm(입력)축을 돌리면 Worm이 역회전 하지 않는 것은 Worm의 진행각이 치면 마찰각보다 작은 경우이며 이것을 Self Locking 이라고 합니다.

Self Locking이 되려면 Worm의 마찰계수가 0.08이상이고 Worm나사각이 4° 34' 이하가 되어야 하지만 감속기의 효율을 높이기 위해서는 마찰계수를 낮게 하고 Worm 진행 각을 크게 합니다. 또한 마찰각은 치면이 서로 정지되어 있는 상태는 7° 41' 도 Self Locking이 가능하지만 상대적인 이유로 Sleep 이 생기면 급격히 감소하여 Sleep속도가 10m/sec정도되면 1° 이하라도 Sleep이 됩니다.

일반적으로 감속비가 $\frac{1}{40}$ 이상의 비율은 정지상태에서만은 Self Locking이 되지만 Shock 또는 진동에 의한 마찰각의 감소로 역전되기 때문에 Self Locking이 필요시는 그 사양을 당사에 문의하여 주시고 이때는 특수형으로 효율도 45% 이하가 되므로 특히 주의를 요하며 확실한 Self Locking이 필요시는 별도의 제동기(Brake)를 병용해야 합니다.

Worm의 Self Locking 계산식

$$F_z = F_x \cdot \frac{\cos \alpha_n \cdot \sin \gamma - \mu \cos \gamma}{\cos \alpha_n \cdot \cos \gamma + \mu \sin \gamma} = F_x \cdot \tan(\gamma - \rho)$$

$F_z \leq 0$, 즉 $\gamma \leq \rho$ 일때 Self-Locking이 됩니다.

여기서

F_z : Worm Pitch원주력(kg)

F_x : Worm Gear Pitch원주력(kg)

α_n : 압력각

γ : 진행각 ($\tan^{-1} \cdot \frac{\tan \alpha_n}{\pi d}$)

μ : 마찰계수

ρ : 마찰각 = $\tan^{-1}(\mu / \cos \alpha_n)$

기타 주의사항

입력축과 출력축에 폴리, 기어등을 끼울때는 심한 충격을 주면 Bearing이

파손되는 경우가 발생하오니 유의하여주십시오.
제품의 축경은 h6 급으로 연마가공되어 있습니다.

기계의 구동능력 산출식

■ 일반식

$$HP = \frac{T \times N}{716.2 \times \eta} \dots\dots\dots (14)$$

■ 일반산업기계

T: 기계의 소요 Torque N: 부하의 R.P.M η : 기계 및 전동효율

(A) Pump

$$HP = \frac{Q \times H}{4.5 \times \eta} \dots\dots\dots (15)$$

Q: Pump의 토출량(m^3/min) H: 양정(m)
 η : Pump효율(형식에 따라 변경됨. 0.5~0.85)

(B) Blower · Fan

$$HP = \frac{Q_2 \times H}{4500 \times \eta} \dots\dots\dots (16)$$

Q_2 : 풍량(m^3/min) H: 풍압(m/m) η : 효율(0.5~0.8)

(C) Compressor

$$HP = \frac{7.92 Q_3 \times (P^{0.286} - 1)}{\eta} \dots\dots\dots (17)$$

Q_3 : 토출공기량(m^3/min) P: 토출 절대압력(kg/cm^2) η : 효율(0.45~0.8)

(D) 유압Pump

$$HP = \frac{Q_4 \times P}{450 \times \eta} \dots\dots\dots (18)$$

Q_4 : 토출량(l/min) P: 사용압력(kg/cm^2) η : 효율(0.7~0.95)

■ 운반기계

(A) 수평형 Belt Conveyor

$$HP = \frac{\mu \times L(W \times V + Q)}{4500 \times \eta} \dots\dots\dots (19)$$

L: Conveyor 기장(m)

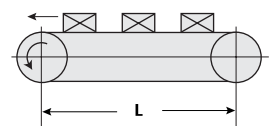
W: Belt의 m당 중량(kg/m)

V: Conveyor 속도(m/min)

Q: 1분당 운반량(kg/min)

μ : 마찰계수(0.1~0.3)

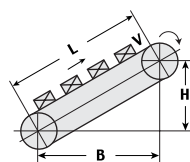
η : 운반기계전동효율(0.5~0.8)



(B) 경사형 Belt Conveyor

$$HP = \frac{(\mu \times W \times V \times L) + (\mu \times Q \times L) + (Q \times H)}{4500 \times \eta} \dots\dots\dots (20)$$

H: 경사 Conveyor 의 양단의 높이차(m)



(그림3)

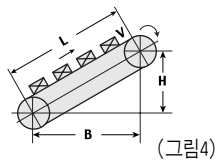
(C) 수평형 Chain Conveyor

$$HP = \frac{(Q + 2.1W) \times \mu \times L \times V}{4092 \times \eta} \dots\dots\dots (21)$$

L : Conveyor 기장(m) W : Chain의 m당 중량(kg)
 V : Chain의 속도(m/min) Q : 1m당 운반량(kg/m)
 μ : 마찰계수(표 11참조) η : 전동효율(0.5~0.8)

(D) 경사형 Chain Conveyor

$$HP = \frac{T \times V}{4092 \times \eta} \quad \dots\dots\dots (22)$$



T(장력) = (Q+W) × (H+ μ ×B)
 + 1.1W(μ · L- H)
 B: 경사 Conveyor의 수평거리(m)
 H: 경사 Conveyor의 수직거리(m)

(E) 수직형 Bucket Elevator

$$HP = \frac{Q \times H \times V}{4092 \times \eta} \quad \dots\dots\dots (23)$$

■ 마찰계수표

[표 10]

재 질	표면상태	운 활	건 조
R로라: 가이드		0.08	0.12
S로라: 가이드		0.14	0.21
Chain Plate		0.2	0.3
Ball Bearing		0.0003	0.001
Taper Roller Bearing		0.0005	0.002
원통형강: 레일		0.005	0.06
주철: 주철		0.16	0.31
연강: 연강		0.15	—
B/R삽입 Roller: 강		0.02	0.05
연강: 흙		—	0.4
Ball B/R		—	0.035
사용콘베어로라(부하시)		—	0.05
Roller B/R		—	0.05
사용콘베어로라(부하시)		—	0.05

■ 하역기계 Hoist Crane

(A) 권상용

$$HP = \frac{(Q+g) \times V_1}{4500 \times \eta} \quad \dots\dots\dots (24)$$

Q: 권상하중(kg) g: 권상용 기구의 중량(kg)
 V₁: 권상 속도(m/min) η : 전동효율(0.6~0.85)

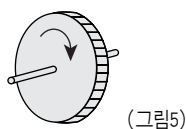
(B) 주행용

$$HP = \frac{(Q+G) \times \mu \times V_2}{4500 \times \eta} \quad \dots\dots\dots (25)$$

G: Crane 전중량(kg) V₂: 주행속도(m/min) μ : 주행저항(0.02~0.03)

관성기계

$$HP = \frac{T \cdot N}{716.2} \quad \dots\dots\dots (26) \quad T = \frac{GD^2 \times N}{375 \times t} \quad (\text{관성Torque:kg})$$



GD^2 : Flywheel 효과값
 N: 회전수(R.P.M)
 t: 기동시간(sec)

※ 관성이 큰 기계는 R.P.M의 자승에 비례해서 HP이 커진다.

충격시에는

$$HP = \frac{GD^2 \times N^3}{716.2 \times 120} \quad \dots\dots\dots (27)$$

충격을 받는 기계는 R.P.M의 3승에 비례해서 HP이 커진다.

GD^2 (Fly Wheel 효과)

GD^2 은 Motor에 의해 구동되어 운동을 행하는 기계에는 반드시 검토해야할 중요한 사항입니다.

정지상태의 물체를 일정시간내에 일정속도로 가속할 때 무거운 물체이거나 회전축에서 반경이 크고 긴 물체는 커다란 회전력이 필요합니다.

이것은 그 형상과 질량에 따라 고유한 수치를 가지며 일반적으로 GD^2 (Fly Wheel효과)라 하고 물리적인 관성 Moment와 같은 의미입니다.

[GD^2]을 구하는 계산 예

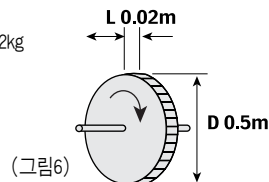
$$GD^2 = \frac{1}{2} WD^2 \quad \text{에서} \quad W(\text{중량}) = V(\text{체적}) \times \rho(\text{비중})$$

$$W = \frac{\pi}{4} D^2 \times L \times \rho \quad \dots\dots\dots (28)$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 0.5^2 \times 0.02 \times 7850 = 30.82\text{kg}$$

$$GD^2 = \frac{1}{2} WD^2 = \frac{1}{2} \times 30.82 \times 0.5^2$$

$$= 3.85\text{kg} \cdot \text{m}^2$$

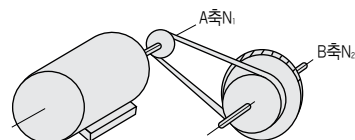


■ GD^2 의 변화

$$A\text{축의 } GD^2_A = 0.03\text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$B\text{축의 } GD^2_B = 0.18\text{kg} \cdot \text{m}^2$$

$$\text{감속비} = \frac{1}{3}$$



(그림7)

$$GD^2_z = GD^2_2 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 = GD^2_2 \times (i^2) \quad \dots\dots\dots (29)$$

(EX)위와 같은 그림에서 A축에 걸리는 총 GD^2 은?

$$GD^2 = 0.03 + \left[0.18 \times \left(\frac{1}{3}\right)^2\right] = 0.05\text{kg} \cdot \text{m}^2$$

■ 회전체의 GD^2

(그림8)

중실원통 $GD^2 = \frac{1}{2} WD^2 \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	
중공원통 $GD^2 = \frac{1}{2} W(D^2 + d^2) \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	
직방체 $GD^2 = \frac{1}{2} W(a^2 + b^2) \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	
원통 $GD^2 = W\left(\frac{L^2}{3} + \frac{D^2}{4}\right) \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	
중실원통 $GD^2 = W\left(\frac{D^2}{3} + 4Re^2\right) \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	

■ GD² 조건표 (길이 100mm에 대한 값)

[표 11]

직경D(mm)	GD ² (kg · m ²)	직경D(mm)	GD ² (kg · m ²)	직경D(mm)	GD ² (kg · m ²)	직경D(mm)	GD ² (kg · m ²)
5	0.0000031	140	0.1183	275	1.7621	410	8.7065
10	0.0000308	145	0.135	280	1.8938	415	9.1391
15	0.0001571	150	0.1560	285	2.0328	420	9.5875
20	0.0004930	155	0.1778	290	2.1792	425	10.0523
25	0.001205	160	0.2019	295	2.3334	430	10.5338
30	0.002496	162	0.2284	300	2.4957	435	11.0323
35	0.004622	170	0.2573	305	2.6663	440	11.5484
40	0.007888	175	0.2890	310	2.8455	445	12.0823
45	0.01264	180	0.3234	315	3.0336	450	12.6345
50	0.01926	185	0.3609	320	3.2308	455	13.2055
55	0.02820	190	0.4015	325	3.4375	460	13.7956
60	0.002993	195	0.4455	330	3.6540	465	14.4053
65	0.005500	200	0.4930	335	3.8805	470	15.0349
70	0.007398	205	0.5542	340	4.1174	475	15.6850
75	0.009749	210	0.5992	345	4.3650	480	16.3559
80	0.01262	215	0.6584	350	4.6236	485	17.0481
85	0.01608	220	0.7218	355	4.8935	490	17.7621
90	0.02022	225	0.7897	360	5.1751	495	18.4982
95	0.02510	230	0.8622	365	5.4687	500	19.2570
100	0.03081	235	0.9397	370	5.7745	600	39.7
105	0.03745	240	1.0222	375	6.0930	700	73.54
110	0.04511	245	1.1101	380	6.4246	800	125.5
115	0.05389	250	1.2036	385	6.7694	900	201.0
120	0.06389	255	1.3028	390	7.1280	1000	306.3
125	0.07522	260	1.4080	395	7.5006		
130	0.08800	265	1.5195	400	7.8877		
135	0.1023	270	1.6374	405	8.2895		

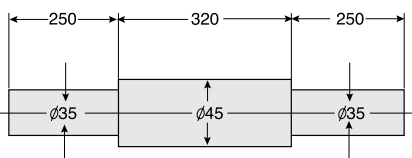
<p>중공원통</p> $GD^2 = W \left(\frac{D^2 + d^2}{2} + 4Re^2 \right) \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	
<p>직방체</p> $GD^2 = \frac{1}{3} W (a^2 + b^2 + 12Re^2) \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	
<p>원추체</p> $GD^2 = \frac{3}{10} WD^2 \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	

■ 직선운동의 경우 GD²

<p>Conveyor 등의 수평직선운동</p> $GD^2 = W_1 D^2 + \frac{1}{2} W_2 D^2 + \frac{1}{2} W_3 D^2 + W_4 D^2 \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$ $= (W_1 + \frac{1}{2} W_2 + \frac{1}{2} W_3 + W_4) \times \left(\frac{V}{\pi n} \right)^2 \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	
<p>대차, 차륜구동기계 등의 수평직선운동</p> $GD^2 = WD^2 \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$ $GD^2 = W \left(\frac{V}{\pi n} \right)^2 \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	
<p>나사이송에 따른 수평직선운동 (나사의 Lead: p)</p> $GD^2 = W \left(\frac{p}{\pi} \right)^2 = W \left(\frac{V}{\pi n} \right)^2 \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	
<p>Winch, Crane 등 Rope 전동에 따른 수직직선운동</p> $GD^2 = W_1 D^2 + \frac{1}{2} W_2 D^2 \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$ $= W_1 \left(\frac{V}{\pi n} \right)^2 + \frac{1}{2} W_2 \left(\frac{V}{\pi n} \right)^2 \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	

(그림9)

Ex:11 축의 경우



(그림10)

1) φ35부분의 GD²

GD² 조건표에 따라 가장 100mm의 경우

$$GD^2 = 0.0004622 (\text{kg} \cdot \text{m}^2) \quad \phi 35 \text{의 전장(양단)} = 500(\text{mm})$$

$$GD_1^2 = 0.0004622 \times \frac{500}{100} = 0.002311 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

2) φ45부분의 GD (φ35와 같은방법으로)

$$GD_2^2 = 0.001264 \times \frac{320}{100} = 0.0040448 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

3) 축의 합계GD² $GD_s^2 = GD_1^2 + GD_2^2 = 0.0063558 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$

Ex: 2 Sprocket의 경우

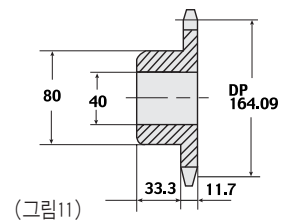
1) Sprocket부분(Dp = 164.09

≈ 165로 보고)의 GD²

$$= (0.2284 \times \frac{11.7}{100}) - (0.0007888 \times \frac{11.7}{100})$$

(외경부분)-(내경부분)

$$= 0.02663051 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$



(그림11)

2) Boss부분의 GD²

$$GD_2^2 = (0.01262 \times \frac{33.3}{100}) - (0.0007888 \times \frac{33.3}{100}) = 0.00393979 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

3) Sprocket의 합계GD²

$$GD^2 = GD_1^2 + GD_2^2 \approx 0.03057 (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$$

모터의 특성 및 감속기 선정예/Feature & Collection

모터의 특성

■ 절연계급에 의한 온도상승 한도 [표 12]

구분 \ 종별	A종	E종	B종	F종	H종
온도상승효과	60	75	80	100	125
허용최고온도	105	120	130	155	180

■ Motor의 공식

▶ 3상전동기 부하전류(A)

$$A = \frac{HP \times 746}{Eff(\text{효율}) \times Pf(\text{역율}) \times 1.73 \times V(\text{전압})}$$

▶ 단상전동기 부하전류(A)

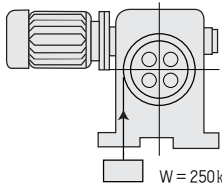
$$A = \frac{HP \times 746}{Eff(\text{효율}) \times Pf(\text{역율}) \times V(\text{전압})}$$

$$Pf(\text{역율}) = \frac{\text{입력 KW}}{\text{입력 KVA}} \quad \cdot \quad Eff(\text{효율}) = \frac{\text{출력HP} \times 0.746}{\text{입력 KW}}$$

$$\cdot \quad 3\text{상입력 KVA} = \frac{V \times A \times 1.732}{1000} \quad \cdot \quad \text{입력 KW} = \frac{\text{출력HP} \times 0.746}{Eff(\text{효율})}$$

감속기 선정예

■ 선정예 I - Winch & Hoist 구동



그림과 같이 250kg의 물체를 23m/min 속도로 들어올릴 때 Drum의 구동감속 Motor는 몇 HP인가?

(그림12)

◆ 사용조건

감속기의 희망기종은 Motor부착형 감속기(WUM형)으로서 직경 125mm의 Drum을 출력축에 직접 부착하여 구동한다. (사용시간은 1일 10시간으로 부하변동은 없음.)

$$\text{감속기의 출력 회전수} = \frac{\text{속도(m/min)}}{\text{Drum} \times 3.14} = \frac{23}{0.125 \times 3.14} \approx 59 \text{ R.P.M}$$

$$\text{등가소요출력 Torque} = 250\text{kg} \times \frac{0.125}{2} = 15.6\text{kg} \cdot \text{m}$$

■ 모터의 특성예

출력 HP (Kw)	극 수	전압 V	주파수 Hz	부하특성										Torque 특성			명판치 전류 A
				50%부하			75%부하			100%부하				정동 Torque %	시동 Torque %	시동 전류 A	
				전류 A	효율 %	역율 %	전류 A	효율 %	역율 %	전류 A	효율 %	역율 %	회전수 rpm				
1/2HP (0.4)	4	200	60	1.10	74.2	70.7	1.41	75.6	81.2	1.83	73.3	86.2	1650	184	199	7.4	1.95
				1.20	72.6	64.4	1.36	75.7	76.2	1.68	75.4	82.8	1690	227	247	8.0	1.85
1HP (0.75)	4	200	60	2.04	77.2	68.8	2.57	79.2	79.2	3.25	79.7	85.2	1680	229	259	16.8	3.3
				2.10	75.1	62.4	2.52	78.6	74.4	3.06	79.1	81.4	1700	281	314	18.5	3.1
2HP (1.5)	4	200	60	3.53	80.6	76.2	4.65	82.5	84.7	5.98	82.0	88.4	1710	238	194	37.0	6.3
				3.55	78.7	70.5	4.47	81.9	80.6	5.56	82.5	85.8	1730	291	235	40.0	5.9
3HP (2.2)	4	200	60	4.85	82.5	79.4	6.58	83.5	86.8	8.62	82.2	89.7	1690	223	218	51.0	9.1
				4.86	79.6	74.6	6.30	82.2	83.6	7.98	82.4	87.8	1710	273	271	56.0	8.3
5HP (3.7)	4	200	60	8.54	77.6	80.6	11.4	80.6	87.3	14.7	80.8	90.0	1730	226	227	90.5	14.8
				8.54	77.0	73.9	10.9	80.8	82.9	13.6	81.8	87.3	1740	276	274	99.6	13.6
7.5HP (5.5)	4	200	60	10.9	87.5	83.5	15.3	87.0	89.3	20.5	85.0	91.2	1710	207	176	114	20.5
				10.7	86.6	78.1	14.4	87.3	86.2	18.7	86.4	89.6	1730	253	213	126	19
10HP (7.5)	4	200	60	16.0	85.7	78.9	21.8	87.2	85.5	28.4	86.9	87.8	1730	217	228	173	28.5
				16.9	84.3	69.1	21.6	86.8	78.8	27.0	87.4	83.5	1740	270	275	191	27

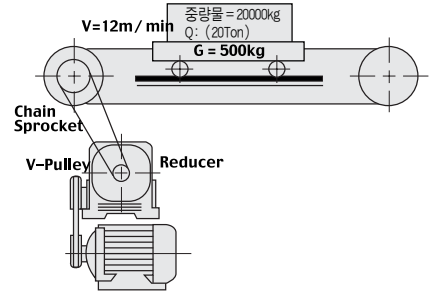
[표 13]

상기 사용시간 및 부하의 상태에 따른 Service Factor는 1입니다. 작음 O.H.L.(축단하중)은 250kg입니다.

◆ 선정방법

WUM 80×1/30을 선정하면 출력 TORQUE는 17.13kg·m, 허용 O.H.L 277kg이므로 사용 조건 O.K

■ 선정예 II



◆ 사용조건

1일 8~10시간

총중량 = 중량물 + 대차무게 = 20500kg

사용속도: 12m/min

구동Drum: 380φ

상기와 같은 조건에서

(A)정상운전시 부하 (B)빈번한 기동정지 (기동관성)부하 (C)충격부하(주행, 중 연속적 충격을 받는다고 가정) 이상의 3가지 경우의 예로서 각각의 선정법을 검토한다

■ (A)정상운전시 부하

1) Motor는 4P를 사용시 감속비율의 산출.

$$\text{① Drum의 R.P.M} = \frac{\text{속도(m/min)}}{\text{직경(m)} \times 3.14} = \frac{12}{0.38 \times 3.14} \approx 10 \text{ R.P.M}$$

② Motor에서 Drum까지 총 감속비

$$\text{감속비} = \frac{\text{Drum R.P.M}}{\text{Motor R.P.M}} = \frac{10}{1800} = \frac{1}{180}$$

③ 각 부분 감속비

$$\text{총감속비} = \text{V-Pulley의 감속비율} \times \text{감속기의 감속비율} \times \text{Chain Sprocket 감속비}$$

■ V-Belt 1가닥당 전달 마력표

[표 15]

종	少 Pulley R.P.M	少 Pulley 직경	少 Pulley 호칭에 의한 가닥당 전달 HP																
			2"	2 1/2"	2"	3 1/2"	4"	2"	5"	6"	7"	8"	9"	10"	12"	14"	16"	18"	20"
A종	750		0.28	0.56	0.81	1.08	1.34	1.56	1.83	2.31	2.69	3.24	3.68	4.14	—	—	—	—	—
	1000		0.33	0.68	1.00	1.35	1.66	1.95	2.29	2.89	3.36	4.04	4.56	5.11	—	—	—	—	—
	1200		0.36	0.79	1.16	1.56	1.94	2.30	2.68	3.39	3.93	4.73	5.31	5.93	—	—	—	—	—
	1500		0.39	0.89	1.35	1.83	2.26	2.69	3.13	3.96	4.56	5.49	6.15	6.82	—	—	—	—	—
	1800		0.41	1.00	1.56	2.13	2.63	3.13	3.64	4.42	5.30	6.27	6.95	7.62	—	—	—	—	—
B종	3400		0.35	1.36	2.23	3.12	3.85	4.52	5.17	6.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	750		—	0.65	0.79	1.28	1.60	1.99	2.39	3.17	3.77	4.66	5.36	6.08	6.91	—	—	—	—
	1000		—	0.77	0.93	1.56	1.96	2.46	2.97	3.93	4.70	5.78	6.64	7.53	8.50	—	—	—	—
	1200		—	0.85	1.05	1.79	2.27	2.85	3.45	4.59	5.48	6.75	7.71	8.71	9.79	—	—	—	—
	1500		—	0.93	1.16	2.05	2.65	3.30	4.02	5.34	6.36	7.76	8.88	9.96	11.10	—	—	—	—
C종	1800		—	0.99	1.28	2.31	3.00	3.79	4.62	6.15	7.28	8.85	9.99	11.08	12.15	—	—	—	—
	3400		—	0.79	1.25	2.88	3.88	4.98	6.04	7.66	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	300		—	—	—	—	—	—	—	—	2.74	3.28	3.92	4.55	5.89	7.27	8.38	9.59	10.78
	600		—	—	—	—	—	—	—	—	4.77	5.74	6.91	8.14	10.45	12.87	14.80	16.84	18.78
	900		—	—	—	—	—	—	—	—	6.43	7.79	9.40	11.08	14.16	17.31	19.69	22.06	24.18
C종	1200		—	—	—	—	—	—	—	—	7.78	9.47	11.41	13.42	16.97	20.38	22.71	24.80	—
	1500		—	—	—	—	—	—	—	—	8.83	10.74	12.01	15.10	18.74	21.81	—	—	—
	1800		—	—	—	—	—	—	—	—	9.52	11.59	13.84	16.01	19.28	—	—	—	—

$$\frac{1}{180} = \frac{1}{1} \times \frac{1}{30} \times \frac{1}{6}$$

$$= \frac{1}{1} \times \frac{1}{60} \times \frac{1}{3}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{1}{30} \times \frac{1}{3}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{1}{60} \times \frac{1}{1.5}$$

등 여러가지의 경우를 생 각할 수 있다. 그중에서 $= \frac{1}{2} \times \frac{1}{30} \times \frac{1}{3}$ 의 조건으로 검토한다.

2) Motor의 HP산출

개략치의 Motor HP은 (25)식에 의해

$$HP = \frac{(Q+G) \times \mu \times V}{4500 \times \eta} \text{ 에서 } = \frac{(20000+500) \times 0.03 \times 12}{4500 \times 0.6} \approx 2.73HP$$

이므로 Motor는 3HP으로 한다.

Q = 20000kg G = 500kg $\mu = 0.03$ (대차의 바퀴에 Ball B/R사용)
V = 12m/min $\eta = 0.6$ (V-Belt, Chain, Reducer등의 전체효율)

3) Motor의 V-Pulley선정법

Motor의 V-Pulley는 [표 15] V-Belt 1가닥당 전달마력표에 의해 A종 3" 2줄이나 B종 4" 1줄 중에서 선택한다.

(이 경우 감속비가 $\frac{1}{2}$ 이므로 Reducer 입력축에는 A형 6" 2줄이나 B형 8" 1줄을 선택한다.)

4) Motor와 Reducer직결일 경우 Chain Coupling은 [표 14] 에 의해 선정한다.

Motor와 직결시 Chain Coupling 선정표

[표 14]

Motor 출력(HP)			Motor 축경		Chain
2P	4P	6P	B,E종	A종	Coupling
1/2	1/2	—	14	16	CR3812
1	1	1/2	19	22	CR4012
2	2	1	24	22	CR4014 (CR4012)
3	3	2	24	28	CR4014
5	5	3	28	28	CR4014
7.5	7.5	5	38	38	CR4016 (CR5014)
10	10	7.5	38	38	CR4016 (CR5014)
15	15	10	42	42	CR5018
20	20	15	42	42	CR5018

5) Worm Reducer 선정법

감속기 입력 R.P.M 1200일때 3HP $\times \frac{1}{30}$ 의 Worm Reducer는 전동능력표에서 U 또는 B형 100을 선정한다.
(100형의 출력축 허용 O.H.L.는 302kg이다.)

6) 감속기출력축 Chain Sprocket 산출법

① 부하 Torque(kg · m)

$$= \text{하중(kg)} \times \text{마찰계수} \times \text{반경(m)} = 20500 \times 0.03 \times \frac{0.38}{2} \approx 117\text{kg} \cdot \text{m}$$

② 감속기 출력축에 걸리는 Torque(T:kg · m)

$$T = \text{부하 Torque} \times \frac{\text{Chain}}{\text{감속비}} = 117 \times \frac{1}{3} = 39\text{kg} \cdot \text{m가 걸린다.}$$

③ Chain Sprocket 최소반경 (R:m)

$$R = \frac{T}{\text{O.H.L}} = \frac{39}{302} = 0.129\text{m}$$

Chain Sprocket의 최소 직경 258 ϕ 이상이어야만 한다.

④ 적용 Chain 선정

$$\text{사용 Chain의 하중} \leq \frac{\text{Chain}}{\text{최대허용하중}} \times \frac{1}{\text{사용계수}} \times \frac{1}{\text{속도계수}}$$

사용계수: [표9] 참조

사용계수: 1.25(보통충격)

$$\text{감속기출력 R.P.M(N)} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{30} \times 1800 = 30\text{R.P.M}$$

$$\text{Chain의 선속도(V)} = 30\text{R.P.M} \times 0.258 \times \pi \approx 24.3\text{m/min}$$

■ 속도계수표

[표 16]

Chain 선속도	계 수
0~15 m/min	1.0
15~30 m/min	1.2
30~50 m/min	1.4
50~70 m/min	1.6

▶ 속도계수([표16] 참조): 1.2

▶ 사용 Chain의 하중

모터의 특성 및 감속기 선정예/Feature & Collection

$$F = \frac{4500 \times HP}{V} \dots\dots\dots (30)$$

$$= \frac{4500 \times 3}{24.3} \approx 555kg$$

F: Chain하중 (kg) HP: 사용 Motor HP V: Chain의 속도(m/min)

▶ Chain의 최대허용하중

= 555 × 1.2 × 1.25 × 1.5 (안전율)
= 1250kg보다 큰 최대허용하중을 갖는 Chain은 [표 17] 을 참고하여 RS80이 된다.

▶ Chain의 잇수결정

$$n = \frac{V \times 1000}{P \times N} \dots\dots\dots (31)$$

$$= \frac{24.3 \times 1000}{25.4 \times 30} \approx 31.9 \rightarrow 32T로 한다.$$

n: Chain 잇수 V: Chain 속도 P: Chain의 Pitch(mm) N: 사용 R.P.M

■ Chain의 최대허용 하중표

[표 17]

Chain		최대허용 하중(kg)	최대허용 속도(RPM)
호칭번호	Pitch(m/m)		
RS25	6.35	65	3000
RS35	9.525	220	2200
RS40	12.70	370	1800
RS50	15.875	650	1200
RS60	19.05	900	1000
RS80	25.40	1500	800
RS100	31.75	2300	700
RS120	38.10	3100	600
RS140	44.45	4100	500
RS160	50.80	5400	400
RS180	57.15	6200	300
RS200	63.50	7300	250
RS240	76.20	10100	120

* 사용상 다열로 사용하고자 할 경우는 [표 18] 의 다열 계수표를 참조하여 사용해 주십시오.
다열계수표의 계수만큼 허용최대하중이 증가한다.

Ex:12

(31)식의 계산에서 2열을 사용하고자 할 때는 사용 Chain의 하중이 555kg 이므로

$$\frac{555kg}{1.7(2열)} \approx 326kg$$

Chain의 최대허용하중 = 326 × 1.2 × 1.25 × 1.5 ≈ 734kg보다 큰 Chain 은 [표 19] 에서 #60이 된다. #60-2열 Chain의 사용 잇수는?

■ 다열계수표

[표 18]

Chain 열수	다열계수
1열	1.0
2열	1.7
3열	2.5
4열	3.3
5열	3.9

1) Chain의 결정

① 단열의 경우

RS #80-32T → 감속기 출력축에 맞춤

RS #80-96T → 부하 Drum의 축에 맞춤

$$\text{감속비: } \frac{1}{3} = 32T / 96T$$

② 2열의 경우

RS #60-40T → 감속기 출력축에 맞춤

RS #60-120T → 부하Drum의 축에 맞춤

◆ Motor와 Worm Reducer입력이 직결 (Chain Coupling, V-Belt)의 경우 감속기 출력 축의 권장 Sprocket 선정표 (출력 Torque와 O.H.L.를 충분히 고려한 치수임)

■ (B)빈번한 기동 · 정지부하(관성부하)

(26)식에 의해

$$(기동 Torque) T_1 = \frac{GD^2 \times N}{375 \times t} \quad (\text{부하 Torque})$$

$$T_2 = \text{앞의 6)-① 에 의해} = 117kg \cdot m$$

$$T_c (\text{소요 Torque}) = T_1 + T_2$$

$$T_c = \frac{GD^2 \times N}{375 \times t} + T_2$$

■ 감속기 출력축 Chain Sprocket

[표 19]

감속기 형번	1열 사용시 Chain Sprocket	2열 사용시 Chain Sprocket
60	# 40-27T	—
70	# 40-33T	—
80	# 50-27T	—
100	# 50-42T	—
120	# 60-39T # 80-30T	—
140	# 80-36T # 100-27T	# 60 × 39T
155	# 100-30T # 120-15T	# 80 × 36T
175	# 120-24T # 140-15T	# 100 × 24T
200	# 140-21T # 160-15T	# 120 × 21T
225	# 160-21T # 180-15T	# 120 × 24T
250	# 180-18T # 200-15T	# 160 × 21T

▶ 기동시간을 0.5초로 가정하면,

최고부하시 경우이며 부하에 따라 상당히 줄일 수 있다.

$$= \frac{3221 \times 10}{375 \times 0.5} + 117 = 289kg \cdot m$$

$$HP = \frac{T \cdot N}{716.2} = \frac{289 \times 10}{716.2} = 4.04HP \approx 5HP \text{ 을 사용한다.}$$

$$GD_1^2 : (\text{부하의 } GD^2) = 20500 \times 0.38^2 \approx 2961kg \cdot m^2$$

$$GD_2^2 : \text{기타부품의 } GD^2 = 260kg \cdot m^2$$

$$\text{총 } GD^2 = 2961 + 260 = 3221kg \cdot m$$

■ (C) 충격부하

(27)식 참조

$$HP = \frac{GD^2 \times N^3}{716.2 \times 120} = \frac{3221 \times 10^3}{716.2 \times 120} = 37.47 \approx 40HP \text{ 을 선정}$$

이 경우는 Flywheel를 사용하여 관성Energy를 축척시켰다가 충격을 흡수하므로 Motor의 HP를 훨씬 줄일 수 있다.

예): 파워 프레스

7) Drum의 Shaft설계구동 Motor: 3HP

Drum의 R.P.M: 10R.P.M

① 직렬운동

(예: Chain Coupling)의 경우 축경

$$d = 715_3 \sqrt{\frac{HP}{r \times N}} \text{ (mm)} \dots\dots\dots (32)$$

$$= 715_3 \sqrt{\frac{3}{200 \times 10}}$$

≈ 81.85 → 82 φ로 한다.

r: 축의 허용응력 (kg/cm²)

연강의 r = 200kg/cm²

② Chain이나 Belt 전동의 경우

$$d \approx 120 \sqrt[4]{\frac{HP}{N}} \approx 120 \sqrt[4]{\frac{3}{10}}$$

≈ 88.8 → 90 φ로 한다.

■ 전동축의 HP와 축의 직경표 (단위 mm φ)

[표 20]

전달동력HP	매 분 회 전 수 (R.P.M)						
	30	100	300	600	900	1200	1800
0.2~0.5(0.15~0.37)	45	30	25	20	15	15	10
0.5~1(0.37~0.7)	50	45	30	25	20	20	15
1~2(0.75~1.5)	60	45	35	30	30	25	20
2~3(1.5~2.2)	65	50	40	30	30	30	30
3~4(2.2~3)	70	55	40	35	30	30	30
4~6(3~4.5)	80	60	45	40	35	30	30
6~8(4.5~6)	85	65	50	45	40	35	35
8~10(6~9.5)	90	70	50	45	40	40	35
10~12(7.5~9)	95	70	50	45	40	40	35
14~18(10~13)	105	75	60	50	45	45	40
18~20(13~15)	110	80	65	55	45	45	40
20~25(15~19)	115	85	70	55	50	45	40
25~30(19~22)	120	90	70	55	50	50	45
30~40(40~50)	130	95	75	60	55	50	45
40~50(22~30)	135	105	80	65	55	55	50

■ 사항 WORM김속기에서의 입력베어링 윤활, WU상형 웜김속기의 입력축(고속회전)베어링은 상부에 위치하고 있으므로 장기간 보관 후 운전 또는 저속운전시 윤활유 부족현상으로 고온상승이 발생되며 계속운전시 베어링의 파손을 유발할 수 있습니다.
이 경우 베어링부의 온도가 상승되면 베어링 카바를 열고 베어링에 그리이스 또는 호환성 윤활유를 주유한 후에 운전하시기 바랍니다.
지속해서 저속으로 운전할 경우 주기적으로 그리이스의 보급이 필요합니다.

※ 본 카다록 상의 Dimension은 제품의 품질 향상을 위하여 예고없이 변동 될 수 있습니다.

감속기 고장원인과 대책

■ 감속기 고장원인과 대책

고 장	원 인	대 책	
케이스가 과열일 때	과부하 운전	부하를 조절하거나 큰 용량으로 교체	
	에의 과다 및 과소	Oil Gauge 점검	
	에의 불량 및 노화	새 Oil로 교환(Bronze Gear Oil)	
	Air Hole 막힘	Air Hole 청소	
	벨트의 헐거움	벨트 교환 및 Tension로라 부착	
	전동기 및 피동기의 연결 잘못	평행도 및 센타 정확 작업	
소음이 심할 때	규칙적 소음	이빨 접촉면 불량	메이커 연락
		B/R의 손상	B/R 교체
	높은 금속음	에의 부족	에보충
		기어 뺏래쉬 적음	메이커 연락
	불규칙 소음	이물의 침입	이물 제거 Oil 교환
		B/R의 손상	B/R 교체
진동이 클 때	기어의 마멸	웜 및 웜기어 교체	
	이물의 침입	이물 제거 Oil 교환	
	B/R의 손상	B/R 교체	
	볼트 체결의 미흡	볼트조임	
에이 샐 때	Oil Seal의 손상	Oil Seal 교체	
	박킹 파손	박킹 교체	
	Oil Gauge 조임 미흡	Oil Gauge 조임	
	배출구 플러그 조임 미흡	플러그 조임	
기어의 마모가 심할 때	과부하 운전	부하를 조절하거나 큰 용량으로 교체	
	에의 불량 또는 노화	새 Oil로 교환(Bronze Gear Oil)	
	에의 부족	에보충	
	이물의 침입으로 인한 치면의 손상	부품교체	
	운전 온도가 높음	통풍이 잘 되게 한다.	
	기동시 중충격 하중	용량 교체	
입력축이 회전하고 출력축이 정지상태	웜기어의 마멸	웜기어 교체	
	웜기어의 보스축 Key 파손	Key 교체	
	입력축 부분 파손(웜부분 파손)	웜축 교체	
	출력축 파손	출력축 교체	

※이상 일반적으로 발생하기 쉬운 고장에 대하여 기재하였으나 이외의 이상이 발생할 때는 메이커에 문의하여 주십시오.