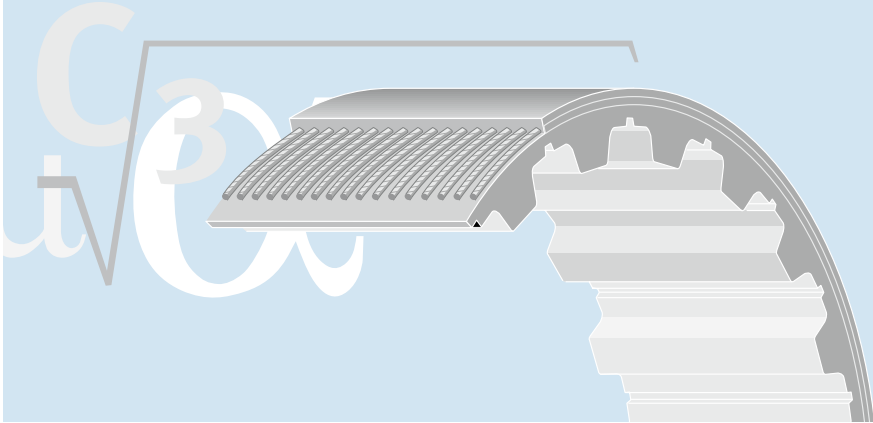


siegling proposition

타이밍 벨트

설계방법



고품질 시글링 프로포지션(Siegling Proposition) 타이밍 벨트에 대한 자세한 내용은 개요 (ref. no. 245)를 참고하시기 바랍니다.

Contents

공식	2
계산	5
계산 예제	7
계산시트	15
표	26

공식

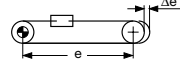

1. 힘

종류	표시	단위	계산 및 비교
구동 유효 장력	F_U	N	$F_U = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T}{d_0} = \frac{19.1 \cdot 10^6 \cdot P}{n \cdot d_0}$ $= \frac{10^3 \cdot P}{v} \text{ [N]}$ $F_U = F_A + F_H + F_R \dots \text{ [N]}$
가속력	F_A	N	$F_A = m \cdot a \text{ [N]}$
리프팅 파워	F_H	N	$F_H = m \cdot g \cdot \sin \alpha \text{ [N]}$ ($\sin \alpha$ 는 상승 컨베이어에 적용)
마찰력 (μ 마찰력 표. 4)	F_R	N	$F_R = m \cdot \mu \cdot g \text{ [N]}$ ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)
최대 유효장력	$F_{U \max}$	N	$F_{U \max} = F_U \cdot (C_2 + C_3) \text{ [N]}$
요구 특수유효장력	$F'_{U \text{ req}}$	N	$F'_{U \text{ req}} = F_{U \max} / C_1 \text{ [N]}$
특수 유효장력	F'_U	N	계산 시트
초기 텐션	F_V	N	$F_V \geq 0.5 \cdot F_{U \max} \text{ [N]}$ 2개 폴리 구동 $F_V \geq F_{U \max} \text{ [N]}$ 선형 구동
벨트 결정 장력	F_B	N	$F_B = F_{U \max} + F_V \text{ [N]}$
인장재 허용 장력	F_{per}	N	계산 시트 표의 값
외부 힘	F	N	
정적 샤프트 로드	F_{WS}	N	$F_{WS} = 2 \cdot F_V \text{ [N]}$ 2개 폴리 구동

2. 질량

종류	표시	단위	계산 및 비교
전체 이송 질량	m	kg	$m = m_R + m_L + m_{Z \text{ red}} + m_{S \text{ red}} \text{ [kg]}$
벨트 질량	m_R	kg	$m_R = m'_R \cdot l / 1000 \text{ [kg]}$;
단위 미터당 벨트	m'_R	kg/m	계산 시트 표의 값
리니어 슬라이드 질량	m_L	kg	
타이밍 폴리 질량	m_Z	kg	$m_Z = \frac{(d_k^2 - d^2) \cdot \pi \cdot b \cdot \rho}{4 \cdot 10^6} \text{ [kg]}$
타이밍 폴리 감소 질량	$m_{Z \text{ red}}$	kg	$m_{Z \text{ red}} = \frac{m_Z}{2} \cdot \left[1 + \frac{d^2}{d_k^2} \right] \text{ [kg]}$
테이크업 폴리 질량	m_S	kg	$m_S = \frac{(d_s^2 - d^2) \cdot \pi \cdot b \cdot \rho}{4 \cdot 10^6} \text{ [kg]}$
테이크업 폴리 감소 질량	$m_{S \text{ red}}$	kg	$m_{S \text{ red}} = \frac{m_S}{2} \cdot \left[1 + \frac{d^2}{d_s^2} \right] \text{ [kg]}$

3. 측정

종류	표시	단위	계산 및 비교
보어경	d	mm	
피치경	d_0	mm	$d_0 = z \cdot t / \rho$ [mm], 카탈로그 값
외경	d_k	mm	타이밍벨트 폴리 공급자의 카탈로그 값
테이크업 폴리경	d_s	mm	
타이밍폴리, 테이크업 폴리 폭	b	mm	
벨트 폭	b_0	mm	
2개 샤프트 구동에서 텐션 없는 벨트 길이	l	mm	$i = 1:$ $l = 2 \cdot e + \rho \cdot d_0 = 2 \cdot e + z \cdot t$ [mm] $i \neq 1:$ $l = \frac{t \cdot (z_2 + z_1)}{2} + 2e + \frac{1}{4e} \left[\frac{t \cdot (z_2 - z_1)}{\pi} \right]^2$
(벨트 일반 길이)		mm	$l = z \cdot t$ [mm]
벨트 클램핑 길이	l_k	mm	ADV 07 기준
축간 거리(정확)	e	mm	l 로 부터 계산 됨
축간 거리(정확)	Δe	mm	2폴리 회전 구동 과 2폴리 선형 구동 (ADV07:클램프 체결) $\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{2 \cdot C_{spec}}$ [mm]  ADV07: 클램프 체결  $\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{C_{spec}}$ [mm]
외력 적용 하의 위치 오차	Δs	mm	$\Delta s = \frac{F}{C}$ [mm]; $\Delta s_{min} = \frac{F}{C_{max}}$ [mm]
벨트 피치	t	mm	인접한 이빨 사이의 센터 거리

4. 상수와 계수

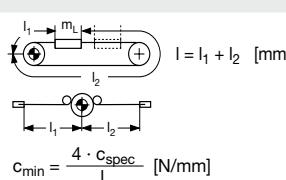
종류	표시	단위	계산 및 비교
밀도	ρ	kg/dm ³	폴리의 재질에 따름
마찰계수	μ		서로 맞닿는 재질에 따름(table 4 참조)
TIM(Teeth in mesh) 요소; 벨트와 폴리 동시 물림 잇수	C_1		$i = 1; C_1 = z/2$ $i \neq 1; C_1 = \frac{z_1}{180} \cdot \arccos \frac{(z_2 - z_1) \cdot t}{2 \cdot \pi \cdot e}$
운영 요소	C_2		table 1 의 $C_{1 max}$
가속 요소	C_3		Table 2
			Table 3

공식

5. 운동량

종류	표시	단위	계산 및 비교
속도 (RPM)	n	min ⁻¹	$n = \frac{v \cdot 19.1 \cdot 10^3}{d_0} \text{ [min}^{-1}\text{]}$
벨트 속도	v	m/s	$v = \frac{d_0 \cdot n}{19.1 \cdot 10^3} = \sqrt{\frac{2 \cdot s_a \cdot a}{1000}} \text{ [m/s]}$
가속도	a	m/s ²	
중력 가속도	g	m/s ²	g = 9.81 [m/s ²]
운동거리	s _v	mm	s _v = s _a + s' _a + s _c [mm]
가속(멈춤) 거리	s _a (s' _a)	mm	$s_a (s'_a) = \frac{a \cdot t_a^2 \cdot 10^3}{2} = \frac{v^2 \cdot 10^3}{2 \cdot a} \text{ [mm]}$
일정 속도의 운동거리	s _c	mm	s _c = v · t _c · 103 [mm]
가속(멈춤) 시간	t _a (t' _a)	s	$t_a (t'_a) = \frac{v}{a} = \sqrt{\frac{2 \cdot s_a}{a \cdot 1000}} \text{ [s]}$
일정 속도의 운동 시간	t _c	s	$t_c = \frac{s_c}{v \cdot 10^3} \text{ [s]}$
총 운동 시간	t _v	s	t _v = t _a + t' _a + t _c [s]
기어비	i		

6. 기타 수치 및 약어

종류	표시	단위	계산 및 비교
상승각도	α	°	상승컨베이어
특정 스프링계수	c _{spec}	N	계산 시트 표의 값
벨트 스프링계수	c	N/mm	일반적으로: $c = \frac{c_{spec}}{l} \text{ [N/mm]}$
리니어 드라이브 스프링계수			$c = \frac{l}{l_1 \cdot l_2} \cdot c_{spec} \text{ [N/mm]}$
리니어 드라이브의 극단적 위치로부터 결정	c _{min} /c _{max}	N/mm	 $l = l_1 + l_2 \text{ [mm]}$ $c_{min} = \frac{4 \cdot c_{spec}}{l} \text{ [N/mm]}$
고유 진동수	f _e	s ⁻¹	$f_e = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c \cdot 1000}{m_L}} \text{ [s}^{-1}\text{]}$
가진 진동수	f ₀	s ⁻¹	$f_0 = \frac{n}{60} \text{ [s}^{-1}\text{]}$
치형 기본 서비스 팩터	S _{tooth}		S _{tooth} = F' _U /F' _{U req}
인장재 서비스 팩터	S _{tm}		S _{tm} = F _{per} /F _B
잇수	z		i = 1
작은 풀리 잇수	z ₁		i ≠ 1
큰 풀리 잇수	z ₂		i ≠ 1
최소 잇수	z _{min}		계산 시트 표의 값
테이크업 풀리 최소 폴리경	d _{s min}	mm	계산 시트 표의 값
전동 동력	P	kW	$P = \frac{F_U \cdot n \cdot d_0}{19.1 \cdot 10^6} = \frac{F_U \cdot v}{10^3} \text{ [kW]}$
전동 토크	T	Nm	$T = \frac{F_U \cdot d_0}{2 \cdot 10^3} \text{ [Nm]}$
오픈 타이밍 벨트	AdV07		
엔드리스 타이밍 벨트	AdV09		

B92 타이밍 벨트 계산법



$$F_U = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T}{d_0} = \frac{19.1 \cdot 10^6 \cdot P}{n \cdot d_0} = \frac{10^3 \cdot P}{v} \quad [\text{N}]$$

그리고 $v = \frac{d_0 \cdot n}{19.1 \cdot 10^3} \quad [\text{m/s}]$ 또한, $d_0 = \frac{z \cdot t}{\pi} \quad [\text{mm}]$

혹은: 모든 힘의 합 $F_U = F_R + F_H + F_A \dots [\text{N}]$

여기서: $F_R = m \cdot \mu \cdot g \quad [\text{N}]$ 들어올리는 힘

$F_H = m \cdot g$ 혹은 $m \cdot g \cdot \sin \alpha \quad [\text{N}]$ 들어올리는 힘

$F_A = m \cdot a \quad [\text{N}]$ 가속력

가동 및 가속 요소 c2와 c3는 표2, 3에서 참고.

$$F_{U \max} = F_U \cdot (C_2 + C_3) \quad [\text{N}]$$

$$c_1 = z/2 \quad i = 1$$

$$c_1 = \frac{z_1}{180} \cdot \arccos \frac{(z_2 - z_1) \cdot t}{2 \cdot \pi \cdot e} \quad i \neq 1$$

c_1 은 작은 값이 나올 수 있도록 반올림.

Note 표1의 최대값.

톱니 수가 제시돼 있지 않다면 추측해 n 을 구함.

$$F'_{U \text{ req}} = \frac{F_{U \max}}{c_1} \quad [\text{N}]$$

벨트 개요 그래프에서 $F'_{U \text{ req}}$ 를 찾아 제시된 속도와 교점을 이룰 때까지 수평으로 이동. 이 점 위에 존재하는 모든 벨트 피치가 사용 가능.

벨트 유형을 선택해 계산 시트에서 그 교점을 찾음. 그 점의 위에 존재하는 곡선에서 벨트 너비 b_0 [mm]를 찾을 수 있고, 속도와 너비 곡선의 교점에서 전달 가능한 유효장력 F'_U [N]를 알아낼 수 있음.

$$l = 2 \cdot e + z \cdot t = 2 \cdot e + \rho \cdot d_0 \quad [\text{mm}] \quad i = 1$$

$$l = \frac{t \cdot (z_2 - z_1)}{2} + 2e + \frac{1}{4e} \left[\frac{t \cdot (z_2 - z_1)}{\pi} \right]^2 \quad [\text{mm}] \quad i \neq 1$$

l 는 반드시 벨트 피치 t [mm]의 중적분 형태여야 함. 2-폴리 드라이브 회전에 관한 다항식이 존재. 이 기하학을 통해 다른 디자인도 계산할 수 있음.

$m_R = m'_R \cdot l/1000$ [kg]; m'_R 은 계산시트에서 구함.

타이밍 벨트 폴리 측정치는 카탈로그 참고.

이송되는 유효장력 F_U [N]

1

최대 유효장력 $F_{U \max}$ [N]

2

(작은) 구동 폴리의 TIM 요소 c_1

3

요구되는 특수 유효장력 $F'_{U \text{ req}}$ [N]

4

그래프로부터 벨트 선택

선택한 벨트 유형의 F'_U [N]

벨트 길이 [mm]

5

벨트 질량 m_R [kg]

타이밍 벨트 폴리과 테이크업 폴리의 감소 질량 $m_{Z \text{ red}}, m_{S \text{ red}}$ [kg].

B92 타이밍 벨트 계산법

6

F_A로 F_U 검토

m_R, m_{Z red}, m_{S red} 포함

벨트 질량을 무시할 수 없는 수준인 경우 1-4 단계를 반복; 예, 높은 가속의 선형 드라이브.

7

톱니 베이스 결정

$$S_{\text{tooth}} = \frac{F'_U \cdot c_1}{F_{U \max}} = \frac{F'_U}{F_{U \text{ req}}} \quad \text{필요 조건: } S_{\text{tooth}} > 1$$

8

프리텐서닝 힘 [N]

$$F_V > 0.5 \cdot F_{U \max} \text{ [N]}$$

$$F_V > F_{U \max} \text{ [N]}$$

2-폴리 드라이브
선형 드라이브

벨트를 선택하게 하는 힘 F_B [N]

$$F_B = F_{U \max} + F_V \text{ [N]}$$

인장재 서비스 팩터를 결정하는 S_{tm}

$$S_{tm} = \frac{F_{per}}{F_B}$$

필요 조건: s_{tm} > 1
F_{per} 는 계산시트에서 참고.

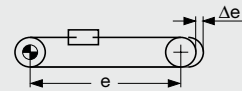
9

테이크업 범위 Δe [mm]

엔드리스 벨트 : 장착시 신율 약 0.1%
오픈 벨트 : 장착시 신율 약 0.2%

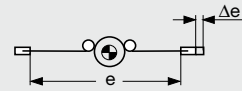
2 폴리 회전 구동 과 2폴리 선형 구동(ADV07 : 클램프 체결)

$$\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{2 \cdot c_{\text{spec}}} \text{ [mm]}$$



클램프 체결 벨트(ADV07)

$$\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{c_{\text{spec}}} \text{ [mm]}$$

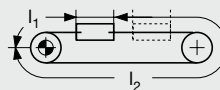


선형 드라이브의 경우 일반적으로 계산법 10-12 단계를 반복.

10

전체 시스템의 스프링계수
c [N/mm] and c_{min} [N/mm]

$$c = \frac{l}{l_1 \cdot l_2} \cdot c_{\text{spec}} \text{ [N/mm]; } l = l_1 + l_2$$



슬라이드의 가장 오른쪽 및 왼쪽 위치에서의 c_{min} 와 c_{max}

$$c_{\text{min}} = \frac{4 \cdot c_{\text{spec}}}{l} \text{ [N/mm] for } l_1 = l_2$$

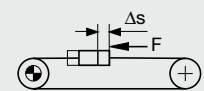


11

외력 작용 시 위치의 편차 Δs [mm]

$$\Delta s = \frac{F}{c} \text{ [mm]}$$

$$\Delta s_{\text{max}} = \frac{F}{c_{\text{min}}} \text{ [mm]}$$



12

공명 현상:
고유 진동수: f_e [s⁻¹]

$$f_e = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c \cdot 1000}{m}} \text{ [s}^{-1}\text{]}$$

f_e ≠ f₀
공명의 우려 없음.

가진 진동수: f₀ [s⁻¹]

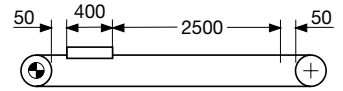
$$f_0 = \frac{n}{60} \text{ [s}^{-1}\text{]}$$

무빙 어셈블리 캐리어의 리니어 드라이브



이동거리	$S_V = 2500 \text{ mm}$
속도	$v = 3 \text{ m/s} = \text{일정함}; i = 1$
가속	$a = 15 \text{ m/s}^2$
슬라이드 질량	$m_L = 25 \text{ kg}$ (어셈블리 캐리어+이송제품)
가이드레일의 마찰력	$F_R = 80 \text{ N}$
슬라이드 길이	$l_L = 400 \text{ mm}$
d_0	약 100 mm

다이아그램



요구조건: 벨트 종류와 너비 b_0 , RPM, 타이밍 벨트 풀리 자료, 프리텐셔닝 힘, 테이크업 범위, 유효장력, 위치 제어의 정확도.

$$F_U = F_A + F_R \text{ [N]}$$

$$F_A = 25 \text{ kg} \cdot 15 \text{ m/s}^2 = 375 \text{ N}$$

$$F_U = 375 \text{ N} + 80 \text{ N} = 455 \text{ N}$$

타이밍 벨트와 벨트의 질량은 무시함.

유효장력 F_U [N] 1

대략적인 전달 유효장력 F_U [N].

$$c_2 = 1.4 \text{ 높은 가속으로.}$$

$$c_3 = 0 \text{ } i = 1 \text{ 일 때}$$

$$455 \text{ N} \cdot 1.4 = F_{U \max} = 637 \text{ N}$$

가동 및 가속 요소 c_2 와 c_3 2

대략적인 $F_{U \max}$

선택: 오픈 소재에서 $c_1 = 12$
 $d_0 \approx 100 \text{ mm}$. $c_1 = 12$ $Z_{\min} = 24$;
 예, 14 와 20 mm 피치는 d_0 때문에 배제 가능.

Teeth in mesh 팩터 c_1 3

$$F'_{U \text{ req}} = \frac{F_{U \max}}{c_1} = 53.08 \text{ N}$$

$F'_{U \text{ req}}$ 4

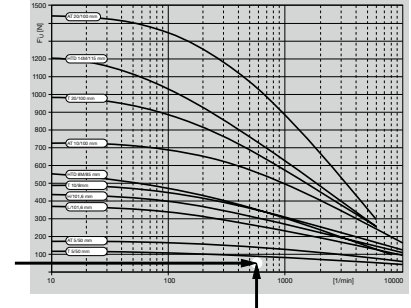
$$n = \frac{v \cdot 19.1 \cdot 10^3}{d_0} = 573 \text{ min}^{-1}$$

d_0 와 V 에 의해 주어진 수치 n

무빙 어셈블리 캐리어의 리니어 드라이브

벨트 선택

선형 드라이브에서는 AT와 HTD가 선호.
가능한 유형: AT 5, AT 10, HTD 8M.

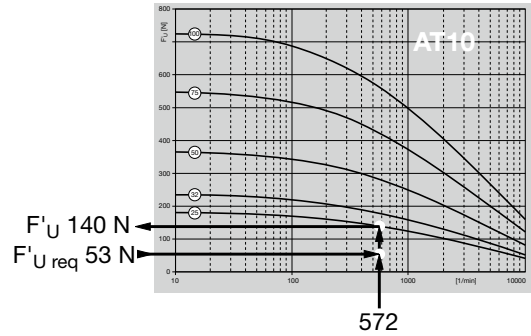


개요 그래프

선택된 벨트의 F'_U

선택:
큰 스프링 저항으로 AT 10;
t = 10 mm.

$F'_U = 140 \text{ N}$



AT 10 그래프

5

타이밍 벨트 풀리의 선택

$d_0 = 100 \text{ mm}$
 $\Rightarrow 100 \cdot \rho = 314 / t = 31.4$ 잇수
 선택: Z = 32; 표준 풀리
 알루미늄 소재; $\rho = 2.7 \text{ kg/dm}^3$
 $d_0 = 32 \cdot t / \rho = 101.86 \text{ mm}$
 그러므로: $n = \frac{v \cdot 19.1 \cdot 10^3}{101.86} = 562 \text{ min}^{-1}$

타이밍 벨트 풀리의 질량

$d_K = 100 \text{ mm}; d = 24 \text{ mm}; b = 32 \text{ mm}$
 $\Rightarrow m_Z = \frac{(100^2 - 24^2) \cdot \pi \cdot 32 \cdot 2.7}{4 \cdot 10^6} = 0.64 \text{ kg}$

타이밍 벨트 풀리의 감소 질량

$m_{Z \text{ red}} = \frac{0.64}{2} \cdot \left[1 + \frac{24^2}{100^2} \right] = 0.34 \text{ kg}$

계산된 벨트 길이

$l = 2 \cdot (2500 + 400 + 100 + d_0) - (400 - 2 \cdot 80) + z \cdot t$
 $l = 6283.7 \text{ mm} \Rightarrow l = 6290 \text{ mm}$

다이어그램과 d_0 ; 벨트 엔드 = 80 mm 당 클램핑 길이 l_K

벨트 질량 결정

$m'_R = 0.064 \text{ kg/m} \cdot 2.5 \text{ cm} = 0.16 \text{ kg/m}$
 $m_R = 1.00 \text{ kg}$

$$F_A = (25 \text{ kg} + 1 \text{ kg} + 2 \cdot 0.34 \text{ kg}) \cdot a$$

$$F_A = 400.2 \text{ N}$$

$$F_U = 400.2 + 80 = 480 \text{ N}$$

$$F_{U \max} = 480 \cdot 1.4 = 675 \text{ N}$$

$$F'_{U \text{ req}} = 56.02 \text{ N}$$

$$S_{\text{tooth}} = \frac{F'_U}{F'_{U \text{ req}}} = \frac{140}{56.02} = 2.5 > 1 \quad \text{요구조건이 만족됨.}$$

$$F_V \geq F_{U \max} \text{ 선형 드라이브}$$

$$\text{선택된 } F_V = 1.5 F_{U \max} = 1000 \text{ N}$$

$$F_B = F_V + F_{U \max} = 1675 \text{ N}$$

$$S_{\text{tm}} = \frac{F_{\text{per}}}{F_B} = \frac{3750}{1675} = 2.24 > 1 \quad \text{요구조건이 만족됨.}$$

$$\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{2 \cdot C_{\text{spec}}} = \frac{1000 \text{ N} \cdot 6290 \text{ mm}}{2 \cdot 10^6 \text{ N}} = 3.14 \text{ mm}$$

$$C_{\min} = \frac{l}{l_1 \cdot l_2} \cdot C_{\text{spec}} = \frac{6290 - 2 \cdot 80}{2684 \cdot 3446} \cdot C_{\text{spec}} = 662.77 \text{ N/mm}$$

$$C_{\max} = \frac{l}{l_1 \cdot l_2} \cdot C_{\text{spec}} = \frac{6290 - 2 \cdot 80}{184 \cdot 5946} \cdot C_{\text{spec}} = 5602.96 \text{ N/mm}$$

여기서 작용하는 외력: $F_R = 80 \text{ N}$

$$\Delta s_{\min} = \frac{F_R}{C_{\max}} = 0.014 \text{ mm}$$

$$\Delta s_{\max} = \frac{F_R}{C_{\min}} = 0.122 \text{ mm}$$

$$f_e = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{C_{\min} \cdot 1000}{m_L}} = 25.7 \text{ s}^{-1}$$

$$f_0 = \frac{n}{60} = \frac{562}{60} = 9.4 \text{ s}^{-1} \quad \text{공명 우려 없음.}$$

타이밍 벨트 25 AT 10, 길이 6290 mm
 $Z = 32$, 25 mm 길이 벨트에서 타이밍 벨트 풀리.
 $F_V \Delta e = 3.14 \text{ mm}$ 를 발생하는 테이크업 범위.
 $n = 562 \text{ min}^{-1}$
 $\Delta s_{\max} = 0.122 \text{ mm}$

m_R and $m_{Z \text{ red}}$ 를 포함한 정확한 $F_{U \max}$

6

치형 기반 서비스 팩터 S_{tooth}

7

벨트를 선택하는 힘 F_B

8

프리텐서닝 힘 F_V

인장재 서비스 팩터 S_{tm}

AT10의 계산시트 F_{per}

AT10의 계산시트 테이크업 범위 Δe [mm] C_{spec}

9

시스템의 스프링계수 C_{\min} ; C_{\max}

10

l_1 와 l_2 는 다이어그램으로부터.

외력에 의한 위치 제어 정확도

11

시스템의 고유진동수

12

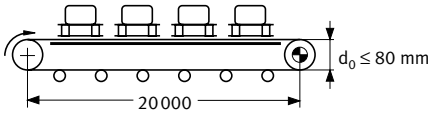
가진 진동수

결과

Δs_{\max} 가 작아야 한다면, $b_0 = 32 \text{ mm}$ 를 선택. 공명 우려 없음.

워크피스 트레이의 드래그 밴드 컨베이어

도식



속도	$v = 0.5 \text{ m/s}$
하중을 포함한 트레이 질량	$m = 1.8 \text{ kg}$
최대 작용 하중	20개 트레이
팽팽한 벨트 서포트 부분	플라스틱 레일
느슨한 벨트 서포트 부분	롤러
센터 거리	$e = 20000 \text{ mm}$
시작	하중 없이
작동	지속적 가동, 운반 작업만 실시
폴리 직경	$d_0 \leq 80 \text{ mm}$

필요 요소: 벨트 유형, 길이, 테이크 업 범위, 타이밍 벨트 폴리 자료

1

유효장력 F_U [N]

벨트 무게와 관계 없이 전달되는 유효장력 F_U [N]

이 때 $F_U = F_R$, 무시 가능한 수치

$$F_U = F_R = m \cdot \mu \cdot g$$

표4, 선택된 μ 는 약 0.25

$$m = 20 \cdot 1.8 \text{ kg} = 36 \text{ kg}$$

$$F_U = F_R = 36 \cdot 9.81 \cdot 0.25 = 88.3 \text{ N}$$

2

가동 및 가속요소

$$c_3 = 0, i = 1$$

선택된 $c_2 = 1.2$ (20% 리저브)

$$F_{U \max} = 1.2 \cdot 8.3 \text{ N} = 106 \text{ N} \text{ (벨트 2개)}$$

$$F_{U \max} = \text{벨트 당 } 53 \text{ N}$$

3

Teeth in Mesh 팩터

선택된 $c_1 = c_{1 \max} = 6$ AdV 09
벨트는 회전하고 ADV09로 엔드리스 된 벨트가 회전 함

4

요구 특수 장력 $F'_{U \text{ req}}$

$$F'_{U \text{ req}} = \frac{F_{U \max}}{c_1} = 8.8 \text{ N}$$

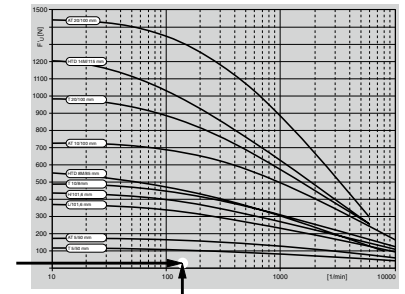
속도

이 때, $d_0 = 75 \text{ mm}$

$$n = \frac{v \cdot 19.1 \cdot 10^3}{75} = 127 \text{ min}^{-1}$$

벨트 선택

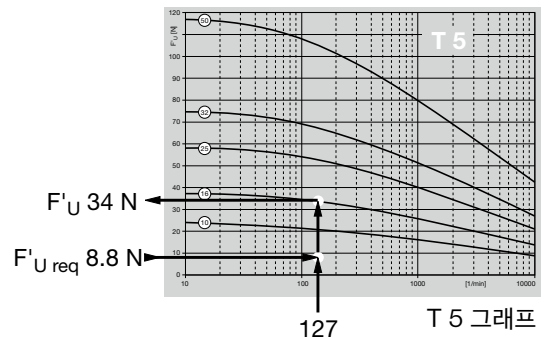
가장 좁은 벨트도 충분히 사용 가능.
선택: 2 개의 16 T 5.
16mm 너비로 트레이에 우수한 지지력



개요 그래프

선택된 벨트타입의 F'_U [N]

$$F'_U = 34 \text{ N}$$



T 5 그래프

$$\frac{d_0 \cdot \pi}{t} = Z = 47.1 \text{ 잇수}$$

선택: Z = 48 개(잇수); 표준 풀리

$$l = Z \cdot t + 2 \cdot e = 40240 \text{ mm}$$

$$m_R = l \cdot m'_R = 0.038 \text{ kg/m} \cdot 40.24 \text{ m} = 1.53 \text{ kg}$$

$$F_{U \max} = F_R \cdot 1.2$$

$$F_R = (20 \cdot 1.8 \text{ kg} + 2 \cdot 1.53 \text{ kg}) \cdot 9.81 \cdot 0.25 = 95.8 \text{ N}$$

$$F_{U \max} = 115 \text{ N} = 57.5 \text{ N/belt}$$

증가치가 무시할 만한 수준이면, 더 이상의 계산이 필요하지 않음

$$S_{\text{tooth}} = \frac{F'_U \cdot c_1}{F'_{U \max}} = \frac{34 \cdot 6}{57.5} = 3.69 > 1 \quad \text{요구조건이 만족됨.}$$

$$F_V \geq 0.5 \cdot F_{U \max}$$

선택된: $F_V = 40 \text{ N}$

$$F_B = F_V + F_{U \max} = 40 + 57.5 = 97.5 \text{ N}$$

$$S_{\text{tm}} = \frac{F_{\text{per}}}{F_B} = \frac{270 \text{ N}}{97.5 \text{ N}} = 2.8 > 1 \quad \text{요구조건이 만족됨.}$$

F_{per} 계산 시트에서 엔드리스(ADV09) 된 16 T5의 값

$$\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{2 \cdot c_{\text{spec}}} \quad \text{계산 시트에서 } c_{\text{spec}} = 0.12 \cdot 10^6 \text{ 일 때.}$$

$$\Delta e = \frac{40 \cdot 40240}{2 \cdot 0.12 \cdot 10^6} = 6.7 \text{ mm}$$

두 부분으로 이루어진 타이밍 벨트 16T5, 길이 40240 mm, Adv 09

16 mm 벨트의 Z = 48 톱니일 때 타이밍 벨트 풀리

F_V 를 발생하기 위한 테이크업 범위, $\Delta e = 6.7 \text{ mm}$

타이밍 벨트 풀리 선택

5

벨트 길이

벨트 무게

m_R 포함 평평한 부분의 $F_{U \max}$

6

치형 기반 서비스 팩터

7

프리텐서닝 힘 F_V

8

벨트를 결정하는 힘 F_B

인장재 서비스 팩터 S_{tm}

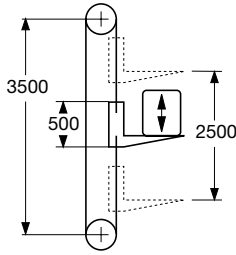
테이크업 범위 Δe

9

결과

리프팅 장비

다이아그램



이동거리	2500 mm
속도	2 m/s
중간 가속/감속	4 m/s ²
최대 감속 (비상정지 시)	10 m/s ²
하중과 슬라이드 무게	75 kg
벨트 개수	2개
가이드 레일의 마찰력	$F_R = 120 \text{ N}$
d_0	최대 150 mm

필요 요소: 벨트 유형, 길이, 프리텐셔닝 힘, 테이크업 범위, 속도, 매끄럽지 않은 가동 조건

1 유효장력 F_U [N]

전달되는 유효장력 F_U [N]

$$F_U = F_A + F_H + F_R + \dots$$

$$F_R = 120 \text{ N}$$

$$F_A = 75 \text{ kg} \cdot 4 \text{ m/s}^2 = 300 \text{ N}$$

$$F_{A \text{ max}} = 75 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 750 \text{ N (비상정지)}$$

$$F_H = 75 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 = 736 \text{ N}$$

$$F_U = 120 \text{ N} + 736 \text{ N} + 750 \text{ N (하강 시 비상정지)}$$

$$F_U = 1606 \text{ N}$$

2 가동 요소 C_2 , 가속 요소 C_3

$$C_3 = 0 \quad i = 1$$

$$C_2 = 2.0 \text{ 매끄럽지 않은 가동으로 인한.}$$

$$F_{U \text{ max}} = 1606 \cdot 2 = 3212 \text{ N 두 개의 벨트에 나누어지는 힘.}$$

$$F_{U \text{ max}} = 1606 \text{ N (벨트 당)}$$

3 Teeth in Mesh 팩터 c_1

오픈 소재: $c_1 = 12 = c_{1 \text{ max}} \text{ AdV } 07$ 이 선택된 경우.
 $\Rightarrow Z_{\text{min}} = 24$; $d_{0 \text{ max}}$ 때문에 $t=20$ 은 배제됨

4 요구 특수 장력 $F'_{U \text{ req}}$

속도

일 때 $d_0 = 140 \text{ mm}$

$$n = \frac{v \cdot 19.1 \cdot 10^3}{d_0} = 273 \text{ min}^{-1}$$

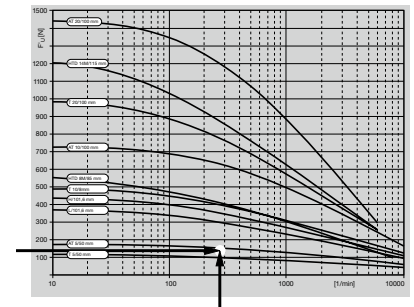
벨트 선택

L과 HTD 14M 사이의 모든 유형이 가능.
 리저브가 큰 HTD 14M가 선택됨.

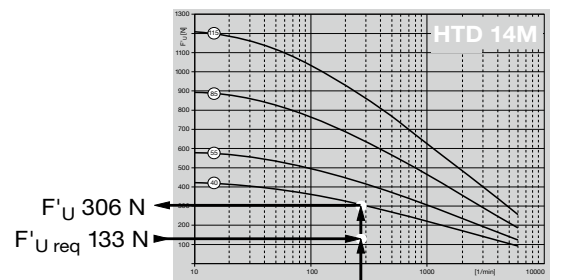
지칭: 40 HTD 14M

선택된 벨트유형의 F'_U [N]

$$F'_U = 306 \text{ N}$$



개요 그래프



273

HTD 14M 그래프



$$Z = \frac{d_0 \cdot \pi}{t} = \frac{140 \cdot \pi}{14} = 31.4$$

선택: $Z = 32$; 표준 풀리 $\Rightarrow n = 268 \text{ min}^{-1}$

$$l = 3500 \cdot 2 + Z \cdot t - 500 + 2 \cdot 114$$

$$l = 7176 \text{ mm} \approx 512.6 \text{ 톱니}$$

l 선택: 512 톱니 $\approx 7168 \text{ mm}$

$$m'_R \cdot l = 0.44 \text{ kg/m} \cdot 7.168 \text{ m} = 3.155 \text{ kg/belt}$$

$$m_Z = 6.17 \text{ kg} \quad (\text{카탈로그 값})$$

$$d_K = 139.9 \text{ mm} \quad (\text{카탈로그 값})$$

$$d = 24.0 \text{ mm} \quad (\text{카탈로그 값})$$

$$m_{Z \text{ red}} = \frac{m_Z}{2} \cdot \left[1 + \frac{d^2}{d_K^2} \right] = 3.18 \text{ kg}$$

$$\text{총 합계: } 4 \cdot 3.18 = 12.7 \text{ kg}$$

$$F_U = F_A + F_H + F_R$$

$$F_H = 736 \text{ N}$$

$$F_R = 120 \text{ N}$$

$$F_A = (75 \text{ kg} + 12.7 \text{ kg} + 2 \cdot 3.155 \text{ kg}) \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 940 \text{ N}$$

$$F_U = 940 + 120 + 736 = 1800 \text{ N}$$

$F_{U \text{ max}} = c_2 \cdot F_U = 3600 \text{ N}$; 두 개의 벨트에 나누어지는 힘.

$$\Rightarrow F_{U \text{ max}} = 1800 \text{ N/벨트 1열}$$

$$F'_{U \text{ req}} = \frac{1800}{12} = 150 \text{ N}$$

$$S_{\text{tooth}} = \frac{F'_U}{F'_{U \text{ req}}} = \frac{310}{150} = 2.07 > 1 \quad \text{요구조건이 만족됨.}$$

선택된 풀리

5

벨트 길이

벨트 무게

타이밍 벨트 풀리 자료

타이밍 벨트 풀리 감소 질량

벨트 및 풀리 질량을 고려한 F_U

6

치형 기반 서비스 팩터 S_{tooth}

7

리프팅 장비

8

프리텐서닝 힘 선택

$$F_V \geq F_{U \max} = 1800$$

선택: 2000 N = F_V

벨트를 선택하는 힘 F_B

$$F_B = F_{U \max} + F_V = 3800 \text{ N}$$

각 스트랜드에 허용된 힘

$$F_{per} = 8500 \text{ N}$$

인장재 서비스 요소 S_{tm}

$$S_{tm} = \frac{F_{per}}{F_B} = \frac{8500}{3800} = 2.24 > 1 \quad \text{요구조건이 만족됨.}$$

9

테이크업 범위 Δe

$$C_{spec} = 2.12 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$\Delta e = \frac{F_V \cdot l}{2 \cdot C_{spec}} = \frac{7168 \cdot 2000}{2 \cdot 2.12 \cdot 10^6} = 3.38 \text{ mm}$$

결과

타이밍 벨트 40 HTD 14M

길이 7168 mm = 톱니 512개

타이밍 벨트 풀리 너비 40 mm 벨트에 톱니 32개

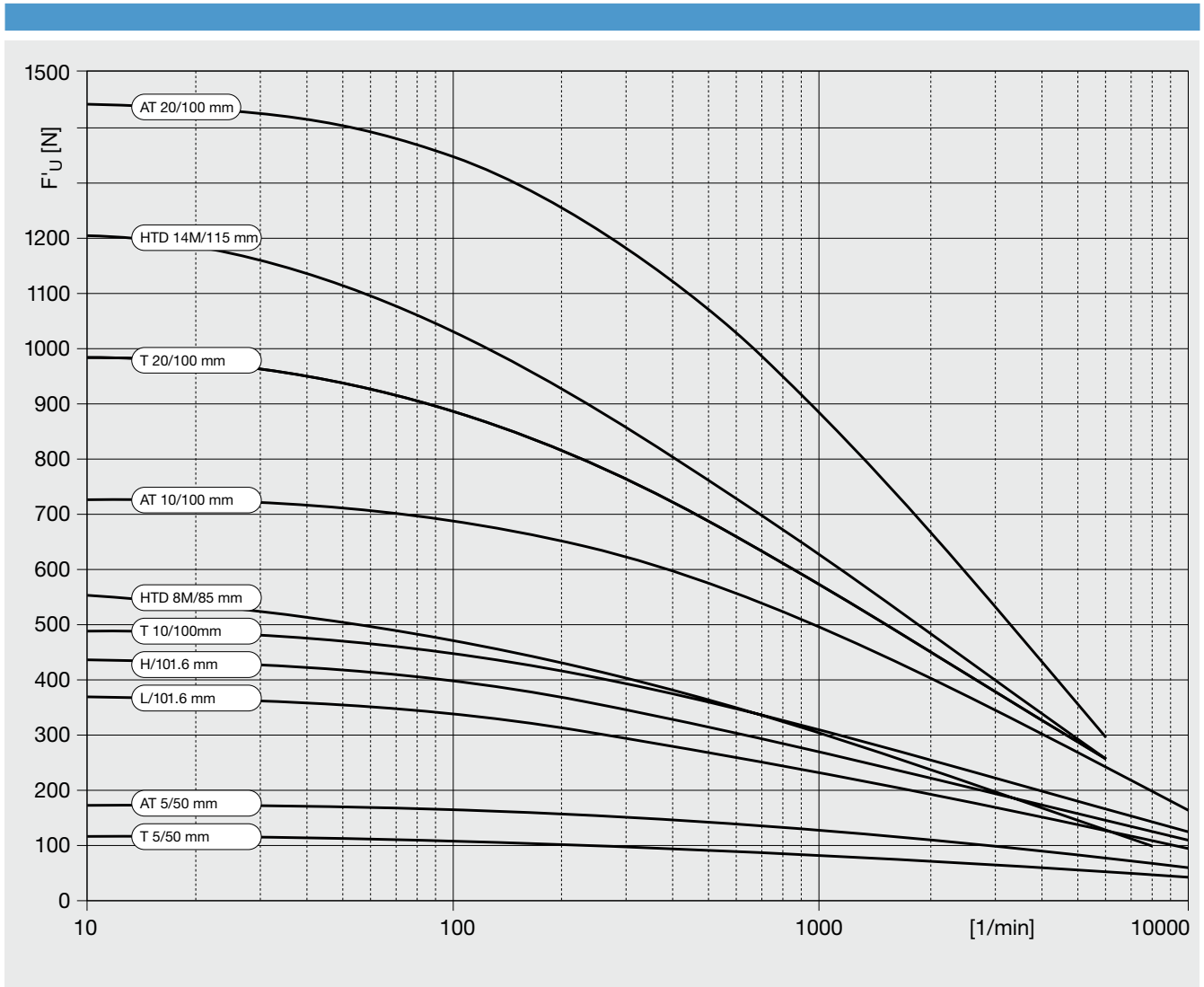
F_V 를 발생하기 위한 테이크업 범위, $\Delta e = 3.38 \text{ mm}$

안전관련 주의사항

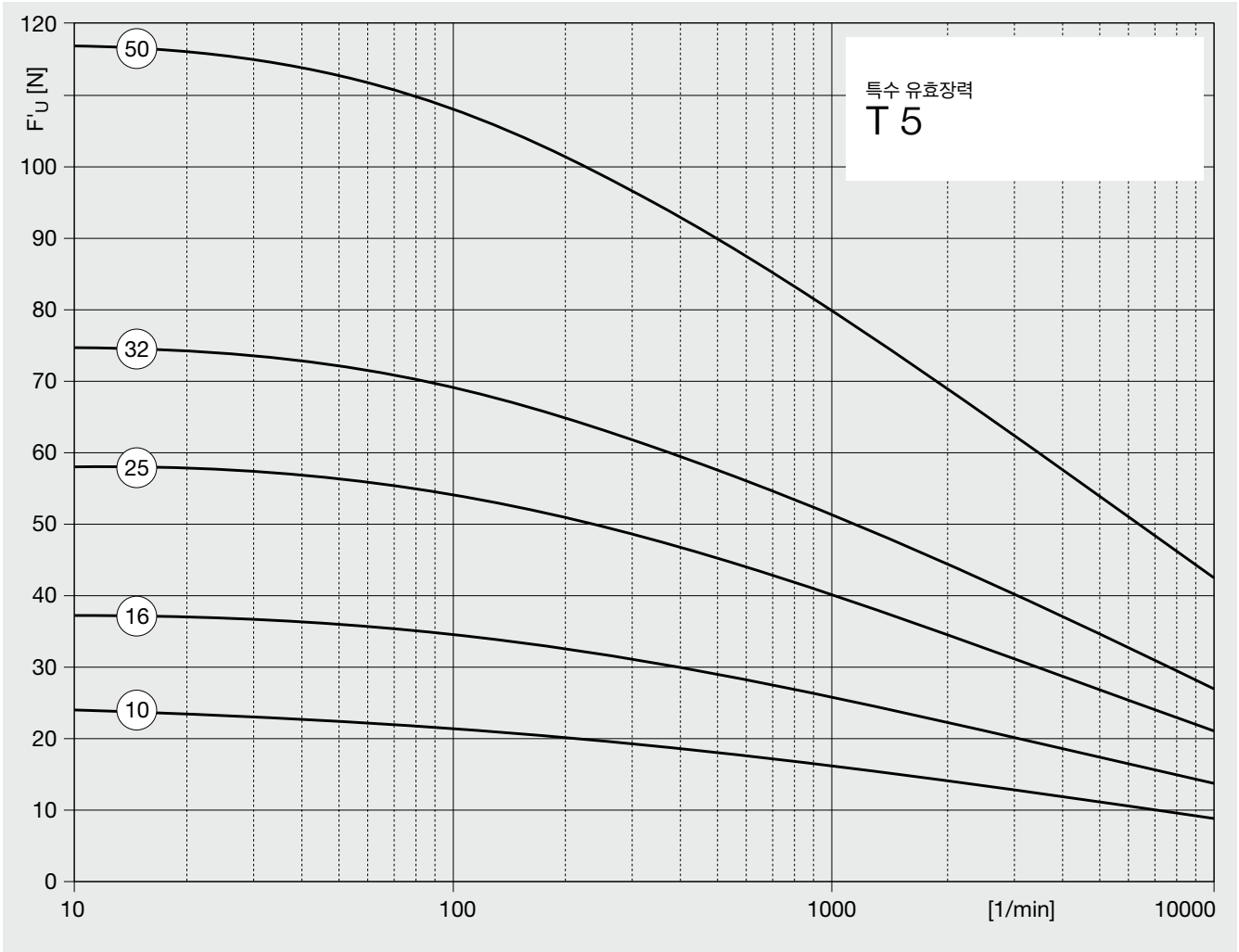
리프팅 장비의 경우, 전문/무역 연합의 규정이 반드시 준수되어야 합니다. 필요 시, 벨트의 하중이 분산되는 것으로부터 안전 관련 검증이 이루어져야 합니다.

오픈 소재 ADV 07 이용 시, 각 열 마다 허용 가능한 힘 F_{per} 의 약 4배가 작용합니다. 정확한 수치에 대해서는 문의해 주시기 바랍니다.

그래프 개요



타이밍 벨트 T5형



고유 값: T5형 (강철 인장재)*

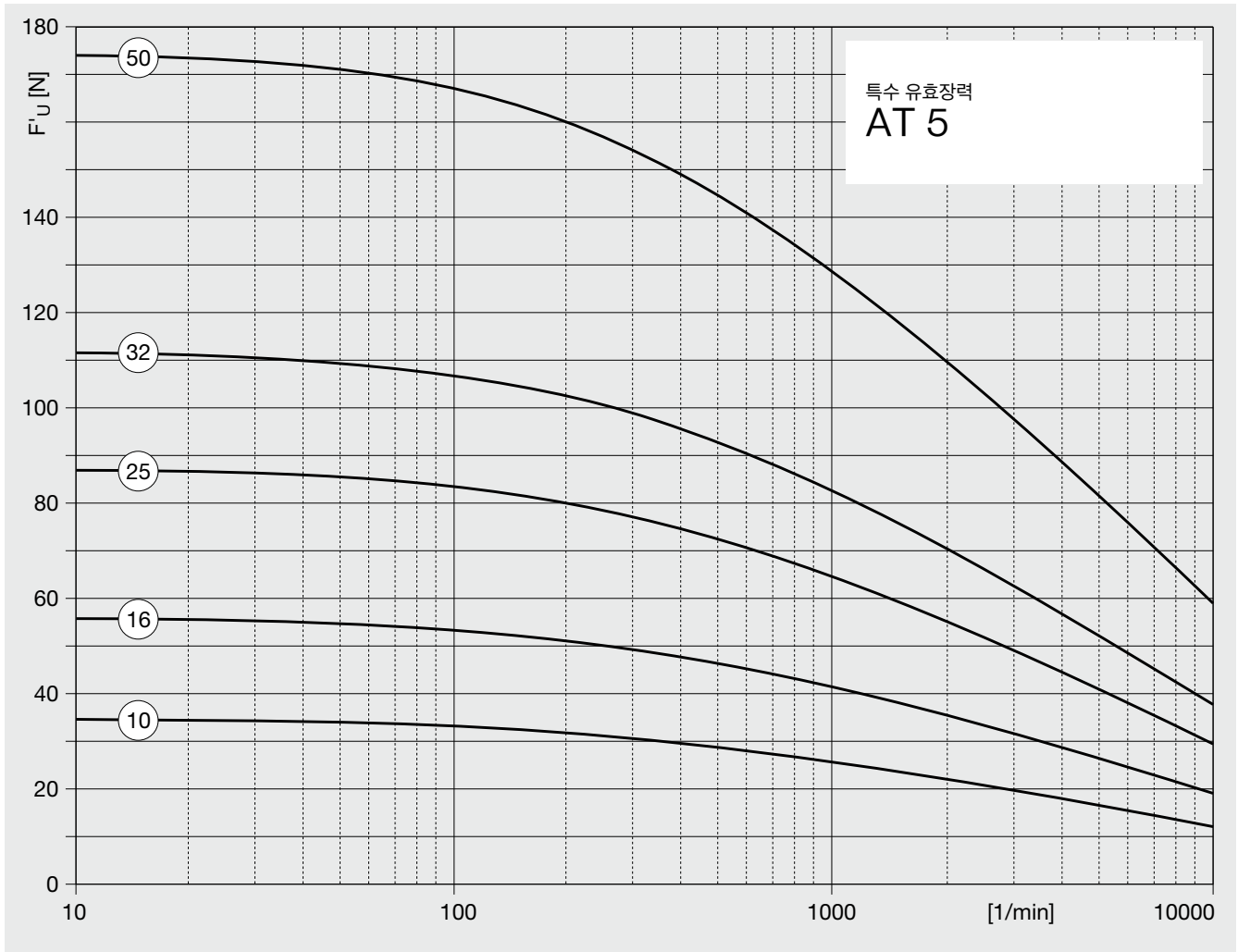
수치	b ₀ [mm]	10	16	25	32	50
F _{per} [N] AdV 09		150	230	410	460	830
F _{per} [N] AdV 07		310	460	830	930	1660
C _{spec} [N] · 10 ⁶		0.08	0.12	0.19	0.24	0.38
m _R [kg/m]		0.024	0.038	0.06	0.077	0.12

고유 값: T5형 (케블러(Kevlar) 인장재)*

수치	b ₀ [mm]	10	16	25	32	50
F _{per} [N] AdV 09		210	300	490	600	900
F _{per} [N] AdV 07		430	610	980	1200	1800
C _{spec} [N] · 10 ⁶		0.06	0.09	0.14	0.18	0.29
m _R [kg/m]		0.020	0.032	0.050	0.064	0.10

* 위는 경험에 근거한 수치들로 시장에 나와있는 모든 제품에 해당하는 값들은 아닙니다. 포보 시글링 제품이 특정 응용분야에 적합한지를 가능하는 것은 OEM의 의무입니다. 제시된 자료들은 회사 내부적 경험에 의거하는 것으로 산업 응용분야에 모두 상응한다고 할 수 없습니다. 포보 시글링은 본사의 제품이 적용되는 다양한 공정에 대해 법적 책임과 확실성을 보증하지 않습니다. 또한, 본사의 제품을 사용하는 공정에서 야기되는 손상과 결과적 피해에 대해 법적 책임이 없음을 밝힙니다.

타이밍 벨트 AT5형



고유 값: AT5형 (강철 인장재)*

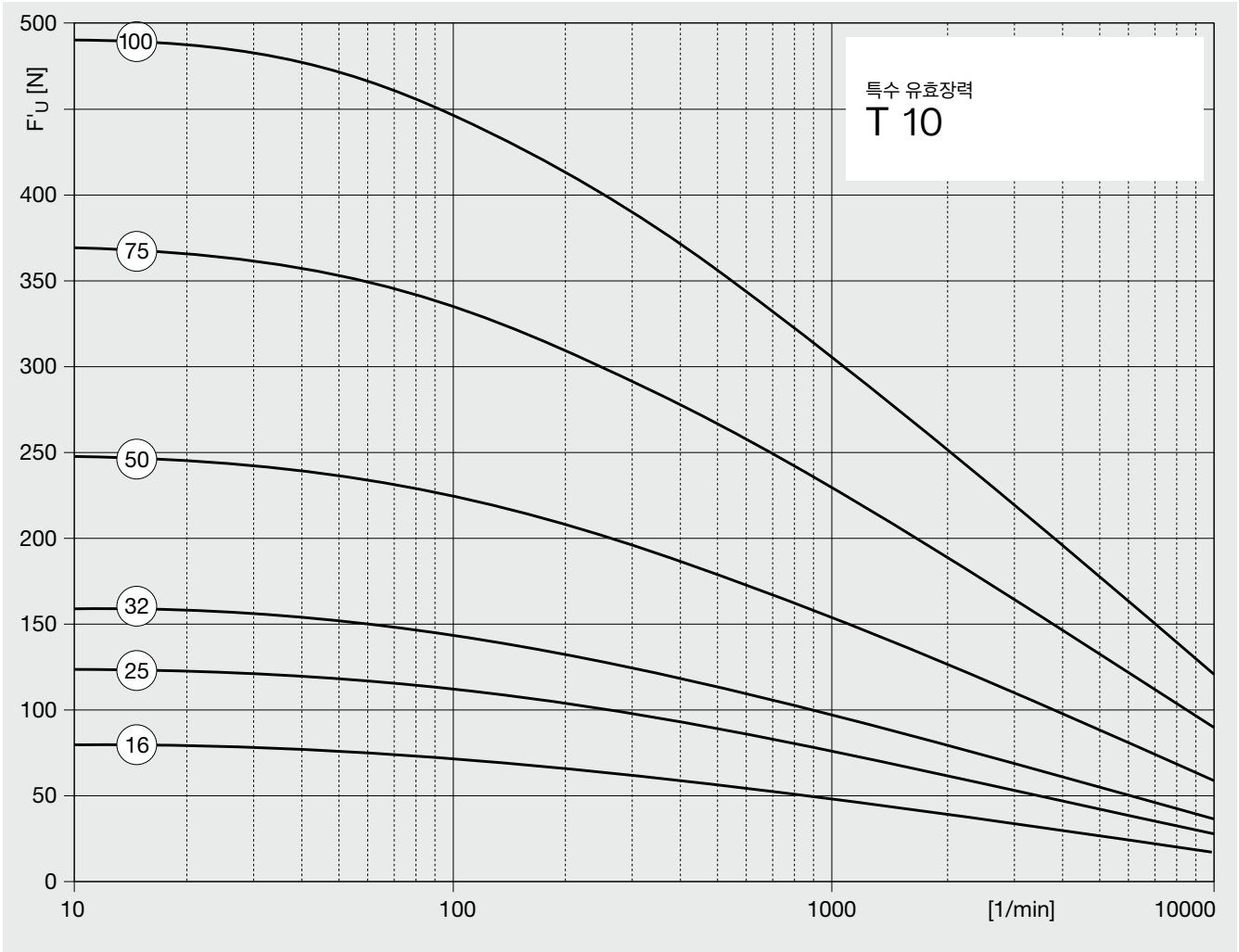
수치	b_0 [mm]	10	16	25	32	50
F_{per} [N] AdV 09		320	560	920	1120	1840
F_{per} [N] AdV 07		640	1120	1840	2240	3680
C_{spec} [N] · 10 ⁶		0.17	0.27	0.42	0.54	0.84
m_R [kg/m]		0.03	0.048	0.075	0.096	0.15

고유 값: AT5형 (케블러 인장재)*

수치	b_0 [mm]	10	16	25	32	50
F_{per} [N] AdV 09		341	568	908	1172	1851
F_{per} [N] AdV 07		455	757	1210	1562	2468
C_{spec} [N] · 10 ⁶		0.13	0.20	0.32	0.41	0.63
m_R [kg/m]		0.027	0.043	0.068	0.086	0.135

* 16페이지 주석 참고

타이밍 벨트 T10형



고유 값: T10형 (강철 인장재)*

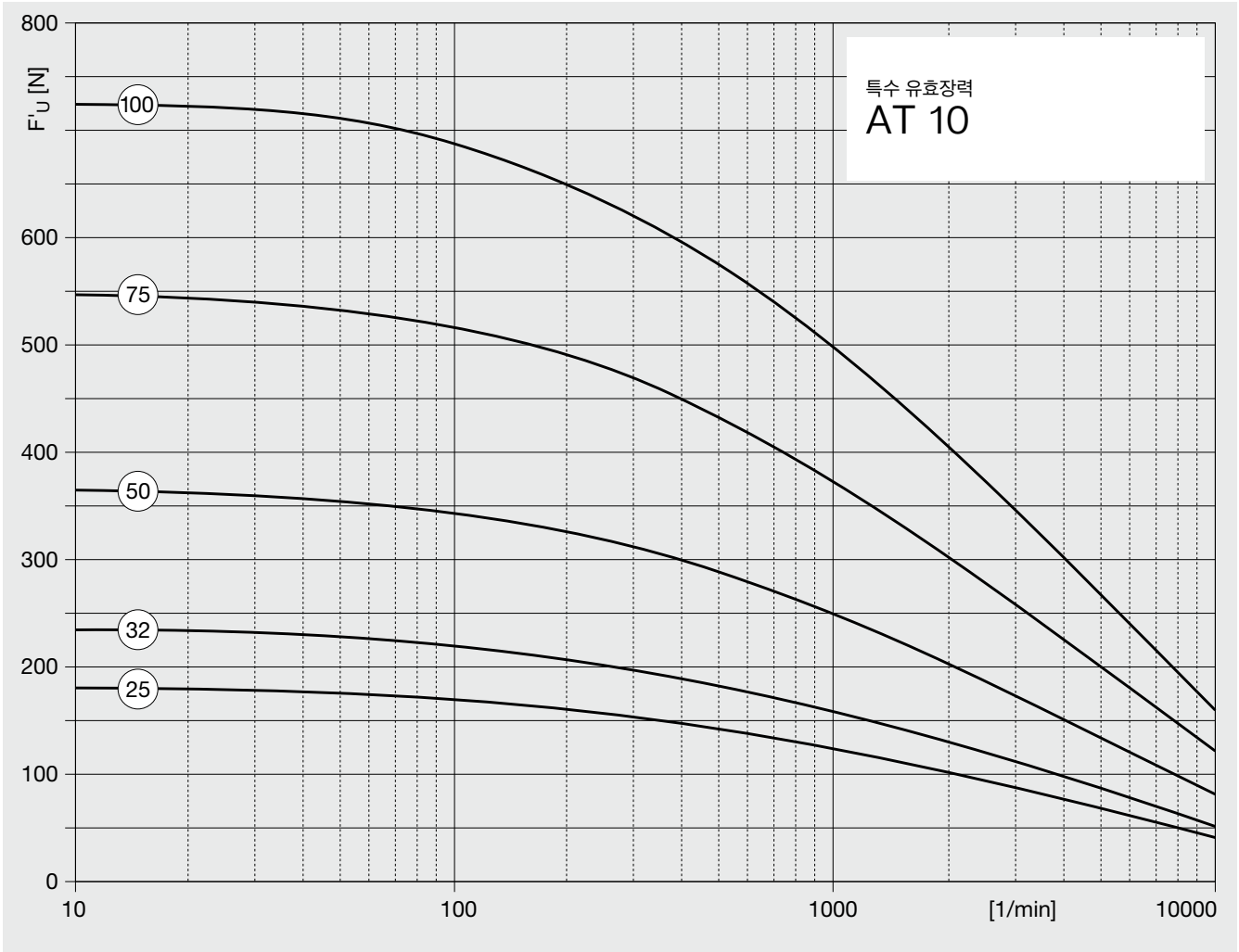
수치	b_0 [mm]	16	25	32	50	75	100
F_{per} [N] AdV 09		650	1100	1300	2200	3300	4400
F_{per} [N] AdV 07		1300	2200	2600	4400	6600	8800
C_{spec} [N] · 10 ⁶		0.32	0.5	0.64	1.0	1.5	2.0
m_R [kg/m]		0.077	0.12	0.154	0.24	0.36	0.48

고유 값: T10형 (케블러 인장재)*

수치	b_0 [mm]	16	25	32	50	75	100
F_{per} [N] AdV 09		500	870	1170	1980	2450	3350
F_{per} [N] AdV 07		1000	1750	2350	3970	4900	6700
C_{spec} [N] · 10 ⁶		0.24	0.38	0.48	0.75	1.13	1.5
m_R [kg/m]		0.064	0.10	0.128	0.20	0.30	0.40

* 16페이지 주석 참고

타이밍 벨트 AT10형



고유 값: AT10형 (강철 인장재)*

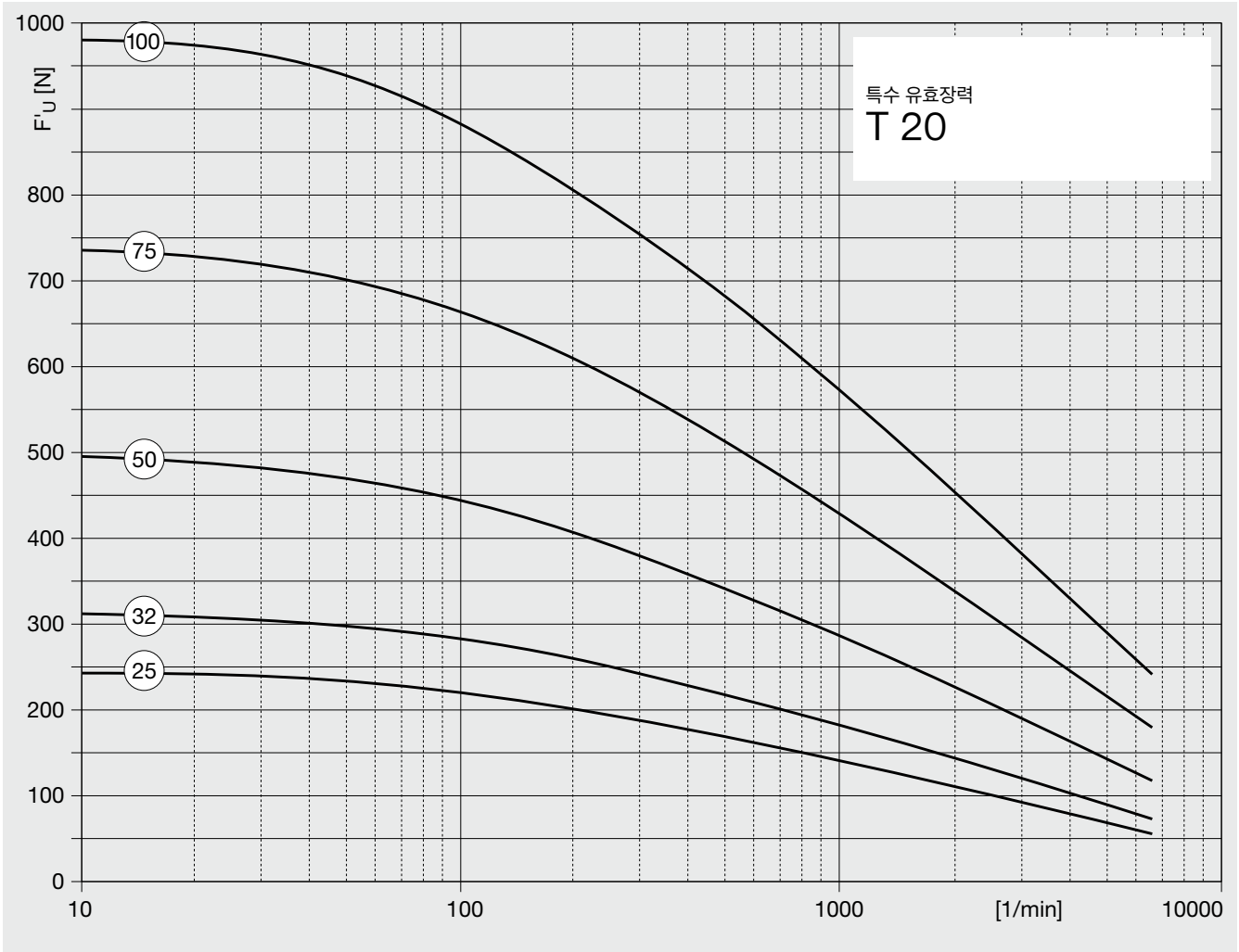
수치	b_0 [mm]	25	32	50	75	100
F_{per} [N] AdV 09		1920	2280	3840	5760	7680
F_{per} [N] AdV 07		3840	4560	7680	11520	15360
C_{spec} [N] · 10 ⁶		1.0	1.28	2.0	3.0	4.0
m_R [kg/m]		0.16	0.205	0.32	0.48	0.64

고유 값: AT10형 (케블러 인장재)*

수치	b_0 [mm]	25	32	50	75	100
F_{per} [N] AdV 09		1313	1705	2713	4113	5513
F_{per} [N] AdV 07		1750	2273	3617	5483	7350
C_{spec} [N] · 10 ⁶		0.75	0.96	1.5	2.25	3.0
m_R [kg/m]		0.105	0.134	0.210	0.315	0.420

* 16페이지 주석 참고

타이밍 벨트 T20형



고유 값: T20형 (강철 인장재)*

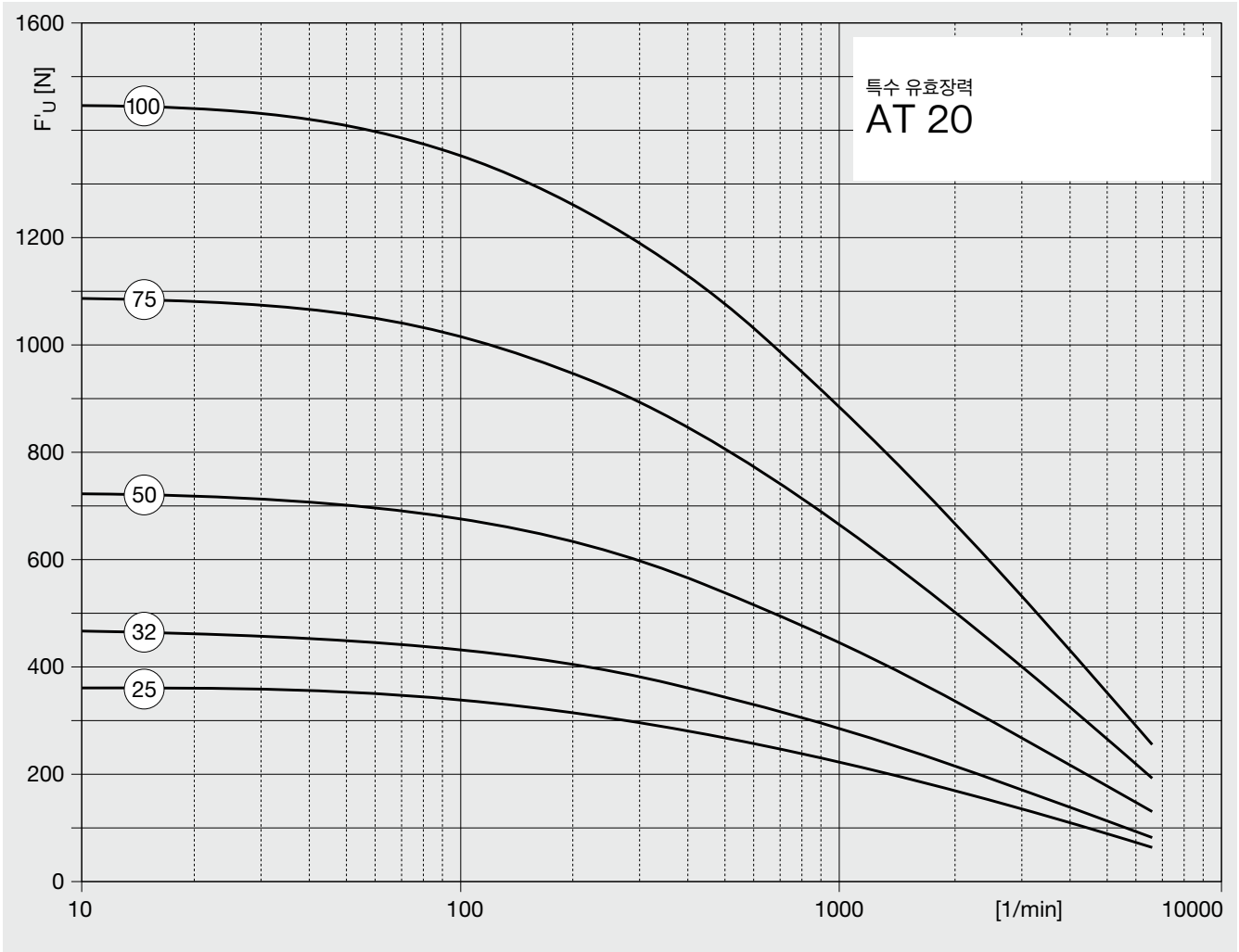
수치	b_0 [mm]	25	32	50	75	100
F_{per} [N] AdV 09		1680	2160	3360	5040	6720
F_{per} [N] AdV 07		3360	4320	6720	10080	13440
C_{spec} [N] · 10 ⁶		0.88	1.32	1.75	2.63	3.5
m_R [kg/m]		0.193	0.246	0.385	0.578	0.77

고유 값: T20형 (케블러 인장재)*

수치	b_0 [mm]	25	32	50	75	100
F_{per} [N] AdV 09		1450	1870	2850	4200	5500
F_{per} [N] AdV 07		2900	3750	5700	8400	11000
C_{spec} [N] · 10 ⁶		0.66	0.99	1.31	1.97	2.63
m_R [kg/m]		0.16	0.205	0.32	0.48	0.64

* 16페이지 주석 참고

타이밍 벨트 AT20형



고유 값: AT20형 (강철 인장재)*

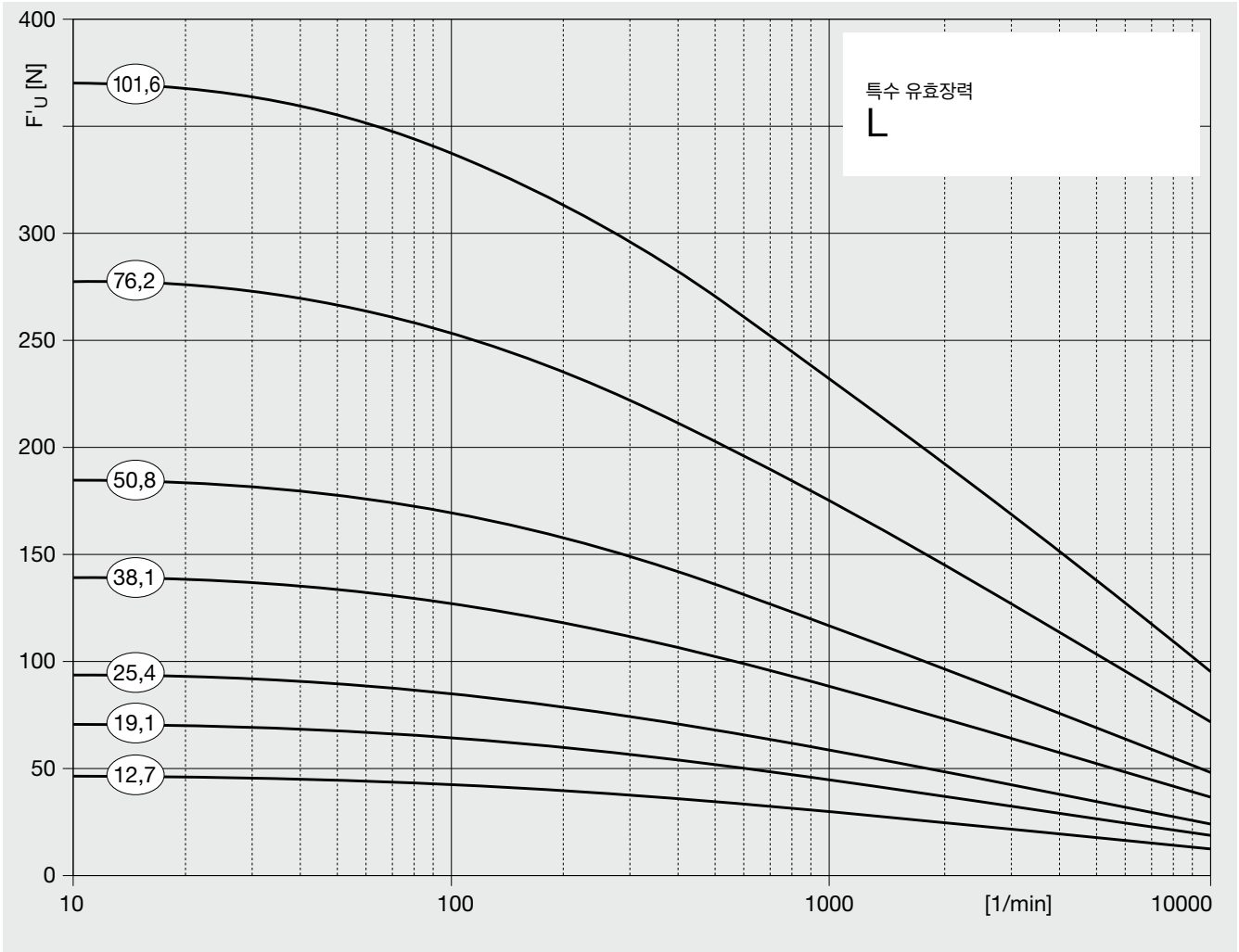
수치	b_0 [mm]	25	32	50	75	100
F_{per} [N] AdV 09		3300	4400	6600	9900	13200
F_{per} [N] AdV 07		6600	8800	13200	19800	26400
C_{spec} [N] · 10 ⁶		1.56	2.00	3.13	4.69	6.25
m_R [kg/m]		0.25	0.32	0.50	0.75	1.0

고유 값: AT20형 (케블러 인장재)*

수치	b_0 [mm]	25	32	50	75	100
F_{per} [N] AdV 09		1313	1706	2719	4125	5531
F_{per} [N] AdV 07		1750	2275	3625	5500	7375
C_{spec} [N] · 10 ⁶		1.17	1.5	2.35	3.52	4.69
m_R [kg/m]		0.183	0.234	0.365	0.548	0.730

* 16페이지 주석 참고

타이밍 벨트 L형 = 3/8" ≒ t = 9.525 mm



고유 값: L형 = 3/8" (강철 인장재)*

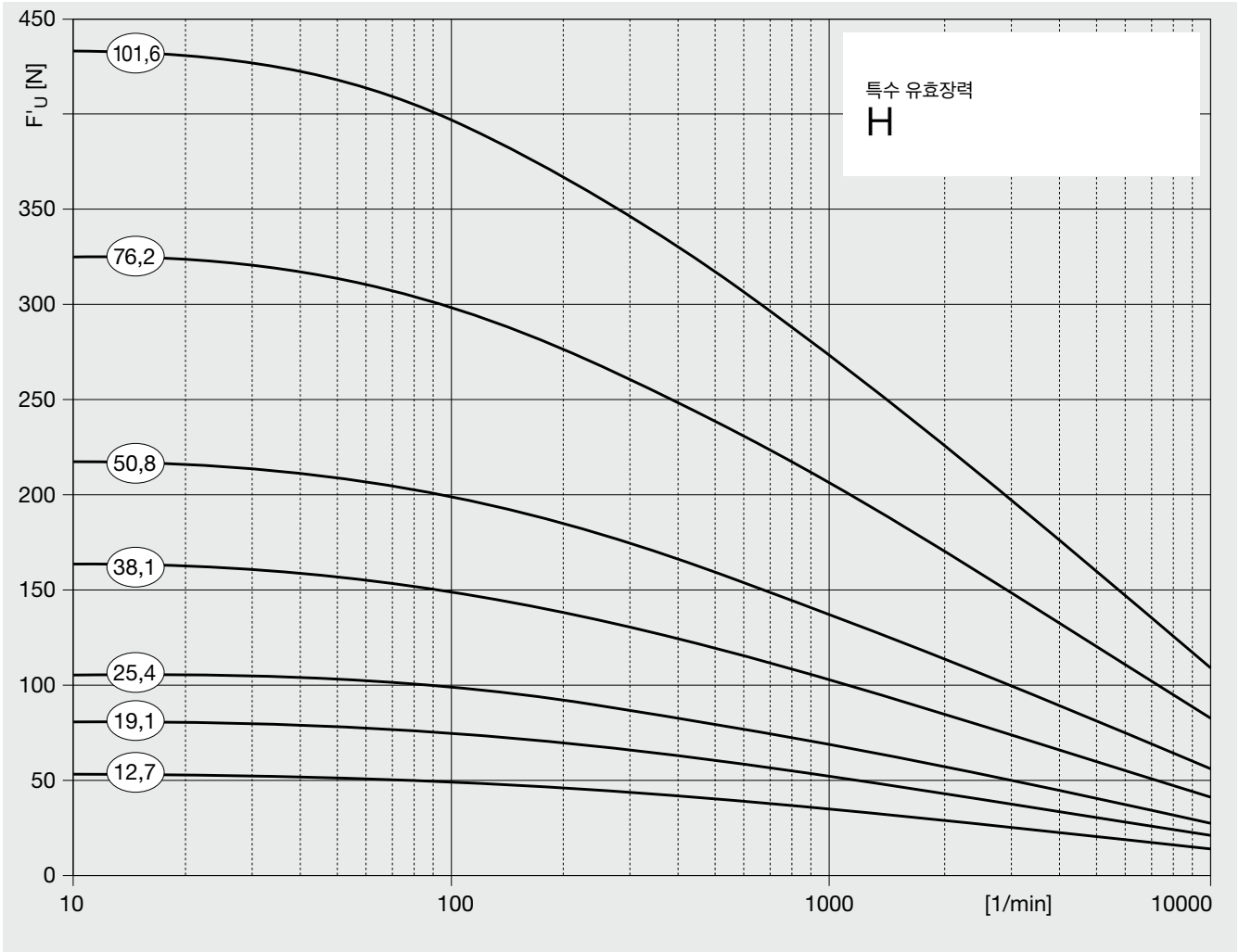
수치	b ₀ [mm]	12.7	19.1	25.4	38.1	50.8	76.2	101.6
F _{per} [N] AdV 09		550	800	1100	1600	2200	3300	4400
F _{per} [N] AdV 07		1100	1600	2200	3200	4400	6600	8800
C _{spec} [N] · 10 ⁶		0.25	0.38	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
m _R [kg/m]		0.05	0.074	0.099	0.149	0.198	0.297	0.396

고유 값: L형 = 3/8" (케블러 인장재)*

수치	b ₀ [mm]	12.7	19.1	25.4	38.1	50.8	76.2	101.6
F _{per} [N] AdV 09		410	620	830	1240	1660	2480	3320
F _{per} [N] AdV 07		830	1250	1600	2480	3320	4960	6640
C _{spec} [N] · 10 ⁶		0.19	0.29	0.38	0.56	0.75	1.13	1.5
m _R [kg/m]		0.041	0.061	0.081	0.122	0.163	0.244	0.325

* 16페이지 주석 참고

타이밍 벨트 H형 = 1/2" ≒ t = 12.7 mm



고유 값: H형 = 1/2" (강철 인장재)*

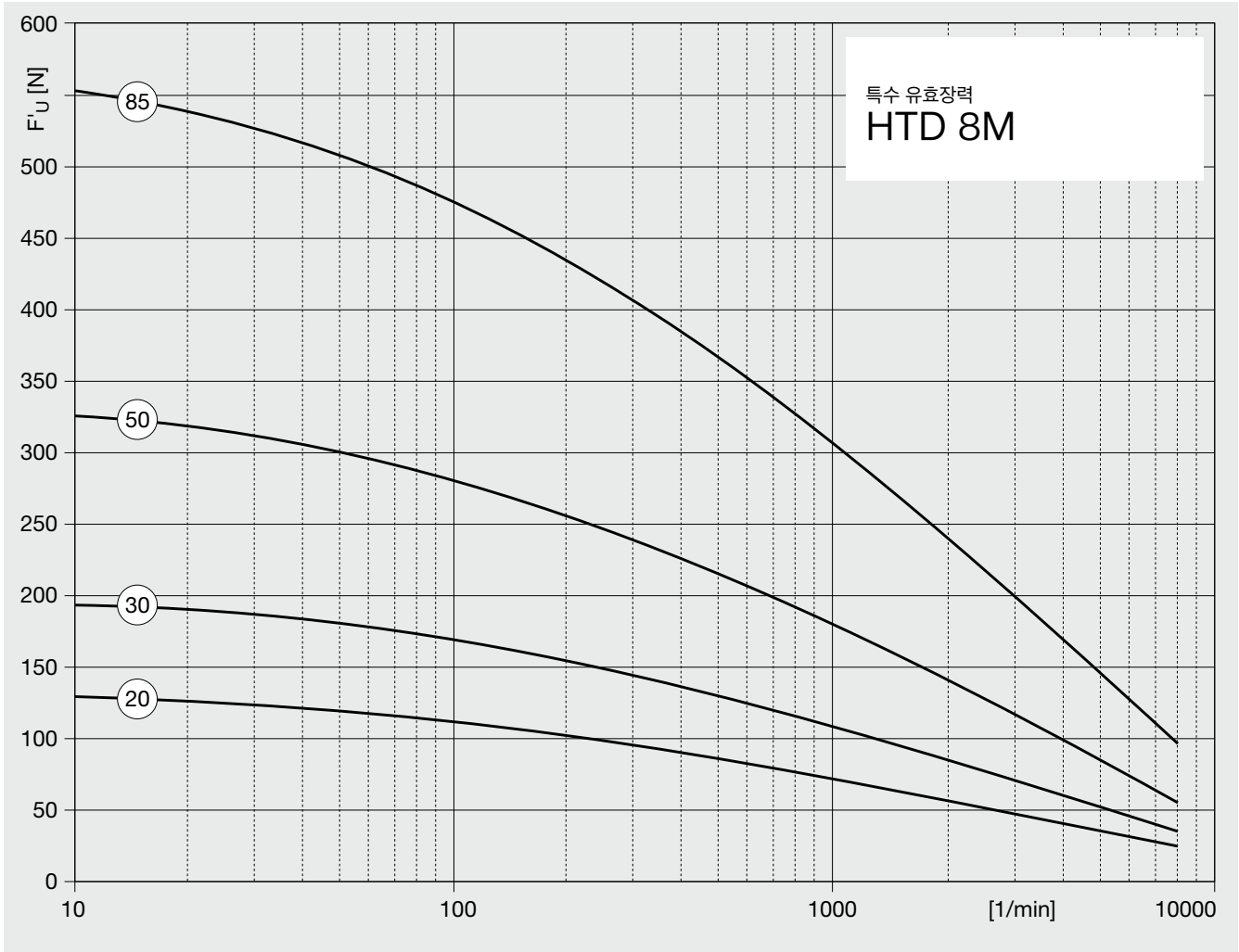
수치	b ₀ [mm]	12.7	19.1	25.4	38.1	50.8	76.2	101.6
F _{per} [N] AdV 09		500	800	1100	1600	2200	3300	4400
F _{per} [N] AdV 07		1000	1600	2200	3200	4400	6600	8800
C _{spec} [N] · 10 ⁶		0.25	0.38	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
m _R [kg/m]		0.057	0.086	0.114	0.171	0.229	0.343	0.457

고유 값: H형 = 1/2" (케블러 인장재)*

수치	b ₀ [mm]	12.7	19.1	25.4	38.1	50.8	76.2	101.6
F _{per} [N] AdV 09		410	620	830	1240	1660	2450	3150
F _{per} [N] AdV 07		830	1250	1660	2480	3320	4900	6300
C _{spec} [N] · 10 ⁶		0.19	0.29	0.38	0.56	0.75	1.13	1.5
m _R [kg/m]		0.044	0.067	0.089	0.133	0.178	0.267	0.356

* 16페이지 주석 참고

타이밍 벨트 HTD 8M형



고유 값: HTD 8M형 (강철 인장재)*

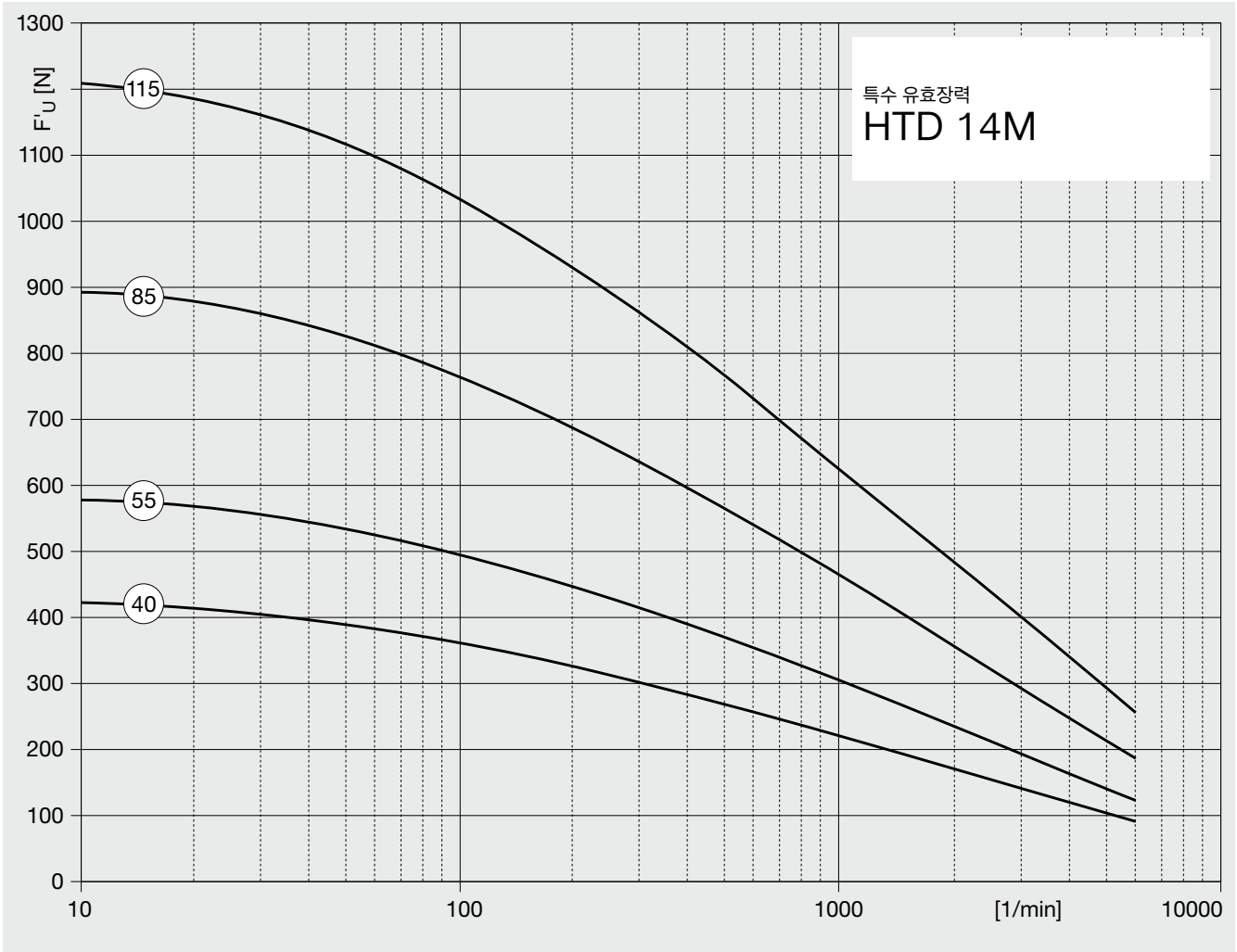
수치	b_0 [mm]	20	30	50	85
F_{per} [N] Adv 09		1440	2400	3840	7320
F_{per} [N] Adv 07		2880	4800	7680	14640
C_{spec} [N] · 10 ⁶		0.7	1.05	1.75	2.98
m_R [kg/m]		0.138	0.207	0.345	0.587

고유 값: HTD 8M형 (케블러 인장재)*

수치	b_0 [mm]	20	30	50	85
F_{per} [N] Adv 09		1033	1593	2713	4673
F_{per} [N] Adv 07		1377	2123	3617	6230
C_{spec} [N] · 10 ⁶		0.53	0.79	1.31	2.24
m_R [kg/m]		0.094	0.142	0.236	0.400

* 16페이지 주석 참고

타이밍 벨트 HTD 14M형



고유 값: HTD 14M형 (강철 인장재)*

수치	b_0 [mm]	40	55	85	115
F_{per} [N] Adv 09		5500	7970	12650	17600
F_{per} [N] Adv 07		11000	15950	25300	35200
C_{spec} [N] · 10 ⁶		2.12	2.92	4.51	5.83
m_R [kg/m]		0.44	0.605	0.935	1.265

고유 값: HTD 14M형 (케블러 인장재)*

수치	b_0 [mm]	40	55	85	115
F_{per} [N] Adv 09		1874	2612	4087	5562
F_{per} [N] Adv 07		2499	3482	5449	7416
C_{spec} [N] · 10 ⁶		1.59	2.19	3.38	4.37
m_R [kg/m]		0.336	0.462	0.714	0.966

* 16페이지 주석 참고

표

표 1
TIM 팩터 (Teeth in mesh) c_1

적용	최대 c_1
엔드리스 벨트 AdV 09	6
오픈벨트 AdV 07	12
높은 선형 구동 정확한 위치제어	4

c_1 = 전력량 속에 포함된 잇수

표 2
작동 요소 c_2

부드러운 작동요소	$c_2 = 1.0$
순간 오버로드 < 35 %	$c_2 = 1.10 - 1.35$
순간 오버로드 < 70 %	$c_2 = 1.40 - 1.70$
순간 오버로드 < 100 %	$c_2 = 1.75 - 2.00$

표 3
가속 요소 c_3

전송률 i	c_3
$i > 1 - 1.5$	0.1
$i > 1.5 - 2.5$	0.2
$i > 2.5 - 3.5$	0.3
$i > 3.5$	0.4

표 4
타이밍 벨트 마찰계수

μ	PU	PAZ	PAR
베드/레일	0.5	0.2 - 0.3	0.2 - 0.3
플라스틱 서포트 레일	0.2 - 0.3	0.2 - 0.25	0.2 - 0.25
적재 구동 (Accumulation)	0.5	0.2 - 0.3	0.2 - 0.3

모든 값은 가이드 라인입니다..

PU = 폴리우레탄

PAZ = 치형 쪽 폴리아미드 섬유 코팅

PAR = 벨트 배면 폴리아미드 섬유 코팅

저항성

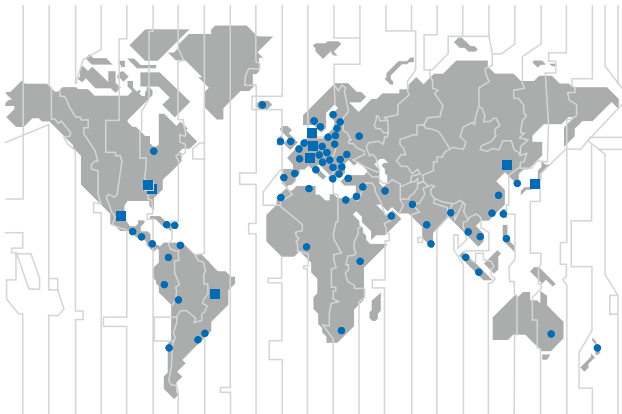
화학물질	저항성	화학물질	저항성
아세트산 20 %	○	그리스 윤활 (나트륨 비누 지방)	●
아세톤	○	메틸 알코올	○
알루미늄 클로라이드, 5 % 수성	●	메틸 알코올/벤진 15-85	●
암모니아 10 %	●	메틸 에틸 케톤	○
아닐린	-	염화 메틸렌	-
ASTM 오일 1	●	광유	●
ASTM 오일 2	●	N-헵탄	●
ASTM 오일 3	○	N-메틸 -2- 피 롤리 돈	-
벤졸	○	질산 20 %	-
부틸 아세테이트	-	가솔린, 일반	●
부틸 알콜	○	가솔린, 슈퍼	●
사염화탄소	-	칼륨 잿물 (1) N	○
식염 용액, 진한.	●	해수	●
시클로 헥산	○	소다 잿물 (1) N	○
디젤 유	●	염화나트륨 용액, 진한.	●
디메틸 포름 아마이드	-	나트륨 비누 지방	●
에틸 아세테이트	-	나트륨 비누 지방 + 20 % 물	○
에틸 알코올	○	유황 산 20 %	○
에틸 에테르	●	테트라 하이드로 푸란	-
염산 20 %	○	톨루엔	-
염화철, 5 % 수성	○	트리클로로 에틸렌	-
이소 프로필 알코올	○	물	●
등유	●		

표 5
상온에서의 저항성

기호

- = 저항성 우수
- = 제한적 저항성; 일정 시간 후 약간의 무게 혹은 규격변동
- = 저항성 없음

포보 시글링의 제품은 많은 응용분야에 다양하게 사용되고 있으며 많은 개별 변수들이 영향을 미치기 때문에, 제품 사용에 대한 작업 지시와 세부내용 및 정보들은 참고 가이드라인으로 활용하고, 이에 의지해 해당 발주처 자체의 점검과 실험을 누락해서는 안됩니다. 응용에 대해 기술적 지원을 제공할 경우, 발주처가 기계 기능에 관한 위험을 부담합니다



포보 시글링 서비스 - 언제나, 어디서나

2,000여명이 넘는 직원들이 포보 시글링과 함께하며, 전세계 아홉 개의 제조설비에서 포보 시글링의 제품이 생산됩니다.

세계 80여개가 넘는 국가에서, 창고 및 작업장을 보유하고 있는 포보 시글링의 회사 및 대리점을 찾을 수 있습니다