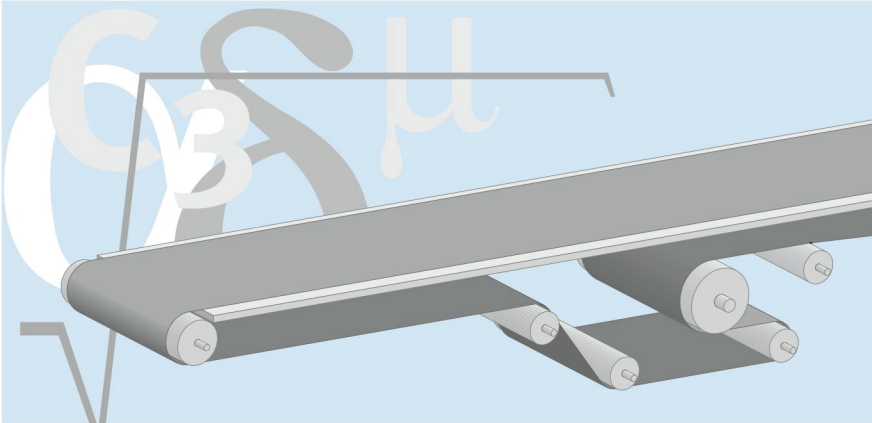


컨베이어 및 공정벨트

설계 방법 - 컨베이어 벨트



목차

용어	2
단위 제품 이송 시스템	3
작용 하중 기반 테이크업 시스템/ 테이크업 범위	8
벌크 제품 이송 시스템	9
단위 제품 이송의 계산 예시	12

용어

약어와 단위

약어	단위	단위
드럼과 롤러의 폭	b	mm
벨트 폭	b_0	mm
계산 팩터들	C..	-
드럼과 롤러의 직경	d	mm
구동 드럼 직경	d_A	mm
서포트 롤러의 회전 저항	f	-
장력	F	N
최대 벨트 장력(구동 드럼측에서)	F_1	N
최소 벨트 장력(구동 드럼측에서)	F_2	N
텐션하중의 힘	F_R	N
유효장력	F_U	N
텐션 드럼의 하중	F_{TR}	N
구동 드럼의 정상 상태의 축하중	F_{WA}	N
축하중 초기값	$F_{Winitial}$	N
리턴 드럼의 이완시 축하중	F_{WU}	N
중력 가속도 (9.81 m/s ²)	g	m/s ²
드럼의 높이 편차(크라운)	h	mm
이송 높이	h_T	m
단위폭(1mm)당 1% 신율시 표준 하중	$k_{1\%}$	N/mm
상부의 서포트 롤러 피치	l_0	mm
전환 길이	l_s	mm
리턴측 서포트 롤러 피치	l_u	mm
기하학적 벨트 길이	L_g	mm
컨베이어 길이	l_T	m
전체 벨트 길이에 이송되는 제품의 하중(총 하중)	m	kg
상부에 이송되는 제품의 하중(총 하중)	m_1	kg
리턴측에 이송되는 제품의 하중(총 하중)	m_2	kg
벨트의 하중	m_B	kg
상면에 단위 미터당 이송되는 제품의 하중	m'_0	kg/m
구동 드럼을 제외한 전체 회전하는 드럼의 하중	m_R	kg
리턴측의 단위 미터당 이송되는 제품의 하중	m'_u	kg/m
기계적 모터 파워	P_M	kW
구동 드럼의 기계적 설계 파워	P_A	kW
생산 공차	Tol	%
구동 롤러에서의 마찰계수	μ_R	-
선업 컨베이어의 마찰계수	μ_{ST}	-
테이블 서포트에서의 마찰계수	μ_T	-
벨트 속도	v	m/s
벌크 제품이송의 전체 흐름	\dot{V}	m ³ /h
전체 테이크업 범위	X	mm
벨트 처짐	y_B	mm
드럼 휨	y_{Tr}	mm
테이크업 범위 여유	Z	mm
상승컨베이어 각도	α	°
구동 드럼의 접촉각(또는 스냅롤러)	β	°
텐션 드럼의 접촉각	γ	°
벨트 신율(하중에 의한 프리텐션)	ΔL	mm
특정 제품 상승 이송 허용 각도	δ	°
장착시 신율	ϵ	%
최대 벨트 신율	ϵ_{max}	%
구동 효율	η	-
제품 이송 벌크 밀도	ρ_S	kg/m ³

유닛 제품 이송 시스템



최대 유효장력 F_u [N]을 가지기 위한 하중 (예시)

$m = l_T \cdot$ 단위 미터당 이송 제품의 하중

$F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R)$ [N]

$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R)$ [N]

$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m_1 + m_2 + m_B)$ [N]

상승 이송
 $F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R) + g \cdot m \cdot \sin \alpha$ [N]

하강 이송
 $F_U = \mu_R \cdot g \cdot (m + m_B + m_R) - g \cdot m \cdot \sin \alpha$ [N]

상승 이송
 $F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) + g \cdot m \cdot \sin \alpha$ [N]

하강 이송
 $F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) - g \cdot m \cdot \sin \alpha$ [N]

$F_U = \mu_T \cdot g \cdot (m + \frac{m_B}{2}) + \mu_R \cdot g \cdot (\frac{m_B}{2} + m_R) + \mu_{ST} \cdot g \cdot m$ [N]

$F_U =$ 문의 바람.

[N]

$F_U =$ 문의 바람.

[N]

다양한 코팅종류 별
마찰계수 μ_s (가이드라인)

	0, A0, E0, T, U0, P	NOVO	U1, V1, VH	UH, V2H, U2H, V5H, V10H	TXO (Amp Miser)
μ_T (테이블)	0.33	0.33	0.5	0.5	0.18
μ_T (아연도금 슬라이더 베드)	-	-	-	-	0.24
μ_R (롤러)	0.033	0.033	0.033	0.033	-
μ_{ST} (선압)	0.33	0.33	0.5	0.5	-

주의 사항:

제시된 마찰 계수는 일반적인 조건에서 마모 및 오염이 진행된 마찰면의 경험적인 값입니다.
제시된 마찰 계수는 신규 벨트 표면의 값보다 약 1.5배 큼니다.

최대 장력 F_1

$$F_1 = F_U \cdot C_1 \quad [N]$$

$$F_1 = \frac{P_M \cdot \eta \cdot C_1 \cdot 1000}{v} \quad [N]$$

유효장력 F_U 이 산출 될 수 있는 경우.

유효장력 F_U 이 산출될 수 없는 경우, F_1 은 설치된
모터출력 P_M 으로 계산할 수 있음.

C_1 (드라이브 드럼에 적용)

Siegling Transilon 하면 코팅	V3, V5, U2, A5, E3			V1, U1, UH, U2H, V2H, V5H		
	180°	210°	240°	180°	210°	240°
접촉각 β						
매끄러운 스틸 드럼						
마름	1.5	1.4	1.3	1.8	1.6	1.5
젖음	3.7	3.2	2.9	5.0	4.0	3.0
코팅된 드럼						
마름	1.4	1.3	1.2	1.6	1.5	1.4
젖음	1.8	1.6	1.5	3.7	3.2	2.9

Siegling Transilon 하면 코팅	0, U0, NOVO, E0, A0, T, P			TXO (AmpMiser)		
	180°	210°	240°	180°	210°	240°
접촉각 β						
매끄러운 스틸 드럼						
마름	2.1	1.9	1.7	3.3	2.9	2.6
젖음	추천 하지 않음			추천 하지 않음		
코팅된 드럼						
마름	1.5	1.4	1.3	2.0	1.8	1.7
젖음	2.1	1.9	1.7	추천 하지 않음		

$$\frac{F_1}{b_0} \leq C_2 \left[\frac{N}{mm} \right] \quad \frac{F_1}{b_0} \text{ 가 } C_2 \text{보다 크면,}$$

더 큰 $k_{1\%}$ 값을 가지는 강한 벨트가 필요함

C_2 최대값, 벨트 타입별 단위 폭당 벨트 허용 장력:

$$C_2 = \varepsilon_{\max} \cdot k_{1\%}$$

제품 데이터 시트에서 최대 신율에 대한 세부내용을 확인 하시기 바랍니다.
데이터 시트에 나와있지 않은 내용은 다음을 참고해 가정해 볼 수 있습니다

인장재 종류	폴리에스터 폴리에스터(약어 "E")	아라미드 (약어 "AE")
타입 클래스 예 최대 신율(%)	E 2/1, E 3/1, E 4/2, E 6/1, NOVO, E 8/2, E 10/M, E 12/2, E 15/2, E 15/M, E 18/3, E 20/M, E 30/3, E 44/3 2.0	AE 48/H, AE 80/3, AE 100/3, AE 140/H, AE 140/3 0.8

Note: 구멍이 있는 벨트의 b_0 은 단면 길이에서 총 구멍의 너비만큼을 뺀 후 구해야 합니다.
온도의 변화에 따라 C_2 는 변할 수 있으니 문의해 주시기 바랍니다.

C_2 (선택한 트랜실론 타입 별)

$$d_A = \frac{F_U \cdot C_3 \cdot 180}{b_0 \cdot \beta} \quad [mm]$$

드라이브 드럼의 최소 직경 d_A

Siegling Transilon 하면 코팅	V3, V5, U2, A5, E3	V1, U1, UH	0, U0, NOVO, T, P
매끄러운 스틸 드럼			
마름	25	30	40
젖음	50	추천하지 않음	추천하지 않음
코팅된 드럼			
마름	25	25	30
젖음	30	40	40

C_3 (구동 드럼에 적용)

$$P_A = \frac{F_U \cdot v}{1000} \quad [kW]$$

구동 드럼의 모터 용량 P_A

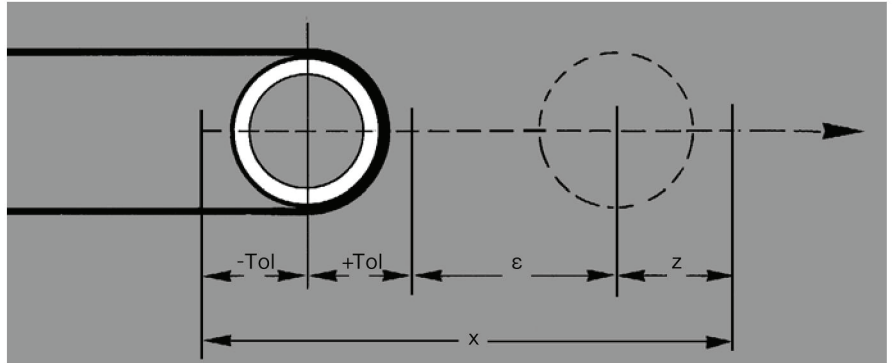
$$P_M = \frac{P_A}{\eta} \quad [kW] = \text{다음으로 큰 표준모터를 선택.}$$

요구 되는 모터 용량 P_M

스크류 방식 (screw-operated) 테이크업 시스템의 테이크업 범위

테이크업 범위를 설정 할 때는 다음의 요소들이 반드시 고려되어야 합니다:

- 1.가해지는 하중으로 발생하는 벨트의 피팅 ε 에서의 대략적인 신율. ε 에 대한 값은 페이지 7, 8을 참고.
- 2.벨트 길이의 제작 허용공차 (Tol).
- 3.평균보다 더 큰 신율(텐셔닝)을 필요로 할 수 있는 외부 작용

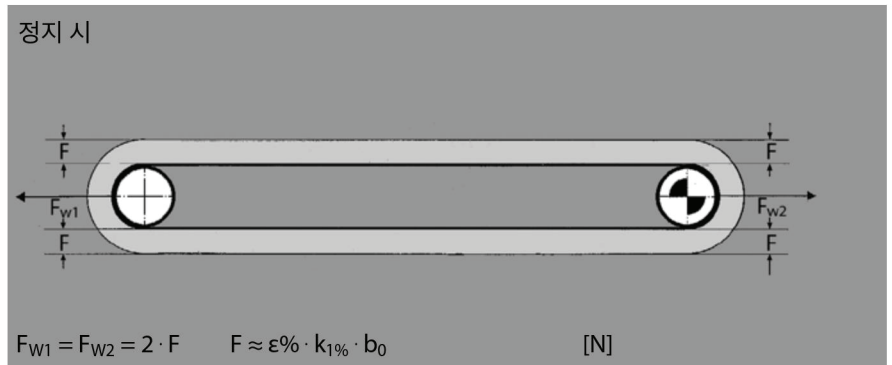


혹은, 예를 들어, 온도나 멈춤-작동 동작의 영향과 같은 안전계치를 필요로 할 수 있음.

일반적으로 하중에 따라 장착시 신율 0.2% - 1.0% 정도면 충분하므로 벨트 길이의 약 1%의 테이크업 범위가 일반적으로 충분함.

인장력 F 일 때 정지상태 샤프트 하중에 대한 가이드라인

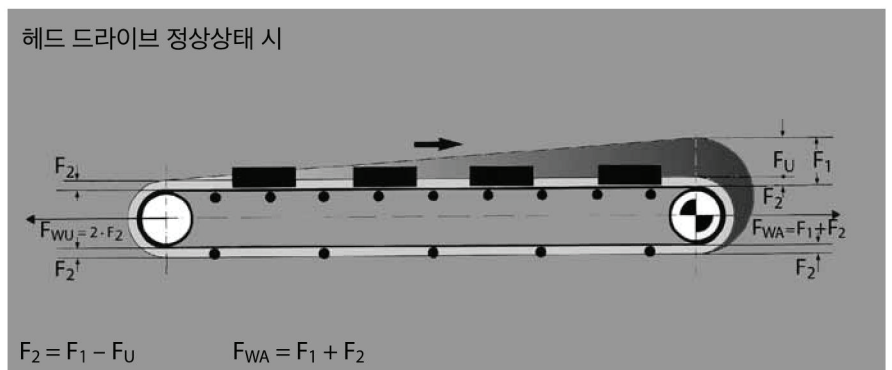
샤프트 하중을 산출할 때는 컨베이어가 정지상태 일 때와 정상상태(steady state) 일 때 벨트 인력의 서로 다른 크기를 고려하도록 함.



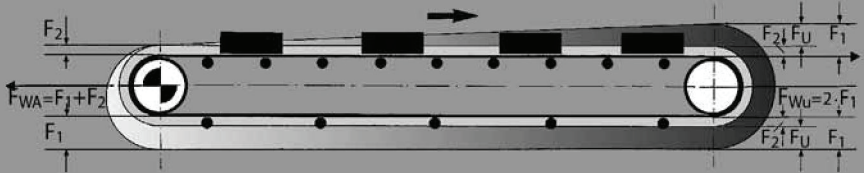
헤드 드라이브의 피팅 ε 신율에 대한 가이드라인

장착 시 헤드 드라이브의 최소 신율:

$$\varepsilon \approx \frac{F_U/2 + 2 \cdot F_2}{2 \cdot k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$



정상상태 시 테일 드라이브

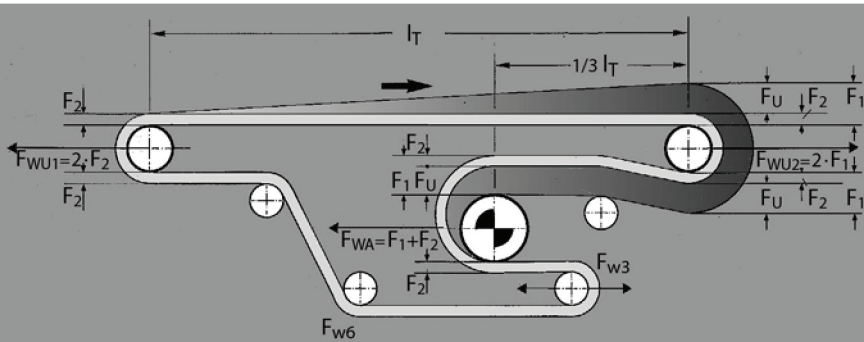


$$F_2 = F_1 - F_U$$

테일 드라이브 장착 신율(ε%)의 가이드 라인

리턴 방향 드라이브의 최소 신율:

$$\epsilon = \frac{F_U/2 + 2 \cdot F_2 + F_U}{2 \cdot k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$



정상상태 시 리턴 방향 드라이브

리턴 방향 장착 신율(ε%)의 가이드 라인

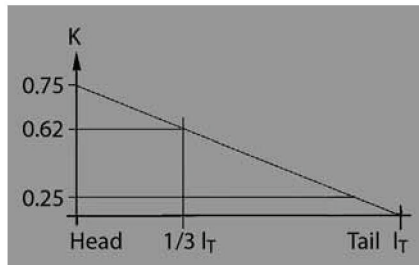
헤드 드라이브 작동 시 피팅의 최소 신율:

$$\epsilon = \frac{F_U (C_1 - K)}{k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$

정상상태 샤프트 하중에 대한 가이드 라인

일반적 드라이브 드럼 β = 180°

$$F_{WA} = F_1 + F_2 \quad [N]$$



헤드 드라이브의 K = 0.75
리턴 방향 드라이브의 K = 0.62
테일 드라이브의 K = 0.25

일반적 엔드 드럼 β = 180°

$$F_{W3} = 2 \cdot F_2 \quad [N]$$

텐셔닝 벨트 샤프트 하중

합성소재로 만든 인장재는 유의미한 완화현상을 보입니다. 그 결과로, 완화된 k1% 수치는 ISO 21181에 의거한 계산 기본값이 됩니다. 이는 편향과 하중의 변화로 인해 장기적으로 작용하는 힘의 영향을 받는 벨트 소재의 신율을 나타내 주며, 힘 FW를 계산해 낼 수 있습니다.

이는 벨트에 텐션을 가했을 때 벨트가 더 큰 힘 F_{Winitial}을 받게 된다는 것을 의미합니다. 드럼과 부품(베어링)의 사이즈 지정 시 이 점을 반드시 고려하고 있어야 합니다. 다음은 참고 값으로 가정하도록 합니다:

$$F_{Winitial} = F_W \cdot 1.5$$

일반적 스너브 롤러 β = 60°

$$F_{W6} = \sqrt{2 \cdot F_2 \cdot \sin(\beta/2)} \quad [N]$$

일반적 드라이브 드럼 β ≠ 180°

$$F_{WA} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta} \quad [N]$$

테이크업 종류에 따른 시스템의 결정

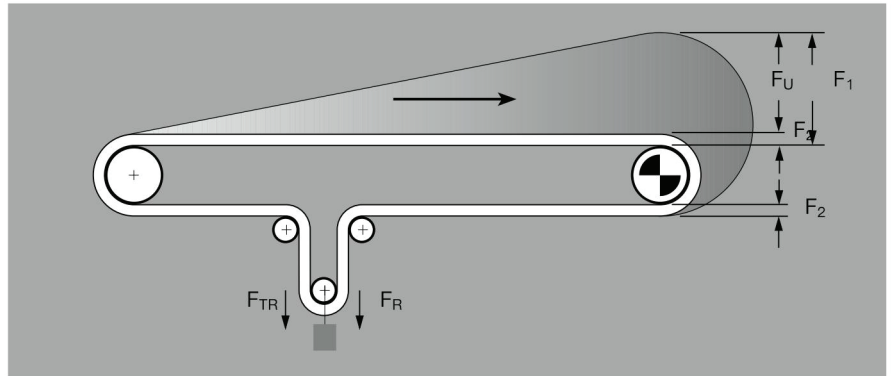
F_R 설정

하중에 이용해 텐서닝 하는 테이크업 시스템에서 텐션 웨이트는 반드시 최소 벨트 장력 F₂를 발생시켜 드라이브 드럼 상 최고의 벨트 그림을 이루도록 합니다 (스프링, 공기압, 유압식 테이크업 시스템이 유사한 원리로 작동).

텐션 웨이트는 반드시 자유롭게 움직일 수 있어야 하고, 테이크업 시스템은 드라이브 부분 뒷편에 설치돼야 합니다. 역방향의 작동은 불가능합니다. 테이크업의 범위는 유효장력, 요구되는 인장력 F₂, 벨트의 신율 ΔL, 제작허용공차 Tol, 텐서닝 Z의 안전한 계와 사용되는 벨트의 종류 등에 따라 달라 집니다

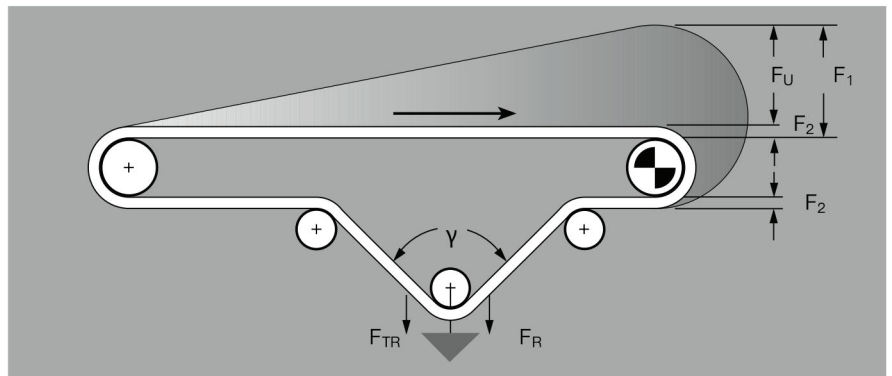
$$F_R = 2 \cdot F_2 - F_{TR} \quad [N]$$

접촉호 180°에서 텐션 웨이트 F_R [N] 설정의 예시 (F_{TR} = 텐서닝 드럼 웨이트 [N]).



$$F_R = 2 \cdot F_2 \cdot \cos \frac{\gamma}{2} - F_{TR} \quad [N]$$

그림과 같은 각도 γ에서 텐션 웨이트 F_R [N] 설정의 예시 (F_{TR} = 텐서닝 드럼 웨이트 [N]).



벨트 신율 ΔL 설정

힘을 가해 텐서닝하는 테이크업 시스템에서 벨트의 전체적인 신율은 유효장력의 크기에 따라 달라 집니다. 테이크업 시스템은 벨트 신율 변화ΔL를 상쇄하도록 설계돼야 합니다. 헤드 드라이브의 ΔL는 다음과 같이 계산됩니다.

$$\Delta L = \frac{F_U/4 + F_{TR} + F_R}{k_{1\%} \cdot b_0} \cdot L_g \quad [mm]$$

벨크 제품 이송 시스템



벨크 제품	δ (approx.°)
재, 건조함	16
재, 젖음	18
토양, 습함	18 - 20
곡물(귀리 제외)	14
라임, 덩어리	15
감자	12
석고, 분쇄됨	23
석고, 파쇄됨	18
목재, 칩	22 - 24
인공비료	12 - 15
밀가루	15 - 18

벨크 제품	δ (approx.°)
소금, 미세	15 - 18
소금, 덩어리	18 - 20
옥토, 젖음	18 - 20
모래, 건조, 젖음	16 - 22
토탄	16
설탕, 정제	20
설탕, 원료	15
시멘트	15 - 20

세로 방향 경사각 δ

세로 방향 경사각 δ 에 대한 지침사항은 다양한 벨크 제품에 통용됩니다. 기계의 실제 경사각은 δ 보다 작아야 합니다. 해당 수치는 컨베이어 벨트 코팅에 상관없이 입자의 형태, 크기, 이송되는 제품의 기적 특성 등에 따라 달라집니다.

제품의	벌크 밀도 ρ_s [10^3 kg/m^3]
재, 차가움, 건조함	0.7
토양, 습함	1.5 - 1.9
곡물(귀리 제외)	0.7 - 0.85
목재(단단함)	0.6 - 1.2
목재(부드러움)	0.4 - 0.6
목재(칩)	0.35
숯	0.2
펄스	0.85
라임, 덩어리	1.0 - 1.4
인공비료	0.9 - 1.2
감자	0.75
소금(미세한)	1.2 - 1.3
소금(덩어리)	2.1
석고, 분쇄됨	0.95 - 1.0

제품의	벌크 밀도 ρ_s [10^3 kg/m^3]
석고, 파쇄됨	1.35
밀가루	0.5 - 0.6
클링커	1.2 - 1.5
옥토, 건조함	1.5 - 1.6
옥토, 젖음	1.8 - 2.0
모래, 건조함	1.3 - 1.4
모래, 젖음	1.4 - 1.9
비누, 조각	0.15 - 0.35
슬러리	1.0
토탄(석탄)	0.4 - 0.6
설탕(정제됨)	0.8 - 0.9
설탕(원료)	0.9 - 1.1
사탕수수	0.2 - 0.3

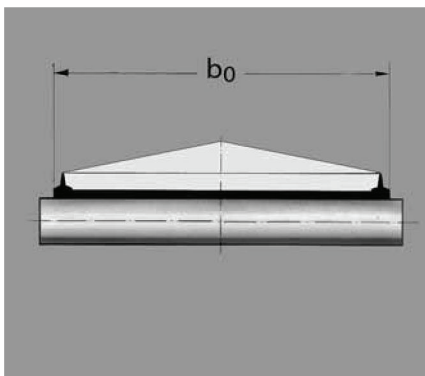
벨크 제품의 벌크 밀도 ρ_s

b_0	mm	400	500	650	800	1000	1200	1400
이송 각도 0°		25	32	42	52	66	80	94
이송 각도 10°		40	57	88	123	181	248	326

평평한 벨트의 운반용량 (Volume Flow)

표에는 벨트속도 $v=1\text{m/s}$ 일 때, 시간 당 운반용량이 나타나 있습니다.

컨베이어 벨트는 평평하고 수평입니다. 이 벨트에는 20mm 높이의 세로방향 프로파일 T20가 상면 가장자리에 장착되어 있습니다



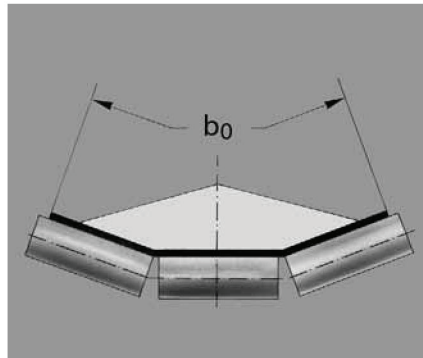
트로프형 컨베이어 벨트의 운반용량 (Volume flow) \dot{V}

벨트 속도 1 m/s, 단위 m^3/h

Note:

이론상의 운반용량은 완벽히 균등한 하중을 받는 수평벨트에 적용되는 조건이기 때문에 실제로 이루어지는 것은 거의 불가능합니다. 고르지 못한 하중과 운반되는 제품의 특성 등으로 인해 이 수치는 약 30% 까지 감소할 수 있습니다.

b_0	mm	400	500	650	800	1000	1200	1400
트로프 각도 20°								
이송각도 0°		21	36	67	105	173	253	355
이송각도 10°		36	60	110	172	281	412	572
트로프 각도 30°								
이송각도 0°		30	51	95	149	246	360	504
이송각도 10°		44	74	135	211	345	505	703



C_6

상승 이송 시, 운반되는 제품의 이론상의 양은 약간 적습니다. 이송각도 α 에 따른 C_6 을 적용해 계산한 결과입니다.

이송 각도 α [°]	2	4	6	8	10	12
Factor C_6	1.0	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93
이송 각도 α [°]	14	16	18	20	22	
Factor C_6	0.91	0.89	0.85	0.81	0.76	

C_4

C_4 , 예를 들어, 스크레퍼와 세척 도구 등을 포함해 추가 유효장력을 고려해야 합니다.

IT [m]	25	50	75	100	150	200
C_4	2	1.9	1.8	1.7	1.5	1.3

서포트 롤러 f의 롤링 저항

롤러 베어링 $f = 0.025$
슬라이드 베어링 $f = 0.050$

이송되는 제품의 무게 m 설정

$$m = \frac{\dot{V} \cdot \delta_s \cdot l_T \cdot 3.6}{v} \quad [\text{kg}]$$

$$F_U = g \cdot C_4 \cdot f \cdot (m + m_B + m_R) \pm g \cdot m \cdot \sin \alpha$$

[N]

sin α 단위 제품의 계산

유효장력 F_U 의 설정

(-) 아래방향
(+) 위방향

서포트 롤러 피치는 벨트 장력과 질량에 따라 달라지며 다음과 같이 계산됩니다:

처짐(sag)가 최대 1% 허용될 때,
(i.e. $y_B = 0.01 l_0$)

서포트 롤러 피치

권장되는 최대 $l_0 \leq 2 b_0$
 $l_u \approx 2 - 3 l_0$ 최대

$$l_0 = \sqrt{\frac{y_B \cdot 800 \cdot F}{m'_O + m'_B}} \quad [\text{mm}]$$

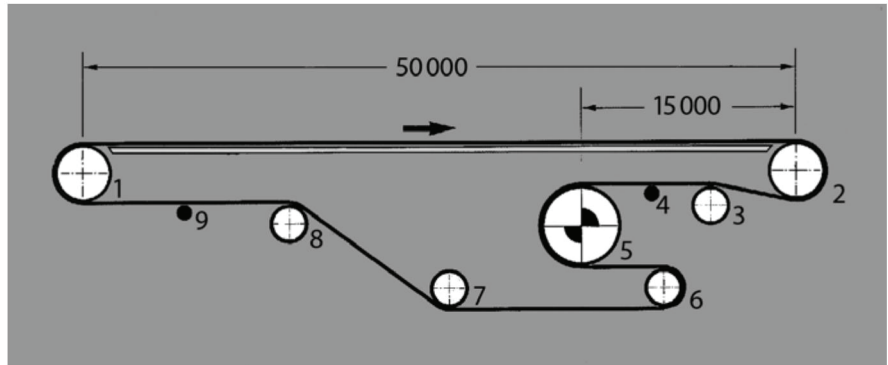
$$l_0 = \frac{8 \cdot F}{m'_O + m'_B} \quad [\text{mm}]$$

l_0 = 상면 서포트 롤러 피치 (mm)
 y_B = 컨베이어 벨트 처짐(sag) 최대값 (mm)
 F = 해당 위치에서의 벨트 장력 (N)
 $m'_O + m'_B$ = 이송되는 제품과 벨트 무게의 합 (kg/m)

단위 제품 이송의 계산 예시

제품 분류 시스템에서, 컨베이어 벨트는 올려진 제품의 하중을 포함하여 유통 센터로 이송 됩니다.

그림에 나타나 있는 수평이송, 스키드 플레이트 서포트, 리턴 드라이브 시스템이 벨트 상면, 래깅된 드라이브 드럼, 스크류 방식 텐서닝 시스템, 14개 서포트 롤러를 통해 이동합니다.



엔드드럼 1, 2, 6
스냅 롤러 3, 7, 8
드라이브 드럼 5
서포트 롤러 4, 9 와
다양한 텐션 드럼 6.

컨베이어 길이 $l_T = 50 \text{ m}$
기하학적 벨트 길이 $L_g = 105000 \text{ mm}$
벨트 너비 $b_0 = 600 \text{ mm}$
총 하중 $m = 1200 \text{ kg}$
접촉호 $\beta = 180^\circ$
 $v = \text{ca. } 0.8 \text{ m/s}$
매스 롤러 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
 $m_R = 570 \text{ kg}$
(5를 제외한 모든 드럼)

유효 장력 F_U [N]

$$F_U = \mu_T \cdot g \left(m + \frac{m_B}{2} \right) + \mu_R \cdot g \left(\frac{m_B}{2} + m_R \right)$$

$$F_U = 0.33 \cdot 9.81 \left(1200 + \frac{157.5}{2} \right) + 0.033 \cdot 9.81 \left(\frac{157.5}{2} + 570 \right)$$

$$F_U \approx 4340 \text{ N}$$

$m = 1200 \text{ kg}$
 $\mu_R = 0.033$
 $\mu_T = 0.33$
 $m_B = 157.5 \text{ kg}$ (벨트 하중 = $2.5 \text{ kg/m}^2 \cdot 105 \text{ m} \cdot 0.6 \text{ m}$)

최대 벨트 장력 F_1 [N]

$$F_U = 4350 \text{ N}$$

$$C_1 = 1.6$$

$$F_1 = F_U \cdot C_1$$

$$F_1 = 4350 \cdot 1.6$$

$$F_1 \approx 6960 \text{ N}$$

선택한 벨트 유형 검토

$F_1 = 6960 \text{ N}$
 $b_0 = 600 \text{ mm}$
 $k_{1\%} = 8 \text{ N/mm}$

$$\frac{F_1}{b_0} \leq C_2$$

$$\frac{6960}{600} \leq 2 \cdot 8 \text{ N/mm}$$

$$11.6 \text{ N/mm} \leq 16 \text{ N/mm}$$

적절한 벨트 유형을 정확히 선택함.

$F_U = 4340 \text{ N}$
 $C_3 = 25$
 $\beta = 180^\circ$
 $b_0 = 600 \text{ mm}$

$$d_A = \frac{F_U \cdot C_3 \cdot 180^\circ}{b_0 \cdot \beta} \quad [\text{mm}]$$

$$d_A = \frac{4340 \cdot 25 \cdot 180^\circ}{600 \cdot 180^\circ} \quad [\text{mm}]$$

$$d_A = 181 \text{ mm}$$

d_A 는 200mm 로 정함.

최소 드라이브 드럼 직경

$F_U = 4350 \text{ N}$
 $v = 0.8 \text{ m/s}$

$$P_A = \frac{F_U \cdot v}{1000} \quad [\text{kW}]$$

$$P_A = \frac{4350 \cdot 0.8}{1000}$$

$$P_A \approx 3.5 \text{ kW}$$

드라이브 드럼 동력 P_A

$P_A = 3.5 \text{ kW}$
 $\eta = 0.8$ (가정)

$$P_M = \frac{P_A}{\eta} \quad [\text{kW}]$$

$$P_M = \frac{3.5}{0.8} \quad [\text{kW}]$$

$$P_M \approx 4.4 \text{ kW}$$

P_M 5.5 kW 또는 그 이상

요구되는 모터출력 P_M

$F_U = 4350 \text{ N}$
 $C_1 = 1.6$
 $K = 0.62$
 $k_{1\%} = 8 \text{ N/mm}$
 (E8/2 U0/V5H black 벨트의 표준장력)
 $b_0 = 600 \text{ mm}$

$$\varepsilon = \frac{F_U (C_1 - K)}{k_{1\%} \cdot b_0} \quad [\%]$$

$$\varepsilon = \frac{4350 (1.6 - 0.62)}{8 \cdot 600} \quad [\%]$$

$$\varepsilon \approx 0.9 \%$$

장착 시 리턴 드라이브의 최소 신율

정상상태 드럼2의 샤프트 하중
(리턴 드럼)

$\beta = 180^\circ$ 로 가정했을 때, 간이 계산

$$F_1 = 6960 \text{ N}$$

$$F_{W2} = 2 \cdot F_1$$

$$F_{W2} = 2 \cdot 6960 \text{ N}$$

$$F_{W2} \approx 13920 \text{ N}$$

정상상태 드럼1의 샤프트 하중
(리턴 드럼)

$$F_2 = F_1 - F_U$$

$$F_2 = 6960 - 4350$$

$$F_2 = 2610 \text{ N}$$

$$F_{W1} = 2 \cdot F_2$$

$$F_{W1} = 2 \cdot 2610 \text{ N}$$

$$F_{W1} \approx 5220 \text{ N}$$

정상상태 드럼5의 샤프트 하중
(리턴 드럼)

$$F_1 = 6960 \text{ N}$$

$$F_2 = F_1 - F_U$$

$$F_2 = 6960 - 4350$$

$$F_2 = 2610 \text{ N}$$

$$F_{W5} = F_1 + F_2$$

$$F_{W5} = 6960 + 2610$$

$$F_{W5} \approx 9570 \text{ N}$$

정상상태 드럼3의 샤프트 하중
(스넵 롤러)

벨트 최소장력 F_2 , F_{W3} 은 7페이지의 공식에 따름.

정지상태의 인장력은 장착시 신율(ϵ %)에 의해 상면과 하부로 정의되며 인장력 F는 다음과 같이 계산함:

$$F = \epsilon [\%] \cdot k_{1\%} \cdot b_0 \quad [N]$$

$\beta = 180^\circ$ 인 드럼 너비의 예시, 접촉각(이 예시에서는 접촉각이 180° 이기 때문에, 동일한 힘이 드럼 1, 5, 6에 가해짐).

$\beta \neq 180^\circ$ 일 때 F_W (정지 시 $F_1=F_2$ 라고 가정함)의 계산 시 다음을 적용.

$$\begin{aligned} F_W &= 2 \cdot F \\ F_W &= 2 \cdot 0.9 \cdot 8 \cdot 600 \\ F_W &\approx 8640 \text{ N} \end{aligned}$$

$$F_W = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta}$$

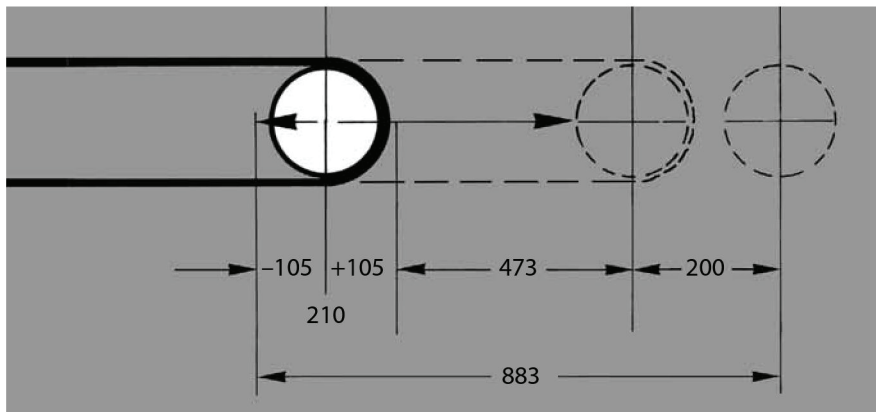
$$F_W = [N]$$

정지 시 샤프트 하중

정지상태와 정상상태 모드를 비교하기위해, 드럼1의 샤프트 로드를 관찰.

정지상태의 $F_{W1} = 8640\text{N}$
정상상태의 $F_{W1} = 5220\text{N}$

Note:
기계를 구성할 때 두 가지 모드 모두를 고려해야 합니다.



테이크업 범위

Tol = $\pm 0.2\%$
 $\epsilon = 0.9\%$
 $L_g = 105000 \text{ mm}$
 $Z = 200 \text{ mm}$

$$X = \frac{\frac{2 \cdot \text{Tol} \cdot L_g}{100} + \frac{\epsilon \cdot L_g}{100}}{2} + Z \quad [mm]$$

$$X = \frac{\frac{2 \cdot 0.2 \cdot 105000}{100} + \frac{0.9 \cdot 105000}{100}}{2} + 200 \quad [mm]$$

$$X = 210 + 473 + 200 \quad [mm]$$

$$X \approx 883 \text{ mm}$$