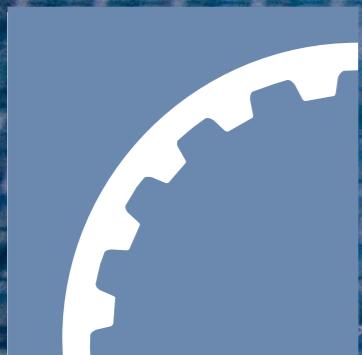
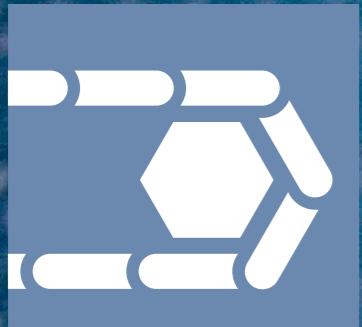
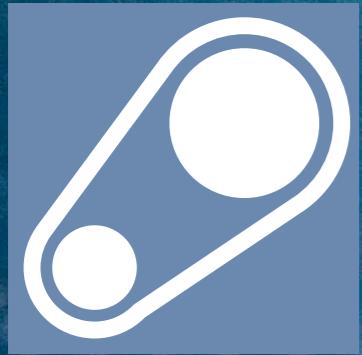
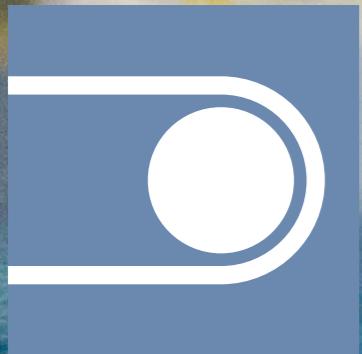


# siegling extremultus

시글링 익스트라멀터스 평벨트

평벨트  
개요





<b>1 시글링 – 토탈 벨팅 솔루션</b>	5
1.1 기업과 그룹	6
1.2 제품과 시장	7
<b>2 시글링 익스트라멀터스 평벨트</b>	5
2.1 평벨트의 역사	10
2.2 제품구조와 소재	16
2.3 정전기적 성질	20
2.4 식품 안전	22
2.5 명명법과 데이터 시트	23
2.6 동력 맞춤형 벨트 드라이브의 일반적인 특성	24
2.7 동력 맞춤형 벨트 드라이브 비교	26
2.8 평벨트의 장점	28
2.9 응용 분야	30
<b>3 내화학성</b>	35
3.1 서론	36
3.2 내화학성	37
<b>4 벨트 선택</b>	41
4.1 서론	42
4.2 인장 소재	43
4.3 코팅 소재	44
4.4 익스트라멀터스 Product Finder	46
4.5 B_Rex 계산기	47
<b>5 제조 데이터</b>	49
5.1 제조 공차	50
5.2 운송 규격	51
<b>6 평벨트 사용</b>	53
6.1 보관	54
6.2 기계장치의 상태	55
6.3 설치와 텐션	56
6.4 유지보수와 관리	63
<b>7 접합과 가공 기술</b>	65
7.1 서론	66
7.2 스플라이스의 종류	67
7.3 접합	70
7.4 특수 가공	72
<b>8 풀리</b>	75
8.1 풀리의 기하학적 구조	76
8.2 풀리의 크기와 품질	78
8.3 크라운 풀리의 사용	79
<b>9 동력 전달 벨트 계산</b>	81
9.1 서론	82
9.2 평벨트의 동력 전달	83
9.3 용어	84
9.4 계산법	85
9.5 작동 계수 $C_2$	86
9.6 장착 기본 신율 $C_4$	87
9.7 원심력에 대한 허용 신율 $C_5$	92
9.8 진동 계산	94
9.9 계산 예시	96
<b>10 라이브 롤러 벨트 계산</b>	99
10.1 서론	100
10.2 용어	101
10.3 계산법	102
<b>11 문제 해결</b>	107
11.1 설치	108
11.2 스플라이스 불량	109
11.3 소음 발생	110
11.4 벨트 트래킹 성능 저하	111
11.5 마모	113
11.6 특성 변화	115
<b>12 용어집</b>	117
<b>13 법적 고지</b>	126

눈에 보이지 않을 때에도 여러분의 곁을 지키고  
있는 Forbo Movement Systems은 물류 및 생산 작업이  
최적화 된 상태에서 좀 더 빠르고 부드럽게 이루어질  
수 있도록 합니다. 높은 효율성을 갖춘 Forbo Movement Systems  
의 정확하고 믿을 수 있는 솔루션을 만나보세요.

Forbo Movement Systems은 세계 시장의 수요에 맞추어 산업에  
특화된 미래 지향적인 드라이브, 컨베이어 시스템, 제조  
솔루션 개발에 선도적으로 나서고 있는 전문 기업입니다.

# 1 시글링 - 토탈 벨팅 솔루션

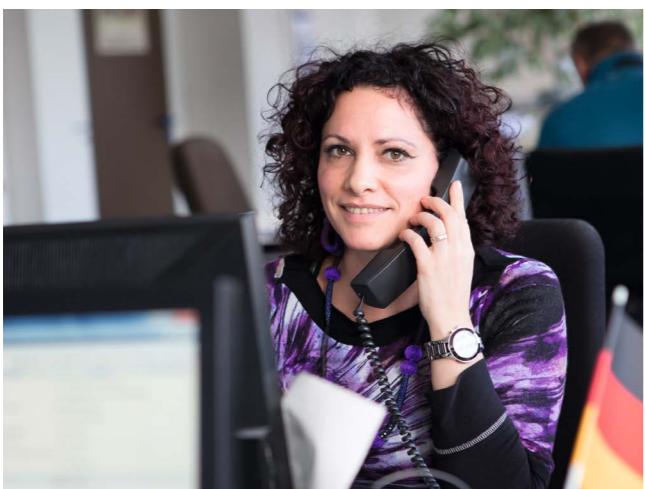


- 1.1 기업과 그룹
- 1.2 제품과 시장

## 1.1 기업과 그룹

Forbo Movement Systems은 포보 홀딩 AG의 사업부 중 하나로 본사는 스위스 추크주 바아르에 위치하고 있으며 스위스 증권거래소에 상장되어 있습니다. 포보는 Forbo Flooring Systems과 Forbo Movement Systems 두 개의 사업부로 이루어져 있으며 다양한 분야의 산업과 시장을 위한 제품을 공급하고 있습니다.

Movement Systems 사업부는 합성 소재로 만들어진 고품질의 컨베이어 벨트(Transilon), 플라스틱 모듈벨트(Prolink), 동력전달벨트(Extremultus), 타이밍 벨트(Proposition), 특수합성소재벨트(Propipe, Transtex) 제품으로 세계시장을 선도하는 기업으로 우뚝 서고 있습니다.



## 1.2 제품과 시장

또한 식품산업에서 사용하는 이송 및 가공 공정에서부터 헬스장에서 사용하는 러닝머신벨트, 우편 분류 시스템에서 사용하는 평벨트에 이르기까지 수많은 공업 및 산업, 서비스 기업이 Movement Systems의 벨트 제품을 다양한 용도로 사용하고 있습니다.

현재 2500명 이상의 직원이 Movement Systems에서 근무하고 있으며 전세계 80여 개국 이상에 달하는 서비스 지점에서 축적 된 전문 지식과 다양한 경험을 기반으로 하여 최상의 서비스를 제공하고 있습니다.

시장의 세계화가 가속화 되면서 생산, 자재 흐름, 물류 작업의 혁신에 대한 필요성이 대두되고 있으며, 컨베이어 벨트, 가공벨트 및 동력 전달 벨트용 벨트등이 이런 혁신을 이끌고 있는 핵심 요소라 할 수 있습니다. Movement Systems는 최고의 제품과 함께 세상의 혁신을 위해 최선을 다하고 있습니다.

### 제품군

#### siegling transilon conveyor and processing belts

Siegling Transilon은 식품의 이송 및 가공 공정에서부터 모든 유통까지 현대 비즈니스와 원활하게 생활을 연결하는 최고의 이송·가공용 수지벨트입니다. 모든 산업분야의 이송라인에 적합하고 제조 및 가공공정에 있어 효율을 극대화시키고 위생적인 부분에 공헌하고 있습니다.

#### siegling transtex conveyor belts

Siegling Transtex는 전통적인 중하중용 컨베이어 벨트로서 오랜시간동안 다양한 방면에서 품질과 성능이 충분히 입증되어 왔습니다. 특히 내구성, 내마모성과 내절단성이 탁월하여 물류, 철강, 재활용, 바닥재, 제지 등 열악한 환경속에서도 긴 수명을 보장할 수 있습니다.

#### siegling extremultus flat belts

Siegling Extremultus는 뛰어난 내구성과 유연성으로 동력전달뿐만 아니라 제지·인쇄·종이가공·우편·섬유 등 각 분야의 고속 및 경량 이송에 적합한 평벨트의 선두주자입니다. 종이가공 및 인쇄산업에서 정확한 조합과 안정성을 우선시하는데 일조하는 벨트로서 우편·DM 및 포장공정에서도 기계의 일부로서 사용되며, 섬유산업에 있어서 Tangential belts와 Spindle tapes로서 이용되고 있습니다.

#### siegling prolink modular belts

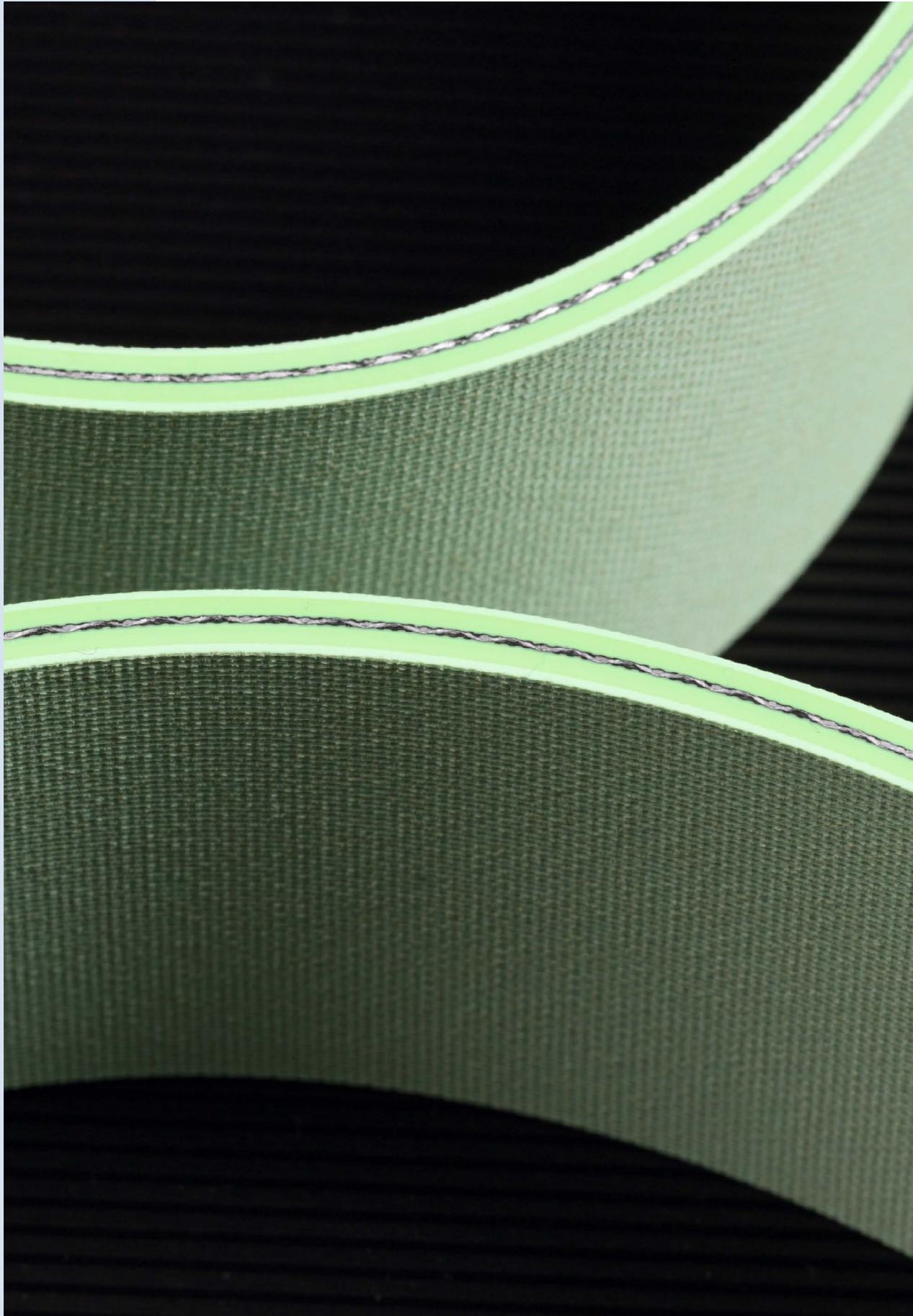
Siegling Prolink는 우수한 내구성을 가지고 반복 세척이 가능하므로 가혹한 작업 조건 또는 위생성이 요구되는 식품 반송에 널리 적용할 수 있는 첨단 플라스틱 벨트입니다. 여러 제품 시리즈로 다양한 현장 환경에 최적의 시리즈를 선택할 수 있으며, 빠른 장착, 수리 및 규격 변경의 용이성 등으로 인해 생산공정의 효율화와 비용 절감의 효과를 얻을 수 있습니다.

#### siegling proposition timing belts

Siegling Proposition은 고품질 우레탄 소재와 고장력 스틸코드 또는 케블라 코드로 조합된 고효율 타이밍 벨트입니다. 가벼운 무게, 높은 인장강도, 작동중 저소음, 정확한 위치제어 등의 많은 장점을 가지고 있어, 다양한 산업분야에 적용되고 있습니다. 또한 가공성이 용이해서 여러가지 프로파일 웅적이 가능하므로 고객의 다양한 요구에 대해 맞춤 설계 및 제작이 가능합니다.

### 주요 시장

- 식품 산업
- 물류 산업
- 철강, 타이어 산업
- 목재 산업
- 부직포 산업
- 제지 산업
- 인쇄 산업
- 스포츠 산업
- 담배 산업
- ▶ 식품 가공
- ▶ 물류 센터, 수하물 센터
- ▶ 자동차, 타이어, 철강 산업
- ▶ 건축 자재, 목재, 석재
- ▶ 방직사 생산, 부직포, 직물 인쇄
- ▶ 종이, 판지, 골판지 생산 및 가공, 편지 분류
- ▶ 로타리 인쇄, 시트지 인쇄, 디지털 인쇄 및 가공
- ▶ 러닝 머신, 스키 리프트용 벨트, 기타 레저
- ▶ 담배 제조업



## 2 시글링 익스트라멀터스 평벨트

- 2.1 평벨트의 역사
- 2.2 제품구조와 소재
- 2.3 정전기적 특성
- 2.4 식품 안전
- 2.5 제품명과 데이터 시트
- 2.6 동력 맞춤형 벨트 드라이브의 일반적인 특성
- 2.7 동력 맞춤형 벨트 드라이브 비교
- 2.8 평벨트의 장점
- 2.9 응용 분야

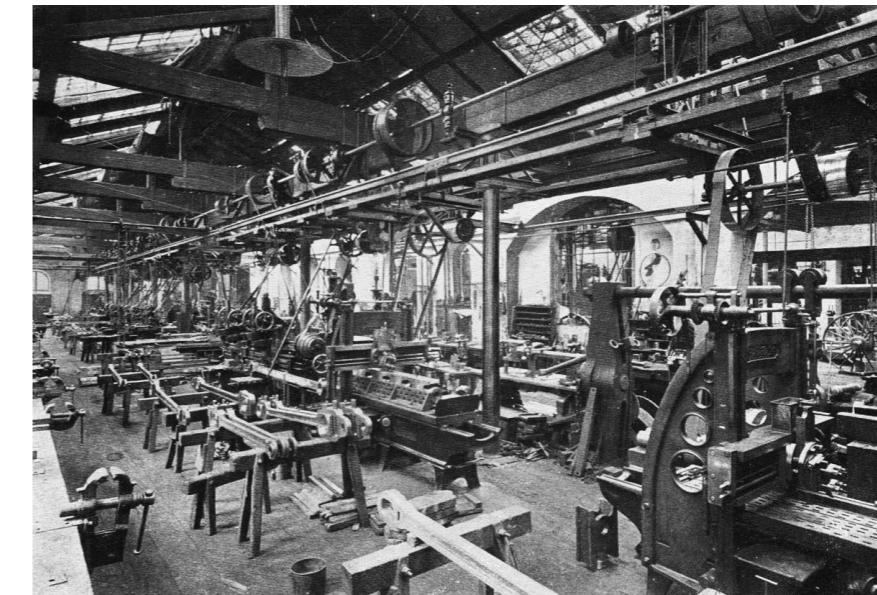
## 2.1 평벨트의 역사

### 산업 혁명

산업 혁명 이전까지 사람들은 차축과 톱니바퀴, 그리고 사슬이나 밧줄 같은 구동 장치를 활용하여 자연의 힘을 사용해 왔습니다. 풍차의 날개 부분을 회전 솟들에 연결하거나 물을 퍼 올리는 바퀴를 가축에 연결하거나, 물레방아를 대장간 망치에 연결하는 식으로 하나의 에너지원에 하나의 에너지 소비자를 연결하는 것이 일반적이었습니다. 이런 방식은 풍력이나 수력과는 완전 별도의 에너지원인 증기 기관이 등장할 때까지 수천 년 동안 이어졌습니다. 증기 기관으로 인해 다수의 에너지 소비자를 동시에 충시킬 수 있을 정도의 강력한 기계 동력을 제공할 수 있게 되었습니다.

18세기 초반 발명된 초기 증기 기관은 매우 비효율적 이었습니다. 1769년 제임스 워트가 복동기관을 발명하여 특허를 받은 후에야 증기 기관의 효율이 놀라울 만큼 개선됩니다. 19세기 다수의 발명을 통해 증기 기관의 효율은 지속적으로 증가하게 됩니다. 동시에 증기 기관의 크기 역시 감소하였고, 이에 따라 증기 기관의 사용법 역시 점점 효과적으로 발전합니다. 증기 기관의 확산은 공장 내 산업 혁명의 촉발로 이어졌고, 산업 혁명의 성공에 힘입어 마침내 평벨트가 산업 현장에 등장하게 됩니다. 일반적으로 생산 장비는 천장에 매달려 있는 강철축과 도르래, 그리고 가죽으로 만들어진 전동용 평벨트를 사용해 움직였습니다.

전동 벨트는 시대별로 등장한 새로운 기계 발명품, 예를 들어 공작기계나 방적기, 직조기 등을 증기 기관과 연결해주는 간단하면서도 신뢰할 수 있는 연결 장치였습니다. 20세기 들어서 평벨트는 농업 기계(증기 기관으로 작동)와 차량에 이르기 까지 광범위한 분야에서 동력 전달 역할을 해내고 있습니다.



1906년 생산 건물

건물 내 가공 기계는 건물 천장에 매달린 중앙 전동축으로 작동했다.

### 시글링이 평벨트 개발을 시작하다

1919년 에른스트 시글링은 자신의 이름으로 하노버에 전동 벨트 공장을 세우고 가죽으로 된 평벨트를 생산하기 시작했습니다.

1920년대 초 시글링은 수직 크롬 가죽 벨트로 새로운 평벨트의 지평을 여는데 성공합니다. 수직 가죽 벨트는 리벳핀을 사용하여



위:  
크롬 가죽 수직 벨트  
(1925년 삽화)

오른쪽:  
에른스트 시글링

왼쪽:  
1920년 에른스트 시글링  
직원들과 함께 찍은 사진



## 2.1 평벨트의 역사



시간이 지날수록 늘어나는 천연가죽의 성질 때문에 정기적으로 벨트의 길이를 조절해야 하는 분명한 단점이 존재했습니다. 무엇보다 가죽으로 만든 벨트는 크기가 일정하지 않고 습기에 취약한 치명적인 단점을 가지고 있었습니다. 한편 산업 분야에서는 기술 요건을 충족할 수 있는 제품에 대한 수요가 높아져 갔습니다. 모터의 등장으로 변속기를 통해 에너지를 배급하는 방식은 점차 사라지고 단일 구동 장치를 갖춘 장비를 표준이 되어가면서 평벨트는 다양한 변속 장치와 경쟁하는 입장에 서게 되었습니다.

에른스트 시글링은 지속적으로 다양한 평벨트를 개발했습니다. 1930년대 초반은 접착제 코팅이 된 평벨트가 처음으로 등장하였으며 이어 1939년은 위험 지역을 위한 "논엘스택"이라는 이름의 도전성(導電性) 벨트가 처음으로 선보인 해입니다.

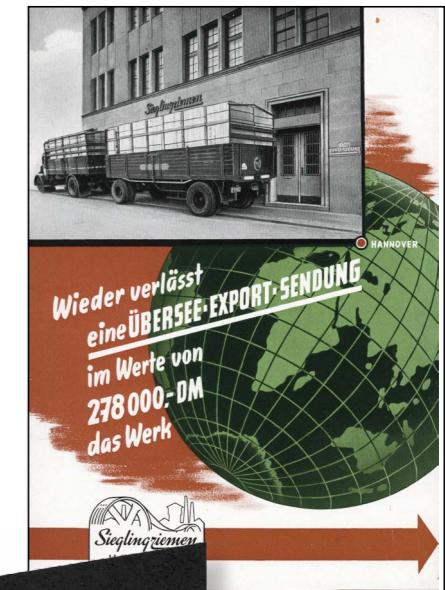


1940년대 개발된 다층 구조의 폴리아미드와 크롬 가죽 평벨트 개발은 평벨트 기술의 대전환을 예고하는 이정표였습니다. 입장자에는 고연신 폴리아미드를 표면에는 얇은 크롬 가죽을 사용하여 두 소재의 장점을 모두 갖추고 있는 이 벨트 제품은 현재까지도 다양한 분야에서 널리 사용되고 있습니다. 최소 98%의 효율을 자랑하는 이 벨트 제품은 기존의 벨트와 체인 구동 제품과 비교했을 때 월등한 에너지 효율 증가를 보였으며, 1943년 시글링은 이 특허 취득에 성공한 이후 익스트라멀터스라는 이름으로 시장에 출시되었습니다. 익스트라멀터스는 1940년대 이후부터 지금까지 전세계 시장에서 판매되고 있습니다.

에른스트 시글링이 1954년에 사망한 후 그의 아들인 헬무트 시글링이 회사를 물려받아 다층 구조 평벨트의 개념을 성공적으로 이어갔습니다. 튼튼하면서도 신뢰할 수 있는 소재인 폴리아미드 외에도 다양한 직물

인장재가 개발되었으며, 크롬 가죽 코팅 역시 많은 변화를 겪었습니다. 소재의 다양화는 산업 발전에 없어서는 안될 각양각색의 신제품 개발로 이어졌습니다.

1960년대 당시 세계를 놀라게 했던 자재 운송용 직물 기반의 플라스틱 컨베이어(트랜실론) 개발 역시 평벨트에 대한 다년간의 경험과 지식을 바탕으로 거둔 쾌거였습니다.



**Siegling-Riemen**

**Sieglingriemen**  
HANNOVER

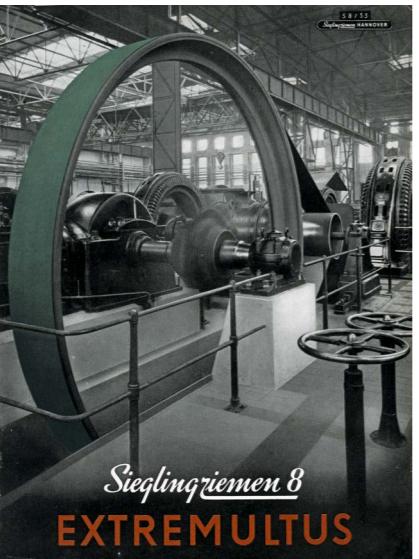
**SIEGLING**

**SIEGLING**  
BEIJING

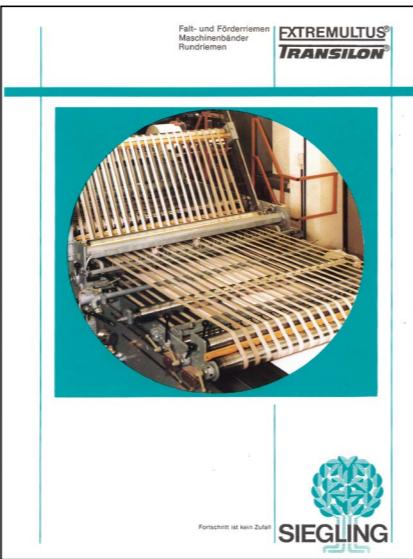
**Fordbo**

MOVEMENT SYSTEMS

## 2.1 평벨트의 역사



1994년 Forbo Beteiligungs GmbH는 기존 시글링 가문이 소유하고 있던 경영권을 인수하였으며, 이후 포보는 중국 외 세계 각국에 생산조립시설을 새롭게 설치하고 세계화를 향한 노력을 꾸준히 지속해오고 있습니다. 포보는 철저한 연구와 개발 작업을 통해 생산 공정을 완벽하게 지원하면서



동시에 구동 장비로서 기능을 할 수 있는 평벨트를 개발해 왔습니다. 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 그런 포보가 개발한 대표적인 평벨트 제품으로 종이와 골판지 운반 시 뛰어난 그립을 선보이고 있을 뿐만 아니라(Grip Star™) 전자기술 분야에서 대전방지(ESD) 영역에서 사용할 수 있는 벨트 제품(Flash Star™)등 다양한 목적으로 이용되고 있습니다.

### 현대의 평벨트

오늘날 사용되고 있는 벨트는 최초의 구동 벨트에서 시작되어 수많은 개선을 통해 완성된 첨단 기술 제품으로 다양한 산업 분야에서 장비 구동과 생산 공정이 원활하고 효율적으로 이루어질 수 있는 환경을 구축하는데 지대한 공헌을 하고 있습니다. 평벨트가 얼마나 빠르게 발전하고 있으며 평벨트의 개발 상태가 얼마나 놀라운지 쉽게 확인할 수 있습니다.

#### 인장 강도

가죽 벨트의 인장 강도는  $30 \text{ N/mm}^2$  수준이었지만 폴리아미드를 인장재로 사용한 평벨트의 인장 강도는  $500 \text{ N/mm}^2$ 로 크게 상승했습니다. 현재는 폴리에스터 소재를 사용하여 인장 강도가 약  $800 \text{ N/mm}^2$  정도의 벨트는 어렵지 않게 생산할 수 있습니다. 때문에 최근 벨트 구동 장치는 크기가 획기적으로 줄어든 반면 비용 효율은 놀라울 정도로 향상된 상태입니다. 현재 벨트 폭 당 전달 동력은 약  $30\sim40 \text{ kW/mm}$ 로 높은 수준의 운전 조건과 그에 따른 벨트 속도를 보장합니다.

#### 굽힘 빈도

가죽 벨트의 초당 굽힘 빈도는 약 40번으로 제한되어 있습니다. 하지만 현재 엔드리스 코드(폴리에스터 코드)로 제작된 인장재의 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 제품의 수명에 영향을 주지 않고도 초당 250번의 굽힘 주기를 보여줍니다.



#### 벨트 속도

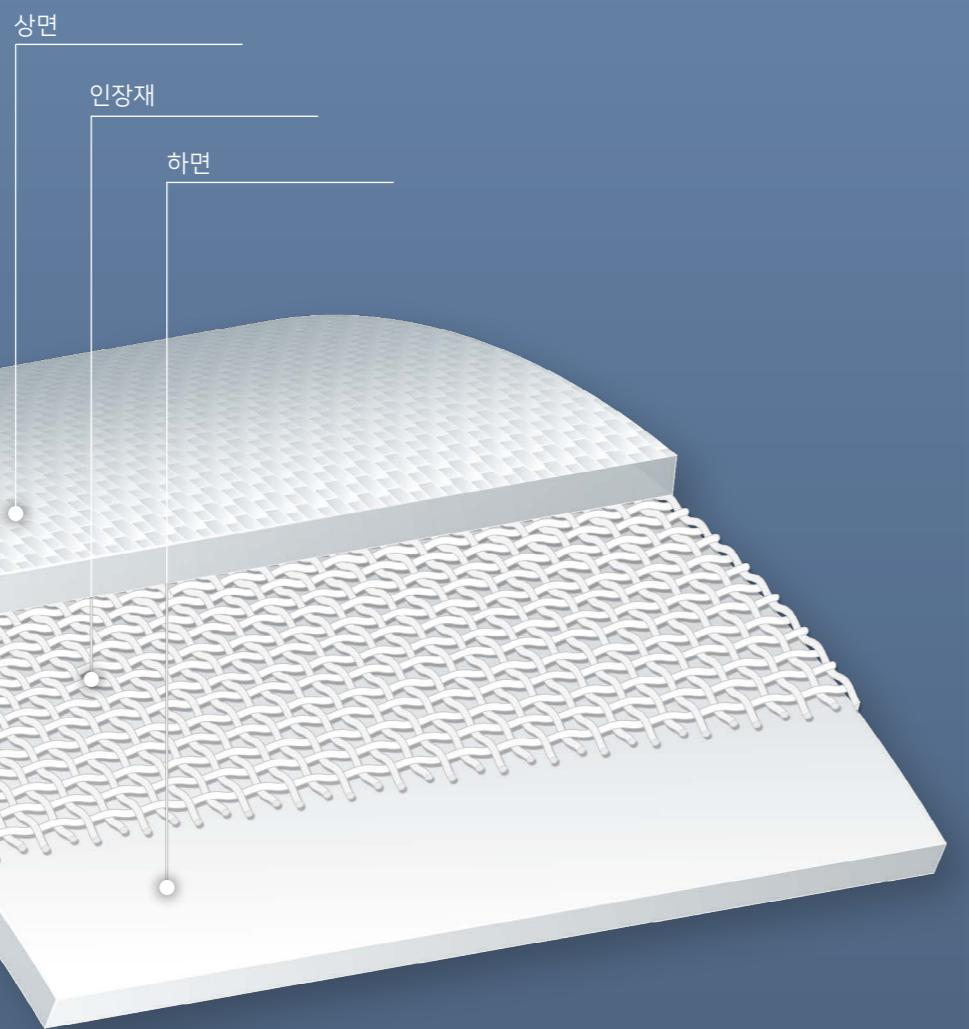
가죽 벨트의 최대 속도는  $35 \text{ m/s}$  수준에서 유지되고 있었습니다. 그리고 현재 일반적으로 사용되고 있는 벨트 제품으로는 최대  $100 \text{ m/s}$ 의 수준의 속도에 어렵지 않게 도달할 수 있습니다. 엔진 성능 시험단계에서는 최대  $200 \text{ m/s}$ 의 속도를 오랜 시간 지속하는 것도 가능합니다. 접합이 없는 시글링 익스트라멀터스 평벨트가 바로 이 경우에 속합니다.

#### 유지보수 및 재인장 필요성 제거

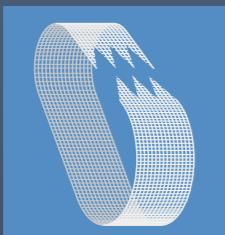
현재 인장재로 많이 사용되는 폴리아미드, 폴리에스터 및 아라미드등은 이완 후에도 적정 텐션을 유지하기 때문에 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 사용하는 동안에는 추가 텐션이나 길이 재조정 작업을 할 필요가 없습니다. 또한 플라스틱 인장재와 엘라스토머 코팅으로 이루어진 효과적인 소재 조합을 통해 유지보수가 필요하지 않게 되었습니다. 다만 크롬 가죽이 코팅된 평벨트의 경우 정기적으로 유지보수를 해줘야 하지만, 이미저도 특수 스프레이를 사용하면 쉽고 빠르게 진행할 수 있습니다.

## 2.2 제품구조와 소재

평벨트의 제품구조



인장재 유형



날실과 씨실 직조



고연신 시트 또는  
신축성이 있는 호일



트루 엔드리스 코드

16 페이지 도표는 인장재 타입에 따른 평벨트 구조 및 상하면 코팅에 관해서 설명하고 있습니다. 평벨트의 특성은 소재와 종류 등에 따라 달라지기 때문에 다양한 용도에 맞는 평벨트 생산이 가능합니다.

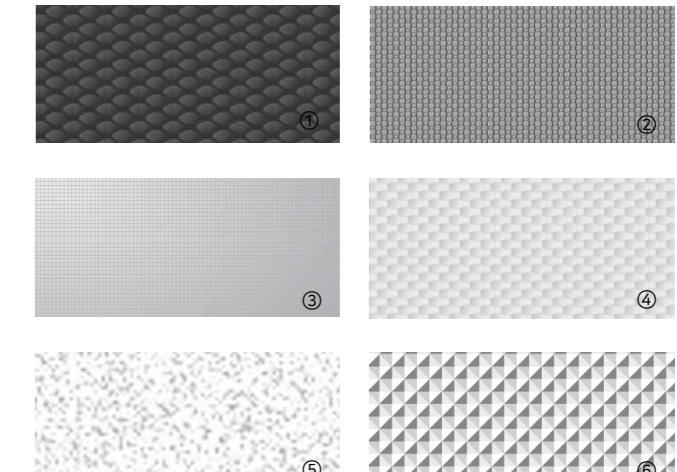
### 인장재

인장재는 평벨트의 기술적인 특성을 결정하는 가장 중요한 요소입니다. 그렇기 때문에 시글링 익스트라멀터스 평벨트 제품은 인장재 소재를 기준으로 구분됩니다.

### 인장재 소재

- A = Aramide line
- E = Polyester line
- P = Polyamide line
- U = Polyurethane line

### 표면 패턴



- ① FBRC 직물
- ② FSTR 고운 질감
- ③ GL 부드러운 표면
- ④ GSTR 거친 질감
- ⑤ LTHR 가죽
- ⑥ NP 양피라미드 질감
- ⑦ NSTR 일반적인 질감

### 코팅

코팅은 구동 폴리와 직접 접촉하며(주로 벨트 하부) 필요한 경우 이송 제품과도(주로 벨트 상부) 접촉하는 경우가 있습니다. 코팅 소재와 표면의 무늬에 따라 그립성, 내화학성, 정전기적 특성 및 식품 안전등과 같은 접촉 성질의 특성이 결정됩니다.

### 일반적인 조합

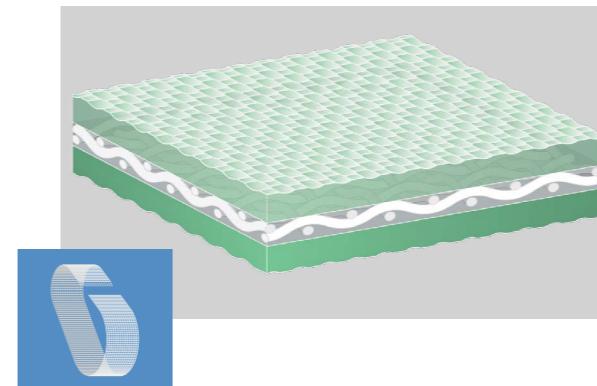
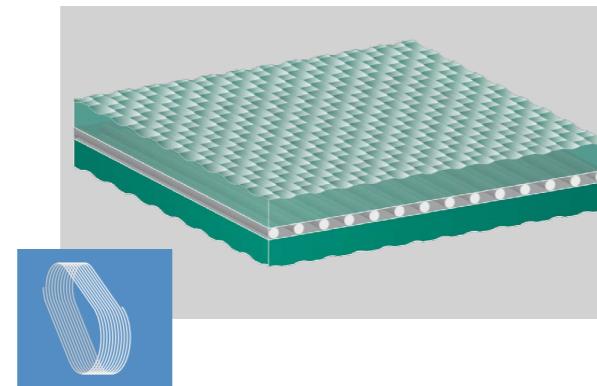
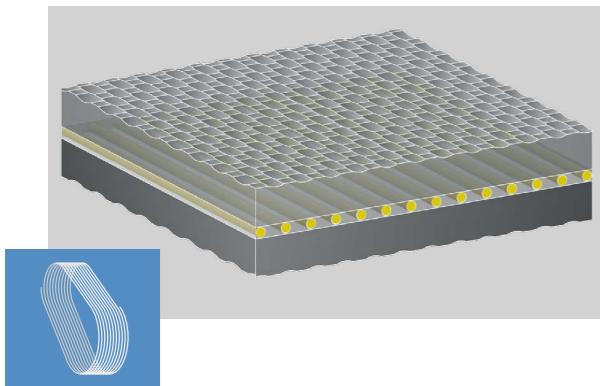
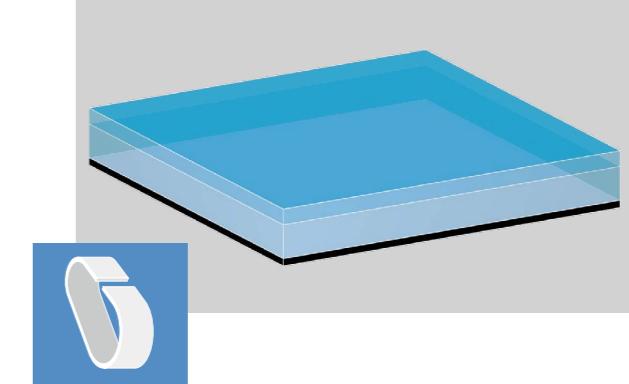
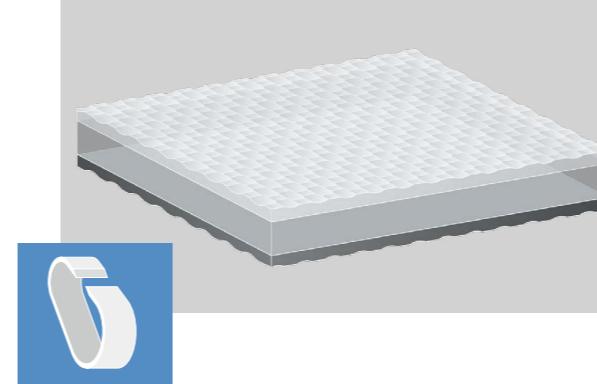
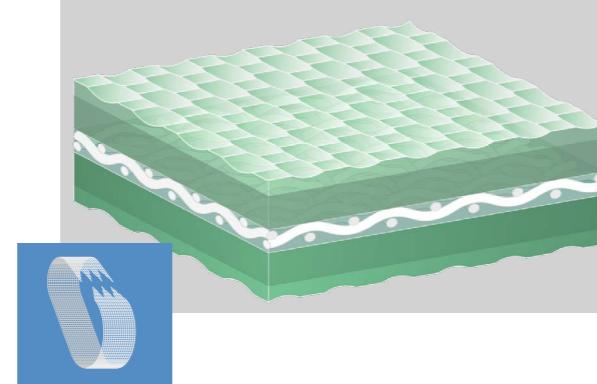
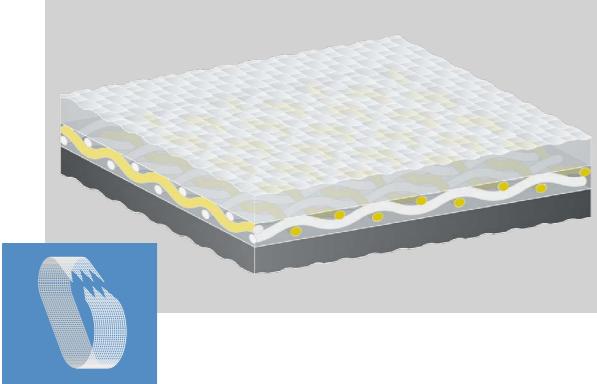
인장재와 코팅의 조합이 모두 실용적인 것은 아닙니다. 포보는 다양한 분야에서 다양한 평벨트를 활용하며 쌓아 올린 경험을 바탕으로 다음과 같은 조합이 가장 효과적이라는 사실을 확인하였습니다.

### 코팅 소재

- G = Gelastomer
- L = Chrome leather
- N = Novo (nonwoven polyester material)
- P = Polyamide
- R = High/Medium grip
- T = Fabric (Polyamide, Polyester, mixed)
- U = Polyurethane

약어	제품 라인	인장재	코팅
A	아라미드 라인	직물	G, U
		코드	G, L, T
E	폴리에스터 라인	직물	G, N, P, R, T, U
		코드	G, L, T, U
P	폴리아미드 라인	직물	G, N, T, U
		시트	G, L, N, R, T, U
U	폴리우레탄 라인	호일	G, R, U

## 2.2 제품구조와 소재



### 아라미드 라인

아라미드 섬유가 인장 방향으로 혼합되어 있는 직물로 만들어진 인장재가 적용된 평벨트는 유연성과 강도가 매우 뛰어날 뿐만 아니라 기계에서 직접 접합하는 것이 가능합니다.

트롤리 엔드리스 아라미드 코드로 만들어진 인장재가 적용된 평벨트는 접합부가 없어 매우 안정적인 트래킹이 가능합니다.

시글링 익스트라멀터스 평벨트 아라미드 라인은 매우 높은 유효 장력과 짧은 테이크업 범위를 자랑하는 제품입니다. 다만 아라미드 섬유가 쉽게 구부러지는 특성이 있어 반드시 세심한 주의를 기울여야 합니다.

### 폴리에스터 라인

폴리에스터 직물 인장재가 적용된 평벨트는 다양한 분야에서 뛰어난 성능을 발휘하는 제품입니다. 유연성과 강도가 뛰어날 뿐만 아니라 기계에서 직접 접합하는 것이 가능합니다.

트롤리 엔드리스 폴리에스터 코드로 만들어진 인장재가 적용된 평벨트에는 접합부가 없어 매우 안정적인 트래킹이 가능합니다.

시글링 익스트라멀터스 평벨트 폴리에스터 라인은 원주방향으로 가해지는 강한 힘을 전달하는 것이 가능하며 동시에 테이크업 범위가 짧습니다. 또한 내충격성이 좋고 기후 변화에 크게 영향을 받지 않습니다.

### 폴리아미드 라인

고연신 폴리아미드 시트로 만들어진 인장재가 적용된 평벨트는 가장자리가 매우 튼튼하며, 측면 강성이 우수하고 내구성이 좋습니다.

폴리아미드 직물 인장재가 적용된 평벨트는 뛰어난 유연성을 갖추고 상대적으로 높은 인장강도를 갖추고 있습니다.

폴리아미드는 매우 뛰어난 감쇠능력을 가지고 있습니다. 폴리아미드가 갖고 있는 흡습성은 기후 변화가 심한 장소에서 벨트의 보관 및 사용 시 중요한 역할을 합니다.

### 폴리우레탄 라인

신축성이 좋은 폴리우레탄 호일로 만들어진 인장재가 적용된 평벨트는 높은 신축성과 뛰어난 감쇠능력을 갖추고 있습니다. 시글링 익스트라멀터스 평벨트 폴리우레탄 라인은 뛰어난 유연성으로 우수한 트래킹 능력을 보여줄 뿐만 아니라 중심거리가 짧고 수동 테이크업 장치가 설치되어 있으면서 드럼 직경이 작은 장비에 적합합니다.

또한 폴리우레탄 평벨트는 100% 보풀이 없는 제품으로 청소하기 매우 편리하고, 위생이 중요한 환경에서 사용하기 적합합니다.

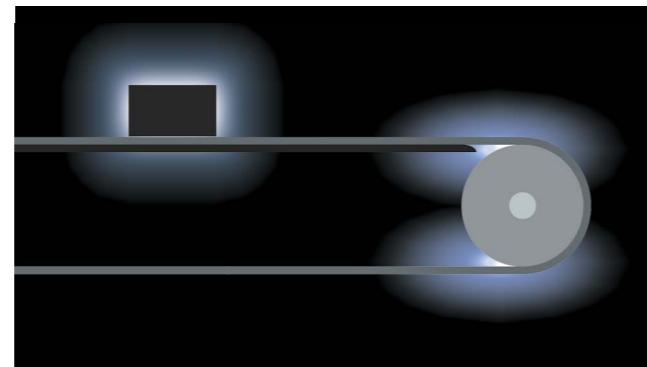
## 2.3 정전기적 특성

동력 전달과 컨베이어 벨트를 사용할 때 정전기를 제거하는 것을 기본적으로 불가능하다고 할 수 있습니다. 정전기는 서로 다른 소재가 접촉했다가 분리되는 과정에서 발생하며(마찰전기 효과) 운송되는 제품을 통해 시스템으로 전달됩니다.

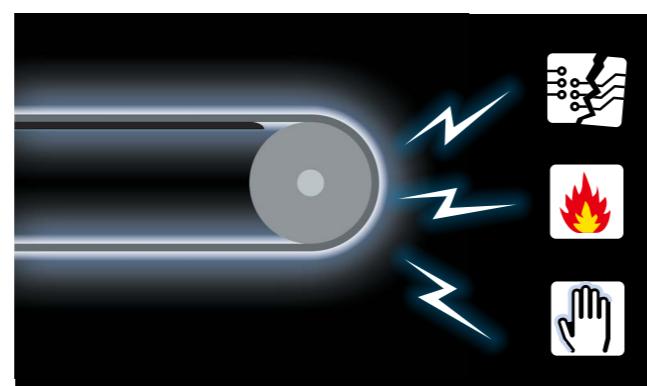
제어되지 않는 정전기 대전과 방전이 계속 반복될 시 다음과 같은 결과가 발생할 수 있습니다.

- 호일이나 종이 가공 시 제품이 서로 달라붙거나, 벨트에 달라붙으면 제품 생산에 문제가 발생.
- 먼지, 보풀라기 등으로 인한 오염 발생.
- 감전 사고가 발생.
- 전자 부품(운송되는 제품과 장비의 부품)의 손상.
- 화재나 폭발 사고가 발생.

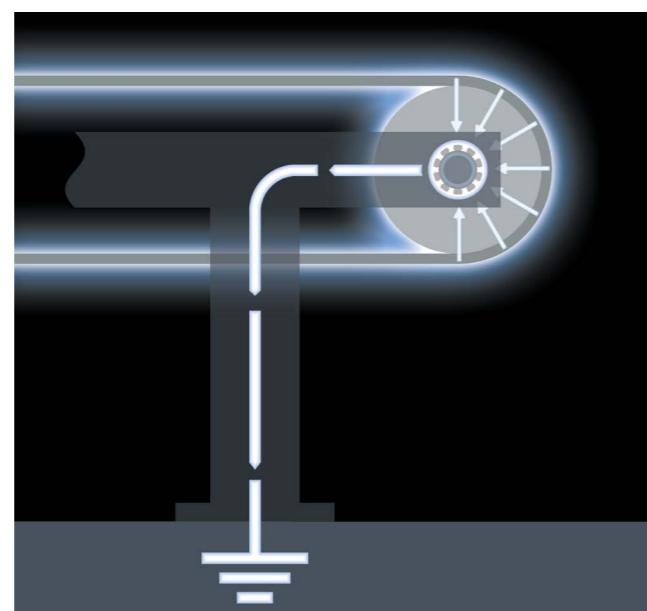
따라서 모든 동력 전달과 컨베이어 시스템은 정전하를 제어 하에 방전하는 것을 목표로 삼고 있습니다.



운송되는 제품과 마찰전기 효과를 통한 정전기



제어되지 않는 정전기 방전으로 인한 위험



올바른 평벨트를 선택하여 정전기를 제어 하에 방전

시글링 익스트라멀터스 평벨트는 대전방지 처리가 되어 있으며, 일부 어플리케이션은 특별한 정전기적 특성이 있는 시글링 익스트라멀터스 평벨트가 필수이기도 합니다.

NA 표시는 전도성 부품이 금속검출기 같은 장비를 방해할 수 있는 상황에서 사용하기 위한 제품을 의미하며, 정전기 방지 기능을 갖추고 있는 제품은 전도성을 보장해주는 요소를 포함하고 있습니다. HC 표시는 표면의 전도성이 매우 높은 제품을 의미하며, HC+ 표시는 표면뿐만 아니라 모든 진행 방향으로 전도성이 매우 높은 시글링 익스트라멀터스 평벨트 제품을 의미합니다. 이런 평벨트 제품은 Flash Star™ 제품 라인, 즉 ESD 기준을 준수하는 평벨트입니다.

[www.forbo.com/movement > Products > Flat Belts > Flash Star](http://www.forbo.com/movement > Products > Flat Belts > Flash Star)

몇몇 조건만 충족되면 ATEX에 의해 위험한 구역으로 분류된 장소에서도 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 사용하는 것이 가능합니다. Forbo Movement Systems는 제품의 기술적 설명과 궁극적인 판단을 적용 분야의 지원을 바탕으로 개별제품에 적절한 ATEX 제조 인증을 공급할 수 있습니다.

94/4 EC 2014/34/EU (ATEX), ISO 80079-36과 37, 독일 화학 공업의 사고예방보험협회가 제공하는 정전방전으로 인한 발화 위험 방지에 대한 가이드라인의 BGR 132 같은 방폭과 관련된 유럽 및 관련 국가 규정을 참조하십시오.

정전기 방지 없음(NA)  
절연 성질을 갖춘 벨트 소재

정전기 방지(표시 없음)  
벨트 내부 또는 표면에 도전성 요소가 있는 벨트 소재.  
벨트 전체 길이 방향의 전도성 :  $R_{DI} < 3 \times 10^8 \Omega$ .

높은 전도성(HC)  
벨트 상면이 전도성을 띠고 있으며. 대부분의 경우 벨트 하면도 전도성을 띠고 있다.  
정전기 방지 처리가 되어 있어야 한다.  
벨트 상면 길이 방향의 전도성 :  $R_{OB} < 3 \times 10^8 \Omega$ .

매우 높은 전도성(HC+)  
벨트의 상면과 하면, 그리고 수직방향으로 전도성을 띠고 있다.  
벨트 양면의 전도성이 모두 매우 높아야 한다.  
벨트 수직 방향의 전도성 :  $R_D < 10^9 \Omega$

Flash Star™

## 2.4 식품 안전

식품 산업에 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 사용할 예정이라면 먼저 다양한 지역의 법과 규정을 살펴보아야 합니다. 특히 포장되지 않은 상태의 식품과 접촉할 가능성이 있는 장소에는 FDA와 HACCP 표시가 있는 평벨트를 사용하는 것이 적절합니다.

FDA 표시가 있는 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 FDA 21 CFR에 따라 포장되지 않은 상태의 식품을 이송하기에 적절한 제품입니다. 또한 FDA 표시가 있는 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 대부분의 경우 유럽 법령(EU) 10/2011과 (EC) 1935/2004의 요건을 충족시키는 제품이기도 합니다. 관련 데이터 시트에 있는 정보를 항상 확인하십시오.

Forbo Movement Systems은 HACCP를 지원하며 위생이 무엇보다 중요한 식품산업 전반에서 요구되는 법적 조건을 준수하고 있는 믿을 수 있는 기업입니다. 또한 HACCP 표시가 있는 시글링 익스트라멀터스 벨트의 종류는 매우 다양하며, 모두 다양한 특성을 갖고 있습니다. 이런 시글링 익스트라멀터스 제품을 활용하면 제조 과정에서 발생할 수 있는 안전 관련 문제를 미리 예방할 수 있습니다.



## 2.5 명명법과 데이터 시트

### 명명법

시글링 익스트라멀터스 평벨트의 명명법은 한 눈에 알아볼 수 있도록 쉽게 만들었습니다. 따라서 제품의 품명을 보면 제품의 구조와 중요한 특성을 바로 확인할 수 있습니다. 아래는 시글링 익스트라멀터스 제품 품명이 일반적으로 의미하는 뜻을 정리한 표입니다.

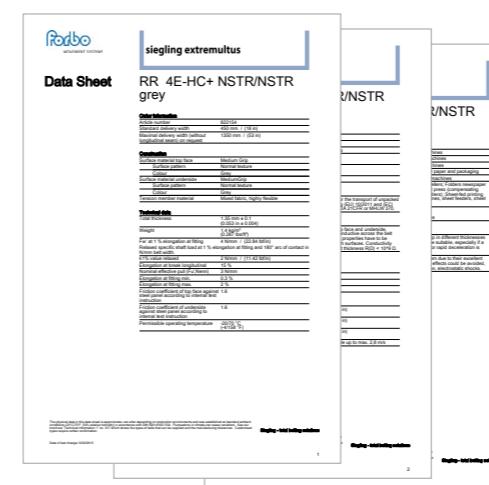
상품 번호	하면 코팅	상면 코팅	타입 번호	인장재	벨트 두께	정전기적 특성	전체 또는 패턴	상면 패턴	전체 또는 색상	상면 색상	식품
822130	G	G	25	A	—	25	NSTR / FSTR		회색 / 검은색		
822154	R	R	4	E	—	HC+	NSTR / NSTR		회색		
822159	T	T	15	E	—	14	HC	FBRC		검은색	
855635	N	N	4	P	—	HC+			회색		
850325	G	G	14	P	—	40			녹색		
855646	U	U	20	U	—	9	GSTR / FSTR		검은색 / 파란색	HACCP	
855647	U	R	40	U	—	12	FSTR		파란색	FDA	

참조 : 제품의 수와 특성이 계속 추가되면서 제품의 명명법도 같이 변하고 있기 때문에, 제품명을 보고 정보를 찾을 수 없는 제품들도 있습니다. 제품에 대한 정확한 정보는 최신 데이터 시트에서 확인하여 주십시오.

### 데이터 시트

데이터 시트는 시글링 익스트라멀터스 평벨트와 관련된 중요한 기술정보 일체가 알기 쉽게 정리되어 있는 문서입니다.

데이터 시트에서 확인 가능한 시글링 익스트라멀터스 평벨트 제품 관련 정보는 다음과 같습니다.



- 공급 가능한 벨트 폭
- 구조
- 기술 자료
- 특성
- 식품 인증
- 정전기적 특성
- 가공법
- 최소 폴리 직경
- 응용 분야
- 기타 설명

참조 : 시글링 익스트라멀터스 제품 전반에 대한 데이터 시트는 제 4.4장 "Product Finder" 기능에서 확인할 수 있습니다. 특정 평벨트에 대한 자료를 원하실 경우에는 [상세]와 [데이터 시트 보기]를 선택하면 원하는 제품에 대한 데이터 시트를 확인할 수 있습니다. 시글링 익스트라멀터스 평벨트에 대한 제품 찾기 기능은 [www.forbo.com/movement > E-Tools](http://www.forbo.com/movement > E-Tools)에서도 사용하실 수 있습니다.

## 2.6 동력 맞춤형 벨트 드라이브의 일반적인 특징

동력 맞춤형 벨트 드라이브는 마찰드라이브 방식에 속합니다. 벨트와 풀리 사이에서 발생하는 프리텐션 또는 축부하( $F_W$ )와 마찰( $\mu$ )로 인해 구동풀리(1)에서 피동풀리(2)로 유효장력을 전달할 수 있습니다. 마찰력  $F_1$ 과  $F_2$ 는 벨트 구조에 의해서만 응축될 수 있는 부드럽고 탄성이 있는 벨트에서 생성됩니다.

동력 맞춤형 벨트 드라이브에서 사용되는 벨트의 종류는 다음과 같습니다.

- 평벨트
- V-벨트
- V-리브드 벨트
- 라운드 벨트

어떠한 동력 전달 벨트를 사용하더라도 동력 맞춤형 벨트 드라이브는 다음과 같은 공통의 특성을 가지고 있습니다.

- 간단한 구조에 비용이 저렴하며 효율적으로 설계함.
- 중심 거리가 길고 축이 제한되어 있으며 다중 풀리 드라이브가 가능.
- 설치가 쉽고 교체가 가능.
- 유지보수가 필요 없음.
- 우수한 감쇠능력 및 방진력이 뛰어남.
- 기어보다 소음이 적음.
- (체인과 비교했을 때) 동력 전달 시 현 운동 현상이 없음.

한편 모든 동력 맞춤형 벨트 드라이브에서는 피동풀리의 분당 회전수와 원주 속도가 이론적으로 계산한 값보다 조금 느려지는 현상이 발생합니다. 이는 부하와 관련이 있는 손실로 슬립이 원인입니다. 0.9% 이하의 슬립을 변형(creep)이라고 부릅니다. 변형은 정상적으로 벨트가 작동하는 동안에 발생하며 인장재의 탄성이 두 개의 벨트 스트랜드에 존재하는 다양한 힘과 장력을 어떻게 보충하는지 보여주는 현상이기도 합니다. 미끌림 값이 0.9%를 초과할 경우 미끌림(slippage)이라고 부르며, 이는 벨트가 풀리에서 미끄러졌을 때 발생합니다. 이 현상이 발생하면 동력 전달에 차질이 생길 뿐만 아니라 벨트의 수명도 영향을 받습니다. 따라서 동력 맞춤형 벨트 드라이브를 사용할 때에는 이런 미끌림(slippage) 현상이 발생하지 않도록 주의해야 합니다.

하지만 미끌림(slippage) 현상이 맞춤형 드라이브에서 단점으로만 존재하는 것은 아닙니다. 동력이 예상치 못하게 최고치에 올라갔을 때 벨트가 맞춤형 벨트 드라이브에서 미끌려 버리면 장비의 심각한 손상을 예방할 수 있을 뿐만 아니라 다시 재 장착하여 계속 사용할 수 있는 장점도 있습니다. 타이밍 벨트나 기어 드라이브 같은 맞춤형 드라이브가 동력이 최고치에 올랐을 때 손상 없이 견디게 하기 위해서는 슬립 커플링 같은 매우 값비싼 커플링이 필요합니다.

벨트가 구동하는 동안에도 마찰드라이브의 모양과 구조, 그리고 풀리의 기하학적 성질에 따라 슬립 외에도 자기 이력 현상(hysteresis)과 가장자리 마찰과 같은 추가적인 손실이 발생할 수 있습니다.

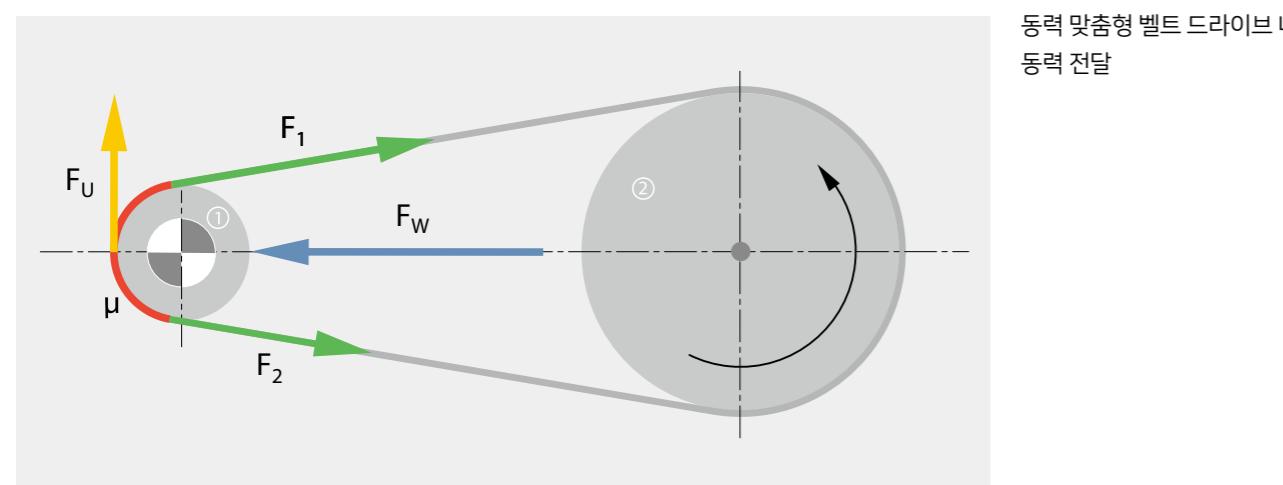
가장자리 마찰은 V-벨트와 V-리브드 벨트 같이 프로파일 벨트와 풀리 사이에서만 발생합니다. 한 개 또는 여러 개의 쪼기가 풀리의 홈에 삽입되었다가 홈이 마모되어 더 남아 있지 않은 시점에서 빠져 나왔을 때 손실이 발생합니다.

자기 이력 현상(hysteresis)은 모든 풀리에서 발생하며 운동 에너지의 일부가 동력전달장치 내부의 에너지 또는 열로 바뀌는 현상을 말합니다.

동력 맞춤형 벨트 드라이브는 기타 현과 유사하게 진동이 가능한 시스템이기도 합니다. 따라서 드라이브를 설계할 때에는 시스템 내에서 진동을 촉발시킬 가능성이 있는 외부 요소를 고려해야 합니다. 제 9장과 제 10장에서 평벨트 드라이브 설계 시 고려해야 할 사항에 대해서 확인할 수 있습니다.

여러 종류의 동력 맞춤형 벨트 드라이브는 서로 유사점들도 있지만, 마찰드라이브의 구조적 차이로 인해서 동력 맞춤형 벨트 드라이브간에 차이점도 존재합니다.

제 2.7장에서 평벨트, V-벨트, V-리브드 벨트용 동력 맞춤형 벨트 드라이브의 주요 특성을 비교한 표를 확인할 수 있습니다.



## 2.7 동력 맞춤형 벨트 드라이브 비교

	평벨트	V-벨트	V-리브드 벨트
분당 최대 회전 [min <sup>-1</sup> ]	130,000	10,000	12,500
최대 원주 속도 [m/s]	200	50	60
최대 굽힘 빈도 [Hz]	>250	100	200
온도 범위 [C°]	-50/+100	-35/+80	-35/+80
동력 한도 [kW]	5,000*	3,000	1,000
효율 [%]	>98	96	96
마찰 손실			
- 슬립이 원인	낮음	낮음	낮음
- 가장자리 마찰이 원인	없음	상대적으로 높음	상대적으로 높음
- 자기 이력 현상이 원인	낮음	상대적으로 높음	낮음
전송비 전송률	최대 1:12 가변적 (콘 벨트 드라이브)	최대 1:12 가변적 (변속 풀리)	최대 1:35 일정
장비 내 앤드리스 접합 풀리의 기하학적 특성	일반적 단순	가능 (동력 전달 15% 감소) 복잡	불가능 복잡

\* 동력 한도는 일반적으로 사용된 소재에 따라 달라집니다. 각 평벨트에 대한 정보를 확인하여 주십시오.

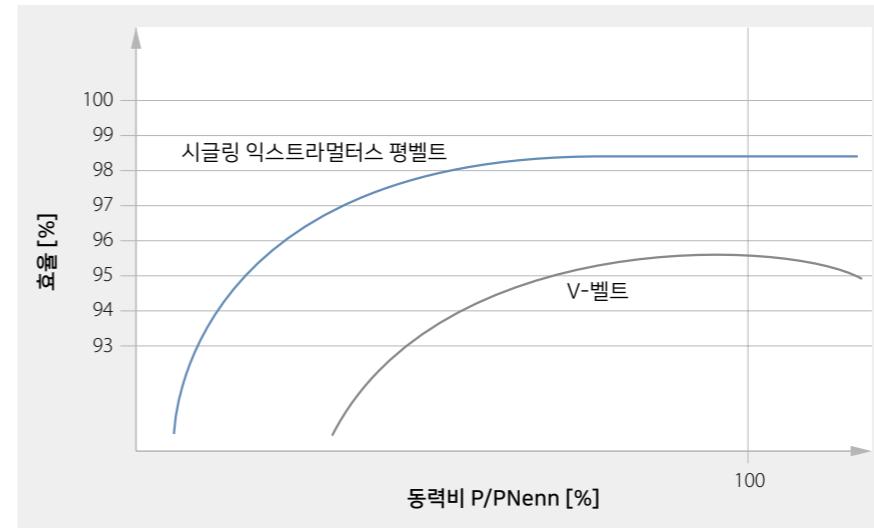
좀 더 자세한 사항은 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.

동력 전달에 라운드 벨트는 사용되지 않기 때문에 비교 대상이 아닙니다.

### 출처

-VDI 2758: Riemengetriebe (June 1993)

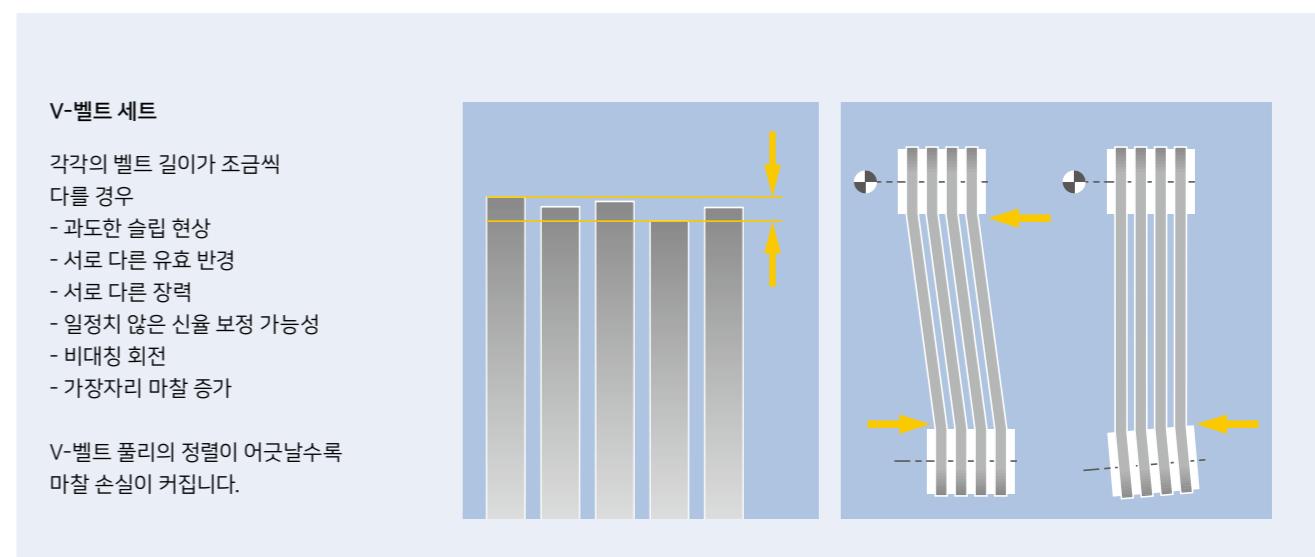
-Peeken, Troeder, Fischer: Wirkungsgradverhalten von Riemengetrieben im Vergleich, Antriebstechnik 28 (1989) Nr. 1, pp. 42 - 45



### 평벨트 효율

시글링 익스트라멀터스 평벨트의  
효율은 98.6%입니다.

출처 : 독일 연방 소재 검사 협회  
"Untersuchungen an Riemengetrieben  
- Bericht zur Hannover Messe" (1984)



## 2.8 평벨트의 장점

평벨트 드라이브는 고속에서 사용할 수 있을 뿐만 아니라 높은 동력 전달 및 에너지 효율이 가능합니다.  
평벨트는 2.7장에서 확인할 수 있는 핵심 기술 정보 외에도 다양한 장점들을 가지고 있습니다.

### 다목적의 단순한 드라이브 설계

평벨트는 매우 유연하면서도 구동 시 벨트의 양면을 사용할 수 있다는 장점 때문에 다양한 구동 환경에서 사용되고 있습니다.(다음 페이지의 그림을 참조하십시오).

평벨트는 주문 제작이기 때문에 표준 길이나 폭을 준수하지 않고 자유롭게 드라이브를 설계할 수 있습니다. 평벨트는 평평한 모양을 하고 있기 때문에 드럼의 지름도 상대적으로 작아질 수 있으며, 또한 표면이 평평하기 때문에 드라이브와 드럼 풀리를 손쉽게 제작할 수 있어 비용을 절감할 수 있습니다.

### 긴 수명

마모성이 우수한 평벨트는 긴 사용주기를 보증합니다. 일정한 유지되는 마찰 계수는 벨트의 사용 기간동안 안정적으로 RPM을 유지할 수 있도록 도와줍니다. 인장재 소재로 사용되는 폴리에스터, 아라미드, 및 폴리아미드 등은 뛰어난 장력 유지 능력을 갖추고 있어 아주 예외적인 경우가 아니면 추가 텐션작업이 필요 없습니다. 플라스틱 인장재와 엘라스토머 코팅을 적용한 평벨트는 유지보수가 필요 없습니다.

주로 고중량 운송 드라이브에 사용되는 크롬 가죽 코팅의 경우 정기적으로 전용 스프레이를 사용하여 부드러운 트래킹과 미끄럼 특성이 유지될 수 있도록 관리해야 합니다(6.4장 참조).

### 높은 효율성

평벨트는 마찰 손실 측면에서 V-벨트나 V-리브드 벨트보다 훨씬 효율적인 제품이라 할 수 있습니다. V-벨트나 V-리브드 벨트를 사용할 때에는 슬립이나 자기 이력 현상으로 인한 손실이 상당히 큰 반면 평벨트를 사용할 때에는 이런 손실을 최소화 할 수 있습니다. V-벨트와 V-리브드 벨트를 사용하면 가장자리 마찰로 인한 마찰 손실까지 감수해야 합니다. 뼈가가 넓어질수록 뼈가의 가장자리와 풀리 사이의 접촉면이 높아지면서 가장자리 마찰과 마찰 손실 역시 증가하게 됩니다.

평벨트의 경우, 미끄럼으로 인한 효율 감소가 매우 적어 타이밍 벨트 드라이브나 기어 드라이브 같은 형상 맞춤형 드라이브와 비슷하거나(98% 초과) 그 이상의 효율성을 보입니다.

### 낮은 작동 소음

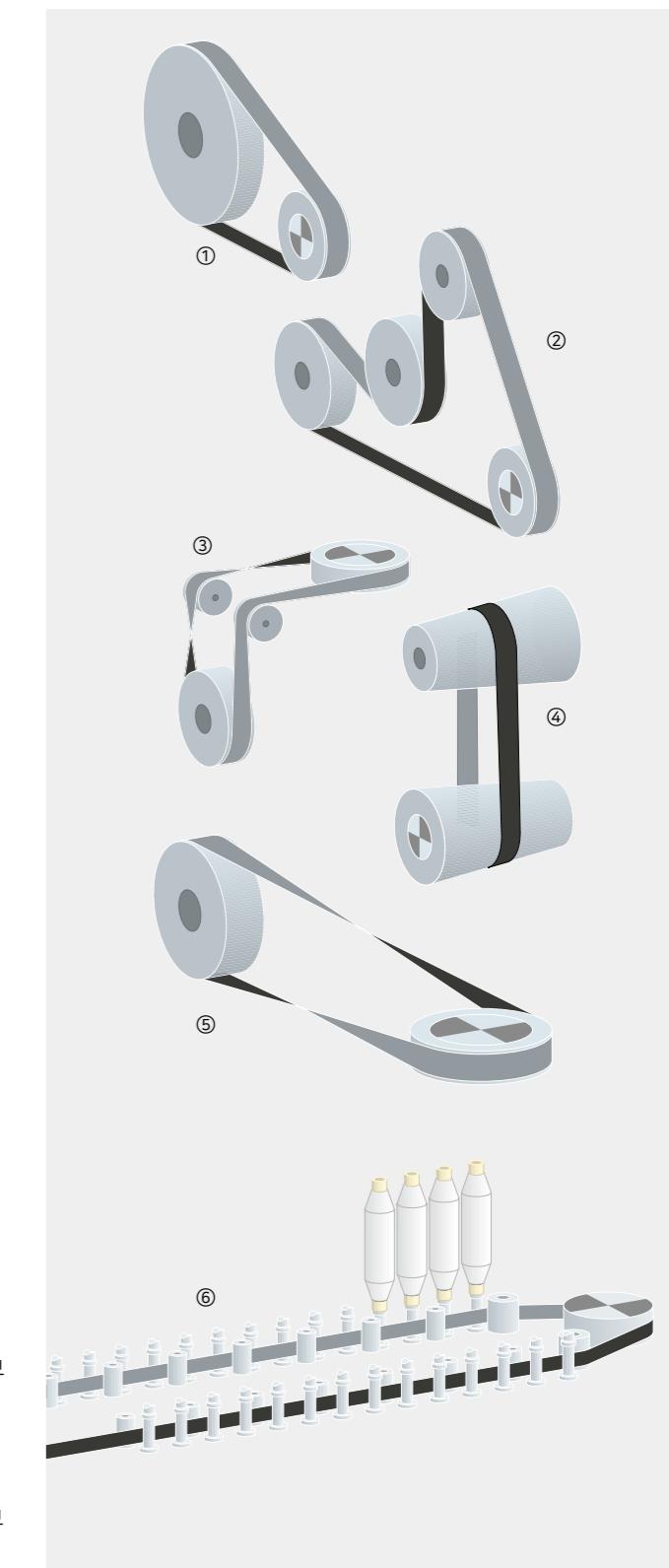
평벨트는 고주파 저진폭의 소음을 발생시킵니다. 일부 크롬 가죽이나 엘라스토머 질감의 벨트 하면 코팅의 경우 소음을 최소화할 수 있습니다. 이런 이유로 평벨트에서 발생하는 작동 소음은 V-벨트나 V-리브드 벨트보다 상당히 낮은 수준입니다.

### 다양한 적용 범위

만약 평벨트를 순수한 구동 요소로만 간주한다면 이는 평벨트의 활용 범위를 한정된 틀에 가두게 되는 것이라 할 수 있습니다. 평벨트는 기존의 구동 기능 외에도 상자가공 같은 산업(생산)공정에서 다양한 용도로 사용될 수 있습니다.

평벨트는 수년간 주로 태양전지 같은 전자기기와 제빵제과 같은 식품 산업 분야에서 물건을 운반하는 컨베이어 역할도 수행해 왔습니다. 이런 공정은 평벨트 외 다른 벨트를 사용하기에는 너무 복잡했기 때문입니다.

- 평벨트는 매우 복잡한 공정을 실행할 수 있는 유일한 벨트입니다.
- 평벨트는 매우 다양한 특성을 가지고 있는 벨트로, 식품가공에서부터 ESD 기준까지 준수하는 유일한 벨트입니다.
- 평벨트는 벨트 가장자리 가공이나 프로파일 적용 같은 선택 가공을 할 수 있는 맞춤 생산이 가능한 유일한 벨트입니다.



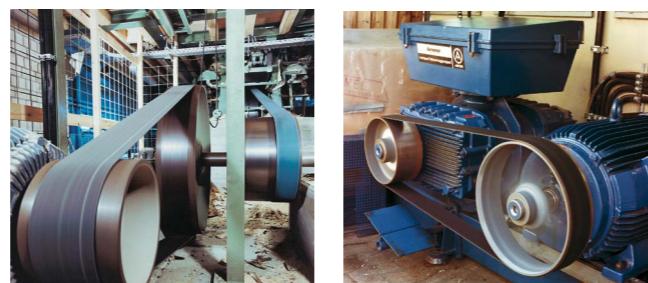
## 2.9 응용 분야

### 시글링 익스트라멀터스 동력 전달 벨트

평벨트의 특성은 인장재의 소재와 구조, 그리고 상면과 하면의 코팅에 의해 결정됩니다. 시글링 익스트라멀터스는 다음과 같은 다양한 응용 분야에 맞게 서로 다른 인장재와 코팅이 적용된 다양한 제품을 선보이고 있습니다.

- 동력 전달 벨트
- 라이브 롤러 벨트
- 탄젠셜 벨트
- 드래그 벨트
- 폴더 글루어 벨트
- 머신 테이프
- 엘라스틱 푸드 테이프

평벨트는 기본적인 구동 기능 외에도 상기 응용 분야 중 특히 마지막 네 가지 응용 분야에서 필요로 하는 기능까지도 수행할 수 있습니다. 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 다목적 벨트 특성을 갖추고 있어 상기 응용 분야에서 사용하는데 무리가 없는 완벽한 제품이라 할 수 있습니다.



시글링 익스트라멀터스 동력 전달 벨트는 놀라울 정도로 높은 에너지 효율(98% 이상)과 뛰어난 정확도 및 핸들링이 쉬운 제품입니다.

시글링 익스트라멀터스 동력 전달 벨트의 특징으로는

- 일정하고 안정적인 속도와 긴 수명
- 짧은 테이크업 라인과 낮은 변형률
- 높은 감쇠능력
- 최대 1850 kW까지 견딜 수 있는 뛰어난 내구성
- 벨트가 세로축으로 회전하는 곳에 위치한 베벨과 콘 드라이브의 쉬운 사용이 있습니다.

#### 일반적인 코팅 조합

- LT = 하면 가죽과 상면 직물  
LL = 상/하면 가죽  
GT = 하면 엘라스토머와 상면 직물  
GG = 상/하면 엘라스토머

### 시글링 익스트라멀터스 라이브 롤러 벨트



시글링 익스트라멀터스 라이브 롤러 벨트는 높은 내구성의 에너지 절약형 구동 요소로서 제품을 빠르고 정확하게 운반합니다.

- 높은 내구성의 마찰면으로 일정한 그립이 가능.
- 기후에 상관없이 일정한 장력을 유지(아라미드와 폴리에스터 라인).
- 높은 유연성과 인장 강도.
- 굽히는 힘의 감소로 인해 동력 손실 적음.
- 빠른 설치로 생산 중단시간(다운타임)이 짧음.

#### 일반적인 코팅 조합

- GG = 상/하면 엘라스토머  
UU = 상/하면 폴리우레탄  
RR = 상/하면 미디엄 그립

### 시글링 익스트라멀터스 탄젠셜 벨트



시글링 익스트라멀터스 탄젠셜 벨트는 다양한 방적 생산 공정과 형태가 다른 드라이브에 맞춰 사용할 수 있도록 설계되었으며, 높은 수준의 실 품질을 유지하면서 효율적으로 생산하는 데 큰 역할을 하고 있습니다.

- 마찰 계수가 일정하면서 수명이 긴 엘라스토머 또는 폴리우레탄으로 만들어져 내마모성이 뛰어남.
- 스피드들과 모터에 최적화 표면 질감.
- 벨트 슬립은 줄이고 동력 전달 능력은 높임.
- 에너지 효율성이 좋은 폴리에스터 또는 아라미드 인장재를 사용.
- 감쇠능력이 뛰어난 고장력 폴리아미드 시트 인장재 적용.
- 소음과 진동이 적음.
- 정전기 방지 처리.

#### 일반적인 코팅 조합

- GG = 상/하면 엘라스토머  
UT = 하면 폴리우레탄과 상면 직물

## 2.9 응용 분야

시글링 익스트라멀터스  
드래그 벨트



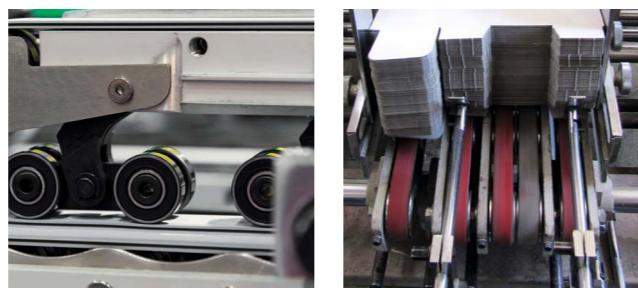
시글링 익스트라멀터스 드래그 벨트는 우수한 기계적·전기적 특성을 고려해 특별히 개발된 제품으로 전자 부품을 좀 더 효율적이고 안전하게 운송하는데 적합합니다.

- HC 또는 HC+ 특성(높은 전도성과 매우 높은 전도성(+))으로 컨베이어 내부에 축적되는 정전하를 제어 하에 방전.
- 벨트 상/하면에서 낮은 마찰 계수를 유지할 수 있는 TT 탑입을 적용하여 적재구동을 간소화.
- 우수한 내마모성과 보풀 방지 처리.

일반적인 코팅 조합

TT = 상/하면 직물

시글링 익스트라멀터스  
폴더 글루어 벨트



시글링 익스트라멀터스 폴더 글루어 벨트는 상자나 골판지 제작 및 가공 과정에서 기계 장치의 성능을 최대치로 끌어올려 제품의 품질을 유지하면서 생산성을 높이는 데 큰 역할을 하고 있습니다. 익스트라멀터스는 각각의 용도에 부합할 수 있도록 특별한 기능을 갖춘 평벨트 제품을 제공하고 있습니다.

- 폴리에스터나 아라미드 직물, 폴리아미드 시트, 또는 신축성이 있는 폴리우레탄으로 등의 안정적인 장력을 갖춘 인장재 적용.
- "맞춤형 그립"은 다양한 표면 질감으로 식품을 포함한 다양한 제품들의 안정적 이송.
- 일정한 그립성과 긴 수명.

일반적인 코팅 조합

GG = 상/하면 엘라스토머  
RR = 상/하면 미디엄 그립

시글링 익스트라멀터스  
머신 테이프



시글링 익스트라멀터스 머신 테이프는 다양한 산업 분야에서 사용되고 있는 기계 장치에 없어서는 안될 필수 부품입니다. 폴리에스터 직물이나 폴리아미드 시트, 또는 폴리우레탄으로 만들어진 인장재를 적용하여 다양한 분야에서 이상적으로 사용할 수 있습니다.

- 우수한 내마모성 코팅으로 마찰 계수를 일정하게 유지하며 긴 수명 보증.
- 표면의 질감과 코팅 그리고 정전기적 특성은 고객의 다양한 요구를 충족.
- 다양한 요건에 맞는 감쇠능력(감쇠능력은 인장재에 따라 다름).
- 장착 시 신율과 축부하가 낮음.
- 작은 드럼 직경 및 룰링 나이프 엣지에 적합.

일반적인 코팅 조합

GG = 상/하면 엘라스토머  
TT = 상/하면 직물  
TG = 하면 직물과 상면 엘라스토머

시글링 익스트라멀터스  
엘라스틱 푸드 테이프



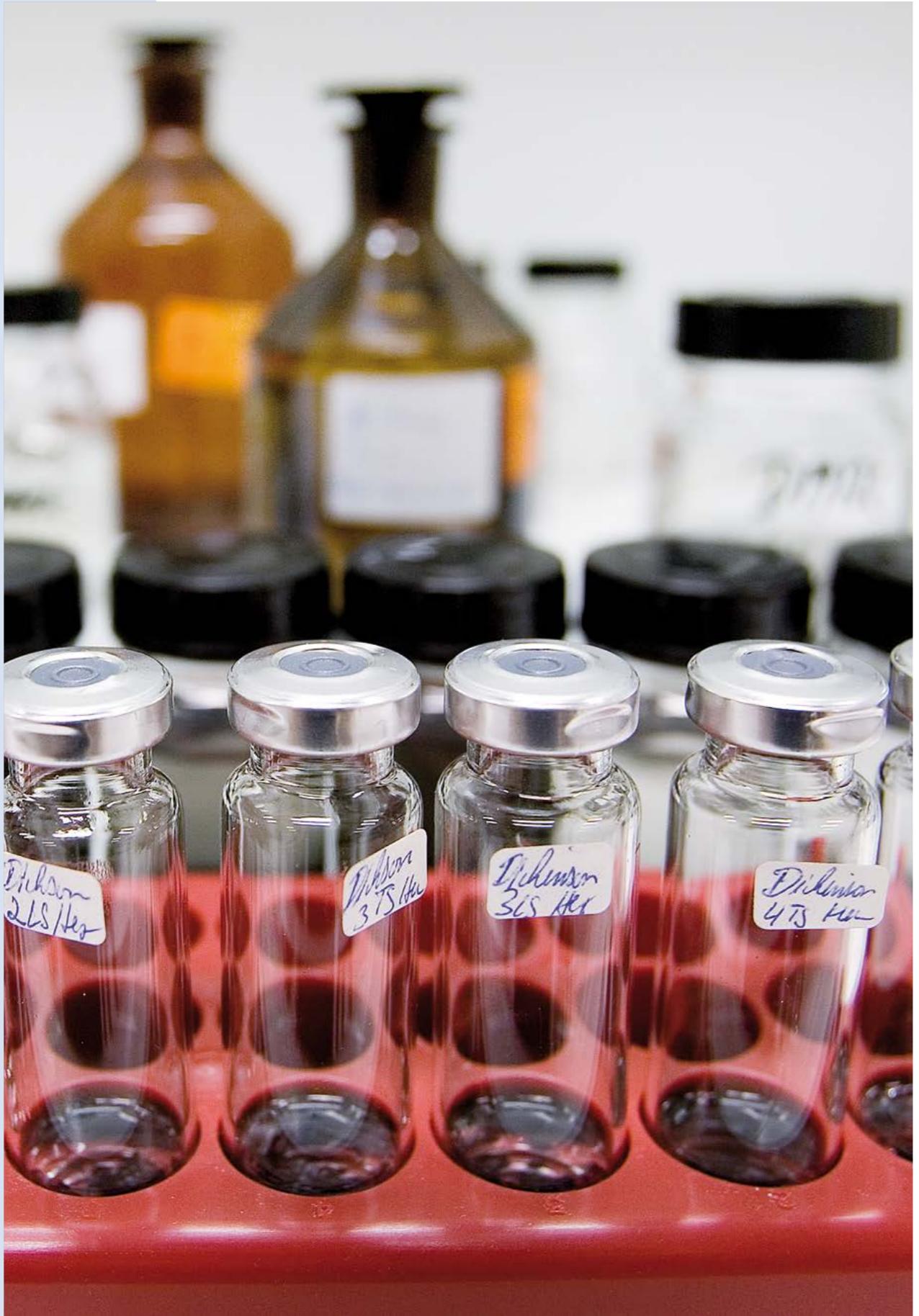
시글링 익스트라멀터스 엘라스틱 푸드 테이프는 식품 산업을 위해 특별히 제작된 제품입니다. 신축성이 있는 폴리우레탄 인장재를 적용하여 100% 보풀 방지가 됩니다.

- FDA/EU 인증의 안전한 식품용 벨트.
- 파란색 또는 흰색으로 제작되어 품질 검사가 편리.(식품과의 색대조)
- 신축성 벨트로 중심거리가 짧은 구조에 이상적이며, 중량선별기 및 수축/이완이 반복되는 시스템에 사용 가능.
- 청소가 용이.
- 내화학성 특성.
- 하이 그립 코팅.

시글링 익스트라멀터스 엘라스틱 푸드 테이프는 HACCP을 지원합니다.

일반적인 코팅 조합

UU = 상/하면 폴리우레탄  
UR = 하면 폴리우레탄과 상면 하이 그립



## 3 내화학성

3.1 서론

3.2 내화학성

## 3.1 서론

시글링 익스트라멀터스 코팅의 저항성과 관련된 정보는 연구소 테스트와 실제 적용이력을 바탕으로 하고 있으며 표준 기후(+23°C/+73°F와 상대 습도 50%)에서 유효 합니다.

표준 기후와 차이가 많이 나는 환경에서는 코팅의 저항성에 차이가 있을 수 있습니다. 실제 현장의 환경과 벨트에 영향을 끼치는 요소를 고려하여 저항성을 확인하시기를 권고 드리는 바입니다. 포보코리아로 요청해 주시면 적합한 샘플을 제공해 드리고 있습니다. 언제든지 포보코리아 고객센터로 연락 주십시오.

시글링 익스트라멀터스 평벨트는 유기산과 무기산에 대한 저항성을 갖추고 있지 않습니다.

G, N, P, T, U, R 코팅 소재가 적용된 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 오일과 그리스뿐만 아니라 시중에서 구할 수 있는 대부분의 용액이 화학적으로 침투할 수 없는 특성을 갖추고 있습니다. 하지만 가급적 그리스와 오일이 닿지 않도록 하는 것이 제품의 원활한 구동에 더 도움이 됩니다.

크롬 가죽(L) 코팅이 적용된 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 운활유와 디젤, 휘발유, 벤젠, 에틸아세테이트나 아세톤과 같이 일반적으로 사용되는 용제, 퍼클로로에틸렌 같은 염소화 탄화수소가 침투할 수 없는 특성을 갖추고 있습니다.

한쪽면 또는 양면에 가죽 코팅이 되어있는 제품은 오일과 구리스가 사용되는 곳에 적용할 수 있습니다.

**참조:** 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 가죽 코팅은 시글링 익스트라멀터스 전용 크림을 사용해 정기적으로 관리해 주셔야 합니다. 6.4장을 참조하십시오.

시글링 익스트라멀터스 평벨트의 내화학성은 벨트가 식품과 직접적으로 접촉하는 경우에 특히 중요합니다. 이 같은 환경에는 주로 우레탄과 하이 그립 R 코팅재가 적용된 제품이 사용되며, 벨트를 자주 청소해 주셔야 합니다.

미디엄 그립 R과 G 코팅이 적용된 벨트는 식품 산업의 풀도 글루어 장비에 사용 됩니다.

- 다음 표에는 하기 3가지 영역에서 일반적으로 사용되는 물질에 대한 코팅 소재의 내화학성 등급을 확인하실 수 있습니다.

- 제약품, 화장품
- 세척제
- 식품

표에 없는 특정 제품의 내화학성에 대한 정보는 저희 포보코리아로 연락 주시면 제공해 드리겠습니다. 또한 별도의 요청이 있을 경우 특정 세척제에 대한 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 저항성 테스트를 진행할 수 있습니다. 기타 문의사항은 Forbo Movement Systems로 연락 주시기 바랍니다.  
[www.forbo.com/movement > Contact](http://www.forbo.com/movement > Contact)

## 3.2 내화학성

### 제약품, 화장품

	폴리우레탄 U	하이/미디엄 그립 R	엘라스토머 G
아스파린	●	●	●
피마자유	●	-	○
샴푸*	●	●	●
리놀린	●	-	○
리졸	●	-	○
수은연고	●	●	●
매니큐어*	●	○	●
매니큐어 제거제*	-	-	-
향수	●	-	●
침엽유	●	-	○
퀴닌	●	●	●
Sagrotan (손세정제)	●	-	-
비누(고체형)	●	●	●
비누(액체형)	○	●	○
가문비나무유	●	-	○
유황 연고*	●	-	○
요오드링크	●	○	○
치약	●	●	●
바셀린	●	-	●

### 세척제

	폴리우레탄 U	하이/미디엄 그립 R	엘라스토머 G
강산성	-	○	●
약산성	-	●	●
알코올	○	○	○
알데히드	-	●	-
지방족탄화수소	○	●	●
아민	-	●	●
방향족탄화수소	-	-	-
염소화탄화수소	○	●	-
원유/광유(미네랄 오일)	●	-	●
에스터	●	●	-
에테르	●	-	-
유지	●	-	●
연료	●	●	○
고체 할로겐	○	○	-
플루오린화수소산	-	●	○
케톤	-	-	-
농축가성소다(강함)	-	●	○
회석가성소다(약함)	-	●	●
유기산	-	●	○
산화산	-	●	●
무기염류용액	●	●	●
테레빈	-	-	●
불포화탄화수소	-	-	-
냉수	●	●	●
온수	●	●	●

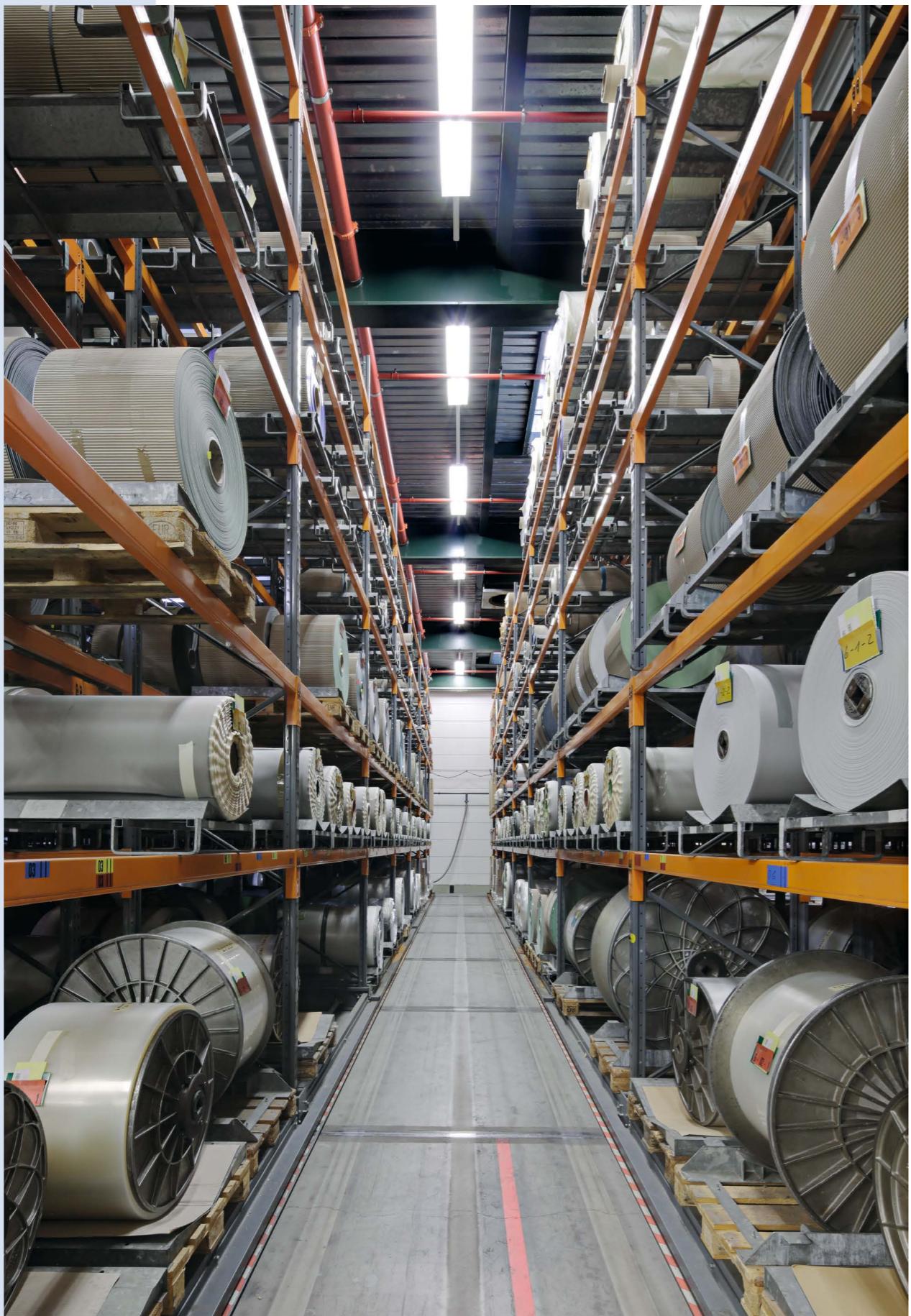
## 3.2 내화학성

### 식품

	폴리우레탄 U	하이/미디엄 그립 R	엘라스토머 G
사과주스	●	●	●
사과소스	●	●	●
우지(牛脂)	●	-	●
맥주	●	●	●
블라망제	●	●	●
브랜디	●	●	●
빵	●	●	●
버터	●	●	●
버터밀크	●	-	●
양배추 피클	●	●	●
케이크*	●	●	●
치즈	●	●	●
계피가루	●	●	●
계피 (스틱형)	●	●	●
구연산	●	●	●
정향(향신료)	●	●	●
코코아가루	●	●	●
인스턴트코코아	●	●	●
코코넛오일	●	-	○
대구(생선)간유	●	-	●
커피(원두콩or가루)	●	●	●
커피	●	●	●
콜라원액	●	●	●
동물성기름	●	-	●
식물성기름	●	-	●
옥수수기름	●	-	●
옥수수	●	●	●
휘핑크림	●	○	●
커드치즈	●	○	●
유제품	●	●	●
포도당	●	●	●
계란(날계란or삶은계란)	●	●	●
생선	●	●	●
(다양한 소스에 절인) 생선*	○	●	●
밀가루	●	●	●
과일주스	●	●	●
무지방 과일샐러드	●	●	●
젤라틴	●	●	●
Gin(주류)	●	●	●
곡물	●	●	●
자동주스	●	●	●
포도	●	●	●
그레이비소스	●	●	●
꿀	●	●	●
서양고추냉이	●	●	●
잼	●	●	●
젤리	●	●	●
레몬향 향료	●	●	●
레몬주스	●	●	●
레몬껍질	●	●	●
아마인유	●	-	●

	폴리우레탄 U	하이/미디엄 그립 R	엘라스토머 G
과실주	●	●	●
마가린	●	-	●
마요네즈	●	-	●
고기	●	●	●
우유	●	●	●
당밀	●	●	●
머스터드	●	○	●
올리브유	●	-	●
오렌지주스	●	●	●
팜유	●	-	●
파프리카	●	●	●
땅콩기름	●	-	●
후추	●	●	●
파인애플주스	●	●	●
돼지기름	●	-	●
으깬감자	●	●	●
감자샐러드	●	●	●
쌀	●	●	●
Rum(주류)*	●	●	●
청어(소금에 절인)	●	●	●
소금	●	●	●
해수	●	●	●
소세지	●	●	●
세몰리나(식재료)	●	●	●
탄산수	●	●	●
청량음료	●	●	●
대두유	●	-	●
녹말용액	●	●	●
물엿	●	●	●
사탕무 시럽	●	●	●
설탕(고체)	●	●	●
설탕(액체)	●	●	●
해바라기유	●	-	●
타타르산	●	●	●
끓인 차	●	●	●
찻잎	●	●	●
토마토주스	●	●	●
토마토케첩	●	●	●
토마토	●	●	●
바닐라	●	●	●
조리된야채	●	●	●
야채	●	●	●
식초(농도5%)	○	●	○
빙초산	-	●	-
물	●	●	●
위스키	●	●	●
와인,뱅쇼(와인음료)	●	●	●
효모	●	●	●

● = 저항력 높음 | ○ = 저항력 낮음 | - = 저항력 없음 | \* 벨트의 저항력은 화학 성분에 따라 달라집니다.



## 4 벨트 선택

- 4.1 서론
- 4.2 인장 소재
- 4.3 코팅 소재
- 4.4 익스트라멀터스 Product Finder
- 4.5 B\_Rex 계산기

## 4.1 서론

시글링 익스트라멀터스 제품들은 다양한 소재를 조합하여 생산되고 있습니다. 인장재 및 코팅재의 특성은 응용 분야별로 적절한 시글링 익스트라멀터스 제품을 선택하기 위한 중요한 요소입니다. 필요한 특성은 전반적인 사용 환경에 따라 다릅니다. 올바른 벨트 선택을 위해서는 모든 매개 변수를 철저히 검토해야 합니다.

올바른 벨트 제품을 선택하기 위한 기본적인 절차는 다음과 같습니다.

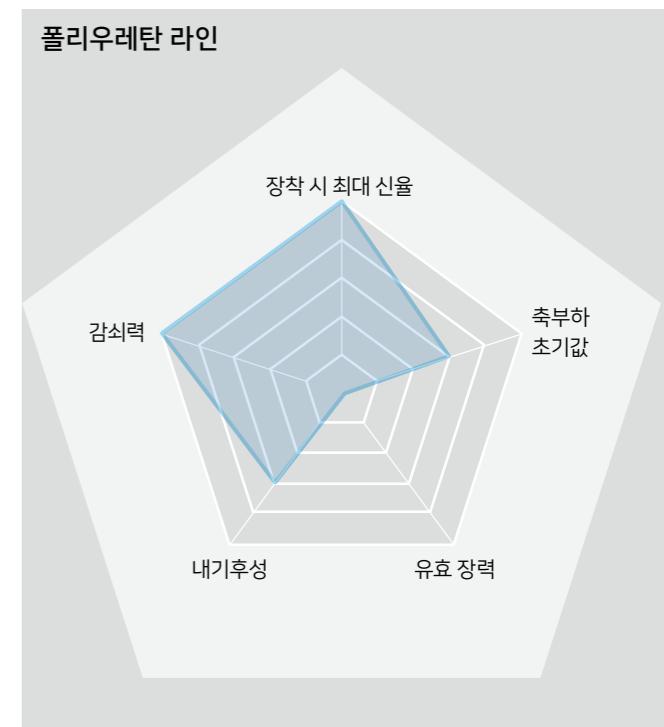
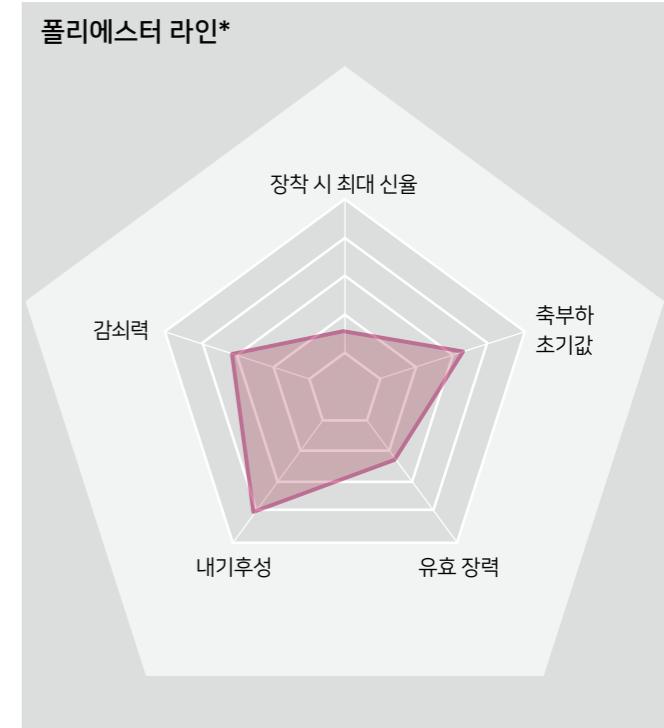
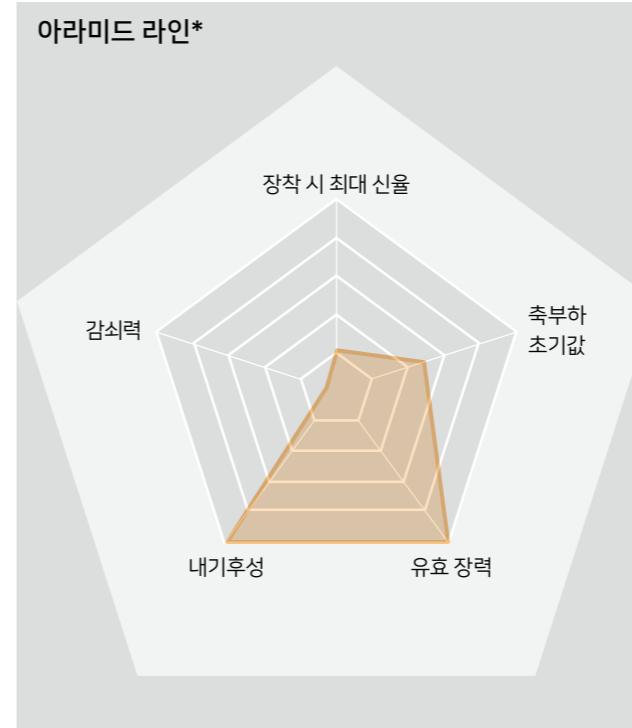
- 모든 제품의 사용환경 파악
- 인장재 선정
- 코팅재 선정
- 사이즈 측정

제품 생산 시 발생하는 기술적인 문제와 제품의 소재 및 사용 목적과 관련된 특성 때문에 서로 조합이 불가능한 소재도 있습니다. 원하는 용도 또는 환경에 맞는 시글링 익스트라멀터스 제품 선택과 관련된 문의는 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.

[www.forbo.com/movement > Contact](http://www.forbo.com/movement > Contact)

감사합니다.

## 4.2 인장 소재



### 인장재의 특성

#### 장착 시 최대 신율

장착 시 최대 신율은 선택한 인장재가 적용된 벨트를 원하는 대상에 장착할 수 있으면서 동시에 지나치게 강한 Strand의 힘 때문에 영구적인 손상을 입지 않을 수 있을 때의 신율을 의미합니다.

#### 축부하 초기값

축부하는 일반적으로 새 벨트를 처음 장착할 때, 축부하를 계산한 값보다 축부하 초기값이 월등하게 높은 경우가 발생합니다. 축부하의 초기값과 정상값의 비율은 인장재의 성능 중 하나입니다.

자세한 사항은 6.3장을 참조하시기 바랍니다.

#### 유효 장력

유효 장력은 인장재가 높은 수준의 장력을 전달할 수 있는 성능을 의미 합니다. 표면 단위 당 전달되는 유효 장력이 높을수록 전달량이 커집니다.

#### 내기후성

내기후성은 인장재 소재가 기후(온도와 습도)의 변화에 영향을 받는지 여부와 영향을 받을 경우 얼마나 받는지 그 정도를 의미합니다.

#### 감쇠능력

감쇠능력은 벨트와 인장재가 최고치에 오른 동력이나 진동 같은 기계적 영향을 얼마나 잘 흡수하여 억제하는지 측정하기 위한 개념입니다. 따라서 감쇠능력은 소재의 탄성계수에 직접적으로 비례합니다.

\* 상기 방사형 그래프에서 확인할 수 있는 소재의 특성은 직물 앤드리스 코드와 시트, 그리고 직물 인장재에 적용됩니다.

## 4.3 코팅 소재

### 코팅재의 특성

#### 마모 저항성

내마모성은 해당 산업군에 사용되는 일반적인 소재와 접촉 할 때의 내성을 의미 합니다.

#### 운송력

운송력은 코팅재와 강판 사이의 마찰 계수를 바탕으로 하고 있는 특성입니다. 마찰 계수는 Forbo Movement Systems의 내부 규격 검사에서 측정됩니다.

#### 구동 소음

구동 소음은 표면의 패턴과 코팅재의 경도에 따라 달라집니다. 컨베이어의 디자인 또한 상당한 영향을 미칩니다.

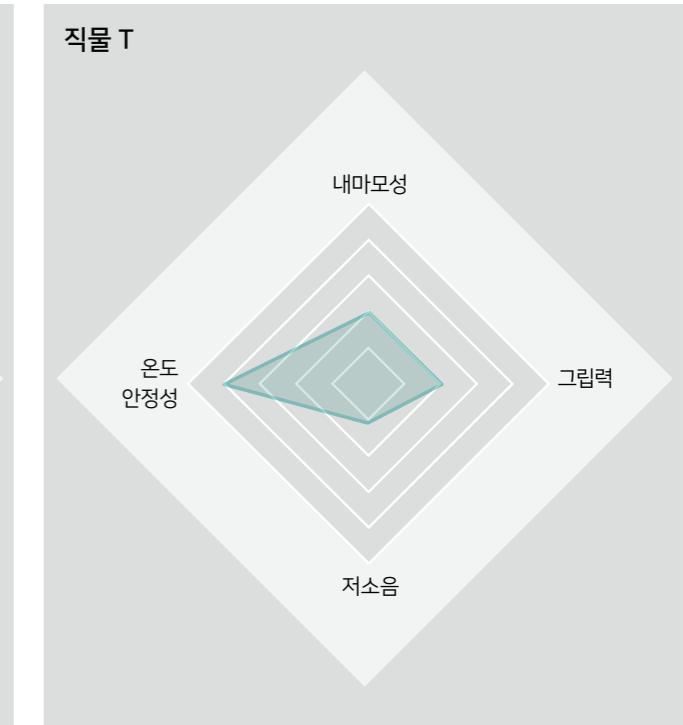
#### 온도 안정성

온도 안정성은 소재 혹은 벨트가 고온에 인한 열분해나 저온 취성으로 인한 손상이 발생하지 않고 구동할 수 있는 온도 범위를 의미합니다.

#### 크롬 가죽 L



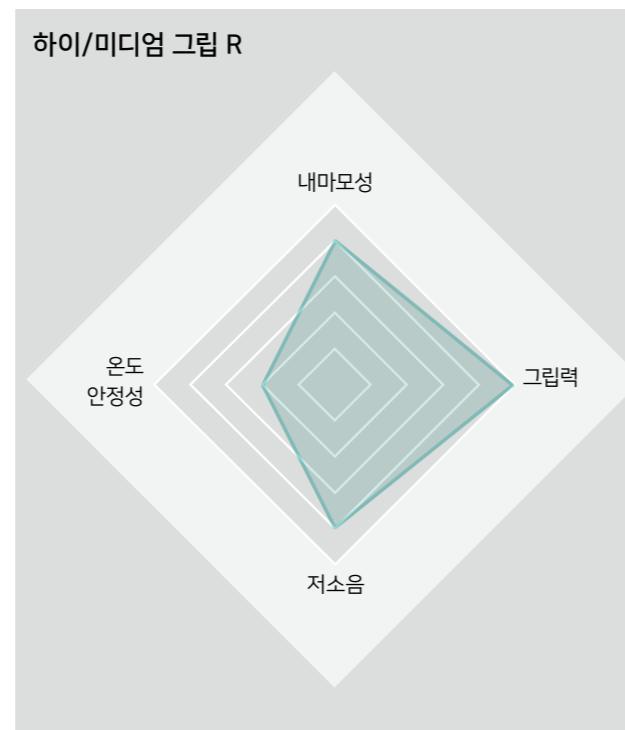
#### 직물 T



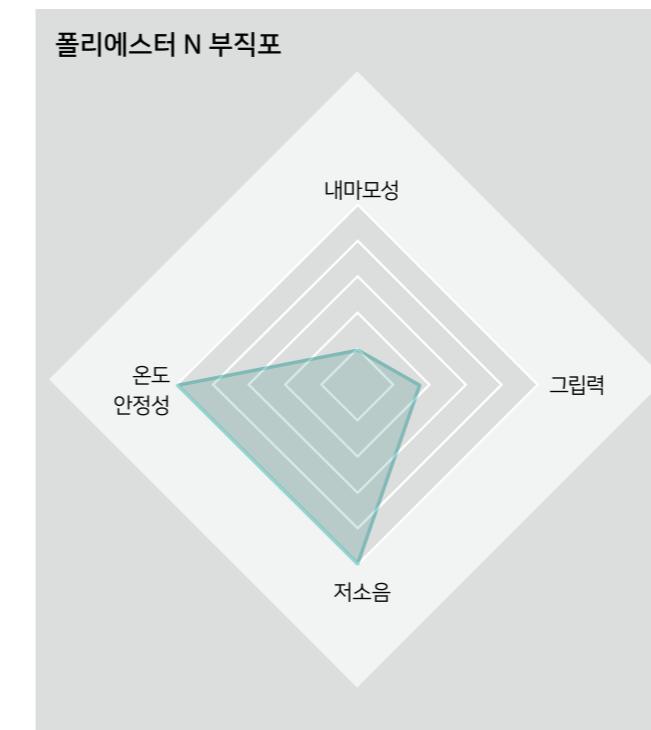
#### 엘라스토머 G



#### 하이/미디엄 그립 R



#### 폴리에스터 N 부직포



#### 폴리우레탄 U

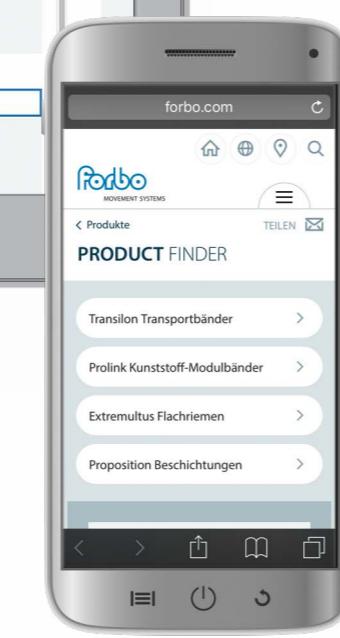
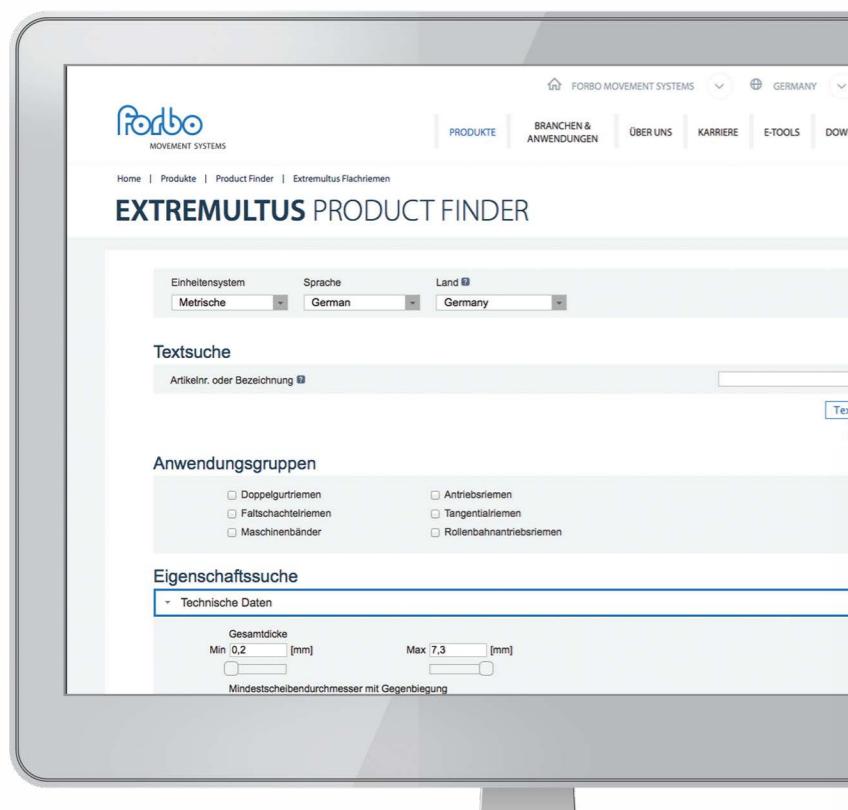


## 4.4 익스트라멀터스 PRODUCT FINDER

익스트라멀터스 Product Finder는 벨트 선정을 위한 실용적인 옵션을 제공합니다. 이 편리한 검색기는 Forbo Movement Systems 홈페이지에서 e-tool로 사용 가능하며 컴퓨터와 모바일 기기 모두에 최적화되어 있습니다.

[www.forbo.com/movement > E-Tools](http://www.forbo.com/movement > E-Tools)

익스트라멀터스 Product Finder는 기술 데이터, 중요한 매개 변수 및 특정 속성을 기반으로 모든 시글링 익스트라멀터스 제품을 검색, 필터링 및 표시하는데 사용되는 검색 엔진입니다. 응용프로그램 그룹 및 텍스트 검색에 따라 필터링도 가능 합니다.



검색 또는 필터링 프로세스가 완료되면 결과 목록이 표시됩니다. 결과 목록에 있는 모든 제품에 대해 문서 번호, 유형 지정 및 데이터 시트 (2.5 참조)를 PDF 형식으로 사용할 수 있습니다. 직접 조회도 가능 합니다.

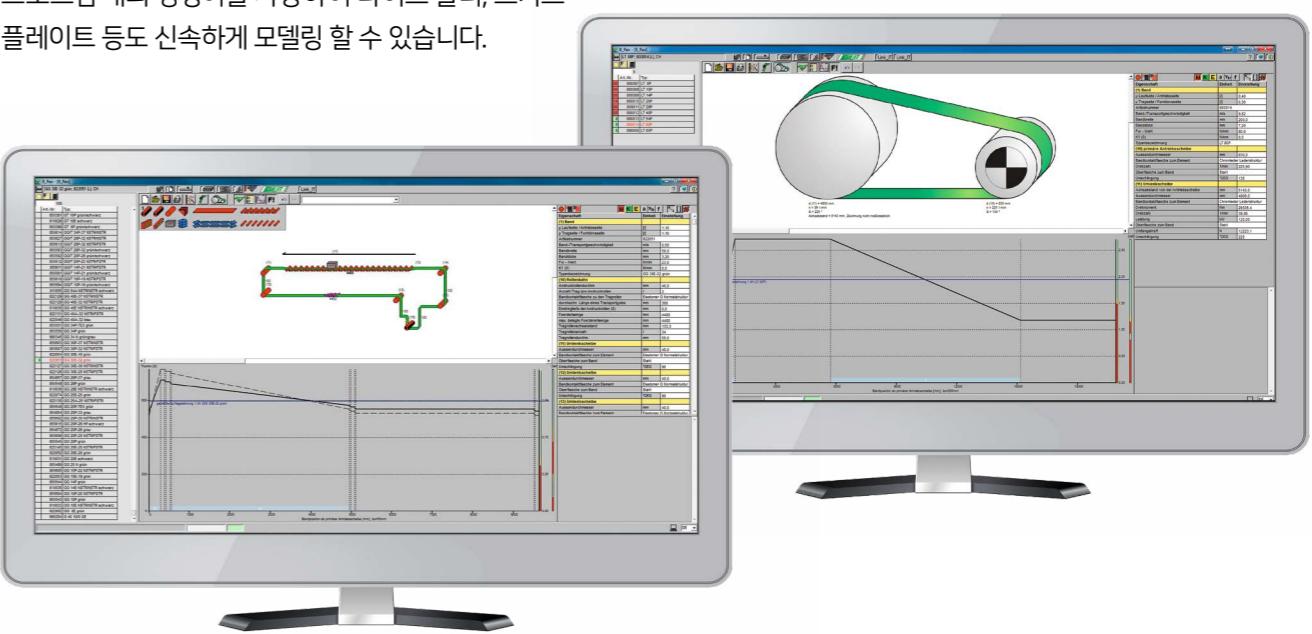
## 4.5 B\_REX 계산기

Forbo Movement Systems는 수년간 자체 계산 프로그램인 B\_Rex로 고객 어플리케이션을 설계해 왔습니다. [www.forbo.com/movement > E-Tools](http://www.forbo.com/movement > E-Tools)에 등록하시면 계산 프로그램을 무료로 받으실 수 있습니다.

B\_Rex를 사용하면 모든 시글링 익스트라멀터스 평벨트와 시스템의 조합을 반영하여 PC에서 컨베이어 및 드라이브의 재생, 변경 등을 시뮬레이션 할 수 있습니다. 또한 이 프로그램에는 다양한 제품의 데이터가 포함된 데이터베이스가 구축되어 있습니다.

일반적으로 B-Rex 계산기 사용법은 4단계로 나누어져 있습니다. 사용자는 자신이 알고 있는 정보를 계산기에 입력하면 됩니다. 변수가 바뀌면 바로 계산에 반영되어 매우 손쉽게 시스템을 최적화 할 수 있습니다. B\_Rex 계산기는 무료로 제공되며, 현재까지 경량 소재 관리 분야에서 가장 많은 기능을 보유하고 있는 최첨단 계산 프로그램입니다. 이 프로그램에는 PDF 형식의 설명서도 포함되어 있습니다.

B\_Rex는 다양한 벨트 구성에 맞게 설치 시 벨트의 힘 및 신장률을 계산하고 시각화 할 수 있는 편리한 프로그램입니다. 프로그램 내의 명령어를 사용하여 라이브 롤러, 스키드 플레이트 등도 신속하게 모델링 할 수 있습니다.



리어 드라이브 또는 헤드 드라이브가 있는 전통적인 롤러 컨베이어의 경우 시스템 모델링 작업을 자주 진행해야 하는데, 이를 지원할 수 있는 조립식 모델 역시 갖추어져 있으며, 이와는 별개로 2-풀리 동력 전달 드라이브를 위한 계산 모델도 준비되어 있습니다. 또한 벨트의 개별 부품에 대한 진동 분석도 가능합니다.

이 분석 기능을 활용하면 평벨트의 수명을 줄이는 주된 원인 중 하나인 횡진동(상하 진동)이 발생하기 전에 이에 대한 문제점을 파악하여 수명 단축을 예방할 수 있습니다.

B\_Rex 프로그램은 각 버전마다 사용 시간이 제한 되어 있습니다. 이는 정기적인 간격으로 업데이트 하여 버그 수정 및 프로그램의 상태를 최신으로 유지 하기 위해서입니다.

이 프로그램이 도움이 되시기를 바랍니다.  
프로그램에 대한 문의사항이 있으시면 [brex@forbo.com](mailto:brex@forbo.com)로 연락 주시기 바랍니다.



## 5 제조 데이터

5.1 제조 공차

5.2 운송 규격

## 5.1 제조 공차

일반적인 경우 아래 표에서 확인할 수 있는 제조 공차가 적용됩니다. 제품 제조 후 발생한 기후 변화 또는 기타 외부 영향으로 인해 발생하는 기하학적 변화는 포함되지 않습니다. 경우에 따라 요청시 특수 공차도 가능합니다. Forbo Movement Systems로 문의 주시기 바랍니다.

[www.forbo.com/movement](http://www.forbo.com/movement) > Contact

### 길이 공차

폴리에스터 라인과 아라미드 라인(직물)	
300 – 5000 mm	± 0.30%
5001 – 15000 mm	± 0.20%
> 15000 mm	± 0.15%
폴리에스터 라인과 아라미드 라인(코드)	
500 – 1000 mm	± 0.50%
1001 – 5000 mm	± 0.40%
> 5000 mm	± 0.30%
폴리아미드 라인(시트와 직물)	
300 – 5000 mm	± 0.50%
5001 – 15000 mm	± 0.30%
> 15000 mm	± 0.20%
폴리우레탄 라인	
300 – 5000 mm	± 0.30%
5001 – 15000 mm	± 0.20%
> 15000 mm	± 0.15%

### 두께 공차

시글링 익스트라멀터스 평벨트는 인장재와 코팅재의 조합에 따라 두께 공차가 다를 수 있습니다. 각 제품의 데이터 시트에 기재되어 있는 정보를 주의 깊게 읽어보시기 바랍니다.

### 폭 공차

폴리에스터 라인과 아라미드 라인(직물)	
10 – 120 mm	+ 0.2/-0.3 mm
121 – 500 mm	± 1.5 mm
> 500 mm	± 5.0 mm
폴리에스터 라인과 아라미드 라인(코드)	
20 – 50 mm	± 1.0 mm
51 – 100 mm	± 1.5 mm
101 – 250 mm	± 2.0 mm
> 250 mm	± 3.0 mm
폴리아미드 라인(시트와 직물)	
10 – 50 mm	± 1.0 mm
51 – 120 mm	± 2.0 mm
121 – 500 mm	± 3.0 mm
501 – 1000 mm	± 10.0 mm
폴리우레탄 라인	
10 – 120 mm	+ 0.2/-0.3 mm
121 – 500 mm	± 1.5 mm
> 500 mm	± 5.0 mm

### 편침 공차

모든 라인	
구멍 직경	± 0.5 mm
구멍 간격	± 1.0 mm

## 5.2 운송 규격

시글링 익스트라멀터스 제품은 폭이가 넓을 뿐만 아니라 길이가 극단적으로 길어서 둥글게 말아놓을 수 있는 소재로 만들어지기 때문에 제품이 생산된 규격 또는 표준 운송 규격에 따라 다양한 방법으로, 때로는 고객이 요청한 방법으로 운송이 가능합니다.

### 운송 방법

트롤리 엔드리스 코드 제품을 제외한 모든 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 다음과 같은 형태로 운송 됩니다.

- 오픈, 틀 소재
- 현장에서 설치할 수 있도록 준비된 형태
- 90°혹은 60°로 절단한 형태
- 한쪽 면을 접착할 수 있는 형태
- 양면에서 접착할 수 있는 형태
- 접합, 스플라이스 및 설치가 가능하도록 준비된 형태 (접합된 심체로 만들어진 평벨트 포함).

다만 트롤리 엔드리스 코드로 만들어진 인장재가 적용된 평벨트는 예외입니다.

운송과 관련한 더 자세한 정보는 Forbo Movement Systems로 문의 주시기 바랍니다.

[www.forbo.com/movement](http://www.forbo.com/movement) > Contact

감사합니다.

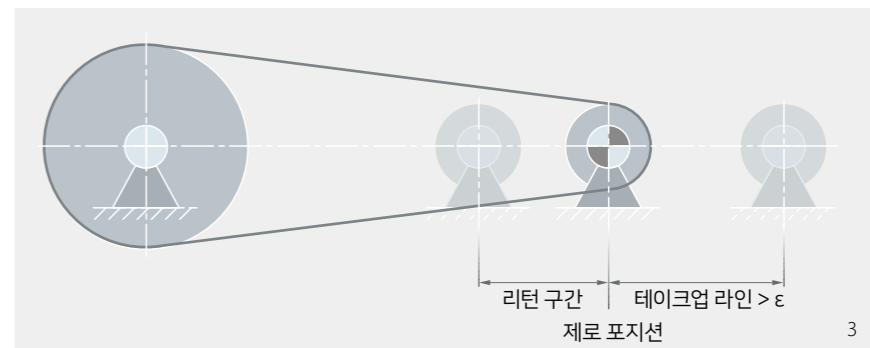
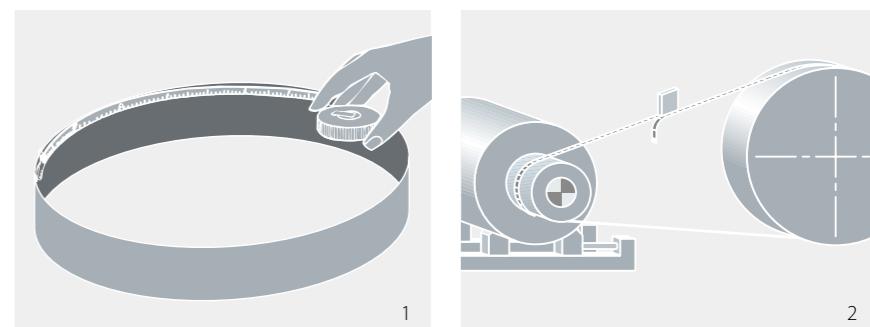
### 주문 시 길이 측정

접착된 평벨트를 주문할 시 길이는 안쪽, 즉 하면에서 측정 됩니다.

길이를 측정하기 전에 먼저 벨트 가장자리를 아래로 하여 세워주십시오. 그리고 그림 1과 같이 줄자를 벨트 안 쪽에 빙틈을 주지 않고 바짝 붙여서 길이를 재거나 그림 2와 같이 줄자를 사용해 풀리 위로 직접 길이를 재어 주십시오.

만약 장비가 테이크업 유닛인 경우 길이를 재기 전에 먼저 그림 3과 같이 정렬 작업을 진행해야 합니다.

주문 길이는 테이크업 유닛의 위치가 제로 포지션에 있을 때를 기준으로 선정해야 합니다. 테이크업 유닛의 제로 포지션은 벨트 장착 시 신율을 적용하는 데 필요한 길이 보다 테이크업 라인의 길이가 길어질 수 있는 위치로 선택하는 편이 좋습니다. 또한 벨트 제조 시 마이너스 공차보다 제로 포지션에서부터 리턴구간까지의 길이가 더 길어야 합니다.





## 6 평벨트 사용

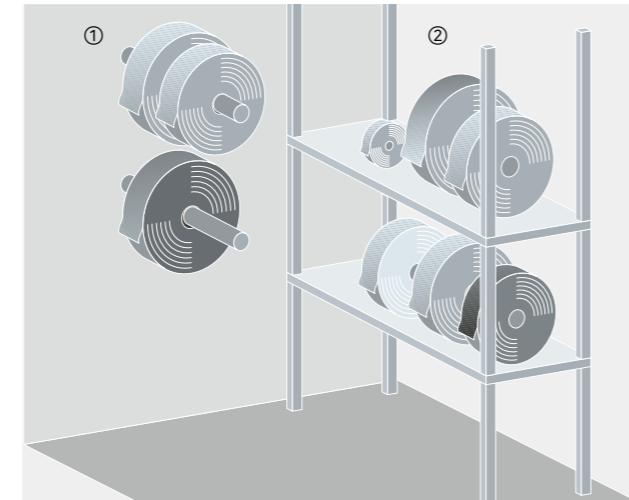
- 6.1 보관
- 6.2 기계장치의 상태
- 6.3 설치와 텐션
- 6.4 유지보수와 관리

## 6.1 보관

시글링 익스트라멀터스 평벨트를 보관할 때에는 제품의 특성상 몇 가지 주의가 필요합니다.

- DIN EN ISO 219에서 정상적인 주변 환경(23°C/+73°F, 습도 50%)이라고 정의하고 있는 온도 조건을 갖춘 장소에 벨트를 보관.
- 벨트 가장자리를 바닥으로 해서 세워두지 말고 그림 1과 같이 파이프나 봉에 걸어 보관. 보관 장소의 특성상 이런 보관 방법이 불가능할 경우에는 그림 2와 같이 수직으로 세워 보관.
- 탄젠셜 벨트 같이 폴리아미드 인장재가 적용된 고품질의 평벨트는 특수한 밀폐 봉투에 담긴 상태로 이송되기 때문에, 벨트 장착 전에 미리 개봉하면 안됨.
- 직사광선에 평벨트가 직접 노출되지 않도록 주의.

(G, R 및 U 코팅 재질은 특별한 주의가 필요). 평벨트의 소재중 폴리아미드 라인의 소재는 한 면이 습기나 열에 노출될 경우 일부 변형이 올 수 있지만, 이런 변형은 0.2~0.4% 연신 시 사라져 제품을 사용하는 데 문제가 없습니다. 폴리아미드 인장재가 적용된 시글링 익스트라멀터스 평 벨트는 습기에 크게 영향을 받습니다.



## 6.2 기계장치의 상태

평벨트가 구동되는 기계장치의 상태는 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 수명을 결정하는 아주 중요한 요소입니다. 기계장치에 결함이 없어야 평벨트를 오랜 기간동안 원활하게 사용할 수 있습니다. 다음은 평벨트를 오랜기간 사용할 수 있게 잘 관리하는 방법입니다.

- 풀리의 겉면에 부식 방지용 물질이나 먼지, 오일 등이 묻지 않도록 항상 청결유지.
- 축의 평행 여부와 풀리의 정렬 상태를 확인하고 필요한 경우 제조사의 사용 메뉴얼에 따라 축과 풀리를 조정.
- 드럼과 서포트 롤러가 부드럽게 작동하고 있는지 확인.

- 평벨트가 구동 중에 뛰어 오르지 않도록 미리 원인을 찾아 해결. 플랜지가 없는 풀리를 사용하거나(8장 참조) 기계 장치의 프레임 또는 하우징과 평벨트 간의 거리를 확인하고 필요할 경우 조정.

- 기계장치와 주변을 항상 깨끗하게 관리.
- 평벨트 하면에 먼지나 누적물이 있을 경우 기계 부하 또는 과도한 슬립이 발생하여 평벨트가 손상될 수 있음.

참조: 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 사용기간 연장, 문제점 해결 및 고장의 원인 해결에 대한 자세한 사항은 11장을 참조하여 주십시오.

## 6.3 설치와 텐션

### 설치

시글링 익스트라멀터스 평벨트를 올바르게 장착하지 않을 경우 안정적인 피로강도를 유지하지 못해 벨트가 손상될 수 있습니다. 따라서 평벨트의 설치 및 텐션 작업은 전문가에게 맡겨주시기 바랍니다. Forbo Movement Systems에 연락 주시면 언제든 현장 설치작업에 대해 상담해 드리겠습니다.  
[www.forbo.com/movement > Contact](http://www.forbo.com/movement)

시글링 익스트라멀터스 평벨트를 장착하기 전에 먼저 기계장치 제조사가 제공하는 설명서를 자세히 읽어주십시오. 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 절대로 폴리의 가장자리에 감아 옮겨서 설치하면 안되고, 평벨트 가장자리를 손상시킬 위험성이 있는 부속품을 사용하지 마십시오.

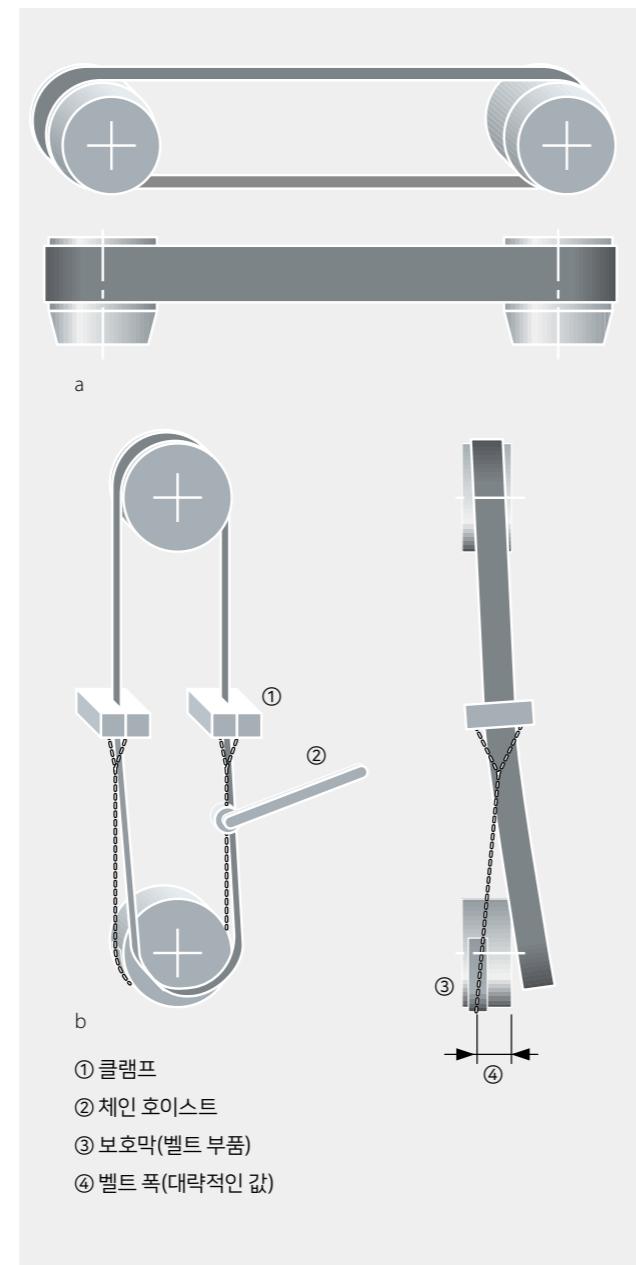
아라미드 라인 평벨트는 아라미드 인장재 때문에 특히 이런 유형의 손상에 취약합니다.

대부분의 기계장치에는 폴리 간의 중심 거리를 줄여 평벨트가 제대로 장착될 수 있도록 도와주는 클램핑 장치가 있습니다. 클램핑 장치가 없거나 클램핑 장치의 테이크업이 충분치 않을 경우에는 평벨트를 설치하면서 원하는 장력에 도달할 때까지 벨트의 길이를 조절하여 주십시오.

이 때 사용할 수 있는 도구로는

- 마운팅 콘(a)
- 체인 호이스트(b-폴리아미드 라인에만 사용 가능)

가 있습니다.



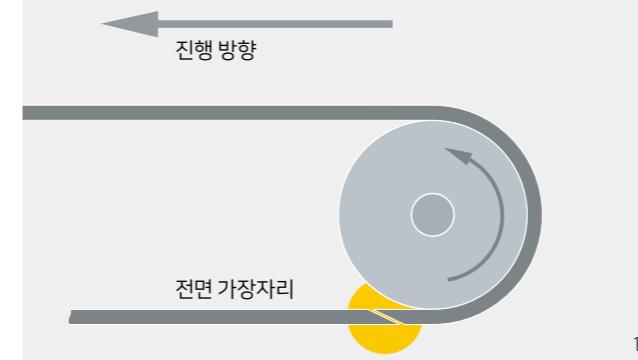
폴리아미드 인장재가 사용된 평벨트의 경우, 평벨트를 설치하는 방법 외에도 웨지 스플라이스의 경우 벨트의 구동 방향도 같이 염두에 두어야 합니다.

웨지 스플라이스의 단면을 보면 전면에 가장자리가 있으며 이 전면 가장자는 평벨트의 진행방향에 따라 평벨트의 상면 또는 하면에 위치하게 됩니다.

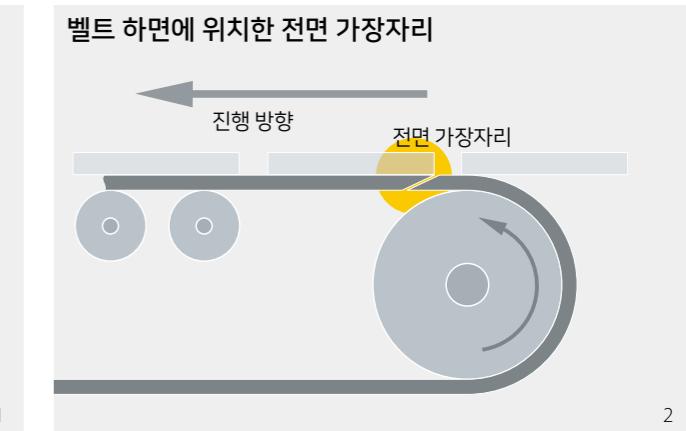
이 전면 가장자가 접촉지점(풀리 또는 운송되는 제품)의 반대쪽에 위치해야 폴리가 부드럽게 회전할 수 있으며, 운송되는 제품과 이어진 부분이 안전하게 접촉할 수 있게 됩니다.

접촉지점은 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 사용목적에 따라 달라집니다.

벨트 상면에 위치한 전면 가장자리



벨트 하면에 위치한 전면 가장자리



예를 들어 평벨트가 2-풀리 드라이브에서 동력전달용 벨트로 사용된다면 평벨트와 접촉하는 건 폴리가 유일하기 때문에 폴리와 평벨트가 닿는 부분이 접촉지점이 됩니다. 웨지 스플라이스의 내구성을 위해서 그림 1과 같이 적용하는게 좋습니다.

하지만 만약 종이처럼 표면이 거친 제품을 이송하는데 평벨트를 사용하게 되면 접촉지점은 평벨트와 이송되는 제품이 닿는 지점이 되기 때문에, 폴리와 벨트가 닿는 지점의 영향은 감소하게 됩니다. 이런경우 그림 2와 같이 적용하는게 좋습니다.

# 6.3 설치와 텐션

## 텐션

미끌림 없이 주어진 토크를 전달하기 위해서 벨트는 반드시 사전에 일정한 값의 예비 장력을 주어야 합니다. 벨트에 장력을 가할 때에는 보통 장비에 있는 텐션 장치를 사용합니다. 이를 통해 평벨트를 당기면 당겨지지 않은 초기 상태와 비교해 신율이 발생합니다. 장착 시 신율이라 부르는 이 신율의 단위는 %이며, 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 치수를 바탕으로 상세한 계산을 통해 산출할 수 있습니다.

옆의 표에서는 다양한 용도에 맞는 인장재들의 장착 시 신율의 기본적인 표준값을 확인할 수 있습니다.

## 측표

벨트를 평평하게 놓은 상태에서 평벨트의 상면에 두 개의 측표를 얇게 표시합니다(예. 1000 mm 간격).

벨트 장착이 끝나면 테이크업 장치를 사용해 두 개의 측표간 거리가 권장 신율값에 도달할 때까지 평벨트를 종방향으로 늘려 줍니다. (아래 표에서 표본 값을 확인하십시오).

벨트에 신율을 주고 여러 차례 구동을 해본 후 신율값을 확인합니다. 필요 시 올바르게 텐션을 조정하여 주십시오. 벨트 길이 전체로 신율을 고르게 주기 위해서는 벨트를 구동하는 방법이 있습니다.

참조: 접합면 위로는 측정하지 마십시오.

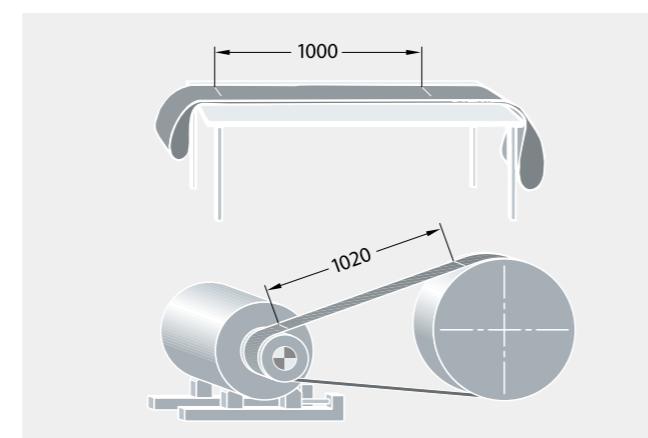
예시: 2% 벨트 신율을 위한 측표 간의 거리

텐션 전	텐션 후
1000 mm	1020 mm
500 mm	510 mm
250 mm	255 mm

제품 라인	인장재	어플리케이션 그룹과 기능	장착 시 권장 신율[%]
아라미드 라인	직물	동력 전달 벨트 탄젠셜 벨트 라이브 롤러 벨트	0.3~1.0 0.3~0.8 0.2~0.5
	코드(투룰리 엔드리스)	동력 전달 벨트	0.3~1.0
폴리에스터 라인	직물	동력 전달 벨트 탄젠셜 벨트 풀더 글루어 벨트* 드래그 벨트 머신 테이프* 라이브 롤러 벨트)	1.0~2.0/2.5** 1.5~2.0/2.5** 0.3~2.0
	코드(투룰리 엔드리스)	동력 전달 벨트 머신 테이프*	0.8~1.5
폴리아미드 라인	직물	머신 테이프*	0.6~3.0
	시트	동력 전달 벨트 라이브 롤러 벨트 탄젠셜 벨트 로터 벨트 풀더 글루어 벨트* 드래그 벨트	1.5~3.0 1.8~2.8 2.5~3.5 1.5~3.0
폴리우레탄 라인	호일	머신 테이프	3.0~8.0

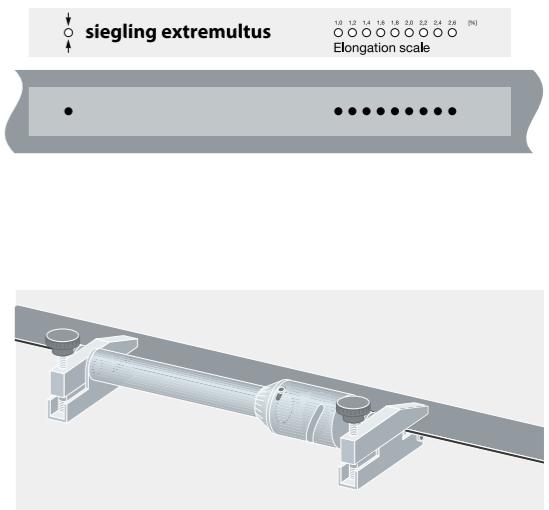
\* 벨트가 올바르게 구동할 수 있을 정도의 장력

\*\* GG 40E-32 NSTR/NSTR 회색/검정색(822128)과 GG 40E-37 NSTR/NSTR 검정색(822129)의 경우 장착 시 최대 신율은 2.5% 가능



## 신율 측정 장치

Forbo Movement Systems에서는 시글링 익스트라멀터스 평벨트 주문 시 제품에 기준이 되는 측표를 표시해주는 서비스를 제공하고 있습니다(7.4장 참조). 벨트를 길게 늘인 후 여러 차례 구동시켰다면 신율 측정 장치를 사용해 신율을 확인해 주시기 바랍니다.



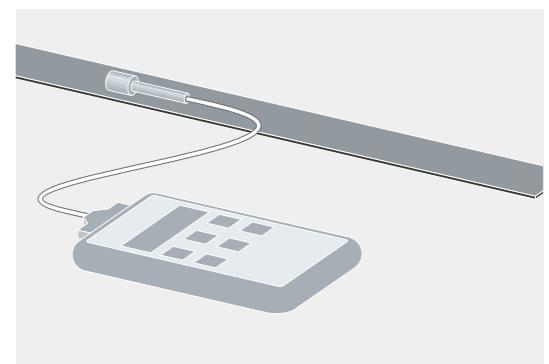
## 기계적 신율 측정 장치

Forbo Movement Systems의 기계적 신율 측정 장치를 사용하면 장착 시 신율을 직접 측정할 수 있습니다. 벨트 가장자리에 장치를 물린 후 눈금을 영(0)에 맞춰 주십시오. 벨트가 늘어나는 동안에는 계속해서 신율값을 측정할 수 있습니다.

구동하기 전에 장치를 제거하여 주십시오. 장치를 제거하기 전에 벨트의 가장자리에 장치를 물려놓았던 위치를 정확하게 표시해 둘 경우 차후에도 신율을 측정할 수 있습니다.

## 전자진동계

시중에서 구할 수 있는 전자진동계(정확도 < 1/10 Hz)를 사용하면 벨트의 진동을 통해 벨트 장력을 간접적으로 측정할 수 있습니다. 다만 측정작업을 시작하기 전에 먼저 주어진 신율에서의 평벨트 진동수를 반드시 계산해 두어야 합니다.



예를 들어 망치를 사용해 벨트를 수동으로 가격하는 등 벨트에 기계적 힘이 가해졌다면 벨트가 진동하게 되고 진동수를 측정할 수 있게 됩니다. 평벨트의 진동수가 계산한 값에 도달할 때까지 늘려줍니다. 여러 차례 구동한 후 다시 한 번 진동수를 측정하는 방식을 사용해 신율을 확인하여 주십시오.

새로운 평벨트를 처음으로 설치할 때에는 인장재의 러닝인 특성도 고려해야 합니다. 자세한 사항은 이어지는 “플라스틱 인장재의 러닝인 특성”에서 확인할 수 있습니다. 인장재에 따라 시작 시 설정한 진동수가 운전 시 진동수를 계산한 결과보다 조금 높을 수 있습니다.

## 참조

전자진동계를 사용해 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 벨트 진동수를 정확하게 계산하고 진동을 제대로 측정하기 위해서는 높은 수준의 기술 지식과 경험이 필요합니다. 이 방법을 사용해 올바르게 벨트를 조정하기 바라시는 분은 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.

## 6.3 설치와 텐션

### 플라스틱 인장재의 러닝인 특성

플라스틱은 동축부하의 상황에서 소위 이완(relaxation)라고 불리는 길들임 운전 특성을 보이는 소재입니다. 플라스틱 인장재가 적용된 평벨트의 경우 이러한 특성은 벨트를 최초 장착했을 때 높은 축부하의 형태로 나타납니다.

#### 일정한 신율

새로운 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 정해진 신율로 장착하면 축부하의 초기값이  $F_{Winitial}$  높게 나타납니다. 일정 시간이 지나면서 축부하는 동축부하를 계산한 값  $F_{Wd}$ 와 동일한 안정상태 값  $F_{Wsteady}$ 까지 감소하게 됩니다. 오른쪽은 시글링 익스트라멀터스 평벨트가 구동하는 동안의 러닝인 변화를 보여주기 위한 예시 그래프입니다.

$$C_{initial} = \frac{F_{Winitial}}{F_{Wd}}$$

러닝인 비율  $C_{initial}$ 은 인장재의 소재와 종류에 따라 초기 허용 축부하 값과 안정상태 값 사이에서 변화합니다. 이 비율은 다른 어떤 요소보다 러닝인 운행 시간을 결정하는 중요한 역할을 하며 예측이 매우 어려운 값입니다. 일반적으로 기계장치를 최대부하까지 구동시키기 전에 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 최소 1500,000번의 밴딩 주기(2-폴리 드라이브에서 75,000번 회전과 동일)를 필히 적용해야 합니다.

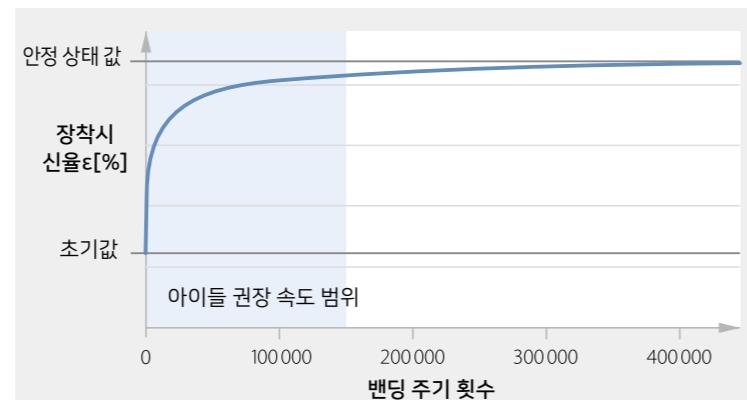
#### 일정한 초기 장력

공압, 스프링, 또는 무게하중 기반의 테이크업 장치의 경우 반드시 최소한 동축부하를 계산한 값인  $F_{Wd}$ 를 사용해서 장력을 주어야 합니다. 적정한 장착 시 신율  $\epsilon$ 에는 어느 정도의 러닝인 이후에 도달할 수 있는데 이는 인장재의 러닝인 특성 때문입니다. 러닝인 기간 동안에는 중심 거리가 약간 증가합니다.



참조: 축부하의 안정상태 값은 평벨트의 동력 전달을 계산하는 기초가 됩니다. 벨트 계산 시 정하중을 기반으로 축베어링의 치수를 산출할 때 초기 축부하 값이 높을 수도 있다는 사실을 염두에 두어야 합니다.

제품 라인	인장재	러닝인 비율 $C_{initial}$
폴리에스터 라인	직물	1.8
	코드	1.5
아라미드 라인	직물	1.4
	코드	1.5
폴리아미드 라인	시트	2.2

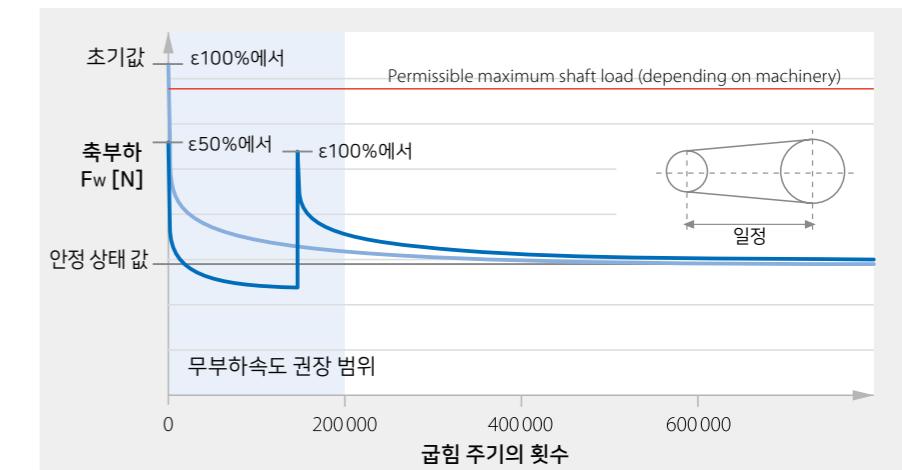


### 고장력 평벨트의 설치

벨트 폭과 관련이 있는 높은 축부하  $F_w$  값의 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 설치할 때, 초기 장착 과정에서 계산값보다 월등히 높은 힘이 축과 베어링에 가해질 가능성이 있습니다.

#### 두 단계의 장력 조절

벨트 폭과 관련이 있는 높은 축부하 값의 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 설치할 때, 베어링 부품에 문제가 생길 가능성이 높습니다. 플라스틱 인장재의 러닝인 특성 때문에 축부하의 초기값이 증가하면서 기계장치의 축과 베어링의 허용 하중을 초과하여 기계장치의 손상까지 이르게 됩니다. 따라서 Forbo Movement Systems은 두 단계로 나눠 장력을 주는 방법을 권장하고 있습니다.



#### 1단계

시글링 익스트라멀터스 평벨트에 약 50% 정도의 신율( $\epsilon 50\% = 0.5 \cdot \epsilon$ )을 적용합니다. (경우에 따라 최대 70%까지 가능). 기계장치가 낮은 부하를 받은 상태에서 중간 정도의 속도로 구동합니다. 약 1500,000번의 밴딩 주기(2-폴리 드라이브에서 25,000번의 회전과 동일)가 지나갈 때까지 구동시킵니다. 이제 최대 하중 범위 내에서 기계를 안전하게 구동시킬 수 있습니다. 평벨트는 축부하가 안정상태 값에 도달할 때까지 구동하면서 러닝인을 계속하게 됩니다.

#### 2단계

이제 필요한 장착 시 신율( $\epsilon 100\% = \epsilon$ )까지 시글링 익스트라멀터스 평벨트에 장력을 가한 후 다시 한 번 약 50,000번의 밴딩 주기(2-폴리 드라이브에서 25,000번의 회전과 동일)가 지나갈 때까지 구동시킵니다. 이제 최대 하중 범위 내에서 기계를 안전하게 구동시킬 수 있습니다. 평벨트는 축부하가 안정상태 값에 도달할 때까지 구동하면서 러닝인을 계속하게 됩니다. 추가 조치는 필요 없습니다.

두 단계로 나눠 장력을 조절할 경우 기계장치가 최대 허용 축부하 값( $F_{W,max}$ )을 초과하는 위험을 피할 수 있습니다(위 그림에서 옛은 회색 부분). 이 방법은 또한 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 폭 관련 축부하  $F_w$  및 평벨트의 최대 유효 동력 전달에 어떠한 부정적인 영향을 미치지 않는 장점이 있습니다.

참조: Forbo Movement Systems은 벨트 장력 시 위에서 설명한 두 번의 단계를 초과하지 않도록 권장하는 바입니다. 세 번 이상의 단계로 나누어 벨트에 장력을 가할 경우 인장재의 축부하 신율이 변하여 평벨트 자체를 쓰지 못하게 되는 사고가 발생할 수 있습니다(장력 조정이 불가능).

## 6.3 설치와 텐션

### 사용한 벨트의 제거 및 재설치

사용한 평벨트를 제거한 후 다시 설치하여 사용할 때 평벨트의 신율은 처음과 동일해야 합니다.

따라서 벨트를 풀어내 제거하기 전에 먼저 벨트에 확실한 측표를 남기거나 테이크업 장치의 위치를 표시하는 편이 좋습니다. 평벨트를 다시 장착했다면 반드시 미리 표시해 놓은 측표를 복구하고 테이크업 장치를 원래 위치에 놓아주십시오.

전자진동계를 사용하는 경우에는 벨트를 풀어내기 전에 먼저 원래 장력 상태에서 벨트의 진동수를 측정하고, 벨트를 다시 장착했을 때 미리 측정했던 진동수에 맞게 장착하여 주십시오. 다만 진동수가 불확실하게 측정될 가능성이 있기 때문에 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 다시 재장착한 후 장력을 가할 때는 측표를 사용하는 편이 좋습니다.

평벨트가 충분히 이완된 상태라면 다시 장착했을 때 러닝인 특성을 보이지 않습니다.

참조: 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 제거한 후 다시 장착하기 전에 반드시 벨트가 느슨하게 풀어질 수 있도록 최소 24시간 이상의 시간 여유를 두어야 합니다.

## 6.4 유지보수와 관리

### 유지보수

일반적으로 대부분의 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 유지보수가 필요 없습니다

기계장치의 청결도 및 가동상태도 중요하기 때문에 정기적으로 확인해야 합니다.

자세한 사항은 11장을 참조하여 주십시오.

### 허용 작동 온도

다음의 지침 사항을 준수하면 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 가능한 오래 사용할 수 있습니다.

인장재의 동력 신율값과 최소 드럼 직경은 일반적인 제품 공차가 명시되어 있는 데이터시트에 제한된 운전온도와 같이 표기됩니다. 냉동창고와 같이 저온의 환경에서도 벨트 사용이 가능한데, 다만 이러한 경우 더 큰 풀리직경과, 특정한 마찰코팅 그리고 Forbo Movement Systems의 실험심 시운전을 통해 이상유무에 대한 확인이 필요합니다.

참조: 시글링 익스트라멀터스 데이터 시트에 명시되어 있는 허용 작동 온도 정보를 준수하여 주십시오. 이 정보는 아래 테이블에 명시되어 있는 각각의 특성에 따라 다르니 참조하시기 바랍니다.

크롬 가죽 손질 시 먼저 가죽의 표면이 부드럽고 윤활성이 있으며 광이 없는 상태인지 확인합니다. 만약 기름막이 눈에 띠게 마모된 상태라면, 벨트 표면에 시글링 익스트라멀터스 스프레이 (제품번호 880026)를 도포해주는게 좋습니다. 가죽의 표면이 단단해져서 광이 나오고 메마른 상태이거나 이미 심각하게 오염된 상태라면 부드러운 쇠솔을 사용해 미리 닦아 주십시오. 폴리 역시 사용하는 동안 정기적으로 청소를 해주어야 합니다. 벨트의 외관에 눈에 띠는 변화가 생기거나, 이상한 소음 또는 벨트가 지나치게 마모되었을 경우(예. 붉은색 가루) Forbo Movement Systems에 즉시 연락 주시기 바랍니다.  
[www.forbo.com/movement](http://www.forbo.com/movement) > Contact

참조: 시글링 익스트라멀터스 크롬 가죽면에는 전용 시글링 익스트라멀터스 스프레이만 사용하셔야 합니다.

제품라인	인장재	코팅재	허용 작동 온도 [°C]
아라미드 라인	직물	전체	-20/+70
	코드	전체	-20/+60
폴리에스터 라인	직물	전체	-20/+70
	코드	전체	-20/+60
폴리아미드 라인	직물	전체	-20/+80
	시트	LL, LT, 코팅 없음	-40/+80
폴리우레탄 라인	시트	기타 코팅재 (GG, GT, TT, TG, RR, UU, NN)	-20/+80
	포일	전체	-20/+60

# 7 접합과 가공 기술



- 7.1 서론
- 7.2 스플라이스 종류
- 7.3 접합
- 7.4 특수 가공

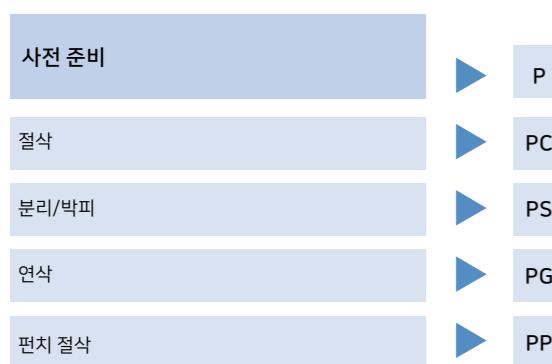
## 7.1 서론

정밀한 접합작업은 룰 원단을 사용해 제작하는 모든 시글링 익스트라멀터스 평벨트 가공에 있어 매우 중요한 요소로 벨트의 우수한 트래킹 및 긴 수명과 직결됩니다. 메커니컬 파스너를 제외한 벨트 접합 방식의 선정은 평벨트 양 끝의 기하학적 모양에 따라 결정됩니다. (웨지 스플라이스, Z 스플라이스, 버트 스플라이스 등) 인장재의 종류에 따라서 평벨트 끝에 접착제를 도포하거나 열로 녹이는 방식, 또는 두 가지 방법을 동시에 같이 적용할 수 있습니다. 열융착 접합방식은 인장재 소재가 아라미드, 폴리에스터 또는 폴리우레탄 같이 열가소성 플라스틱이어야 합니다.

Forbo Movement Systems은 사용자와 접합장비 제조사와의 지속적인 협업을 통해 작업절차와 장비 개발이 평벨트 개발과 조화를 유지할 뿐만 아니라 효과적이고 믿을 수 있는 엔드리스 접합을 위한 호환성있는 가공 시스템을 제공할 수 있도록 노력하고 있습니다.

- 부속품을 전부 갖춘 고품질 작업도구
- 자세한 사용 설명서
- 종합적인 서비스

## 사전 준비와 접합 방법



벨트의 사용 용도 및 고객의 요청에 따라 작업현장에서 기계의 분해없이 바로 접합할 수 있습니다. 또한, 당사의 가공센터에서 시글링 익스트라멀터스 평벨트 엔드리스 접합을 전문 엔지니어가 마무리하여 고객에게 제공하고 있습니다.

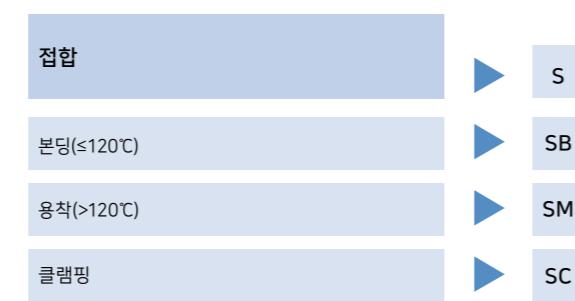
Forbo Movement Systems은 엔드리스 접합뿐만 아니라 평벨트의 홀가공, 프로파일, 그리고 엣지 가공처리까지 다양한 가공서비스를 제공하고 있습니다. 이외 다른 복잡한 작업 요청들은 case-by-case로 접근하여 기술적으로 가능한지 유무 및 당사에서 승인이 가능한지를 확인해야 합니다.

다음은 다양한 접합유형과 그 준비작업에 관한 설명입니다. 시글링 익스트라멀터스 평벨트 엔드리스 작업 시 메뉴얼이 필요하시면 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.

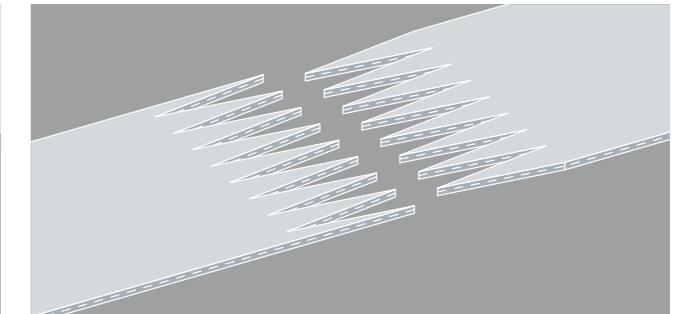
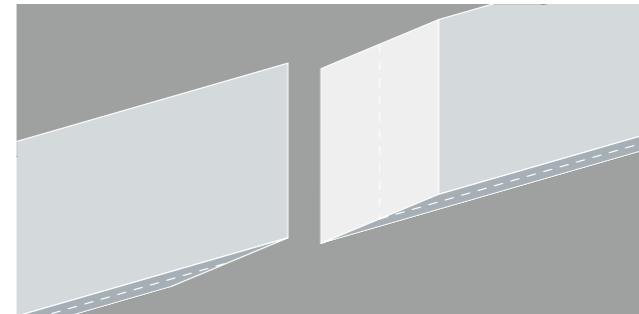
[www.forbo.com/movement > Contact](http://www.forbo.com/movement > Contact)

자세한 사항은 [www.forbo.com/movement > Products > Splicing Tools](http://www.forbo.com/movement > Products > Splicing Tools)에서 확인할 수 있습니다.

감사합니다.



## 7.2 스플라이스 종류



### 웨지 스플라이스

웨지 스플라이스는 잘라낸 평벨트의 끝부분을 뼈기(웨지) 모양으로 연마하여 접합하는 방법입니다. 뼈기 모양으로 연마한 끝부분을 연결하기 위해 한쪽 끝을 다른 쪽 끝과 겹친 후 접착제를 바르고 접합 장비로 열을 가합니다.

벨트 끝을 결합하는 방식으로 주로 폴리아미드 라인의 시글링 익스트라멀터스 평벨트에 사용되는 방법입니다. 일반적으로  $90^{\circ}$  또는  $60^{\circ}$ 로 절삭 후 연마합니다. 뼈기의 각도에 따라 접합 길이가 달라집니다.

- 3.5 mm: 100 mm
- 4.5 mm: 100 mm

### 사전 준비

- 적절한 도구를 사용해 벨트의 끝부분을 뼈기 모양으로 연마합니다.

### 엔드리스 접합을 위한 융착 작업

- 준비된 벨트의 끝부분을 잘 맞춘 후 클램프로 고정하고 연결부 끝부분에 침쇠를 제거.
- 벨트의 구조와 접합 데이터 시트에 명시되어 있는 메뉴얼대로 접착제를 접합부에 도포.
- 연결부 끝부분에 다시 침쇠를 설치한 후 심바(shim bars)를 삽입.
- 연결부에 열( $\leq 120^{\circ}\text{C}$ )을 가한 후 정해진 시간 동안 압력을 가함.

참조: 벨트의 표면 무늬에 따라 벨트의 위 또는 아래에 구조 메쉬나 레벨링 매트 등을 반드시 삽입해야 합니다(접합 데이터 시트 참조).

### Z 스플라이스

Z 스플라이스를 하기 위해서는 적절한 편침 장비를 활용해 평벨트의 끝부분을 Z 모양으로 잘라내야 합니다. 그리고 잘라낸 끝부분을 서로 맞춘 후 접합 장치를 사용해 연결합니다.

벨트 끝을 녹여서 접합하는 방식이기 때문에 열가소성 플라스틱 소재(폴리에스터, 아라미드, 폴리우레탄 라인, 직물 인장재가 적용된 폴리아미드 라인 일부(우레탄 호일만 가능))에만 가능합니다. Z 스플라이스는 길이와 폭에 따라 4 가지로 나뉩니다.

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| - 35 x 5.75 mm | - 35 x 11.5 mm  |
| - 70 x 11.5 mm | - 110 x 11.5 mm |

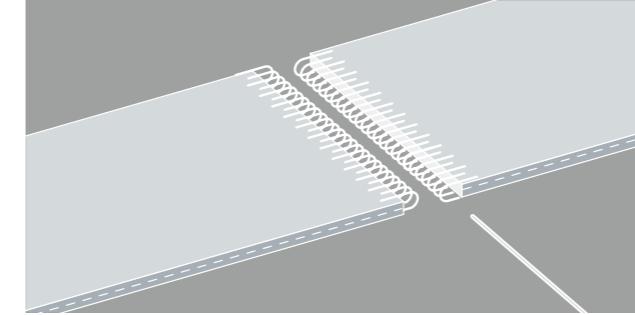
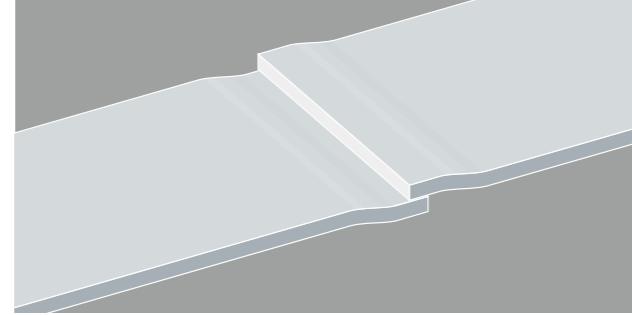
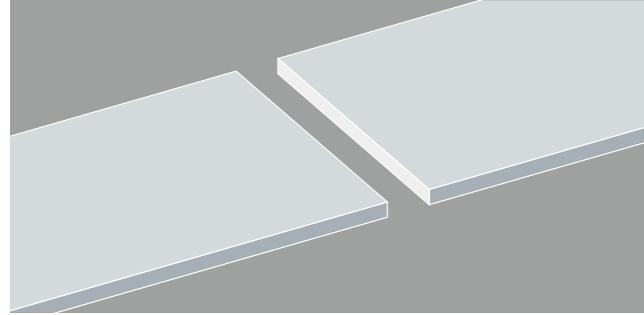
### 사전 준비

- 편침 장비를 사용하거나 손으로 벨트의 끝부분을 Z 모양으로 잘라냅니다.

### 엔드리스 접합을 위한 융착 작업

- 텍스처 호일을 스플라이스 가이드에 삽입(벨트 직물의 질감을 살리고 플라스틱에서 기체가 분출됨).
- 스플라이스 가이드에 벨트 끝부분(필요 시 우레탄 호일까지)을 정확하게 삽입.
- 접합 부분에 텍스처 호일을 정렬.
- 접합 장치에 스플라이스 가이드를 삽입하여 녹인(>  $120^{\circ}\text{C}$ ) 정해진 시간 동안 압력을 가함.

## 7.2 스플라이스 종류



### 버트 스플라이스

버트 스플라이스를 위해서는 먼저 평벨트의 끝부분을 정확하게 90°로 정렬한 후 세로로 잘라내야 합니다. 그리고 끝부분을 녹여 압력을 가해 접합합니다. Forbo Movement Systems은 특별한 용도로 사용할 수 있도록 다양한 각도의 버트 스플라이스도 제작하고 있습니다.

버트 스플라이스 제작에는 항상 열융착 과정이 필요합니다. 버트 스플라이스는 평벨트 끝부분만 녹여 붙이기 때문에 융착 면적이 가장 적어 평벨트에 가해지는 힘이 상대적으로 작은 경우에만 사용할 수 있습니다. 따라서 버트 스플라이스는 시글링 익스트라멀터스 평벨트 폴리우레탄 라인을 접합하는 경우에만 사용합니다.

#### 사전 준비

- 벨트 끝부분을 평행으로 자릅니다.

#### 엔드리스 접합을 위한 융착 작업

- 열판 반대쪽에 벨트 끝부분을 위치.
- 벨트 끝부분을 서로 녹임.
- 열판을 제거한 후 벨트 끝부분에 압력을 가함.

### 오버랩 스플라이스

오버랩 스플라이스를 위해서는 먼저 평벨트 끝부분을 정확하게 90°로 정렬한 후 세로로 잘라내야 합니다. 그리고 벨트 한쪽 끝부분을 다른 쪽 끝부분 위로 약 2mm 겹치도록 옮겨놓은 후 접합 장치를 사용해 접합합니다. Forbo Movement Systems은 특별한 목적으로 사용할 수 있는 다양한 각도의 오버랩 스플라이스를 제공하고 있습니다.

오버랩 스플라이스 제작에는 항상 융착 과정이 필요합니다. 오버랩 스플라이스의 접합부는 버트 스플라이스보다 크지만 웨지 스플라이스나 Z 스플라이스에 비하면 매우 작은 편입니다. 따라서 오버랩 스플라이스는 버트 스플라이스와 마찬가지로 시글링 익스트라멀터스 폴리우레탄 라인에만 적합합니다.

#### 사전 준비

- 벨트 끝부분을 평행으로 자릅니다.

#### 엔드리스 접합을 위한 융착 작업

- 텍스처 호일을 스플라이스 가이드에 삽입(벨트 치물의 질감을 살리고 플라스틱에서 기체가 분출됨).
- 스플라이스 가이드에 벨트 끝부분(필요 시 우레탄 호일까지)을 정확하게 삽입.
- 접합 부분에 텍스처 호일을 정렬.
- 접합 장치에 스플라이스 가이드를 삽입하여 녹인 후(> 120°C) 정해진 시간 동안 압력을 가함.

### 메커니컬 파스너

메커니컬 파스너는 시글링 익스트라멀터스 평벨트 끝부분에 와이어나 핀을 사용해 연결할 수 있도록 설계되어 있는 와이어 클램프나 힌지를 의미합니다.

주로 금속과 플라스틱 소재가 사용됩니다.

이 방식은 산업화 초기에 개발되었으며 당시 평벨트 접합에 적용할 수 있는 유일한 방법이었습니다. 현대에는 고강도 소재로 인해 메커니컬 파스너는 훨씬 정교해졌습니다. 또한 지금까지 설명한 여러가지의 접합 방식과 같이, 평벨트의 접합 방식은 다양하게 개발되었습니다. 때문에 현재 Forbo Movement Systems은 특별한 경우 및 고객의 요청이 있는 경우에만 메커니컬 파스너를 사용하고 있습니다.

#### 사전 준비

- 벨트 끝부분을 90°로 자릅니다.
- 파스너를 벨트 끝에 위치합니다

#### 메커니컬 파스너를 사용한 엔드리스 접합

- 파스너의 구멍이 일렬로 정렬될 수 있도록 벨트 양끝을 서로 맞닿게 위치.
- 파스너의 구멍에 와이어나 핀을 넣어 연결.

## 7.3 접합

평벨트의 접합은 대부분 수작업으로 이뤄지며 각 공정 단계를

부분적으로 자동화하는 것만이 가능합니다.

이러한 이유로 인해 접합 과정에서 오류가 발생하기 쉽습니다.

다음은 절차는 이러한 오류들은 미연에 방지하기 위한 방법입니다.

시글링 익스트라멀터스 평벨트에 사용되는 접합 방식(7.2장 참조)에는 모두 접합 설명서(1)가 있습니다.

이 설명서에는 벨트 소재 준비 작업부터 마지막 작업 공정까지 확인할 수 있습니다. 이런 접합 작업 설명서를 보충하는 것이 바로 접합 데이터 시트(2)입니다. 접합 데이터 시트에서는 가열 시간, 온도, 접합 보조 소재 (예. 구조적 메쉬, 접착제 등)에 대한 설명등과 같이 각 제품에 맞는 접합 작업과 관련된 자세한 정보를 확인할 수 있습니다. 접합 설명서와 데이터 시트는 내부 접합 데이터베이스 자료 B\_Rex/Splice\_It(3)에서 확인할 수 있습니다.

접합 과정에서 오류를 줄이기 위한 첫 번째 단계는 바로 접합 설명서와 데이터 시트의 내용을 충분히 숙지하는 것입니다. 문서의 내용에 맞게 필요한 부속품을 준비하고 각각의 기능들을 확인하여 주십시오.

스플라이스 가이드 같은 부속품은 확인하기 쉬운 편이지만 마모되거나 찢어지기 쉬운 부속품에는 특별히주의를 기울여야 합니다. 예를 들면, 접착제는 여전히 사용 가능한 상태인지 또는 구조적 메쉬의 상태는 깨끗하고 마모된 곳이 없는지 상시로 확인해야 합니다.

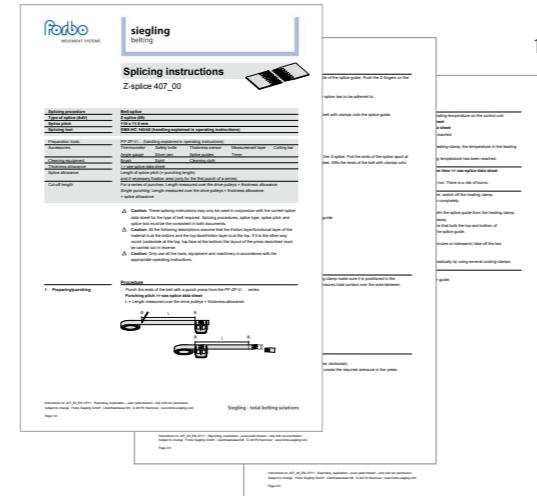
벨트 소재도 반드시 주의를 기울여 준비해야 하는 요소 중 하나입니다. 반드시 정확한 길이로 벨트를 절삭해야 합니다(5.2장 참조). 벨트의 폭 또한 정확하게 절삭해야 합니다. 마지막으로 스플라이스 부분을 정확하게 편창하고, 자르고, 연마해야 합니다. 반드시 적절한 칼날과 접착제, 그리고 연마 장비를 사용하여 주십시오.

다음은 스플라이스의 종류에 따라 확인해야 할 부분입니다.

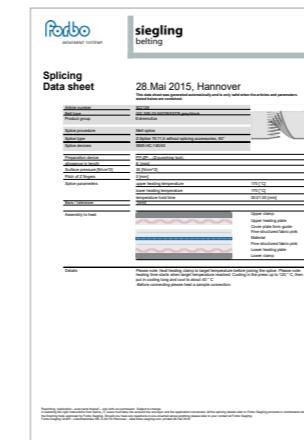
웨지 스플라이스 - 벨트의 양 끝 부분을 동일한 각도로 연마하였습니까?

Z 스플라이스 - 벨트 끝부분을 Z 모양으로 끝까지 일정하게 잘라

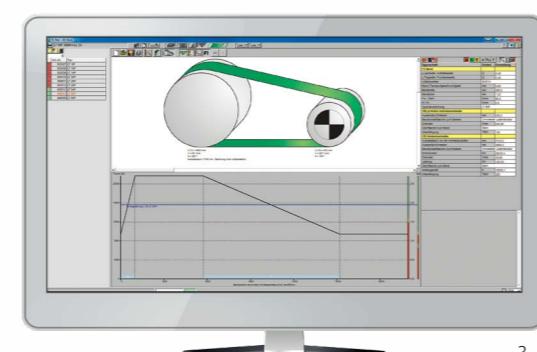
내었습니까? 벨트의 끝부분이 일직선으로 정렬되었습니까?



1



2



3

준비 과정을 정확하게 끝마쳤다면, 다음은 접착제를 벨트 끝부분에 바르고 (웨지 스플라이스의 경우) 압력, 온도 및 시간을 확인해야 합니다.

압력은 보통 접합 장치에 따라 달라집니다. 온도와 시간은 사용자가 조절할 수 있습니다. 접합 데이터 시트에서 온도와 시간을 확인한 후 접합장치(4)에서 조절해 주십시오.

Forbo Movement Systems은 테스트용 스플라이스를 제작하여 접합작업 전과정에 대해 테스트해 보기로 권장합니다.

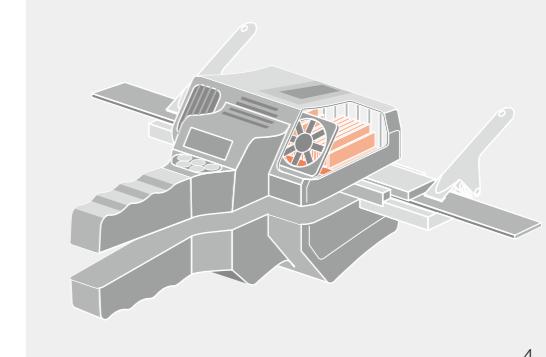
벨트 냉각이 끝나고(접합 설명서와 데이터 시트 참조) 스플라이스 가이드에서 벨트를 제거했을 때 접합면 가장자리는 일직선이 나와야 합니다.

이제 벨트를 사용할 수 있습니다. 평벨트를 사용하는 방법은 6장에서 확인할 수 있습니다.

- 보관
- 기계장치의 상태
- 설치와 텐션
- 관리와 사용

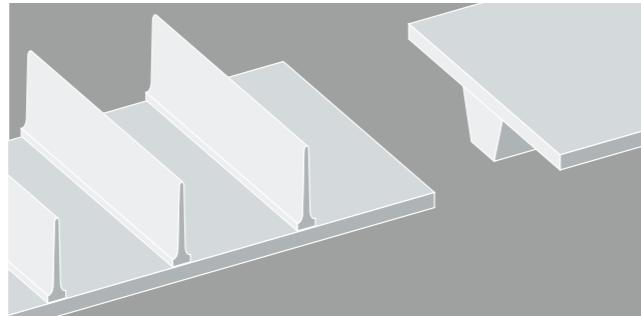
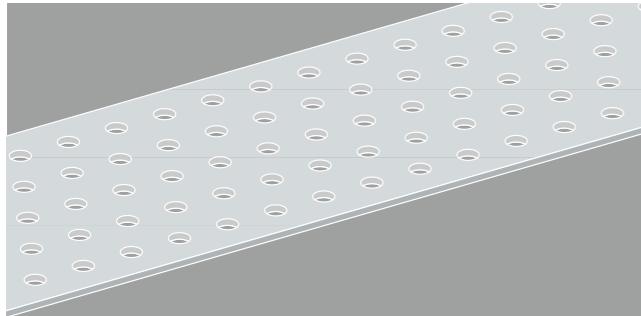
시글링 익스트라멀터스 평벨트를 사용해 앤드리스 스플라이스를 제작하는데 도움이 필요하시다면 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.  
[www.forbo.com/movement > Contact](http://www.forbo.com/movement > Contact)

감사합니다.



4

## 7.4 특수 가공



시글링 익스트라멀터스 평벨트는 엔드리스 스플라이스를 제작할 뿐만 아니라 특수 가공을 통해 다양한 특성을 추가하는 것이 가능합니다. 특수가공에는 프로파일 적용, 타공 생성, 벨트 엣지 특수 가공 및 각인 등이 있습니다.

물론 시글링 익스트라멀터스 평벨트에 원하는 특성을 추가하는 작업이 항상 기술적으로 가능한 것은 아닙니다. 원하시는 특수가공이 있을 경우 Forbo Movement Systems에 연락하여 문의해주시기 바랍니다.  
[www.forbo.com/movement > Contact](http://www.forbo.com/movement > Contact)

감사합니다.

### 프로파일

두께가 얇은 익스트라멀터스 벨트에 프로파일은 용착하지 않는게 좋습니다. 또한, 동력 전달용 벨트에 프로파일을 부착하는 건 일반적이지 않습니다. 일반적으로 가로방향 프로파일은 구동제어를 쉽게 하기 위함이며, 세로방향 프로파일은 평벨트의 상부 코팅재질에 따라 다르게 사용할 수 있습니다. 하지만 프로파일은 이송작업과 관련이 있는 평벨트에만 사용할 수 있습니다.

### 타공

고객의 요청에 따라 제작 가능한 형태의 타공을 작업해 듭니다. 타공은 주로 시글링 익스트라멀터스 진공벨트 용도로 사용됩니다. 타공벨트는 인쇄, 목제 그리고 제지 산업에서 많이 사용됩니다.

### 벨트 엣지 가공

직물 인장재가 적용된 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 가장자리 가공이 가능하지만 주로 식품산업이나 섬유기계같이 특별한 용도에 한해 적용합니다. 벨트 가장자리를 가공하는 주 목적은 올풀림 방지 및 기계장치로부터 평벨트의 인장재를 보호하기 위해서입니다.

### 벨트 엣지 디자인

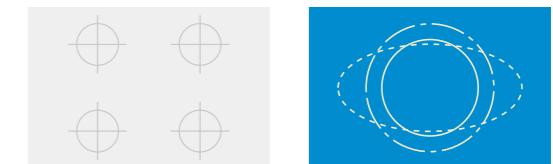
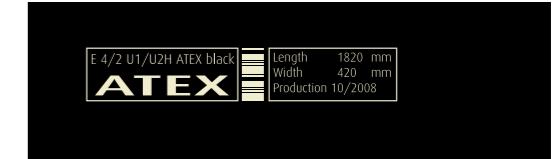
"스완 엣지"가 적용된 폴리아미드 라인의 고하중용 벨트는 매우 특별한 유형의 벨트입니다. 평벨트가 측면에서부터 구동하거나, 또는 수직으로 구동하는 경우 스완 엣지로 가공한 벨트를 사용하는데 이는 벨트가 수직으로 움직일 경우, 폴리아미드 인장재를 깨끗하게 절단한 형태의 엣지보다 훨씬 내구성이 좋기 때문입니다.

### 각인

많은 응용분야에서 벨트에 글씨나 이미지를 새겨야 할 필요가 발생합니다. Forbo Movement Systems은 사용 용도와 각인 범위에 따라 다양한 방법을 사용해 벨트에 글자 또는 이미지를 각인하고 있습니다.

- 필름 : 벨트 표면에 필름을 놓고 가열합니다.
- 인쇄 : 벨트 표면에 입자를 도포합니다. 예. 잉크젯 인쇄
- 레이저 각인 : 레이저를 사용해 표면의 색을 변경합니다.

각인을 하는 이유는 기본적으로 다음과 같습니다.



### 자동화

자동화 공정에서 광학 센서로 각인된 부분을 인식하여 이송하는 제품을 정확한 위치에 멈추고 정밀하게 제어하는 것이 가능합니다.

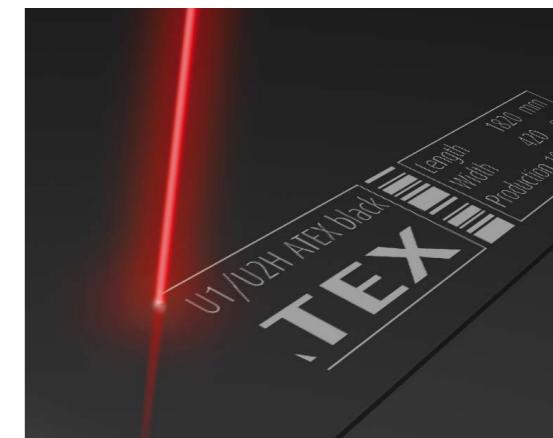


### 안전

벨트에 선명하게 각인을 하면 움직이는 벨트를 눈으로 확인하기 쉬워져 사고를 예방할 수 있습니다.

### 광고

벨트에 글씨나 이미지를 새겨 사람들의 시선을 끄는 브랜딩이 가능하게 합니다.



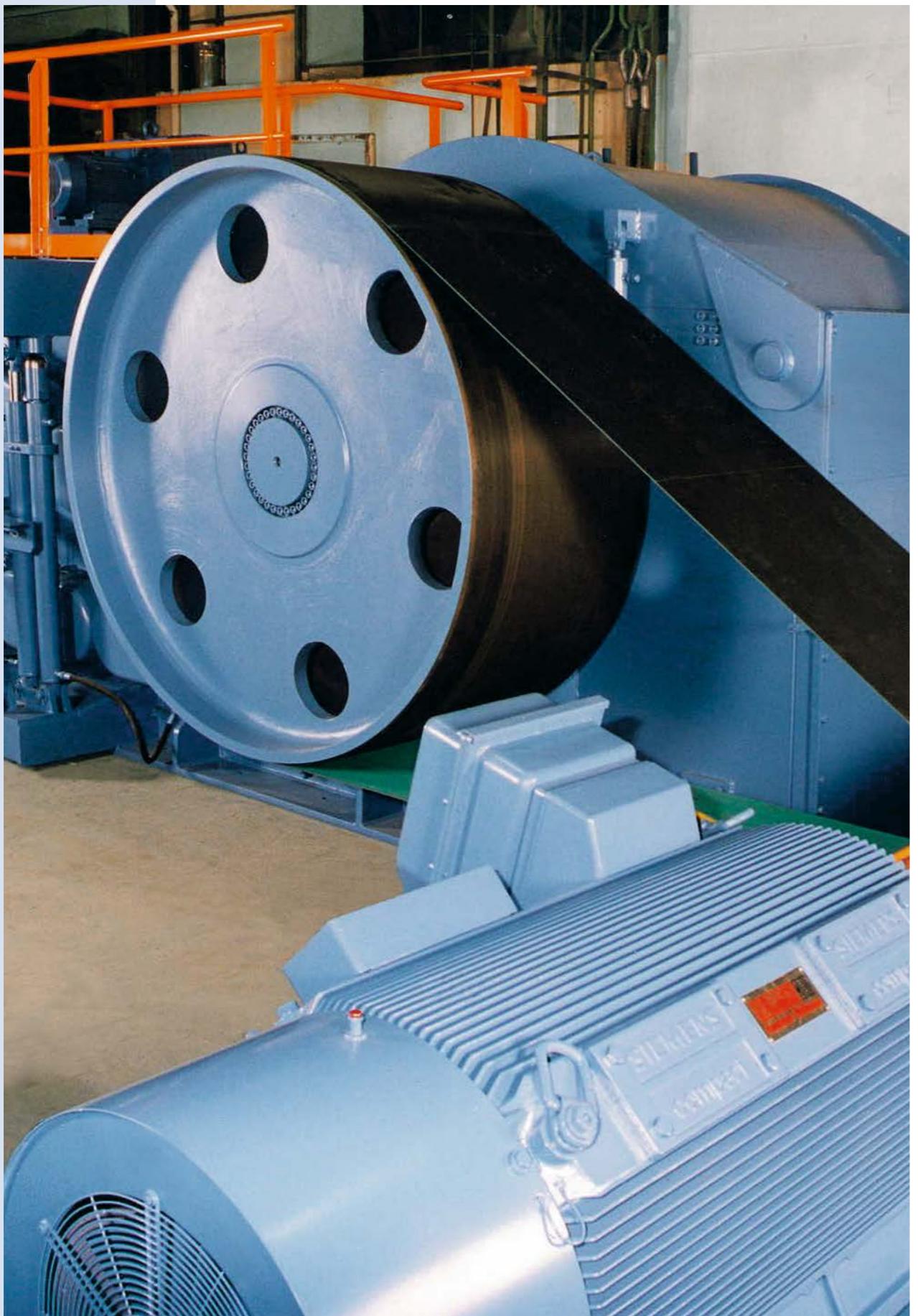
### 식별

기술 자료, 벨트 특성, 주문 코드 같은 중요한 정보를 벨트에 새겨 사용자가 쉽게 재주문하고 법적 규율을 준수할 수 있도록 합니다.

레이저 각인은 특히 많은 이점을 제공합니다. 레이저를 사용하면 정확한 위치에 저항성이 높은 각인을 정교하게 새길 수 있습니다. 레이저 각인은 경제적일 뿐만 아니라 매우 작은 크기의 각인도 가능합니다. 레이저 각인은 FDA 규정 21 CFR와 유럽 규정(EU) 10/2011 및 (EC) 1935/2004에 따라 포장이 되지 않은 상태의 식품과 직접 접촉하는 벨트에 이상적인 방법입니다.

벨트 각인에 대한 자세한 정보는 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.

[www.forbo.com/movement > Contact](http://www.forbo.com/movement > Contact)



## 8 풀리

- 8.1 풀리의 기하학적 구조
- 8.2 풀리의 규격 및 품질
- 8.3 크라운 풀리의 사용

## 8.1 풀리의 기하학적 구조

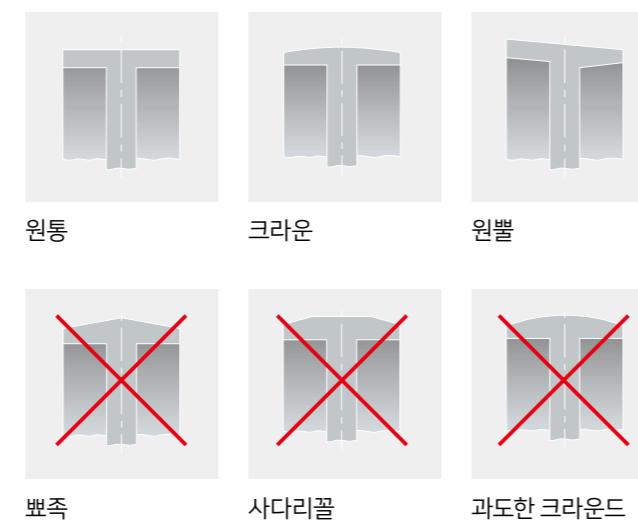
평벨트 구동의 가장 큰 장점 중에 하나는 V-벨트와 V-리브드 벨트가 적용된 구동 방식과는 달리 단순한 기하학적 구조로 된 풀리를 사용한다는 점입니다.

Forbo Movement Systems은 원통 또는 크라운 형태의 풀리(중간이 볼록함)를 사용할 것을 권장하고 있으며, 특별한 경우에 한해(예. 콘 드라이브) 원뿔 형태의 풀리 사용이 허용되고 있습니다.

풀리의 가장자리는 절대 날카롭지 않도록 주의해야 하며, 이런 이유로 사다리꼴이나 원통-원뿔 또는 끝이 뾰족한 풀리는 사용하지 않는 편이 좋습니다. 과도하게 크라운 적용된 풀리를 사용할 경우 벨트의 수명이 감소할 수 있습니다. Forbo Movement에서 권장하는 크라운(볼록하게 올라온 부분)의 높이 "h"는 아래 표에서 확인할 수 있습니다.

ISO 22를 준수하는 라인에 풀리가 적용될 경우 벨트의 수명을 유지할 수 있을 뿐만 아니라 동력을 높은 효율로 전달하는 것이 가능하며 벨트 트래킹 우수한 성능을 보이고 축에 대한 부하고 감소됩니다.

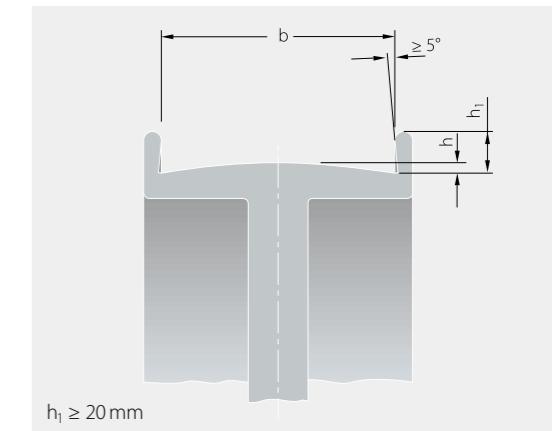
참조: 풀리 직경이 2,000 mm를 초과할 경우 Forbo Movement Systems의 해당 분야 전문가에게 크라운 높이에 대한 문의를 하시기 바랍니다.



### 플랜지가 있는 풀리

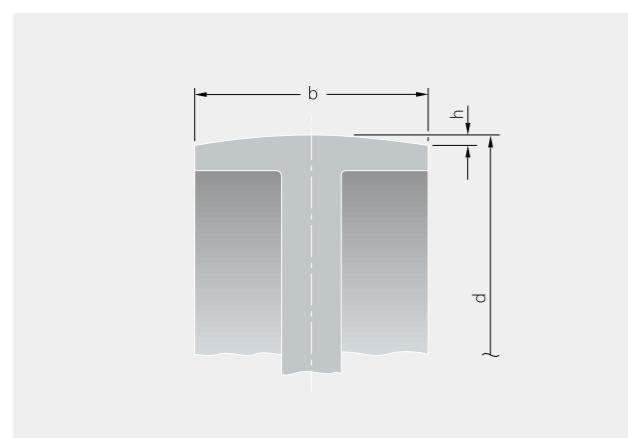
때로는 풀리에 플랜지를 사용해야 하는 경우가 발생 하지만, Forbo Movement Systems은 일반적으로 풀리에 플랜지를 사용하지 않는 것이 좋다고 권장하고 있습니다.

하지만 풀리에 플랜지를 사용할 수밖에 없는 경우라면 풀리의 표면이 반드시 ISO 22에 기준에 따라 크라운 형태로 될 수 있도록 해야 합니다(76페이지의 표 참조). 또한, 플랜지의 안쪽 가장자리는 반드시 5°로 언더컷 되어 있어야 하며 플랜지의 끝단 모서리는 반드시 둥글게 다듬어진 형태로 마감이 되어 있어야 합니다. 이는 평벨트가 플랜지에 닿을 경우 심각한 손상을 입을 수 있기 때문에 취해져야 하는 조치 사항입니다.



참조: 평벨트를 제어해야 하는 경우 플랜지가 있는 풀리를 사용하지 마시기 바랍니다.

### ISO 22에 준수하는 크라운 높이 h



풀리 직경 d [mm]	크라운 높이 h [mm]	
	풀리 폭 $b \leq 250$ mm	풀리 폭 $b > 250$ mm
40 ~ 112	0.3	
125 ~ 140	0.4	
160 ~ 180	0.5	
200 ~ 224	0.6	
250 ~ 280	0.8	
315 ~ 500	1.0	
560 ~ 710	1.2	
800 ~ 1000	1.2	1.5
1120 ~ 1400	1.5	2.0
1600 ~ 2000	1.8	2.5

## 8.2 풀리의 규격 및 품질

풀리의 폭 "b"는 평벨트의 폭 "b<sub>0</sub>"를 사용해 계산할 수 있습니다. Forbo Movement Systems은 ISO 22 기준을 바탕으로 벨트 폭에 따른 권장 풀리 폭 "b"를 제안하고 있습니다(오른쪽 표 참조). 오른쪽 표에서 찾을 수 없는 풀리의 폭은 아래의 공식을 사용해 계산하기 바랍니다.

$$b \geq 1.1 \cdot b_0$$

기계장치에서 사용할 수 있는 최소 허용 풀리 직경은 어떤 평벨트를 사용하는지에 따라 달라지며, 시글링 익스트라멀터스 평벨트 제품 데이터 시트에서 확인할 수 있습니다.

원칙적으로 (DIN EN ISO 4287과 DIN EN ISO 4288에 따르면) 풀리 표면의 평균 거칠기  $R_a$ 는  $\leq 6.3 \mu\text{m}$ 입니다. 하지만 표면의 평균 거칠기  $R_a$ 가  $\leq 3.2 \mu\text{m}$ 인 풀리는 구동 풀리로 사용하지 않는 편이 좋습니다. 미끌림(slippage) 때문에 동력 전달의 효율이 감소할 가능성이 있기 때문입니다.

일반적인 풀리는 속도  $V_{max} = 40 \text{ m/s}$  이하까지 사용할 수 있습니다. 특수한 풀리는 반드시 이보다 높은 속도에서 사용해야 합니다(예. 스틸, 카운터밸런스).



## 8.3 크라운 풀리의 사용

$b_0 [\text{mm}]$	$b [\text{mm}]$	$b_0 [\text{mm}]$	$b [\text{mm}]$
20	25	180	200
25	32	200	225
30	40	220	250
35	40	250	280
40	50	280	315
45	50	300	315
50	63	320	355
55	63	350	400
60	71	380	400
65	71	400	450
70	80	450	500
75	90	500	560
80	90	550	630
85	100	600	630
90	100	650	710
95	112	700	800
100	112	750	800
120	140	800	900
140	160	900	1000
160	180	1000	1120

### 2-풀리 드라이브

일반적으로 2-풀리 구동에서 사용되는 풀리는 두 개 모두 크라운의 높이가 ISO 22를 준수하고 있어야 합니다. 하지만 수평축이 존재하고 그 비율이 1:3을 초과하는 구동의 경우 크기가 좀 더 작은 원통 형태의 풀리를 사용할 수 있습니다.

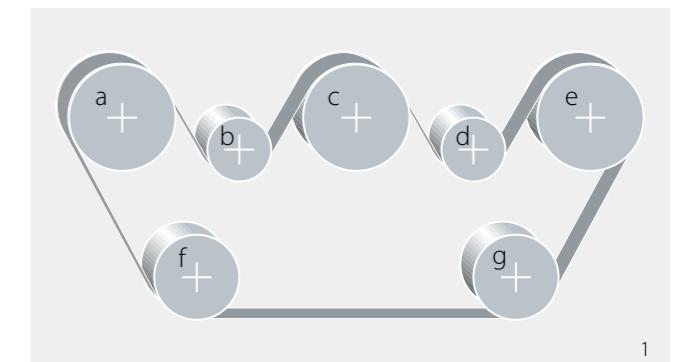
### 다중 풀리 드라이브

다중 풀리 구동의 경우 평벨트를 동일한 방향으로 굽히는 풀리만 크라운 처리가 되어야 합니다. 일반적으로는 “안쪽”에 위치한 풀리가 이 경우에 속합니다.

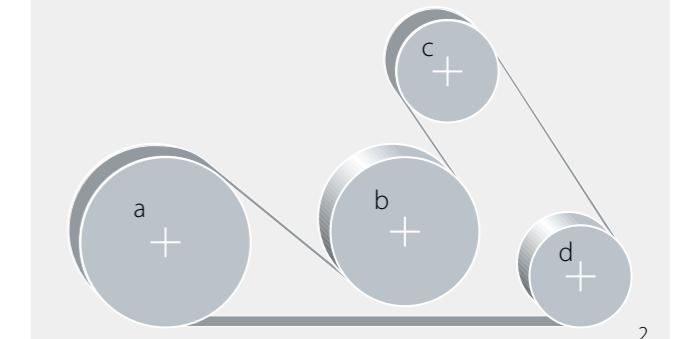
벨트의 길이가 조금 더 짧은 경우에는 가장 크기가 큰 풀리를 크라운 처리하는 것 만으로도 벨트 트래킹이 좋아집니다.

예를 들어 그림 1의 경우 풀리 a와 c, e, f, g를 크라운 하는 편이 좋으며, 평벨트의 길이가 더 짧은 경우에는 풀리 a와 c만 크라운 하는 것 만으로 충분합니다.

그림 2의 경우 풀리 a와 c, d를 크라운 하는 편이 좋으며, 평벨트의 길이가 더 짧은 경우에는 풀리 a만으로 충분합니다.



1



2

# 9 동력 전달 벨트 계산



- 9.1 서론
- 9.2 평벨트의 동력 전달
- 9.3 용어
- 9.4 계산법
- 9.5 작동 계수  $C_2$
- 9.6 장착 기본 신율  $C_3$
- 9.7 원심력에 대한 허용 신율  $C_4$
- 9.8 진동 계산
- 9.9 계산 예시

## 9.1 서론

9장은 Forbo Movement Systems의 다년간 경험에서 비롯된 최신 공식과 수치, 그리고 권장사항을 다루고 있습니다. 마찰층과 엘라스토머 G 및 크롬 가죽과 스틸 및 주철 폴리 사이의 동력 전달 계산에 사용할 수 있습니다. 하지만 계산 결과는 B\_Rex 프로그램에서 확인되어지는 계산 결과값과 다를 수 있음을 알려 드립니다.(4.5장 참조).

이러한 차이는 계산식과 B\_Rex가 근본적으로 다른 접근법을 취하고 있기 때문에 발생합니다. 즉, B\_Rex는 실험을 통해 습득한 측정값을 바탕으로 하고 있으며 기계장비에 대한 자세한 정보를 필요로 하는 반면 계산식은 기초적인 물리 공식과 특정 안전요소(예. C<sub>2</sub>) 등으로 보충되는 파생 공식을 기초로 하기 때문입니다.

일반적으로 여기서 다루는 계산식에 사용되는 안전 요소는 B\_Rex 계산식에 사용되는 것 보다 수치가 큽니다.

**참조:** 시글링 익스트라멀터스 평벨트 폴리우레탄 라인은 기본적으로 동력 전달용이 아니기 때문에 9장에서 다루고 있는 공식을 사용해서 관련 데이터를 계산할 수 없습니다.

## 9.2 평벨트의 동력 전달

주어진 토크 M과 유효 장력 F<sub>U</sub>의 동력 맞춤형 전달을 위해서는 평벨트를 반드시 풀리에 단단히 고정해야 합니다. 이는 벨트의 인장측과 이완측 양 쪽에 작용하는 장력(F<sub>1</sub>과 F<sub>2</sub>)을 생성하고 이를 풀리측에 대한 장력으로 작용할 수 있도록 하기 위함입니다. 이 힘이 바로 축부하 F<sub>w</sub>입니다(2.6장 참조).

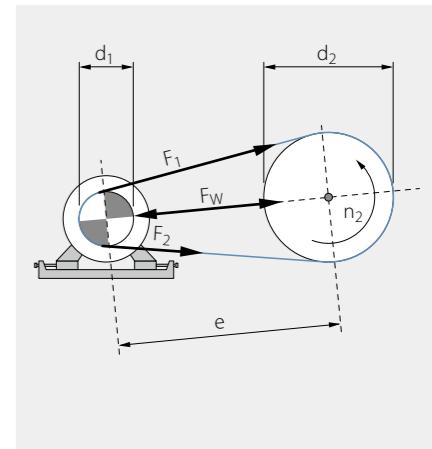
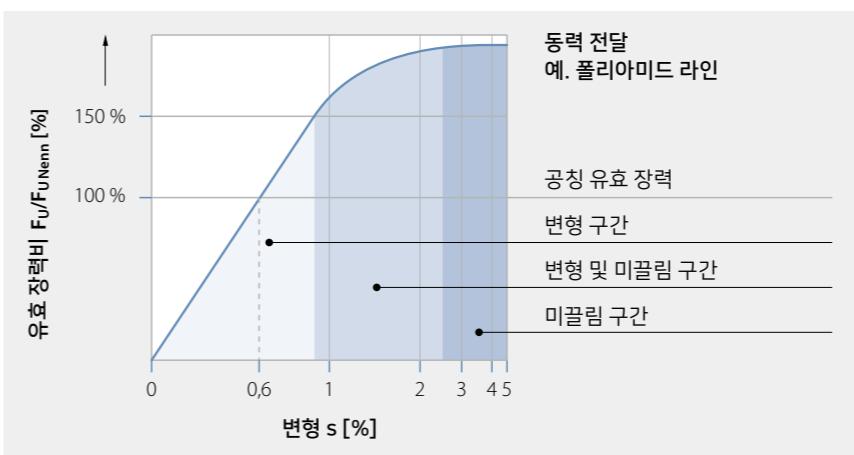
마찰의 도움으로 유효장력 F<sub>U</sub>가 평벨트와 풀리 간의 접촉을 통해 구동 풀리에서 피동 풀리로 이동하게 되고, 이어 장력 F<sub>1</sub> 그리고 벨트 인장측의 신율이 장력 F<sub>2</sub>와 벨트 이완측 신율보다 높아지게 됩니다. 평벨트에서 발생한 이런 신율의 차이를 보완하는 것이 바로 미끄럼 s입니다.

아래의 표에서 확인할 수 있듯이, 변형 구간과 변형 및 미끌림(slippage) 구간, 그리고 미끌림(slippage) 구간 이렇게 세 개의 미끄럼 구간이 존재합니다. 이 경우 미끌림(slippage)은 평벨트가 풀리에서 미끄러지는 것을 의미합니다. 평벨트가 미끌림(slippage) 구간에 진입할 경우 벨트의 수명이 급속도로 감소하기 때문에 무슨 일이 있어도 평벨트가 미끌림(slippage) 구간에 진입하지 않도록 주의해야 합니다. 평벨트가 변형 및 미끌림(slippage) 구간에 진입하더라도 미끌림(slippage)을 완전히 피할 수 없게 되기 때문에 역시 무슨 일이 있어도 평벨트가 변형 및 미끌림(slippage) 구간에 진입하지 않도록 주의해야 합니다.

하지만 변형의 경우 평벨트의 탄성 소재의 특성이 유효장력 F<sub>U</sub>에 의해 발생한 벨트 스트랜드 내 힘과 신율의 차이를 상쇄하게 됩니다. 그 결과 평벨트가 지나치게 마모되는 문제는 발생하지 않게 됩니다.

시글링 익스트라멀터스 평벨트(폴리아미드 라인)는 장착 시 확정 신을, 장착 시 공칭 신을 ε<sub>Nenn</sub>, 미끄럼 값 s = 0.6%, 그리고 공칭 유효 장력 F<sub>UNenn</sub>에 도달할 수 있도록 설계되었습니다. 평벨트를 지향하는 동작점에서 작동시킬 수만 있다면 변형 구간에서도 안전하게 사용할 수 있습니다. 변형 구간에는 미끄럼 s = 0.9%인 경우도 포함되는데, 이는 시글링 익스트라멀터스 평벨트가 공칭 유효 장력 F<sub>UNenn</sub>의 최대 150%까지 전달할 수 있는 극한적인 상황을 의미합니다. 이는 시글링 익스트라멀터스 평벨트가 얼마나 잘 동력을 전달할 수 있는지, 얼마나 완벽하게 고객을 만족시킬 수 있는지 보여주는 사례라 할 수 있습니다. 용도에 따라 필요한 평벨트의 폭이 달라집니다. 평벨트 분류를 위해 데이터 시트에 있는 공칭 유효 장력은 폭 단위, 즉 폭 1 mm당 공칭 유효 장력 F<sub>UNenn</sub>을 의미합니다.

**참조:** 미끌림(slippage) 구간은 평벨트에 사용된 소재에 따라 달라집니다. 따라서 시글링 익스트라멀터스 평벨트 아라미드 라인과 폴리에스터 라인은 폴리아미드 라인과 다른 미끄럼 값을 보입니다.



## 9.3 용어

약어	단위	의미
b	mm	풀리링 폭
$b_0$	mm	평벨트 폭
$c_2$	-	작동 계수
$c_4$	%	장착 기본 신율
$c_5$	%	원심력에 대한 허용 신율
$c_{initial}$	-	러닝인 비율
$c_R$	N/m	평벨트의 스프링 정수
$d_1$	mm	구동 폴리의 직경
$d_2$	mm	피동 폴리의 직경
$d_{small}$	mm	크기가 가장 작은 폴리의 직경
e	mm	축과 폴리 간의 거리
$F_1$	N	장력 - 벨트의 인장축
$F_2$	N	장력 - 벨트의 이완축
$F_B$	N	기준 장력
$F_U$	N	전달되는 유효장력
$F'_U$	N/mm	폭 기반의 유효장력
$F_{UNenn}$	N	장착 공칭 신율에서의 공칭 유효장력
$F'_{UNenn}$	N/mm	장착 공칭 신율에서의 폭 기반의 공칭 유효장력
$F_w$	N	축부하
$F'_w$	N/(mm · %)	장착 신율이 1% 시 폭 관련 축부하
$F_{wd}$	N	동축부하
$F_{Winitial}$	N	축부하의 초기값
$F_{Wmax}$	N	최대 허용 축부하(기계장치에 따라 다름)
$F_{ws}$	N	정축하중
$f_1$	Hz	벨트 인장축의 고유 횡단 주파수
$f_2$	Hz	벨트 이완축의 고유 횡단 주파수
$f_{err}$	Hz	익사이터 주파수
h	mm	크라운 높이
$J_1$	$\text{kgm}^2$	구동 폴리의 질량 관성 모멘트
$J_2$	$\text{kgm}^2$	피동 폴리의 질량 관성 모멘트
I	mm	기하학적 벨트 길이
$I_1$	mm	구동 폴리의 호(아크)길이
$I_2$	mm	피동 폴리의 호(아크)길이
$I_s$	mm	자유 진동 벨트 길이
M	Nm	토크
$m'$	$\text{kg}/\text{m}^2$	평벨트의 표면 단위 당 무게
$m'_R$	$\text{kg}/\text{m}$	평벨트의 미터 당 무게
$n_1$	1/min	구동 폴리의 속력
$n_2$	1/min	피동 폴리의 속력
P	kW	전달되는 동력
v	m/s	벨트 속력
$Z_{err}$	-	벨트 회전 당 여진 주기 횟수
$\beta_1$	mm	구동 폴리의 접촉호
$\beta_2$	mm	피동 폴리의 접촉호
$\epsilon$	%	장착 시 신율
$\epsilon_{Nenn}$	%	장착 시 공칭 신율

## 9.4 계산법

단위: P[kW], d <sub>1</sub> [mm], n <sub>1</sub> [1/min], d <sub>2</sub> [mm], e[mm]		
$\beta_1 = 2 \cdot \arccos \left( \frac{(d_2 - d_1)}{2e} \right)$	[°]	
$\beta_2 = 2 \cdot \arccos \left( \frac{(d_1 - d_2)}{2e} \right)$	[°]	
$v = \pi \cdot \frac{d_1}{1000} \cdot \frac{n_1}{60}$	[m/s]	
$F_U = \frac{P \cdot 1000}{v}$	[N]	
$F_B = F_U \cdot c_2$	[N]	
"작동 계수"표에서 $c_2$ 를 확인하였습니다(9.5장 참조)		
$\beta$ 와 교차할 때까지 수직으로 위로 올라가고 있는 모양인 $d_{small}$ 그래프에서 $F'_U$ 는 왼쪽, $c_4$ 와 $F'_{UNenn}$ 은 오른쪽에서 확인하였습니다. $F'_{UNenn}$ 의 폭 바탕 공칭 유효장력을 바탕으로 적절한 상품을 미리 선택하였습니다.		
$b_0 = \frac{F_B}{F'_U}$	[mm]	
$I_1 = \pi \cdot \frac{d_1}{2} \cdot \frac{\beta_1}{180}$	[mm]	
$I_2 = \pi \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \frac{\beta_2}{180}$	[mm]	
$I_s = \sqrt{e^2 - \frac{(d_2 - d_1)^2}{4}}$	[mm]	참조: 주문할 평벨트의 길이는 장착 시 신율에 따라 달라집니다(5.2장과 6.3장 참조).
$I = I_1 + I_2 + 2 \cdot I_s$	[mm]	
$\epsilon = c_4 + c_5$	[%]	
"원심력에 대한 허용 신율"표에서 선택한 시글링 익스트라멀터스 평벨트에 대한 $c_5$ 를 확인하였습니다(9.7장).		
$F_{ws} = \epsilon \cdot F'_w \cdot b_0$	[N]	
$F_{wd} = c_4 \cdot F'_w \cdot b_0$	[N]	
$F_{Winitial} = c_{initial} \cdot \epsilon \cdot F'_w \cdot b_0$	[N]	
6.3장에 있는 러닝인비율표에서 $c_{initial}$ 을 확인하였습니다.		
$f_{err} = \frac{n}{60} \cdot Z_{err}$	[Hz]	$n$ 에 대한 질량불균형이 가장 높은 풀리의 속력을 사용하였습니다.
$m'_R = m' \cdot \frac{b_0}{1000}$	[kg/m]	각 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 데이터 시트에서 $m'$ 을 확인하였습니다.
$F_1 = \frac{F_{ws} + F_u}{2}$	[N]	
$F_2 = \frac{F_{ws} - F_u}{2}$	[N]	
$f_1 = \frac{1000}{I_s} \sqrt{\frac{F_1}{4 \cdot m'_R}}$	[Hz]	
$f_2 = \frac{1000}{I_s} \sqrt{\frac{F_2}{4 \cdot m'_R}}$	[Hz]	

## 9.5 작동계수 $C_2$

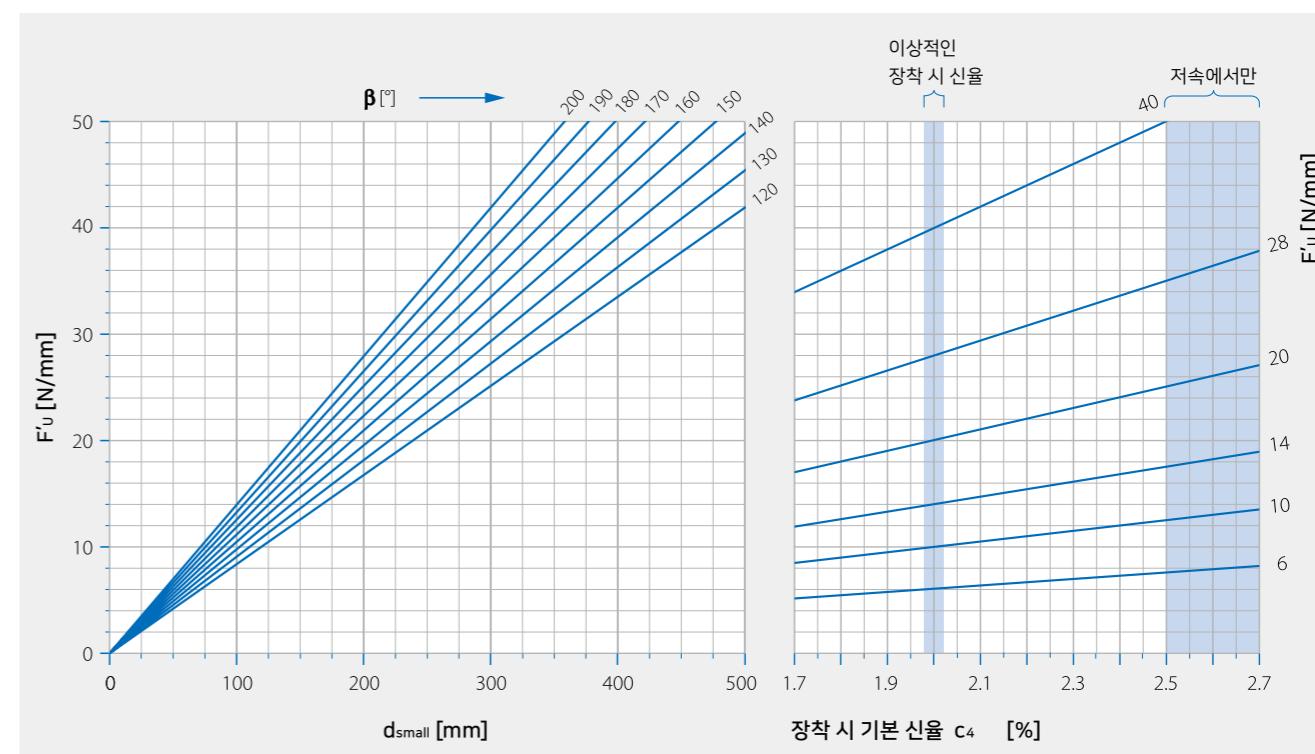
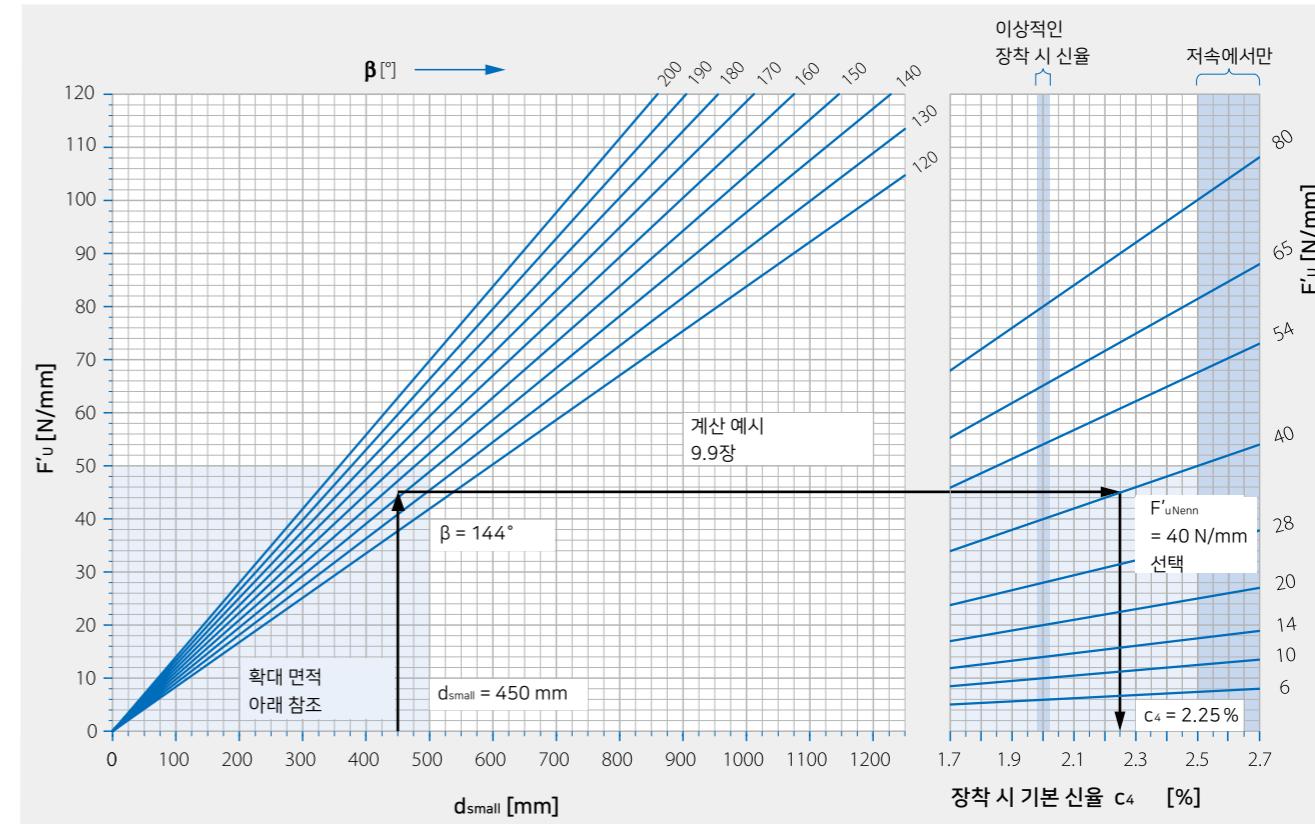
구동 종류	구동 예시	작동 계수 $C_2$
지속되는 운전 작은 질량 가속 부하 없는 가속	작은 용량의 발전기 원심 펌프 자동 선반 경량 섬유기계	1.0
거의 지속되는 운전 중간 질량 가속 부하가 거의 없는 가속	8kW 이하의 작은 팬 도구 장치 회전 피스톤 압축기 목재 가공 기계 경량 발전기 그레이인 밀 다단 기어 박스 소면기 압축기 석조 프레임쏘 스크류식 압축기	1.2
불규칙한 운전 중간 질량 가속 갑작스러운 장력	피스톤 펌프, 압축기 균일도 > 1:80 원심기 고압력 펌프 팬 반죽기계 비터 사료파쇄기 페블밀 직기 교반기 목재 산업용 절삭기 차체 프레스 제지 산업용 원뿔형 벨트	1.35
불규칙한 운전 큰 질량 가속 매우 갑작스러운 장력 부하가 있는 가속	피스톤 펌프, 압축기 균일도 > 1:80 목재 프레임쏘 졸터 굴착기 드라이브 에지 러너 전조기 벽돌 프레스 단조용 프레스 시어 펀치 프레스 롤러 밀 쇄석기 플레이커	1.7

드라이브 토크에 따라 운전 시 다음의 최소값을 유지해야 합니다.

드라이브	최소값 $C_2$
속력 조절형 전자 모터(예. 주파수 변환기)	1.0
Y 멸타 연결이 있는 전기 모터	
기계식 또는 유체 역학식 클러치가 있는 전기 모터	
극수변환 전기 모터	
연소 기관 수차	1.3
원심 클러치 없이 바로 전원을 켤 수 있는 전기 모터	1.7

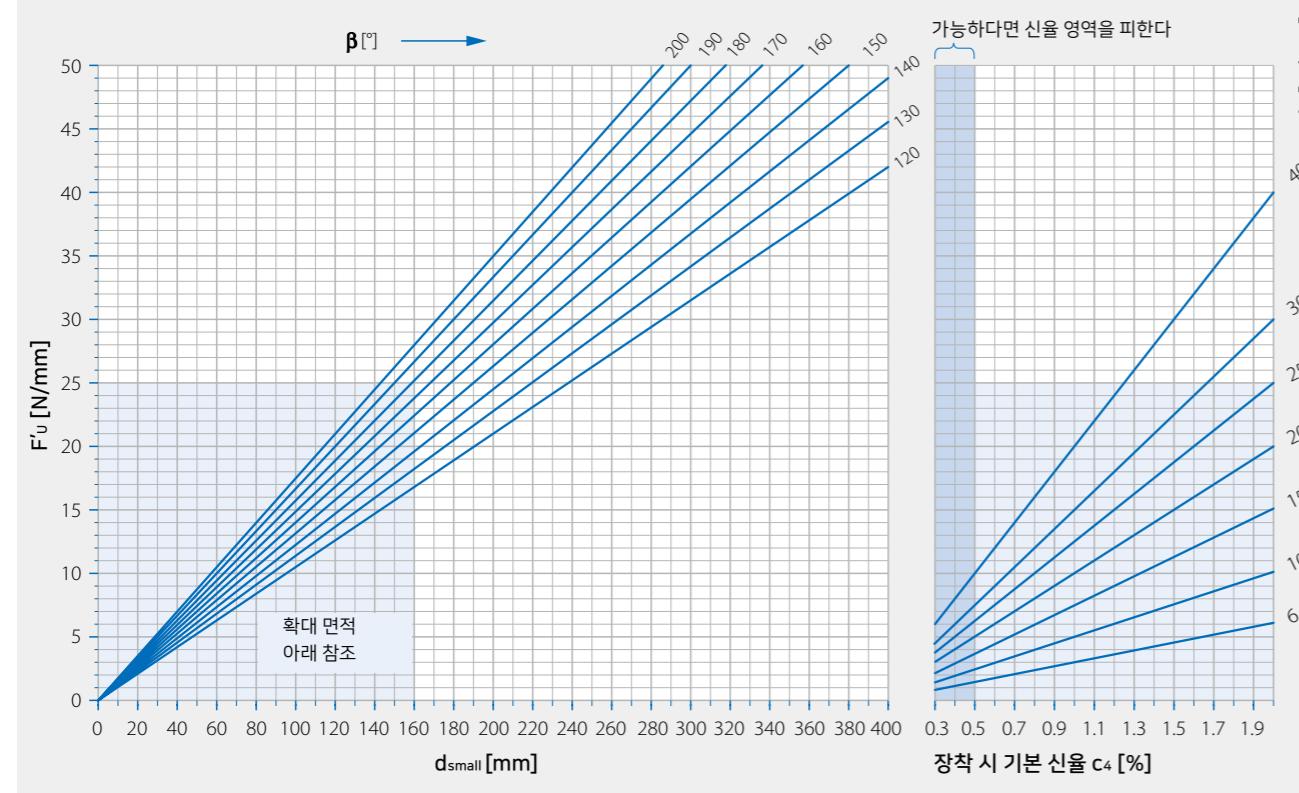
## 9.6 장착 신율 $C_4$

### 폴리아미드 라인 – 시트

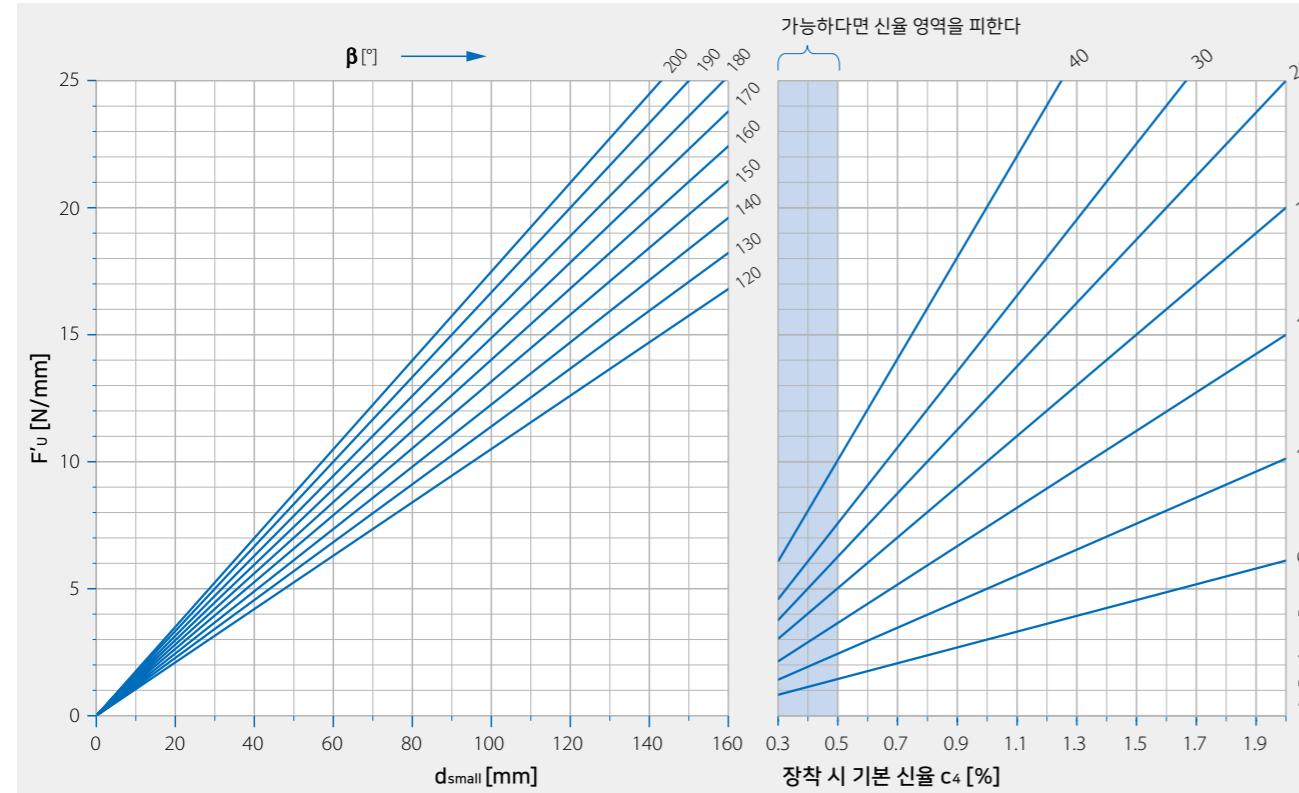
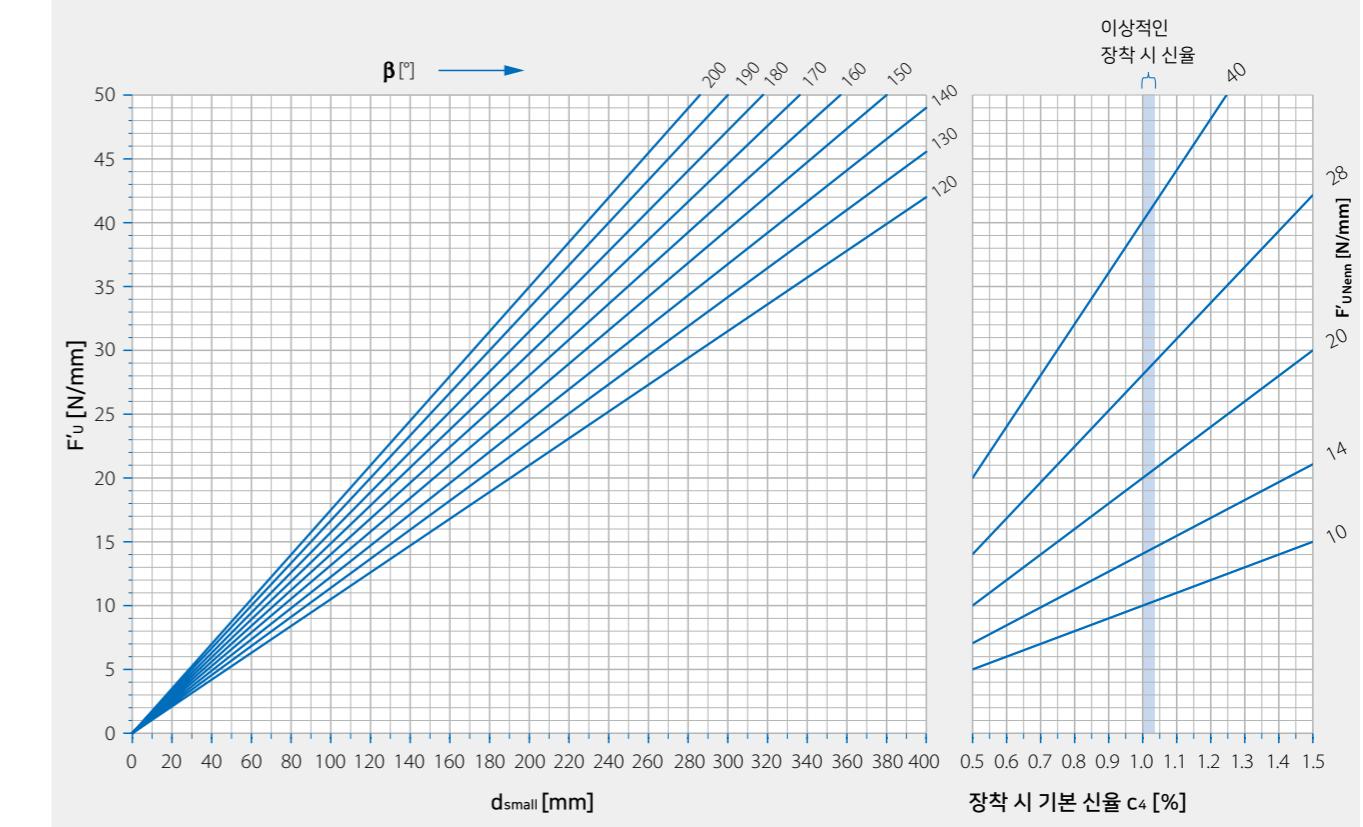


## 9.6 장착 신율 C<sub>4</sub>

### 폴리아미드 라인 - 직물



### 폴리아미드 라인 - 코드

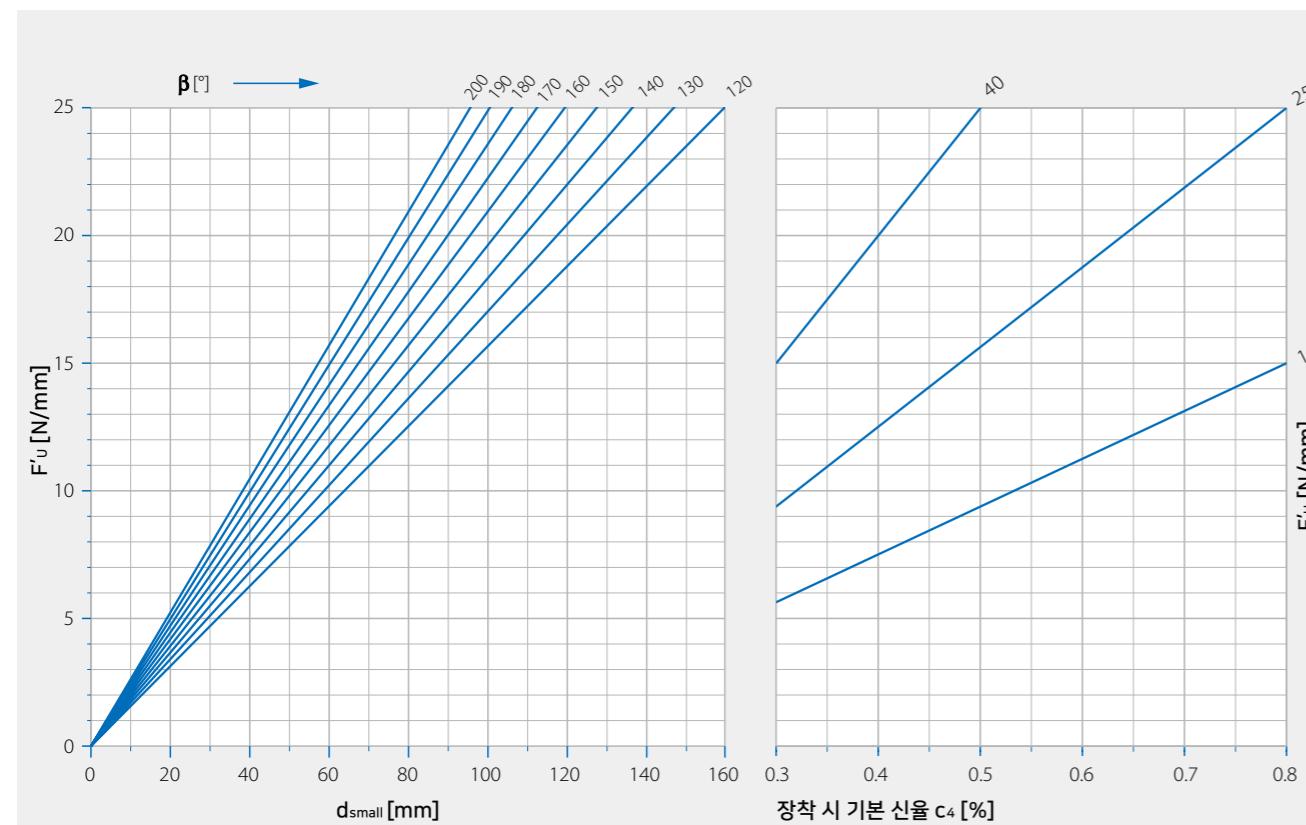
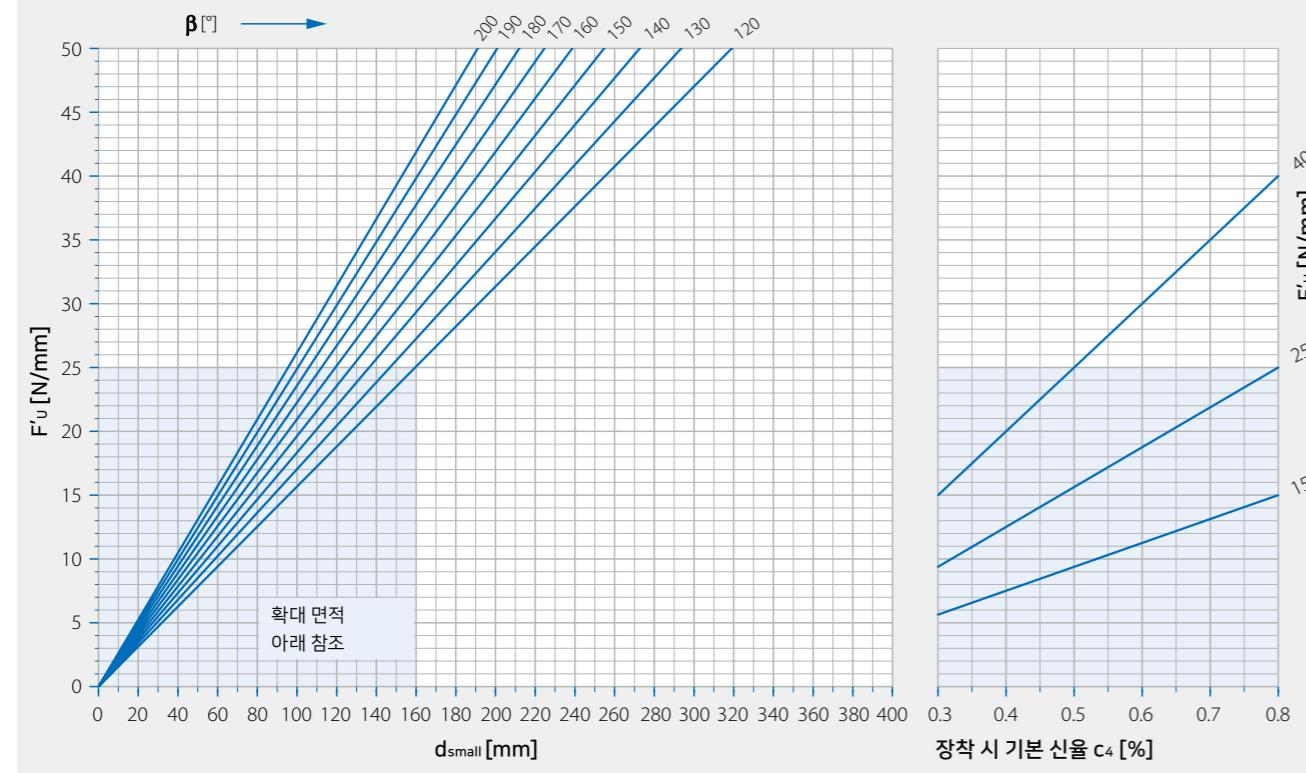


폴리에스터 라인에 대한 정보: U 코팅이 있는 벨트의 경우 폴리우레탄의 구조 강도가 낮기 때문에 전송할 수 있는 유효장력은 1/3 수준으로 감소하게 됩니다. 종류에 따라 장착 시 기본 신율이 2.0% 초과하는 것도 가능하지만 미리 Forbo Movement Systems에 미리 문의해 주셔야 합니다.

폴리에스터 라인에 대한 정보: U 코팅이 있는 벨트의 경우 폴리우레탄의 구조 강도가 낮기 때문에 전달할 수 있는 유효장력은 1/3 수준으로 감소하게 됩니다. 벨트에 심각한 응력이 가해질 수 있으며 고무로 된 마찰막이 있는 경우에는 표에서 확인할 수 있는 직경 한계 아래로 감소할 수 있습니다. 고중량 드라이브를 고려하는 상황이라면 먼저 Forbo Movement Systems의 관련 해당 전문가에게 먼저 문의해 주시기 바랍니다.

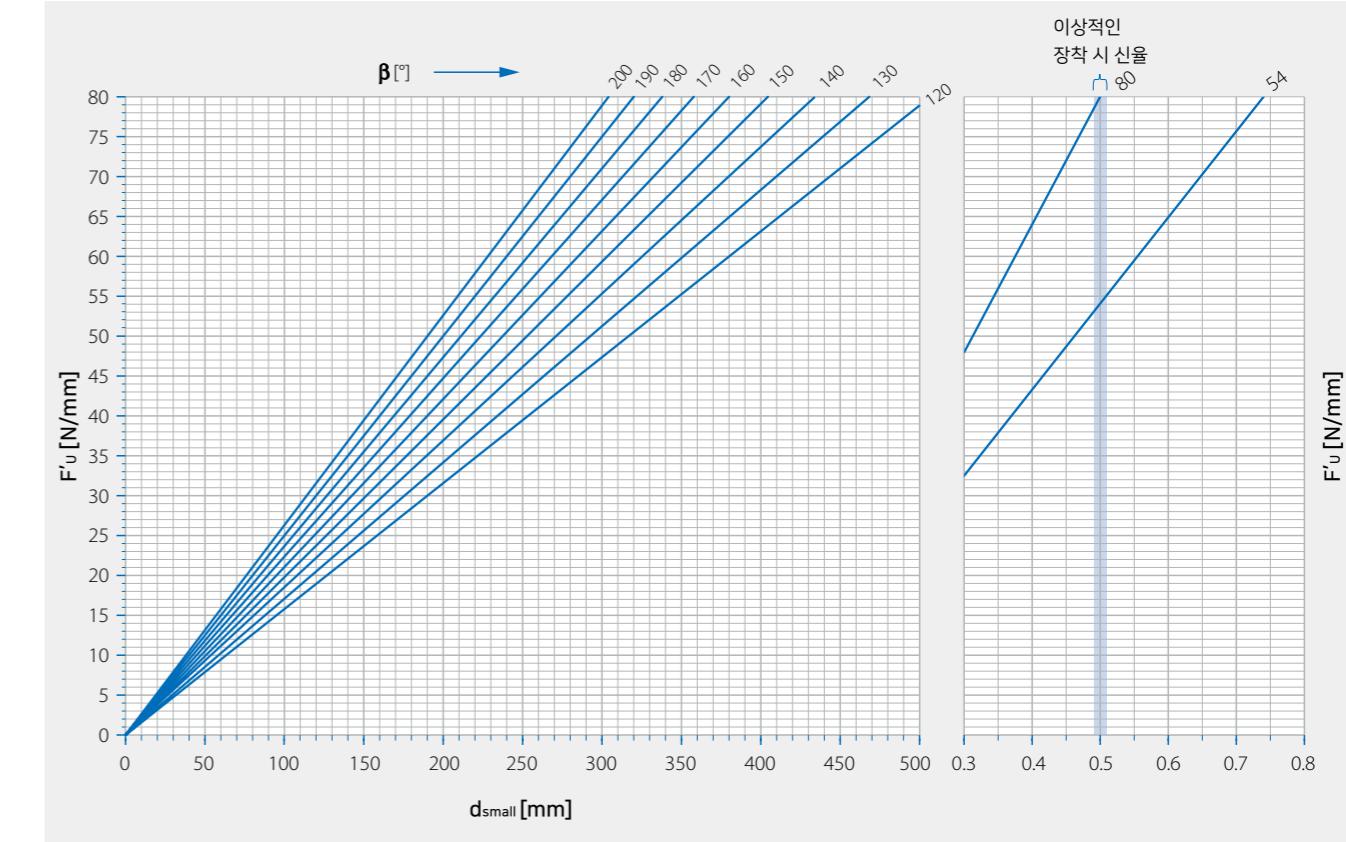
## 9.6 장착 신율 C<sub>4</sub>

아라미드 라인 - 직물



아라미드 라인에 대한 정보 : U 코팅이 있는 벨트의 경우 폴리우레탄의 구조 강도가 낮기 때문에 전달할 수 있는 유효장력은 1/3 수준으로 감소하게 됩니다. 종류에 따라 장착 기본 신율이 0.8%를 초과될 수도 있지만 먼저 Forbo Movement Systems에 문의해 주시기 바랍니다.

폴리아미드 라인 - 코드



엔드리스 아라미드 라인에 대한 정보 : 벨트에 심각한 응력이 가해질 수 있으며 고무로 된 마찰막이 있는 경우에는 표에서 확인할 수 있는 직경 한계 아래로 감소할 수 있습니다. 몇몇의 경우 전달할 수 있는 유효장력이 공칭 유효장력 이상으로 증가할 수 있습니다. 고중량 구동을 고려하는 상황이라면 먼저 Forbo Movement Systems의 해당 전문가에게 먼저 문의해 주시기 바랍니다.

# 9.7 원심력에 대한 허용 신율 C<sub>5</sub>

## 폴리에스터 라인

F'UNenn	v [m/s]		
	30	40	50
6	0.1	0.15	0.2
10	0.1	0.15	0.2
15	0.1	0.15	0.2
20	0.1	0.15	0.2
25	0.1	0.15	0.2
30	0.1	0.15	0.2
40	0.1	0.15	0.2

### 인장재: 직물

#### 코팅 : 전체

폴리에스터 라인의 장착 시 신율  $\varepsilon$ 는 2.1%를 초과하지 않아야 합니다.

F'UNenn	v [m/s]		
	40	50	60
10	0.1	0.2	0.3
14	0.1	0.2	0.3
20	0.1	0.2	0.3
28	0.1	0.2	0.3
40	0.1	0.2	0.3

### 인장재: 코드

#### 코팅 : GT, GG, UU

폴리에스터 라인 앤드리스 벨트의 장착 시 신율  $\varepsilon$ 는 1.5%를 초과하지 않아야 합니다.  
벨트 속력이 60 m/s를 초과하는 경우에는 Forbo Movement Systems에 문의 주시기 바랍니다.

F'UNenn	v [m/s]			
	30	40	50	60
10	0.1	0.15	0.2	0.25
14	0.1	0.15	0.2	0.25
20	0.1	0.15	0.2	0.25
28	0.1	0.15	0.2	0.25
40	0.1	0.15	0.2	0.25

### 인장재: 코드

#### 코팅 : LT, LL

폴리에스터 라인 앤드리스 벨트의 장착 시 신율  $\varepsilon$ 는 1.5%를 초과하지 않아야 합니다.  
벨트 속력이 60 m/s를 초과하는 경우에는 Forbo Movement Systems에 문의 주시기 바랍니다.

## 아라미드 라인

F'UNenn	v [m/s]	
	40	50
15	0.05	0.05
25	0.05	0.05
40	0.05	0.05

### 인장재: 직물

#### 코팅 : 전체

아라미드 라인 장착 시 신율  $\varepsilon$ 는 1%를 초과하지 않아야 합니다.

F'UNenn	v [m/s]		
	40	50	60
54	0.05	0.05	0.1
80	0.05	0.05	0.1

### 인장재: 코드

#### 코팅 : GT, GG, LT

아라미드 라인 앤드리스 벨트의 장착 시 신율  $\varepsilon$ 는 1%를 초과하지 않아야 합니다.  
벨트 속력이 60 m/s를 초과하는 경우에는 Forbo Movement Systems에 문의 주시기 바랍니다.

## 폴리아미드 라인

F'UNenn	v [m/s]					
	20	30	40	50	60	70
6	0.2	0.3	0.7	1.0	*	*
10	0.2	0.3	0.6	0.9	*	*
14	0.1	0.3	0.5	0.8	1.0	*
20	0.1	0.3	0.4	0.7	1.0	*
28	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	*
40	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0
54	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9
80	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8

### 인장재: 시트

#### 코팅 : GT

폴리아미드 라인 벨트의 장착 시 신율  $\varepsilon$ 는 3%를 초과하지 않아야 합니다.

F'UNenn	v [m/s]					
	20	30	40	50	60	70
6	0.3	0.6	1.0	*	*	*
10	0.2	0.5	0.8	*	*	*
14	0.2	0.4	0.6	1.0	*	*
20	0.1	0.3	0.5	0.9	1.0	*
28	0.1	0.2	0.4	0.7	0.9	*
40	0.1	0.2	0.3	0.6	0.8	1.0
54	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0
65	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9
80	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9

### 인장재: 시트

#### 코팅 : LT

폴리아미드 라인 벨트의 장착 시 신율  $\varepsilon$ 는 3%를 초과하지 않아야 합니다.

## 9.8 진동 계산

평벨트는 드라이브 진동이 가능한 동적인 시스템입니다. 용도에 따라 구동이나 피동 장치에 의해 주기적으로 자극을 받은 시스템은 그 결과 가로 또는 세로 방향으로 진동을하게 됩니다.

수명 단축 같은 부작용을 피하기 위해 주기적인 익사이터 진동수와 평벨트의 고유 진동수 간에는 어느 정도 차이가 있어야 합니다. 또한 소위 '공명'이라 불리는 현상이 매우 드물게 발생하긴 하지만 시글링 익스트라멀티스 폴리트는 고유 진동수가 매우 낮기 때문에 뛰어난 감쇠력으로 이와 같은 문제를 사전에 방지하고 있습니다.

하지만 특히 피스톤 압축기나 (카풀란, 프란시스) 수차, 다중날 프레임쏘, 또는 비슷한 장치의 경우 Forbo Movement Systems을 통해 세로 진동을 발생시킬 수 있도록 계산하는 편이 좋습니다.

### 굽힘 주기

최대 허용 굽힘 주기는 평벨트의 종류에 따라 다르며, 굽힘 주기가 너무 높을 경우 평벨트의 수명이 단축되고 폴리에서 구동되는 벨트의 연결부위에 심각한 소음이 발생하게 됩니다. 굽힘 빈도가 높은 경우 폴리아미드 라인의 사선 접합 각도는  $60^{\circ}$ 여야 합니다.

굽힘 주기가 30 Hz를 초과할 경우 Forbo Movement Systems에 문의해 주시기 바랍니다.

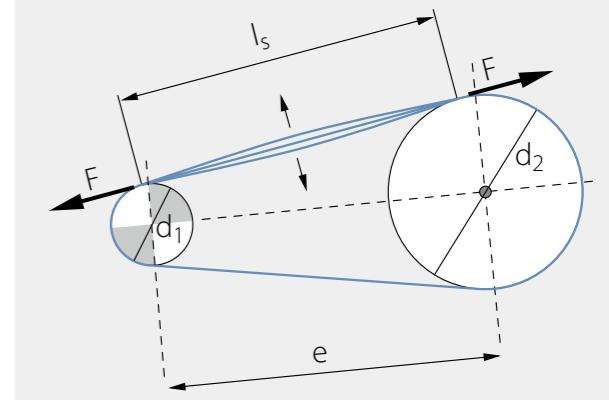
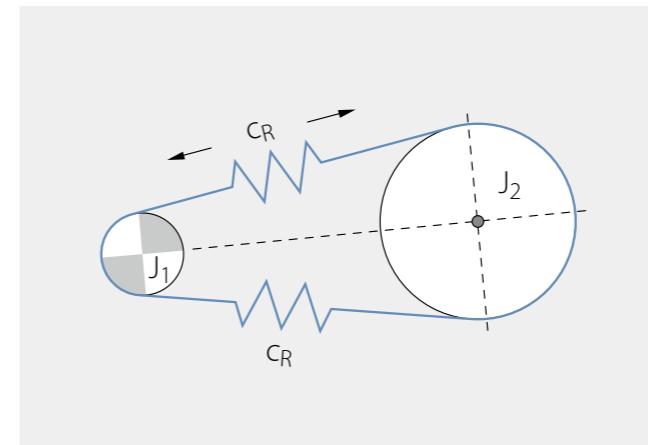
### 세로 방향 고유 진동수

평벨트의 세로 방향 고유 진동수는 평벨트의 탄성을  $C_R$ 과 구동 폴리의 질량 관성 모멘트  $J_1$ , 그리고 피동 폴리의 질량 관성 모멘트  $J_2$ 에 따라 달라집니다.

다만 세로 방향 진동을 측정하는 것은 매우 어려운 일입니다. 세로 방향 진동이 존재할 경우, 평벨트 하면의 마모가 빨라지고 폴리의 표면에서 광택이 나면서 입자가 고운 붉은색 가루가 발생합니다. 한 번 세로 방향 진동이 발생했다면, 다른 인장재를 적용한 평벨트를 사용하는 것만이 진동을 제거할 수 있는 유일한 방법입니다.

익사이터 진동수  $f_{err}$ 과 시스템의 고유 진동수가 30% 이상 차이가 날 경우 공명을 피할 수 있습니다.

익사이터 진동수  $f_{err}$ 과 시스템의 고유 진동수(벨트의 인장측은  $f_1$ , 벨트의 이완측은  $f_2$ )가 20% 이상 차이가 날 경우 공명을 피할 수 있습니다.



# 9.9 계산 예시

모터 용량	$P = 280 \text{ kW}$
구동 풀리 직경	$d_1 = 450 \text{ mm}$
모터 속력	$n_1 = 1490 \text{ 1/min}$
중심 거리	$e = 2500 \text{ mm}$
피동 풀리 직경	$d_2 = 2000 \text{ mm}$
피동 풀리 속력	$n_2 = 335 \text{ 1/min}$
먼지가 많고 기름기가 없으며 온도가 보통인 환경	
<b>캡쓰의 전기 드라이브에 동력 전달 벨트가 필요합니다.</b>	

**1 접촉각  $\beta_1$  와  $\beta_2$**

$$\beta_1 = 2 \cdot \arccos \left( \frac{(2000 \text{ mm} - 450 \text{ mm})}{2 \cdot 2500 \text{ mm}} \right) = 143.9^\circ$$

$$\beta_2 = 2 \cdot \arccos \left( \frac{(450 \text{ mm} - 2000 \text{ mm})}{2 \cdot 2500 \text{ mm}} \right) = 216.1^\circ$$

**2 벨트 속력 v**

$$v = \pi \cdot \frac{450 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/m}} \cdot \frac{1490 \text{ 1/min}}{60 \text{ s/min}} = 35.1 \text{ m/s}$$

**전달되는 유효장력  $F_u$**

$$F_u = \frac{280 \text{ kW} \cdot 1000 \text{ W/kW}}{35.1 \text{ m/s}} = 7976 \text{ N}$$

**3 기준 장력  $F_B$**

$$F_B = 7976 \text{ N} \cdot 1.7 = 13559 \text{ N}$$

**작동 계수  $c_2$**

"작동 계수"표에서  $c_2$  확인(9.5장 참조)

**4 폭 기반 유효장력  $F'_u$**

주변 환경을 고려하였을 때 폴리아미드 시트와 고무 코팅이 적용된 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 사용하는 것이 가능하였으며 폴리아미드 라인 그래프를 분석한 결과는 다음과 같습니다.

$F'_u$	$45 \text{ N/mm}$	$\beta$	$143.9^\circ$	$C_4$	$2.25\%$	$F'_{uNenn}$	$40 \text{ N/mm}$
↑							
$d_{small} = 450 \text{ mm} = d_1$							

폭 기반 공칭 유효장력  $F'_{uNenn}$  = 40 N/mm을 기반으로 GT 40P 검은색(850049)이 미리 선택되었습니다(4장 참조).

**5 평벨트 폭  $b_0$**

$$b_0 = \frac{13559 \text{ N}}{45 \text{ N/mm}} = 301 \text{ mm}$$

$b_0 = 320 \text{ mm}$  이 선택되었습니다.

**6 구동 풀리와 피동 풀리의 호(아크)길이  $l_1$ 와  $l_2$**

$$l_1 = \pi \cdot \frac{450 \text{ mm}}{2} \cdot \frac{143.9^\circ}{180^\circ} = 565 \text{ mm}$$

$$l_2 = \pi \cdot \frac{2000 \text{ mm}}{2} \cdot \frac{216^\circ}{180^\circ} = 3772 \text{ mm}$$

**자유 진동 길이  $l_s$**

$$l_s = \sqrt{(2500 \text{ mm})^2 - \frac{(2000 \text{ mm} - 450 \text{ mm})^2}{4}} = 2377 \text{ mm}$$

**기하학적 벨트 길이 l**

$$l = 565 \text{ mm} + 3772 \text{ mm} + 2 \cdot 2377 \text{ mm} = 9091 \text{ mm}$$

참조 : 주문할 평벨트의 길이는 벨트에 장력을 주는 방법에 따라 달라집니다(5.2장과 6.3장 참조).

**7 장착 시 신율  $\epsilon$**

원심력에 대한 허용 신율  $c_5$

**8 축부하  $F_w$**

멈춘 상태  $F_{ws}$ (정축부하)

운전 상태  $F_{wd}$ (동축부하)

축부하 초기값  $F_{winitial}$

러닝인 비율  $c_{initial}$

$\epsilon = 2.25\% + 0.25\% = 2.5\%$

폴리아미드 GT 라인용 표에서  $c_5 = 0.25\%$ 를 확인하였습니다(9.7장 참조).

데이터 시트에서 GT 40P 검은색(850049)의  $F'_w = 40 \text{ N/mm}$ 을 확인하였습니다.

$F_{ws} = 2.5\% \cdot 40 \text{ N/(mm \cdot \%) \cdot } 320 \text{ mm} = 32000 \text{ N}$

$F_{wd} = 2.25\% \cdot 40 \text{ N/(mm \cdot \%) \cdot } 320 \text{ mm} = 28800 \text{ N}$

$F_{winitial} = 2.2 \cdot 2.5\% \cdot 40 \text{ N/(mm \cdot \%) \cdot } 320 \text{ mm} = 70400 \text{ N}$

6.3장에 있는 러닝인 비율표에서  $c_{initial} = 2.2$ 를 확인하였습니다.

**9 진동 계산**

익사이터 주파수  $f_{err}$

평벨트의 미터 당 무게  $m'_{R}$

벨트 인장측의 벨트 장력  $F_1$

**9 벨트 이완측의 벨트 장력  $F_2$**

고유 횡단 주파수

벨트의 인장측  $f_1$

벨트의 이완측  $f_2$

캡쓰 역시 다른 크랭크 드라이브와 마찬가지로 불규칙한 동력전달이라는 특성을 보입니다. 구동 풀리는 한 번 회전할 때마다 2개의 스트로크( $=z_{err}$ )를 수행합니다.

$f_{err} = \frac{335 \text{ 1/min}}{60 \text{ s/min}} \cdot 2 = 11.2 \text{ Hz}$  n에 대한 피동 풀리의 속력을 사용하였습니다.

$m'_{R} = 4 \text{ kg/m}^2 \cdot \frac{320 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/m}} = 1.28 \text{ kg/m}$  각 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 데이터 시트에서  $m'$ 를 확인하였습니다.

$F_1 = \frac{32000 \text{ N} + 7976 \text{ N}}{2} = 19988 \text{ N}$

$F_2 = \frac{32000 \text{ N} - 7976 \text{ N}}{2} = 12012 \text{ N}$

$f_1 = \frac{1000 \text{ mm/m}}{2377 \text{ mm}} \sqrt{\frac{19988 \text{ N}}{4 \cdot 1.28 \text{ kg/m}}} = 26.3 \text{ Hz}$

$f_2 = \frac{1000 \text{ mm/m}}{2377 \text{ mm}} \sqrt{\frac{12012 \text{ N}}{4 \cdot 1.28 \text{ kg/m}}} = 20.4 \text{ Hz}$

벨트의 인장측과 이완측의 고유진동수는 둘 다 익사이터의 진동수와 최소 20%의 차이를 보여야 하며 이는 평벨트가 가로(상하) 방향으로 진동하지 않도록 하기 위함입니다.

결론 : 이런 용도에는 GT 40P 검은색(850049)이 가장 적절합니다.

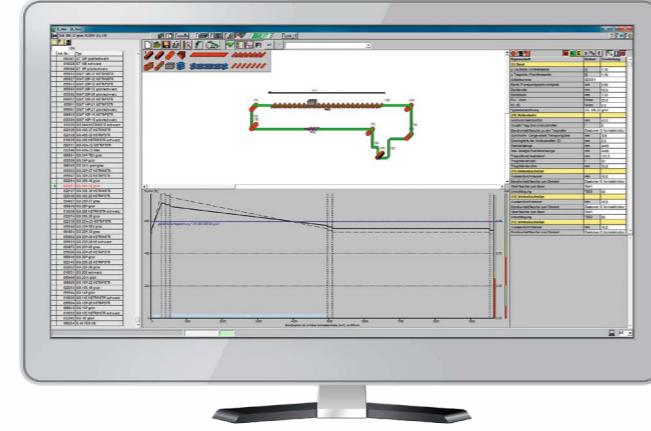


## 10 라이브 롤러 벨트 계산

- 10.1 서론
- 10.2 용어
- 10.3 계산법

## 10.1 서론

Forbo Movement Systems은 라이브 롤러 드라이브 설계 시 계산용 소프트웨어인 B\_Rex를 사용할 것을 권장하고 있습니다(4.5장 참조). B\_Rex는 구동부 또는 종동부 드라이브를 갖추고 있는 일반 클래식 드라이브 조립 모델을 제공하는 소프트웨어입니다(그림 참조).



10장은 라이브 롤러 드라이브 설계를 메뉴얼로 계산하는 방법에 대해서도 설명하고 있습니다.

라이브 롤러 드라이브를 올바르게 설계하기 위해서는 계산 소프트웨어 B\_Rex를 사용하는 메뉴얼로 계산을 하든 상관 없이 장치에 대한 자료와 장치가 어떻게 작동하는지에 대한 정보가 필요합니다. 기본적으로 이런 정보는 장치를 제조한 제조업체, 그리고 장치를 사용하는 사용자(오퍼레이터)에게서 제공받을 수 있습니다.

이런 정보에는 기계 장치의 기하학적 구조에 대한 정보(이송 롤러와 압력 롤러의 개수와 직경, 드라이브와 드럼 풀리의 직경, 이송거리 등을 포함)뿐만 아니라 부하 및 장치에서 발생할 수 있는 누적에 대한 정보까지 포함됩니다. 때로는 벨트 두께  $s$ , 벨트 폭  $b_0$ , 기계 장치에서 라이브 롤러에 가해지는 최대 부하 등과 관련된 필수요건이 포함되기도 합니다.

이런 필수 정보는 시글링 익스트라멀터스 용도별 체크리스트에서 확인할 수 있으며, 더 자세한 정보는 가까운 Forbo Movement Systems에 문의해 주시기 바랍니다.  
[www.forbo.com/movement > Contact](http://www.forbo.com/movement > Contact)

라이브 롤러 벨트 설계 시 반드시 앞서 언급한 수치를 고려하여 다음의 계산 단계를 거쳐야 합니다.

- 유효 장력 계산
- 벨트 폭과와 장착 시 신율 계산
- 구동 풀리에서의 동력 전달 계산
- 운송 롤러의 접촉호 계산
- 간섭 깊이 계산

## 10.2 용어

약어	단위	의미
$b_0$	mm	평벨트 폭
$b_{0,actual}$	mm	특정 평벨트 폭
$b_{0,min}$	mm	평벨트 최소 요구 폭
$d_{CR}$	mm	운송 롤러 직경
$d_{drive}$	mm	구동 풀리 직경
$e_{CR}$	mm	운송 롤러 간 중심 거리
$F'_{U Nenn}$	N/mm	장착 시 공칭 신율에서의 폭 기반 공칭 유효 장력
$F'_{U Nenn,min}$	N/mm	(벨트 폭 mm당) 최소 요구 공칭 유효 장력
$F_{U,a}$	N	가속으로 인한 유효장력
$F_{U,accumulation}$	N	누적으로 인한 유효장력
$F_{U,bend}$	N	굽힘으로 인한 유효장력
$F_{U,CR}$	N	컨베이어 롤러 하나의 유효장력
$F_{U,incline}$	N	경사로 인한 유효장력
$F_{U,j}$	N	관성으로 인한 유효장력
$F_{U,load}$	N	부하로 인한 유효장력
$F_{U,max}$	N	최대 전달 가능 유효장력
$F_{U,req}$	N	총 필요 유효장력
$g$	$m/s^2$	중력으로 인한 가속
$l_{convey}$	m	운송 거리
$m'_L$	kg/m	선부하
$m_{CR}$	kg	운송 롤러 중량
$m_R$	kg	평벨트 중량
$n_{CR}$	-	운송 롤러의 개수
$s$	mm	평벨트 두께
$x$	mm	압력 롤러의 인피드
$y$	mm	운송 롤러로 들어가는 벨트의 간섭 깊이
$\alpha$	°	평벨트와 운송 롤러간의 접촉호
$\beta_1$	°	평벨트와 구동 풀리 간의 접촉호
$\varepsilon$	%	장착 시 신율
$\varepsilon_{Nenn}$	%	장착 시 공칭 신율
$\mu_r$	-	롤링 서포트의 마찰 계수
$\rho_{max}$	$N/mm^2$	전달 용량

# 10.3 계산법

## 유효 장력 계산

라이브 롤러 하나하나를 안전하게 사용하는데 필요한 유효장력은 다수의 요소로 이루어져 있습니다.

- 부하로 인한 유효장력( $F_{U,load}$ )
- 경사로 인한 유효장력( $F_{U,incline}$ )
- 누적으로 인한 유효장력( $F_{U,accumulation}$ )
- 관성으로 인한 유효장력( $F_{U,inertia}$ )
- 굽힘으로 인한 유효장력( $F_{U,bend}$ )
- 가속으로 인한 유효장력( $F_{U,a}$ )

상기 유효장력을 모두 합한 값이 바로 총 필요 유효장력  $F_{U,req}$ 입니다.

$$F_{U,req} = F_{U,load} + F_{U,incline} + F_{U,accumulation} + F_{U,inertia} + F_{U,bend} + F_{U,a}$$

기계장치의 위상과 기하학, 그리고 운송 롤러와 동력 전달 벨트 간의 접촉각에 따라 장치의 유효장력은 크게 차이가 나게 됩니다.

하지만 유효장력 요소를 전부 계산하는데 필요한 데이터 전체가 존재하는 경우는 매우 드문 편입니다. 이는 즉 다음의 공식을 사용해 부하로 인한 유효장력을 계산하는 것만이 가능하다는 의미가 됩니다.

$$F_{U,load} = (l_{convey} \cdot m'_L + m_R + m_{CR}) \cdot \mu_r \cdot g$$

따라서 (롤러 위를 지나가는) 롤링 서포트의 마찰 계수는  $\mu_r = 0.033$ 이라고 상정할 수 있습니다.

부하로 인한 유효장력  $F_{U,load}$ 에 조정계수 3을 곱하면 수평 컨베이어 시스템이 필요로 하는 총 필요 유효장력  $F_{U,req}$ 을 추산할 수 있습니다.

$$F_{U,req} \approx 3 \cdot F_{U,load}$$

## 벨트 폭과와 장착 시 신율 계산

많은 경우 최대 벨트 폭에 필요한 요건은 설계 시 장비의 제조업체가 준비합니다. 따라서 이런 용도로 사용되는 벨트에 필요한 최소 유효장력  $F'_{UNenn,min}$ 은 다음 공식을 사용해 계산할 수 있습니다.

$$F'_{UNenn,min} = \frac{F_{U,req}}{b_0}$$

이제 B\_Rex 데이터베이스에서 또는 익스트라멀터스 제품 찾기 프로그램에서 공칭 유효장력  $F'_{UNenn}$ 이 최소 요구 공칭 유효장력  $F'_{UNenn,min}$  보다 큰 벨트를 선택합니다.

제품의 공칭 유효장력은 각 제품의 데이터 시트에서 확인할 수 있습니다.(2.5장 참조).

공칭 유효장력과 폭이 적절하게 큰 벨트를 찾을 수 없을 경우에는  $b_0$ 을 사용해 특정 벨트(B\_Rex나 또는 익스트라멀터스 제품 찾기 > 용도 > 라이브 롤러 벨트에서 선택한 벨트)의 필요 유효장력과 공칭 유효장력을 나누셈의 몫으로 하여 최소 벨트 폭  $b_{0,min}$ 을 계산할 수 있도록 상기 공식을 바꿀 수 있습니다.

$$b_{0,min} = \frac{F_{U,req}}{F'_{UNenn}}$$

이어 추가로 계산한 최소 벨트 폭보다 크기가 큰 실제 벨트 폭  $b_{0,actual}$ 을 선택해야 합니다.

$$b_{0,actual} > b_{0,min}$$

이제 다음 공식을 사용해 대략적인 장착 시 필요 신율  $\epsilon$ 를 계산할 수 있습니다.

$$\epsilon = \frac{F_{U,req}}{F'_{UNenn}} \cdot b_{0,actual}$$

장착 시 공칭 신율  $\epsilon_{Nenn}$ 은 특정 벨트의 공칭 유효장력  $F'_{UNenn}$ 을 밝혀내는 데 사용하는 장착 시 신율입니다. 장착 시 공칭 신율은 인장재의 특성 중 하나이며 각 인장재의 장착 시 공칭 신율의 추정값은 다음과 같습니다.

인장재	$\epsilon_{Nenn}$ [%]
아라미드	0.8
폴리아미드	2.0
폴리에스터	2.0

이 공식에 포함된 변수는 다음과 같습니다.

- 접촉호  $\beta_1$
- 평벨트 폭  $b_0$
- 구동의 직경  $d_{drive}$

고객과의 협의를 통해 상기 변수를 변경할 경우 최대 전달 가능 유효장력  $F_{U,max}$ 가 영향을 받을 수 있습니다. 비를 안전하게 사용하기 위해서는 최대 전달 가능 유효장력  $F_{U,max}$ 가 반드시 총 필요 유효장력  $F_{U,req}$  이상이어야 합니다.

$$F'_{UNenn} > F'_{UNenn,min}$$

상기 변수, 예를 들어 구동 풀리의 직경의 최소 한도를 구하기 위해서는 공식을  $d_{drive}$ 에 맞게 수정한 후 최대 전달 가능 유효장력  $F_{U,max}$ 에 대한 총 필요 유효장력  $F_{U,req}$ 를 사용해야 합니다. 그 결과는 다음과 같습니다

$$d_{drive} \geq 2 \cdot \frac{F_{U,req}}{\frac{\pi \cdot \beta_1}{180^\circ} \cdot b_0 \cdot p_{max}}$$

이 방법을 사용하면 계산한 총 필요 유효장력에 대한 최소 가능 구동 풀리 직경을 구할 수 있습니다.

## 구동 풀리의 동력 전달 계산

평벨트와 구동 풀리 간의 동력 전달은 흔히 전달 용량  $p_{max}$ 이라 불리는 특성입니다. 전달 용량  $p_{max}$ 는 소재에 따라 달라지며 인장재에 사용된 소재와 관련이 있습니다. Forbo Movement Systems이 인장재로 사용하는 소재의  $p_{max}$ 값은 다음과 같습니다.

인장재	$\epsilon_{Nenn}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
아라미드	0.15
폴리아미드	0.08
폴리에스터	0.10

특정 평벨트 또는 특정 벨트 인장재의 구동 풀리에서 전달될 수 있는 최대 전달 가능 유효장력  $F_{U,max}$ 는 전달 용량  $p_{max}$ 에 벨트와 구동 풀리 간의 접촉면을 곱해서 계산할 수 있습니다. 이 때 사용할 수 있는 공식은 다음과 같습니다.

$$F_{U,max} = p_{max} \cdot \frac{\pi \cdot \beta_1}{180^\circ} \cdot b_0 \cdot \frac{d_{drive}}{2}$$

# 10.3 계산법

## 운송 둘러의 접촉호 계산

다음은 운송 작업이 안전하면서 확실하게 이루어질 수 있도록 이송 둘러에 평벨트가 접촉하는 접촉호를 찾아내기 위한 과정입니다. 이를 위해서는 먼저 안전을 위해 이송 둘러로 반드시 전달되어야 하는 유효장력  $F_{U,CR}$ 을 추정해야 합니다.

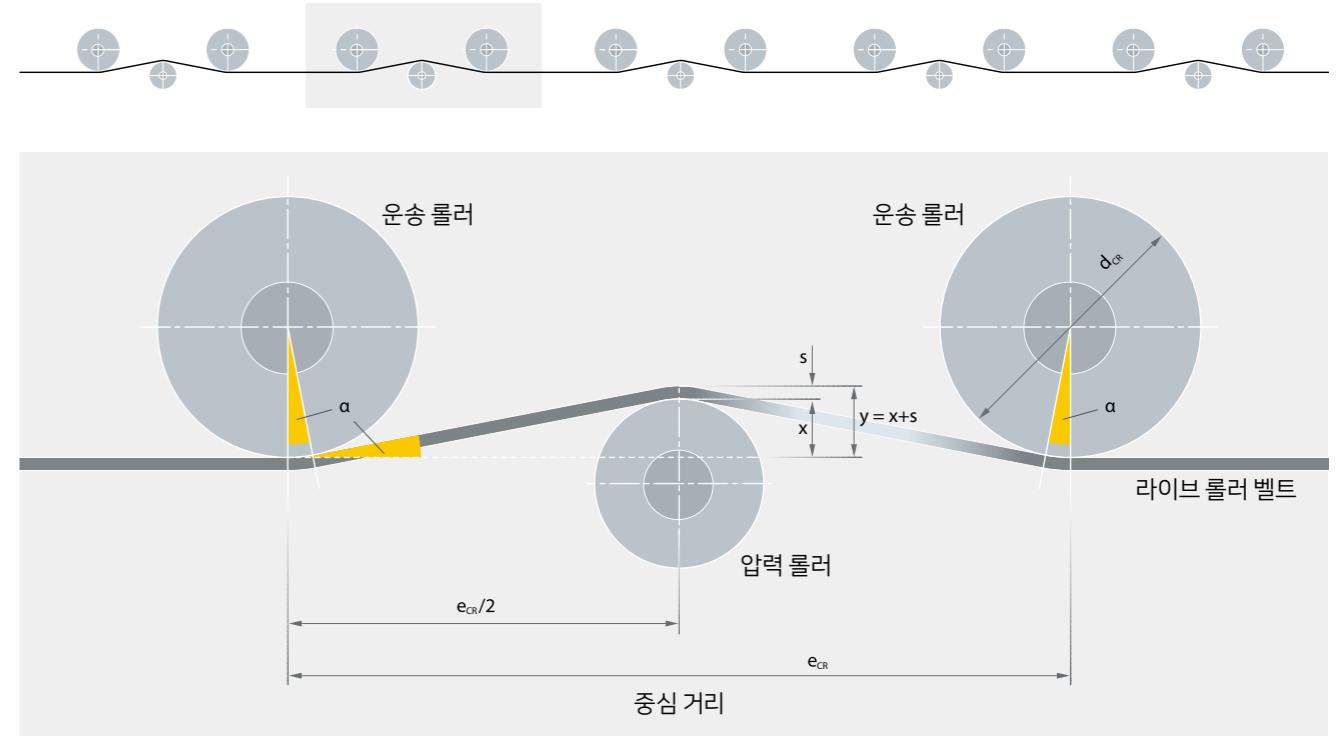
압력 둘러가 항상 두 개의 운송 둘러 사이에 위치하며(그래프 참조) 따라서 모든 운송 둘러에 동일한 유효장력이 전달될 경우 총 필요 유효장력  $F_{U,req}$ 을 운송 둘러의 숫자  $n_{CR}$ 로 나누어 운송 둘러로 전달되는 유효장력  $F_{U,CR}$ 을 구할 수 있습니다.

$$F_{U,CR} = \frac{F_{U,req}}{n_{CR}}$$

전송 용량  $\rho_{max}$ 를 계산하기 위한 공식을 접촉호  $a$ 를 풀기 위한 공식으로 수정하면 최소 접촉호  $a$ 를 계산할 수 있습니다.

$$a \geq \frac{F_{U,CR}}{\frac{\pi}{180^\circ} \cdot b_0 \cdot \frac{d_{CR}}{2} \cdot \rho_{max}}$$

**참조 :** 선택한 각도의 크기가 매우 클 경우 굽힘 주기  $F_{U,bend}$  때문에 유효장력이 차지하는 부분이 증가하기 때문에(좀 더 크기가 큰 조정 계수를 사용하여) 필요 유효장력을 다시 계산해야 합니다.



## 간섭 깊이 계산

운송 둘러에 대한 필요 접촉호  $a$ 를 측정하는데 성공했다면 운송 둘러에 대한 벨트의 간섭 깊이  $y$ , 그리고 압축 둘러의 인피드  $x$ 를 기하학적으로 측정하는 것이 가능해집니다(그래프 참조).

$$\tan(a) = \frac{y}{(\frac{e_{CR}}{2})}$$

$$y = \tan(a) \cdot \left(\frac{e_{CR}}{2}\right)$$

간섭 깊이 계산에는 운송 둘러에 대한 접촉호 뿐만 아니라 운송 둘러 간의 중심 거리  $e_{CR}$ 도 필요합니다.

벨트의 간섭 깊이  $y$ 에서 벨트 두께  $s$ 를 빼면 압축 둘러의 인피드  $x$ 가 나옵니다.

$x = y - s$   
**참조:** 압력 둘러의 인피드  $x = 0 \text{ mm}$ 일 경우에는 간섭 깊이  $y$ 와 벨트 두께  $s$ 가 동일해집니다(그래프 참조).

이 공식을 사용하면 각 용도에 맞는 완벽한 라이브 둘러 벨트를 설계할 수 있습니다. 하지만 법적 구속력이 있는 주문을 하기 전에 Forbo Movement Systems 전문가에게 연락하여 계산 내용을 확인하는 편이 좋습니다.  
[www.forbo.com/movement > Contact](http://www.forbo.com/movement > Contact)

**참조 :** 간섭 깊이  $y$ 가 벨트 두께  $s$ 의 절반이라면 라이브 둘러 벨트 계산이 순조롭게 이루어지고 있다는 의미입니다.

$$y = s/2$$

$$x = y - s = s/2 - s = -s/2$$



## 11 문제 해결

- 11.1 설치
- 11.2 스플라이스 불량
- 11.3 소음 발생
- 11.4 벨트 트래킹 성능 저하
- 11.5 마모
- 11.6 특성 변화

## 11.1 설치

문제	원인	조치	비고
평벨트를 설치할 수 없거나 너무 많이 늘어났습니다.	주변 온도가 너무 낮기 때문에 평벨트가 심각하게 뻗뻣해졌습니다.	설치하기 전에 평벨트를 따뜻하게 덥혀놓습니다.	플라스틱은 온도에 따라 강도가 달라집니다.
평벨트의 길이 측정이 제대로 이루어지지 않았습니다(주문 시 길이를 잘못 주문하였습니다).	필요한 평벨트의 길이를 올바르게 측정한 후(5.2장 참조) 평벨트를 교체합니다.	평벨트를 주문할 때 평벨트의 양쪽 길이가 매우 중요합니다.	
평벨트 설치는 쉽게 끝났지만 계산한 장착 시 신율에 도달할 수가 없습니다.	평벨트가 너무 깁니다. 평벨트의 길이 측정이 제대로 이루어지지 않았습니다(주문 시 길이를 잘못 주문하였습니다).	필요한 평벨트의 길이를 올바르게 측정한 후(5.2장 참조) 평벨트를 교체합니다.	평벨트를 주문할 때 평벨트의 양쪽 길이가 매우 중요합니다.
계산한 축부하 값을 너무 지나치게 초과했습니다.	평벨트 이완이 완벽하게 이루어지지 않았습니다.	평벨트가 부하 없이 느린 속도로 작동할 수 있도록 합니다. 필요한 경우 두 단계로 나누어 장력을 가합니다(6.3장 참조).	시글링 익스트라멀터스 평벨트 이완에는 수 시간 이상이 걸릴 수 있습니다.
계산한 정상 상태의 축부하 값에 도달하지 못합니다.	평벨트에 장력을 가할 때 너무 많은 단계로 나누어 가했습니다(장력 조절 불가능).	평벨트를 교체합니다. 장력을 두 단계 이하로 나누어 가합니다(6.3장 참조). 세 단계 이상으로 나누어 장력을 가하지 않습니다.	평벨트에 장력을 가할 때 너무 많은 단계로 나누어 가할 경우 평벨트의 축부하/신율 특성이 바뀝니다.
평벨트에 세로로 흡이 파여 있거나 평벨트가 세로로 깨져 있습니다.	평벨트가 폴리에 설치될 때 구부러졌습니다.	평벨트를 교체합니다.	아라미드 인장재를 구부리지 마십시오! 엔드리스 벨트를 폴리에 설치할 때에는 주의를 기울여야 합니다. 벨트가 세로 방향이나 가로 방향으로 구부러지지 않도록 주의하여 주십시오.

## 11.2 스플라이스 불량

문제	원인	조치	비고
연결부 상부가 매끄러운 상태인데 스플라이스 사이에 틈새가 생겼습니다(웨지 스플라이스).	엔드리스 접합에 결함이 있습니다.	평벨트를 교체합니다.	접합과 관련된 수치, 접착제, 가열 장치 등과 함께 접합이 Forbo Movement Systems의 접합 설명서에 맞춰서 제대로 이루어졌는지 확인합니다.
연결부 상면이 벌어진 상태이며 스플라이스 사이에 틈새가 생겼습니다(웨지 스플라이스).	엔드리스 스플라이스에 과부하가 걸렸습니다.	평벨트를 교체합니다.	시글링 익스트라멀터스 평벨트에 계산한 장착 시 신율 정도의 장력만을 가합니다.
외부 기계 장치의 영향을 받았습니다.	평벨트를 교체한 후 기계장치의 고정축과 베어링, 폴리, 그리고 평벨트와 직접 접촉할 가능성이 있는 날카로운 모서리 등을 확인합니다.	평벨트를 교체합니다.	사용 중인 평벨트와 기계장치의 고정 부품 간의 속력이 상대적으로 높았기 때문에, 부품과 벨트 간의 접촉 원인으로 평벨트가 쉽게 고장이 나게 되었습니다.
연결부 상면이 매끄러운 상태인데 스플라이스 사이에 틈새가 생겼습니다(Z 스플라이스).	엔드리스 접합에 결함이 있습니다.	평벨트를 교체합니다.	접합과 관련된 수치, 접착제, 가열 장치 등과 함께 접합이 Forbo Movement Systems의 접합 설명서에 맞춰서 제대로 이루어졌는지 여부를 확인합니다.
연결부 상면이 헤진 상태이며 스플라이스 사이에 틈새가 생겼습니다(Z 스플라이스).	엔드리스 스플라이스에 과부하가 걸렸습니다.	평벨트를 교체합니다.	시글링 익스트라멀터스 평벨트에 계산한 장착 시 신율 정도의 장력만을 가합니다.
외부 기계 장치의 영향을 받았습니다.	평벨트를 교체한 후 기계장치의 고정축과 베어링, 폴리, 그리고 평벨트와 직접 접촉할 수 있는 날카로운 모서리 등을 확인합니다.	평벨트를 교체합니다.	사용 중인 평벨트와 기계장치의 고정 부품 간의 속력이 상대적으로 높았기 때문에 부품과 벨트 간의 접촉을 원인으로 평벨트가 쉽게 고장 나게 되었습니다.

## 11.3 소음 발생

문제	원인	조치	비고
휘파람 소리를 같은 소음	구동과 피동 간의 전달 비율이 너무 높아 어긋났습니다(소형 폴리의 접촉호가 너무 작습니다).	기계장치의 기하학적 구조를 변경하거나 벨트가 짧은 경우 스냅 롤러를 사용해 폴리의 접촉호를 크게 합니다.	지금까지의 경험에 따르면 전달 비율이 5:1을 초과할 경우 2-폴리 드라이브에서 휘파람 소리를 같은 소음이 발생합니다.
끽끽거리는 소음(가죽 코팅)	지나치게 딱딱해지고 윤기가 나게 된 가죽 표면 때문에 어긋났습니다.	쇠솔을 사용해 가죽 표면을 거칠게 만든 다음 익스트라멀터스 스프레이를 뿌립니다. 그리고 폴리아미드 라인 평벨트에 약 0.2% 정도 장력을 다시 가합니다.	앞축롤이 높은 가죽 표면은 그리스를 흡수할 수 없습니다. 가죽 표면을 거칠게 만든 후에 가죽이 다시 그리스를 흡수할 수 있게 됩니다.
끽끽거리는 소음(고무 코팅)	부하 때문에 심하게 변형이 되었습니다.	평벨트를 다시 계산한 후 교체합니다.	직경이 큰 폴리와 폭이 넓은 평벨트를 사용해야 평벨트를 오랜 기간 무리 없이 사용할 수 있습니다.
쾅쾅거리는 소음이나 펄럭거리는 소음	스플라이스 때문에 펄럭이는 소음이 발생하고 있지만 스플라이스 손상의 기미는 보이지 않습니다.	별도의 조치가 필요 없습니다.	접합한 스플라이스나 특수 접착제로 접착한 스플라이스는 대부분의 경우, 강도에 있어서 다른 벨트와 차이를 보입니다.
	스플라이스가 손상되었습니다.	평벨트를 교체합니다.	11.2장을 참조합니다.

## 11.4 벨트 트래킹 성능 저하

문제	원인	조치	비고
평벨트가 폴리에서 벗어났습니다.	폴리가 올바르게 정렬되어 있지 않습니다.	폴리를 평행으로 정렬한 후, 벨트가 수평을 이루도록 합니다.	폴리, 특히 크라운드 폴리의 정렬이 올바르지 않을 경우 부하가 커지면서 벨트의 수명이 줄어듭니다. 평벨트가 폴리의 가장자리에서 움직일 경우 벨트가 쉽게 벗겨지게 됩니다.
평벨트에 지나친 장력이 가해졌습니다.	벨트의 장력을 줄입니다(장착 시 권장 신율을 확인합니다).	캔틸레버 베어링: 축이 훈 정도를 계산한 후 필요하다면 축 직경을 늘립니다.	기계장치에서 사용하는 평벨트에 지나치게 장력이 가해질 경우 폴리의 축이 꺾이면서 폴리의 정렬에 문제가 생깁니다.
폴리가 지저분합니다.	폴리를 청소합니다.		기계장치를 정기적으로 유지보수하면 평벨트를 좀 더 오랜 기간 사용할 수 있게 됩니다.
폴리에 크라운이 없습니다.	폴리를 크라운(가운데가 볼록 튀어나온) 모양으로 가공합니다.		크라운 높이에 대한 정보는 8.1장을 참조하십시오.
평벨트가 헛돌거나 지속적으로 폴리 상면에서 슬립이 됩니다(평벨트가 폴리 한쪽에서 다른쪽이나 다른쪽이나 뒤쪽으로 이동합니다).	평벨트의 엔드리스 접합이 구부러지거나 평벨트 자체가 구부러졌습니다.	평벨트가 매우 높은 수준으로 부드럽게 움직여야 할 때에만 조치를 취합니다.	생산 과정에서 평벨트가 전혀 장력을 받지 않을 수는 없습니다. 하지만 장력으로 인해 벨트가 굽어지게 되지만 굽어진 부분은 보통 장착 시 최소 신율로 다시 평평하게 만들 수 있습니다(6.1장 참조).
평벨트가 불규칙적으로 폴리 위에서 슬립이 됩니다(평벨트가 폴리 한쪽에서 다른쪽이나 뒤쪽으로 빠르게 이동합니다).	원통형 폴리에 홈이 파었습니다.	폴리를 다듬어 홈을 없애버립니다.	평벨트가 극도로 부드럽게 움직여야 할 필요가 있다면 구부러진 부분에서 평벨트를 접합하거나 접합 후 벨트 가장자리를 잘라내는 등의 조치를 통해 문제를 해결할 수 있습니다.
폴리의 크라운 선택이 올바르게 이루어지지 않았습니다.	폴리를 크라운(가운데가 볼록 튀어나온) 모양으로 가공합니다.		크라운 높이에 대한 정보는 8.1장을 참조하십시오.
폴리가 더럽습니다.	폴리를 청소합니다.		기계장치를 정기적으로 유지보수하면 평벨트를 좀 더 오랜 기간 사용할 수 있게 됩니다.

## 11.4 벨트 트래킹 성능 저하

문제	원인	조치	비고
평벨트가 펼려거립니다.	가로 방향 진동(익사이트 진동수와 평벨트의 가로 방향 고유 진동수가 일치합니다).	벨트의 장력을 올립니다(장착 시 권장 신율을 확인합니다). 속력과 자유 진동 길이를 바꿉니다(예. 스테디 롤러 설치).	최악의 경우 익사이트와 고유진동수 간의 공명으로 인해 평벨트가 망가질 수 있습니다. 앞서 언급한 조치를 취하기 전에 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.
평벨트가 슬립이 됩니다(제대로 작동하지 않거나 성능이 떨어집니다. 동력 전달이 제대로 이루어지지 않거나 전달 능력이 감소합니다).	벨트 장력이 너무 낮습니다.	벨트 장력을 올립니다(장착 시 권장 신율을 확인합니다).	문제가 계속되거나 장착 시 권장 신율을 초과했을 경우 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.
	평벨트 길이가 너무 깁니다. 평벨트의 길이 측정이 제대로 이루어지지 않았습니다(주문 시 길이를 잘못 주문하였습니다).	필요 평벨트 길이를 올바르게 측정하고(5.2장 참조), 가능하다면 평벨트의 길이를 줄이거나 평벨트를 교체합니다.	평벨트를 주문할 때 평벨트의 안쪽 길이가 매우 중요합니다.
평벨트가 지나치게 뜨거워졌습니다.	벨트 장력이 충분치 않으며 변형이 심하게 이루어졌습니다.	벨트 장력을 올립니다(장착 시 권장 신율을 확인합니다).	문제가 계속되거나 장착 시 권장 신율을 초과했을 경우 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.
	굽힘 주기가 너무 많습니다.	속력을 줍니다.	문제가 계속될 경우 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.
풀리가 지나치게 뜨거워 췌었습니다.	벨트 베어링에 과부하가 걸렸습니다. 평벨트 이완이 완전히 이루어지지 않았습니다.	평벨트가 부하가 없는 상태에서 느리게 움직이도록 합니다. 필요하다면 두 단계로 벨트에 장력을 가합니다(6.3장 참조).	시글링 익스트라멀터스 평벨트 이완에는 몇 시간 이상이 걸릴 수도 있습니다. 두 단계로 나누어 벨트에 장력을 줄 수 없는 경우에는 축부하 초기값에 맞추어 기계장치 베어링을 설계해야 합니다. Forbo Movement Systems에 연락 주십시오.
	폴리아미드 인장재가 마르면서 벨트 베어링에 과부하가 걸렸습니다.	계속해서 기온이 건조할 경우에는 벨트를 살짝 이완합니다. 기온이 계속 바뀌는 경우에는 다른 인장재가 적용된 평벨트를 사용합니다.	폴리아미드는 주변 온도와 습도에 예민합니다. 문제가 있을 경우 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.
벨트의 폭이 좁아졌습니다.	평벨트가 지나치게 늘어났습니다(장착 시 신율이 너무 높습니다).	평벨트를 바꾸고 벨트 장력을 줍니다(장착 시 권장 신율을 확인합니다).	평벨트 계산 문제는 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.

## 11.5 마모

문제	원인	조치	비고
평벨트 하면이 마모되었습니다.	일반적으로 사용하는 가운데 발생하는 마찰 때문입니다.	조치할 필요가 없습니다.	평벨트 하면에서 발생하는 마찰과 마모는 정상적인 현상입니다. 평벨트는 소모품으로 분류되고 있습니다.
	벨트 장력이 너무 낮거나 전달되는 동력이 너무 높습니다(지나치게 헛돌고 있습니다).	벨트의 장력을 늘입니다(장착 시 권장 신율을 확인합니다).	평벨트의 일부 또는 전체는 어긋나는 구간에서 작동합니다. 문제가 계속되거나 장착 시 권장 신율을 초과했을 경우 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.
풀리가 지저분합니다.	풀리를 청소합니다.	기계장치를 정기적으로 유지보수하면 평벨트를 좀 더 오랜 기간 사용할 수 있게 됩니다.	
풀리에 흙이 생기거나 풀리가 손상되었습니다.	풀리를 다듬어 흙을 없애버립니다.	풀리의 표면이 손상되면 평벨트도 손상될 수 있습니다.	
풀리가 완벽하게 정렬되지 않았습니다.	풀리를 평행으로 정렬한 후 전부 수평을 이루도록 합니다.	풀리, 특히 크라운 풀리의 정렬이 올바르지 않을 경우 부하가 커지면서 벨트의 수명이 줄어듭니다.	
풀리의 기하학적 구조가 올바르지 않습니다.	풀리를 크라운(가운데가 불록한 모양) 또는 원통으로 설계합니다.	크라운 높이에 대한 정보는 8.1장을 참조하십시오.	
평벨트가 기계장치의 부품에 닿습니다.	기계장치의 고정축과 베어링, 풀리, 그리고 평벨트와 직접 접촉할 수 있는 날카로운 모서리 등을 확인합니다.	사용 중인 평벨트와 기계장치의 고정 부품 간의 속력이 상대적으로 높기 때문에 부품과 벨트 간의 접촉이 원인으로 평벨트가 쉽게 고장 나게 되었습니다.	
가죽 표면이 단단해지면서 거칠게 마모되었습니다.	쇠솔을 사용해 가죽 표면을 거칠게 만든 다음 익스트라멀터스 스프레이를 뿌립니다.	가죽은 정기적으로 관리해주지 않으면 특성을 잃는 천연 재료입니다. 가죽 표면은 부드럽고 윤활성이 있으며 팽팽이 없는 상태여야 합니다. 가죽 관리 법은 6.4장을 참조하십시오.	
평벨트 구동면이 마모되면서 붉은 가루가 생겼습니다.	세로 방향 진동 때문입니다.	평벨트를 적절한 인장재가 적용된 다른 벨트로 교체합니다.	세로 방향 진동을 교정할 수 있는 유일한 방법은 다른 인장재가 적용된 평벨트를 사용하는 것입니다. Forbo Movement Systems에 연락 주십시오.
평벨트 상면이 마모되었습니다.	일반적으로 사용하는 가운데 발생하는 운송 제품과의 마찰 때문입니다.	조치할 필요가 없습니다.	구동 과정에서 평벨트 상면이 마모되는 것은 정상적인 현상입니다. 평벨트는 소모품으로 분류되고 있습니다.
"평벨트 구동면이 마모되었습니다"를 참조하십시오.	"평벨트 구동면이 마모되었습니다"를 참조하십시오.	"평벨트 구동면이 마모되었습니다"를 참조하십시오.	"평벨트 구동면이 마모되었습니다"를 참조하십시오.

## 11.5 마모

문제	원인	조치	비고
평벨트의 가장자리가 마모되었습니다.	평벨트가 기계장치의 부품에 닿습니다.	풀리를 정렬한 후 풀리의 크라운, 기계장치의 고정축과 베어링, 풀리, 그리고 평벨트와 직접 접촉할 가능성이 있는 날카로운 모서리 등을 확인합니다.	사용 중인 평벨트와 기계장치의 고정 부품 간의 속력이 상대적으로 높았던 탓에 부품과 벨트 간의 접촉을 원인으로 평벨트가 빨리 고장 나게 되었습니다.
	평벨트가 플랜지 풀리에 닿습니다.	풀리를 정렬한 후 풀리의 크라운을 확인하고 플랜지 풀리를 분리합니다.	일반적인 경우에는 플랜지 풀리를 사용하지 않습니다. 하지만 플랜지 풀리를 사용해야만 하는 경우에는 8.1장의 참고사항을 읽어주십시오.
	가장자리에 텁날 모양 무늬가 없습니다(시프터가 있는 쟁쏘에 사용하는 폴리아미드 라인)	풀리를 교체합니다. 재주문 시 가장자리 텁날무늬를 잊지 않고 같이 주문합니다.	시프터가 있는 장치에서 폴리아미드 라인 평벨트를 사용할 때는 가장자리에 텁날 모양을 넣어야만 모양을 넣지 않고 깔끔하게 가장자리를 다듬은 평벨트 보다 오래 사용할 수 있습니다.
평벨트 층이 분리가 되었습니다(층분리).	풀리의 직경이 최소 필요 직경보다 작습니다.	직경이 큰 풀리로 교체하거나 적절한 최소 풀리 직경을 갖춘 시글링 익스트라멀터스 제품을 선택합니다.	시글링 익스트라멀터스 평벨트는 여러 개의 층을 갖춘 "샌드위치"의 형태를 띠고 있습니다. 따라서 풀리가 너무 작을 경우 층간 장력이 너무 커져 층이 분리될 수 있습니다.
	외부 기계 장치의 영향을 받아서 표면의 막이 벗겨졌습니다.	평벨트를 교체한 후 기계장치의 고정축과 베어링, 풀리, 그리고 평벨트와 직접 접촉될 가능성이 있는 날카로운 모서리 등을 확인합니다.	사용 중인 평벨트와 기계장치의 고정 부품 간의 속력이 상대적으로 높기 때문에 부품과 벨트 간의 접촉을 원인으로 평벨트가 쉽게 고장 나게 되었습니다.
	층 사이의 결합력이 너무 낮습니다.	평벨트를 교체합니다.	최소 풀리 직경을 충족시킨 상태에서 시글링 익스트라멀터스 평벨트에서 층분리가 일어났다면 Forbo Movement Systems에 연락 주십시오.
스플라이스에서 층이 분리가 되었습니다(층분리).	엔드리스 스플라이스에 과부하가 걸렸거나 스플라이스가 잘못 제작되었습니다. 11.2장을 참조하십시오.	11.2장을 참조하십시오.	11.2장을 참조하십시오.
평벨트에 세로 방향의 흠이 파였거나 평벨트가 세로 방향으로 부러졌습니다.	원통형 또는 크라운드 풀리의 종양이 너무 뾰족합니다.	크라운드 또는 원통형 풀리를 사용합니다.	풀리의 기하학적 구조에 대한 정보는 8.1장을 참조하십시오.
	플랜지 풀리에서 벨트를 사용하였습니다.	풀리를 정렬한 후 풀리의 크라운을 확인하고 플랜지 풀리를 분리합니다.	일반적인 경우에는 플랜지 풀리를 사용하지 않습니다. 하지만 플랜지 풀리를 사용해야만 하는 경우에는 8.1장의 참고사항을 읽어주십시오.

## 11.6 특성 변화

문제	원인	조치	비고
고무 표면이 교차로 갈라졌습니다.	고무 소재가 너무 오래되었습니다.	조치할 필요가 없습니다.	고무 표면이 교차로 갈라지는 것은 오랜 시간 지속적으로 동하중을 받아온 고무 소재에서 흔히 볼 수 있는 증상입니다.
성능이 저하되었습니다.	벨트와 함께 사용할 수 없는 매체입니다.	온도, 그리고 사용한 화학 물질을 확인한 후 적절한 평벨트나 저항성이 있는 평벨트를 사용합니다.	Forbo Movement Systems은 다양한 온도에서 사용할 수 있으며 다양한 화학물에 저항성을 갖추고 있는 다양한 시글링 익스트라멀터스 평벨트 제품을 제공하고 있습니다. 문제가 있을 경우 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.
변색이 일어나면서 깨지기 쉬운 상태가 되었습니다.	자외선의 영향입니다.	평벨트에 직사광선이 닿지 않도록 주의하거나 자외선에 저항력이 있는 평벨트를 사용합니다.	자외선에 노출된 시간과 자외선의 강도에 따라 플라스틱의 경우 자외선 A와 B, 그리고 C(일광)의 영향으로 화학적으로 변색되기 시작합니다. 자외선은 소재를 깨지기 쉬운 상태로 만들면서 색변화(변색)를 일으킵니다. Forbo Movement Systems은 강한 자외선에 노출되는 상황에서도 사용할 수 있는 특수한 제품을 생산하고 있습니다. 문제가 있을 경우 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.
축부하 또는 전달 가능한 동력이 감소하였습니다.	주변 온도와 습도의 영향입니다.	온도를 조절하고 평벨트의 사양을 살펴본 후 필요하다면 기존의 평벨트를 적절한 인장재가 적용된 다른 평벨트로 교체합니다.	폴리아미드는 주변의 온도와 습도 변화에 예민합니다. 문제가 있을 경우 Forbo Movement Systems에 연락 주시기 바랍니다.
스플라이스에서 층이 분리가 되었습니다(층분리).	엔드리스 스플라이스에 과부하가 걸렸거나 스플라이스가 잘못 제작되었습니다. 11.2장을 참조하십시오.	11.2장을 참조하십시오.	
평벨트에 세로 방향의 흠이 파였거나 평벨트가 세로 방향으로 부러졌습니다.	원통형 또는 크라운드 풀리의 종양이 너무 뾰족합니다.	크라운드 또는 원통형 풀리를 사용합니다.	풀리의 기하학적 구조에 대한 정보는 8.1장을 참조하십시오.
	플랜지 풀리에서 벨트를 사용하였습니다.	풀리를 정렬한 후 풀리의 크라운을 확인하고 플랜지 풀리를 분리합니다.	일반적인 경우에는 플랜지 풀리를 사용하지 않습니다. 하지만 플랜지 풀리를 사용해야만 하는 경우에는 8.1장의 참고사항을 읽어주십시오.



## 12 용어집

# 12 용어집

A

용어	설명
마모 Abrasion	영어로는 Wear이라고도 불리는 마모는 제품을 사용하는 동안 제품의 표면에서 소재의 일부가 떨어져 나가면서 소실되는 현상을 의미합니다. 마모는 마찰 같은 기계적인 응력으로 인해 발생하며, 소재의 성질과 표면의 특성에 따라 접촉이 있는 표면 부분 (예. 평벨트와 풀리).에서 입자(먼지)가 떨어져 나오기도 합니다.
정전기 방지 Antistatic	정해진 방법으로 정전하를 방출하여 갑작스러운 방전을 방지하는 능력을 갖춘 성질을 의미하며 정전기 방지 기능을 갖춘 시글링 익스트라멀터스 평벨트는 전도성 부품에도 사용이 가능합니다. 저항력(ISO 21178에 따른 Ro)은 $3 \times 10^{-10} \Omega$ 미만입니다.
아ramid Aramid	탄성이 높은 고강도 인장재로 코드 형태의 시글링 익스트라멀터스 평벨트(트루 앤드리스 평벨트)에 사용되거나 또는 폴리에스터 혼방직물에 방적사로 사용되기도 합니다.
호의 길이 Arc length	접촉호를 거쳐 풀리와 접촉하는 평벨트의 길이를 의미합니다.
접촉호 Arc of contact	평벨트가 풀리를 감싸고 있는 접촉 면적을 의미하며 단위는 각도입니다.

B

B-Rex	벨트 드라이브를 설계하고 적절한 시글링 익스트라멀터스 평벨트를 선택하기 위한 포보 무브먼드 시스템 소프트웨어입니다.
장착 시 기초 신율 Basic elongation at fitting	평벨트를 장착할 때 원심력을 고려하지 않고 필요 장력을 전달하기 위해 사용하는 신율값을 의미합니다.
벨트 구조 Belt construction	평벨트의 구조. 자세한 사항은 2.2장을 참조하시기 바랍니다.
벨트 가장자리 가공 Belt edge processing	벨트의 가장자리나 평벨트의 가장자리를 코팅하거나 마감하는 것으로 대부분의 경우 코팅재를 사용합니다. 자세한 사항은 7.4장을 참조하시기 바랍니다.
벨트 장력 Belt tension	동력 맞춤형 동력 전달에 필요한 평벨트의 장력을 의미하며 벨트를 정해진 장착 시 신율에 맞추어 장착하면 필요 벨트 장력이 설정됩니다.
굽힘 주기 Bending frequency	정해진 시간 단위 당 평벨트가 굽혀지는 횟수를 의미합니다. 예시 : 벨트가 1초 내에 두 개의 풀리를 지나 완벽하게 한 바퀴를 돋다고 하면 이 때 굽힘 주기는 $2 \text{ 1/s} = 2 \text{ Hz}$ 입니다.
버트 스플라이는 Butt splice	시글링 익스트라멀터스 평벨트 풀리우레탄 라인 제품 일부에 사용되는 스플라이는의 종류로 평벨트의 끝부분을 표면에서부터 녹여서 접합하는 방식입니다. 자세한 사항은 7.2장을 참조하시기 바랍니다.

C

원심력 Centrifugal force	원심력은 풀리 위에서 움직이는 평벨트를 바깥쪽으로 “당기는” 힘으로 축부하 감소의 원인이기도 합니다. 하지만 원심력은 관성 때문에 (진짜 힘이 아닌) 가짜 힘이기도 합니다. 원심력의 반대가 되는 힘이 바로 구심력(진짜 힘)입니다. 하지만 특히 속력이 높을 때에는 원심력을 무시해서는 안 됩니다.
기후에 대한 저항력 Climate resistance	기후에 대한 저항력은 시글링 익스트라멀터스 평벨트가 갖추고 있는 특성 중 하나로 다양한 기후 조건(예. 상대 습도)에서 필요한 힘을 전달할 수 있도록 합니다.
코드 Cord	투르 앤드리스 평벨트를 참조하여 주십시오.
변형 Creep	변형은 평벨트 소재의 탄성이 유효장력 FU로 인한 두 개의 벨트 스트랜드(F1과 F2) 간의 힘과 신율의 차이를 보완하는 방법을 의미합니다. 평벨트 운전은 평상시에는 슬립 구간에서 이루어집니다.
교차 갈라짐 Cross cracking	동하중을 받은 고무가 오래되면서 일어나는 현상입니다.
크라운 Crown	크라운을 참조하여 주십시오.

A

용어	설명
크라우닝 Crowning	평벨트가 중앙 위치에서 움직일 수 있도록(트래킹) 풀리의 곁면을 둥글게 만드는 것을 의미합니다. 자세한 사항은 8.1장을 참조하시기 바랍니다.
감쇠 Damping	시간이 지남에 따라 진폭이 감소하는 현상으로 평벨트의 감쇠력이 좋을수록 갑작스러운 또는 정기적인 여진 후 진동이 감쇠하는 속도가 빨라집니다.
장력 조절 불가능 Dead tensioning	새로운 평벨트를 설치한 후 여러 단계에 나누어 장력을 가했을 때 나타나는 현상으로 평벨트나 인장재가 더 이상 제대로 동력을 전달할 수 없을 정도로 물리적인 특성이 바뀌어 버립니다. 자세한 사항은 6.3장을 참조하시기 바랍니다.
움직이는 방향 Direction of movement	Forbo Movement Systems이 권장하는 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 설치 방향으로 움직이는 방향 또는 설치 방향은 스플라이는, 그 중에서도 웨지 스플라이는 평벨트가 벌어지는 현상을 막는데 매우 중요한 요소입니다.

B

드래그 벨트 Drag belt	드래그 벨트 컨베이어를 위해 특별하게 개발된 시글링 익스트라멀터스 평벨트로 상면과 하면 양쪽이 마찰이 적은 직물로 코팅되어 있어 특별한 전자기적 특성을 띍니다. 자세한 사항은 2.9장을 참조하시기 바랍니다.
구동 풀리 Drive pulley	피동 모터나 터빈에 설치되어 평벨트로 유효장력을 전달하는 풀리를 의미합니다.
피동 풀리 Driven pulley	정해진 동력을 정해진 속력으로 전달하는 동안 평벨트에 가해지는 힘을 의미합니다. 자세한 사항은 2.6장을 참조하시기 바랍니다.

C

E	유효 장력 Effective pull
엘라스토머 Elastomers	가단성이지만 변형에 저항력을 갖추고 있는 합성 소재(예. 고무)로 엘라스토머는 광역결합 고분자로 구성됩니다. 인장하중 하에서 신장되도록 합니다.
엘라스틱 푸드 테이프 Elastic food tape	식품 산업 같이 위생이 매우 중요한 영역에서 사용하기 위해 특별히 개발한 시글링 익스트라멀터스 평벨트입니다. 자세한 사항은 2.9장을 참조하시기 바랍니다.
정전기학 Electrostatics	정류 전하, 부하 배분, 그리고 전기장으로 충전되는 물체에 대해 연구하는 학문을 의미합니다. 평벨트와 풀리 간의 지속적인 접촉과 분리로 인해 평벨트에서는 전위차가 발생하게 되고(마찰전기 효과), 방전을 제어할 수 없게 되면 이 전위차로 인해 벨트가 손상을 입게 됩니다.

D

신율 Elongation	외부에서 평벨트로 작용하는 힘이 원인이 되어 발생하는 평벨트의 길이 변화를 의미합니다.
장착 시 신율 Elongation at fitting	동력이나 힘을 전달하기 위해서는 평벨트를 기계장치에 맞게 설치해야 합니다. 장착 시 신율은 필요한 장력에 도달하기 위해 백분율로 표시한 신율 또는 평벨트의 길이 변화를 의미합니다.
탄성률 E-modulus(Elasticity module)	탄성 변형 영역에 있는 소재의 장력 조절과 신율 간의 관계를 설명하는 소재 상수로 소재의 탄성률이 높을수록 소재를 길게 늘리는데(길이를 바꾸는데) 필요한 장력 또는 표면적 단위 당 힘이 더 많아집니다.
엔드리스 벨트 Endless belt	7.2장에서 설명하고 있는 엔드리스 접합이 된 평벨트를 의미합니다. 다만 트루 앤드리스 평벨트는 제외됩니다.

E

엔드리스 접합 Endless splicing	7.2장에 맞는 평벨트의 스플라이는 의미합니다.
익스트라멀터스 제품 찾기 Extremultus Product Finder	시글링 익스트라멀터스 평벨트 제품을 빠르고 쉽게 찾을 수 있도록 도와주는 온라인 도구입니다. 자세한 사항은 4.4장을 참조하시기 바랍니다. 주소 : <a href="http://www.forbo.com/movement/">www.forbo.com/movement/</a> > E-Tools
익스트라멀터스 스프레이 언고 Extremultus spray paste	가죽 코팅이 되어 있는 시글링 익스트라멀터스 동력 전달 벨트에 사용하는 세제로 제품 번호는 880026번입니다.

# 12 용어집

F	용어	설명
직물 Fabric	날실(세로)과 씨실(가로)을 직각으로 교차시키는 방식으로 직물을 짜는 방법으로 다양한 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 입장에 사용됩니다. 자세한 사항은 2.2장을 참조하시기 바랍니다.	
특수 가공 Fabrication	특수 가공은 벨트를 길이와 폭에 맞추어 자르는 것뿐만 아니라 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 스플라이스를 위한 사전 작업을 진행하고 스플라이스를 만드는 것까지 포함합니다. 고객의 요청에 따라 벨트 일부 또는 전체를 특수하게 가공할 수 있습니다.	
메커니컬 패스너 Fastener, mechanical	시글링 익스트라멀터스 평벨트 일부에 사용할 수 있는 특수한 패스너로 평벨트 끝부분에 밀어넣은 후 와이어나 핀을 사용해 연결할 수 있는 와이어 클램프나 힌지를 의미합니다. 자세한 사항은 7.2장을 참조하시기 바랍니다.	
플랜지 풀리 Flanged pulley	풀리 가장자리에 한 개 또는 두 개의 추가적인 “벽”을 보유하고 있는 풀리를 의미합니다. 자세한 사항은 8.1장을 참조하시기 바랍니다.	
플래시 스타™ Flash Star™	HC+로 분류된 시글링 익스트라멀터스 제품입니다. 전도성이 매우 높은 시글링 익스트라멀터스 평벨트 제품에 대한 정보를 참조하시기 바랍니다.	
폴더 글루어 벨트 Folder Gluer Belt	상자를 접는 용도로 기계에 사용하기 위한 목적으로 특별하게 개발된 시글링 익스트라멀터스 평벨트로 상면, 그리고 때로는 하면까지 그립이 뛰어나면서 마모에 대한 저항력이 높은 코팅재가 적용되어 있습니다. 자세한 사항은 2.9장을 참조하시기 바랍니다.	
식품 안전 Food safe	시글링 익스트라멀터스 평벨트는 특정 표준(예. FDA, EU)을 준수하고 있어 식품 산업에서도 안전하게 사용할 수 있습니다.	
장력 증가 Force peak	평벨트에 가해지는 부하가 짧은 시간 안에 갑작스럽게 증가하는 현상을 의미합니다 (예. 장치 가동이 시작했을 때 혹은 멈추었을 때).	
마찰 계수 Friction coefficient	마찰 계수 $\mu$ 는 접지압과 비교하여 마찰력을 측정한 값으로 소재와 질감에 따라 달라집니다. 이 경우에는 평벨트의 소재와 (하면의) 표면, 그리고 풀리가 매우 중요합니다.	
전부하 Full load	대부분의 기계장치는 부하 없음, 부분 부하, 전부하, 이렇게 세 종류의 운전 모드를 갖추고 있습니다. 전부하는 동력 전달이 최고치로 이루어지고 있는 운전 모드를 의미합니다.	
G 그립 스타™ Grip Star™	그립 스타™는 그립이 높거나 중간 수준인 열가소성 플라스틱 코팅재(코팅재 R)가 적용된 시글링 익스트라멀터스 제품으로 고무의 장점을 모두 갖추고 있으면서도 깨지기 쉬워지거나 교차로 갈라지는 것 같이 고무가 오래되면서 흔하게 발생하는 문제점은 전혀 보여주지 않습니다.	
H 가열 클램프/장치 Heating clamp /device	Z 스플라이스와 웨지 스플라이스, 그리고 오버랩 스플라이스를 만들 때 사용하는 장치입니다.	
전도성이 높은 Highly Conductive (HC/HC+)	규정된 방법으로 정전하를 방출하여 갑작스러운 방전을 방지하는 능력을 갖춘 성질을 의미하며 시글링 익스트라멀터스 평벨트 조립 시 전도성 부품을 함께 설치합니다. HC : 정전기를 방지하는 성질을 갖추고 있으며 표면에 세로 방향으로 전도성을 갖추고 있습니다(ISO 21178에 따라 저항력 $R_{0\Omega}$ 는 $3 \times 10^9 \Omega$ 미만입니다). HC+ : 상면과 하면에 HC 성질을 갖추고 있으며 벨트에 고르게 전도성을 갖추고 있습니다(ISO 21178에 따라 저항력 $R_{0\Omega}$ 는 $10^9 \Omega$ 미만입니다). HC+ 특성을 갖추고 있는 시글링 익스트라멀터스 제품에는 플래시 스타™ 표시가 되어있습니다.	
유지 시간 Holding time	제대로 된 Z 스플라이스나 웨지 스플라이스, 버트 스플라이스 또는 오버랩 스플라이스를 만들기 위해 가열 온도를 또는 가열 장치를 평벨트에 적용해야 하는 시간을 의미합니다.	
I 축부하 초기값 Initial value of the shaft load	평벨트를 이완하기 전의 축부하 값을 의미합니다. 자세한 사항은 6.3장을 참조하시기 바랍니다.	
L 라이브 롤러 벨트 Live Roller Belt	피동 롤러 컨베이어에 사용하기 위한 목적으로 특별하게 개발된 시글링 익스트라멀터스 평벨트로 마모에 대한 저항성이 높으며 쉽게 변형되지 않습니다. 자세한 사항은 2.9장을 참조하시기 바랍니다.	

F	용어	설명
세로 방향 진동 Longitudinal vibration	평벨트 또는 기계장치 전체가 세로 방향으로 진동하는 것을 의미하며 눈에 보이지 않습니다. 자세한 사항은 9.8장을 참조하시기 바랍니다.	
M 머신 테이프 Machine Tape	생산 라인에서 물건을 운반하거나 분배하거나 위치를 잡거나 그 외에 다양한 작업을 수행하기 위해 특별히 개발된 시글링 익스트라멀터스 평벨트입니다. 자세한 사항은 2.9장을 참조하시기 바랍니다.	
최소 풀리 직경 Minimum pulley diameter	시글링 익스트라멀터스 평벨트 제품을 전부 사용할 수 있는 최소 풀리 직경과 직경이 동일하거나 아니면 직경이 더 큰 풀리를 사용할 경우 평벨트가 되돌아오는 과정에서 지나친 압축이나 신율로 인해 손상되는 일을 피할 수 있습니다.	
교직물 Mixed fabric	날실과 씨실이 서로 다른 소재로 만들어진 직물을 의미합니다 (예. 아라미드 날실과 폴리에스터 씨실).	
관성 모멘트 Moment of inertia	관성 모멘트 강체가 주어진 축선 주변으로 회전하는 자신의 회전운동에 변화를 주려는 강체의 저항력을 의미하며 따라서 회전축과 관련이 있는 질량 분배에 따라 달라집니다. 크기가 크고 풀리가 두 개인 드라이브, 예를 들어 수력발전소의 경우 기계장치의 세로 방향 고유진동수를 계산하는데에는 구동축과 피동축의 관성 모멘트가 필요합니다.	
N 부하 없음 No load	대부분의 기계장치는 부하 없음, 부분 부하, 전부하, 이렇게 세 종류의 운전 모드를 갖추고 있습니다. 부하 없음은 전달되는 동력이나 힘이 전혀 없는 운전 모드를 의미합니다.	
명명법 Nomenclature	명명법은 시글링 익스트라멀터스 평벨트 제품 하나하나를 개별적으로 구분할 수 있도록 이름을 붙이는 방법을 의미하며 시글링 익스트라멀터스 평벨트 제품은 이름만 보아도 사용된 소재, 특성, 질감 등을 알 수 있습니다 (예. GG 30E-30 NSTR/NSTR 검은색)	
공칭 유효장력 Nominal effective pull	공칭 유효장력은 평벨트의 장착 시 신율과 슬립이 최적화 되어있을 때 전달할 수 있는 유효장력을 의미합니다.	
O 작동 계수 Operating factor	작동 계수 $c_o$ 는 장치를 사용하는 동안 부하 또는 장력의 영향이 고르지 못한 것을 원인으로 전달되는 유효장력이 증가하게 될 경우 그런 유효장력에 적용되는 안전 계수를 의미합니다.	
작동 소음 Operating noise	작동 소음은 평벨트의 동적인 사용 중, 즉 평벨트가 작동하는 중에 발생하는 소음을 의미합니다. 평소와 다른 소음을 단서로 결합이나 오류를 발견할 수 있습니다. 자세한 사항은 7.2장을 참조하시기 바랍니다.	
오버랩 스플라이스 Overlap splice	시글링 익스트라멀터스 평벨트 폴리우레탄 라인 제품에 사용되는 스플라이스의 종류로 평벨트의 한 폭 끝부분을 다른 폭 끝부분 위로 약 2 mm 겹친 후 녹여서 접합하는 방식입니다. 자세한 사항은 7.2장을 참조하시기 바랍니다.	
주문 길이 Order length	평벨트를 주문 및 제작할 때 필요한 길이입니다. 주문 길이를 확인하는 방법에 대해서는 5.2장을 참조하시기 바랍니다.	
P 부분 부하 Partial load	대부분의 기계장치는 부하 없음, 부분 부하, 전부하, 이렇게 세 종류의 운전 모드를 갖추고 있습니다. 부분 부하는 부하 없음 (동력 전달 없음)과 전부하(동력 전달 최대) 사이에 존재하는 운전 모드를 의미합니다.	
플라스틱 Plastic	주로 고분자로 이루어져 있으며 뛰어난 기술적 특성을 갖춘 소재로 크게 열가소성 플라스틱, 화학열경화성 플라스틱, 탄성중합체로 나누어 집니다.	
폴리아미드 Polyamide	반결정체의 열가소성 합성 플라스틱 소재로 뛰어난 강도와 탄성을 갖추고 있습니다. 폴리아미드는 유지용제에 뛰어난 내화학성을 보이며면서 녹는점이 비교적 높다는 특성을 갖추고 있지만 한편으로는 플라스틱이기 때문에 온도와 습도 변화에 예민합니다. 시글링 익스트라멀터스 평벨트에는 대부분의 경우 감쇠능력이 뛰어난 시트형의 폴리아미드가 사용됩니다.	

# 12 용어집

용어	설명
폴리에스터 Polyester	폴리에스터는 열가소성 합성 소재로 시글링 익스트라멀터스 폴벨트의 직물 인장재에 사용됩니다. 사용된 폴리에스터 섬유는 질겨서 잘 마모되지 않으면서 신율이 매우 높습니다.
폴리우레탄 Polyurethane	폴리우레탄은 디올(2가 알코올)이나 폴리올(다가 알코올)과 폴리이소시아네이트의 중첨가 반응에서부터 만들어진 플라스틱 또는 합성 수지로, 교차 결합된 정도와 편율의 가변 두께에 따라 열가소성도 화학열경화도 탄성종합체도 될 수 있습니다. 시글링 익스트라멀터스 폴벨트에 사용되는 폴리우레탄은 열가소성 폴리우레탄입니다.
동력 Power	전달되는 장력과 폴벨트의 속력 또는 절달되는 토크와 속력을 사용하여 계산할 수 있는 물리적 변수를 의미합니다.
동력 전달 벨트 Power Transmission Belt	구동 장치 요소(예. 모터)와 피동 장치 요소(예. 플라이휠) 간의 동력 전달, 특히 높은 기술의 동력 전달을 위해 시글링 익스트라멀터스가 개발한 폴벨트입니다. 자세한 사항은 2.9장을 참조하시기 바랍니다.
제품 찾기 Product Finder	시글링 익스트라멀터스 폴벨트 제품을 빠르고 쉽게 찾을 수 있도록 도와주는 온라인 도구입니다. 자세한 사항은 4.4장을 참조하시기 바랍니다. 주소 : <a href="http://www.forbo.com/movement/">www.forbo.com/movement/</a> > E-Tools
풀리 Pulley	회전 대칭인 장치 요소로 폴벨트를 벨트 드라이브에 설치할 때 폴벨트는 풀리의 위에 위치하게 됩니다. 풀리와 폴벨트가 접촉하는 접촉면에서 동력 및 춤형 동력 전달이 이루어지게 됩니다.
R 기준 장력 Reference force	기준 장력은 전달되는 유효장력에 잔동 계수인 $c_2$ 를 곱하면 구할 수 있습니다.
이완 Relexation	동적인 목적으로 사용되는 플라스틱이 흔히 보이는 특성입니다. 벨트 사용에서는 “벨트를 설치한 상황”에 따라 인장재가 “느슨해지는” 현상을 의미합니다. 폴벨트를 사용하기 시작한 초기 몇 시간 내에 축부하가 감소하기 시작했다면 이완 현상이 나타났다고 보아도 무방합니다. 자세한 사항은 6.3장을 참조하시기 바랍니다.
잔여 신율 Remaining elongation	장착 시 신율의 일부분으로 폴벨트가 이완 또는 제거된 후에도 사라지지 않고 남아있습니다.
로(p)값 Rho value	로(p)값은 인장재가 유효장력을 전달할 수 있는 능력을 의미하며 유효장력을 나눈 값으로 하고 풀리와 접촉이 있는 표면을 사용하여 계산할 수 있습니다.
고무 Rubber	점탄성소재(가황 고무)로 탄성종합체에 속해있습니다.
러닝인 특성 Running-in behavior	이완을 참조하시기 바랍니다.
러닝인 비율 Running-in ratio	러닝인 비율 $C_{initial}$ 은 축부하의 초기값과 안정상태값 사이의 관계를 설명하며, 러닝인 비율에 정축부하 $F_{ws}$ 를 곱할 경우 장력을 가한 직후 (이완되기 전) 기계장치의 베어링에 가해지는 초기 축부하를 구할 수 있습니다.
S 축부하 Shaft load	장착 시 신율과 폴벨트의 인장재에 의해 풀리의 축과 베어링에 가해지는 부하를 의미하며 전달 가능한 최대 동력에 매우 중요한 역할을 합니다. 자세한 사항은 2.6장을 참조하시기 바랍니다.
시트 Sheet	감쇠성이 뛰어난 폴리아미드를 높은 수준의 동력 전달을 위한 폴벨트 인장재로 사용할 때는 시트 형태로 만들어 사용합니다. 자세한 사항은 2.2장을 참조하시기 바랍니다.
시프터, 시프터 롤러 Shifter, shifter roller	폴벨트(동력 전달 벨트)를 사용할 때 폴벨트를 수평으로 움직이게 하기 위해 사용하는 장치로 주로 칩 드라이브에 사용됩니다. 시프트 롤러는 고정되어 있을 수도 있고 롤러 베어링 위에 위치하고 있을 수도 있으며, 폴벨트의 가장자리와 접촉합니다.

용어	설명
벨트의 이완측 Slack side of the belt	벨트의 이완측은 구동 풀리가 당기지 않는 폴벨트의 부분을 의미합니다. 벨트를 사용하는 동안 벨트의 이완측에는 벨트의 인장측보다 훨씬 적은 장력이 가해지게 됩니다.
슬립 Slip	서로 접촉하면서 마찰을 일으키게 되는 기계적인 요소 간의 속력의 차이를 의미하며 단위는 백분율(%)입니다. 벨트 드라이브에서는 폴벨트와 풀리 사이에서 슬립 현상이 발생합니다. 슬립 현상에는 변형(일반적인 상황)과 어긋남(과부하가 발생한 상황) 두 가지 종류가 있습니다.
미끌림 Slippage	변형과는 달리 어긋남 영역에서는 폴벨트의 탄성이 유효장력 $F_u$ 로 인한 두 개의 벨트 스트랜드( $F_1$ 과 $F_2$ ) 간의 장력과 신율 차이를 완전히 보완할 수 없게 됩니다. 이 미끌림 영역에서는 폴벨트가 풀리 위에서 미끄러져 어긋나게 되기 때문에 이 영역에서는 벨트를 사용하지 않아야 합니다.
접합 Splicing	엔드리스 접합을 참조하시기 바랍니다.
접합설명서 Splicing instruction	엔드리스 스플라이스를 만들기 위한 설명서를 의미합니다.
스프링 정수 Spring constant	스프링 정수는 스프링 또는 탄성 요소(예. 폴벨트)의 변위와 이런 변위에 필요한 힘 간의 관계를 의미하며 소재에 따라 달라집니다. 소재의 탄성 영역에만 적용할 수 있습니다.
R 표준 기후 Standard climate	DIN EN ISO 291은 플라스틱을 길들이고 실험하기 위한 표준 기후를 명시하고 있는데, 비열대국가의 표준 기후는 기온 23°C/+73°F에 습도 50%이며 열대국가의 표준 기후는 기온 27°C/81°F에 습도 65%입니다.
스테디 롤러 Steady roller	진동하는(상하 방향으로 움직이는) 벨트 스트랜드를 흔들리지 않게 균형을 잡아 자유 진동 길이를 바꾸는데 사용하는 롤러입니다.
축부하의 정상 상태값 Steady state value of shaft load	폴벨트 이완 이후 나타나는 축부하입니다. 자세한 사항은 6.3장을 참조하시기 바랍니다.
강성, 굽힘 강성 Stiffness, bending stiffness	폴벨트가 풀리 위를 지나갈 때 구부러지면서 발생하는 탄성 변형에 대한 폴벨트의 저항력을 의미합니다.
T 테이크업 범위 Take-up range	폴벨트에 장력을 줄 때 장력을 주기 위한 장치를 테이크업에 사용하는데 이 때 이 장치에 적용되는 범위를 의미합니다.
온도 안정성 Temperature stability	온도 안정성은 시글링 익스트라멀터스 폴벨트가 갖추고 있는 특성 중 하나로 온도가 매우 높은 환경에서도 필요한 장력을 확실하게 전달합니다.
탄젠셜 벨트 Tangential Belt	방적기와 연사제조기에서 스피드 드라이브로 사용하기 위해 특별히 개발된 시글링 익스트라멀터스 폴벨트로 특히나 스플라이스 부분을 포함해 폴벨트 전체의 두께가 일정하며 스피드에서의 속력 변화를 최소화 했다는 특성을 갖추고 있습니다. 자세한 사항은 2.9장을 참조하시기 바랍니다.
장력 Tension	기계적 장력은 표면 단위당 힘을 의미하며 본체를 관통하는 가상의 영역(예. 폴벨트의 단면)에 가해집니다.
인장재 Tension member	폴벨트의 한 부분으로 폴벨트의 강도, 그리고 나아가 폴벨트를 사용하는 동안 폴벨트에 작용하는 힘을 흡수하는 능력에 많은 영향을 끼칩니다. 자세한 사항은 2.2장을 참조하시기 바랍니다.
장력을 주기 위한 장치 Tensioning station	기계장치나 컨베이어에 위치한 장치로 폴벨트에 장력을 주기 위한 힘을 가할 때 사용합니다.
질감 Texture	시글링 익스트라멀터스 폴벨트의 표면의 특성 중 하나로 고운 질감(FSTR), 일반적인 질감(NSTR), 거친 질감(GSTR), 억피라미드 질감(NP), 부드러운 표면(GL), 평평하게 만든 표면(SM), 직물 표면(FBRC), 가죽 표면(LTHR), 고성능 표면(HP) 등이 있습니다. 자세한 사항은 2.2장을 참조하시기 바랍니다.

# 12 용어집

용어	설명
열가소성 플라스틱 Thermoplastic	특정한 온도 범위 내에서 잘 휘어지는 특성을 갖추게 되는 플라스틱(열가소성 플라스틱)으로 이런 과정을 여러 번 반복할 경우 소재가 과열되어도 파괴되지 않는 특성을 갖추게 됩니다. 이런 특성 때문에 열가소성 플라스틱은 녹여서 접합하는 것도 가능합니다. 때문에 열가소성 플라스틱 인장재가 적용된 시글링 익스트라멀터스 평벨트에서는 이 방법을 사용해 앤드리스 스플라스를 만들어냅니다.
벨트의 인장측 Tight side of the belt	벨트의 인장측은 구동 풀리가 당기는 평벨트의 부분을 의미합니다. 벨트를 사용하는 동안 벨트의 인장측에는 가장 강한 장력이 가해지게 됩니다.
상면 Top face	구동 풀리와 접촉하지 않게 되는 평벨트의 면으로 예전에는 기능면이라고 하였습니다.
견인력, 운송 능력 Traction, transport capacity	견인력 또는 운송 능력은 시글링 익스트라멀터스 평벨트의 코팅과 무늬가 제품(예. 절단기의 식품이나 폴더 글루어 머신의 판지)을 제대로 구동할 수 있는 능력을 의미합니다.
전달력 Transmission capacity	로( $\rho$ ) 값을 참조하시기 바랍니다.
전달 비율 Transmission ratio	전달 비율 $i$ 는 구동측의 속력과 피동측의 속력 (그리고 구동측 풀리의 직경과 피동측 풀리의 직경) 간의 관계를 나타내는 값입니다. $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$
가로 방향 진동 Transversal vibration	평벨트 또는 벨트의 인장측이나 이완측이 움직이는 방향을 향해 수직으로 움직이고 있는 것을 의미하며 눈에 보입니다 (평벨트가 "상하방향으로" 움직입니다). 자세한 사항은 9.8장을 참조하시기 바랍니다.
마찰전기 효과 Triboelectric effect	다양한 소재가 서로 자주 마찰이 일어나면서 분리되고 충전되는 현상을 의미합니다. 마찰전기 효과로 인해 발생한 전하의 실제 양은 온도, 표면의 특성, 전기 전도성, 물 흡수성, 해당 소재의 마찰전기 시리즈에서의 위치(전자친화도) 같은 다양한 요소에 따라 달라집니다.
트루 앤드리스 평벨트 Truly endless flat belt	코드 인장재가 적용된 평벨트로 코팅이 되어있으며 두 개의 원통 주변을 나선 형태로 휘감고 있습니다. 자세한 사항은 2.2장을 참조하시기 바랍니다.
<b>U</b> 하면 Underside	구동 풀리와 직접 접촉하는 평벨트의 면으로 예전에는 작동면이라고 불리었습니다.
<b>W</b> 마모 Wear	마모(Abrasion)를 참조하시기 바랍니다.
웨지 스플라이스 Wedge splice	시글링 익스트라멀터스 평벨트의 끝부분을 웨지(쐐기) 형태로 준비한 후 한쪽 끝을 다른 쪽 위에 올려놓고 결합하는 방식의 DA형 스플라이스로 스플라이스를 만들기 위해 접착하는 과정이 필요합니다. 자세한 사항은 7.2장을 참조하시기 바랍니다.
휘파람 소리 Whisling	주파수가 높은 소음으로 평벨트가 동력을 전달하는 과정에서 발생합니다. 전달 비율이 5:1을 초과하면 대부분의 경우 휘파람 소리가 발생합니다.
폭 기반 공칭 유효장력 Width-based nominal effective pull	폭 기반 공칭 유효 장력은 장착 시 신을 뿐만 아니라 평벨트 폭 1 mm 당 슬립이 최상일 때 전달할 수 있는 유효장력을 의미합니다.
<b>Z</b> Z 스플라이스 Z-splice	시글링 익스트라멀터스 평벨트 폴리에스터, 아라미드, 폴리우레탄 라인 제품에 사용되는 스플라이스의 종류로 Z 모양의 편치를 사용해 평벨트 끝부분을 Z 모양으로 만든 후 겹쳐서 녹여 접합하는 방식입니다. 자세한 사항은 7.2장을 참조하시기 바랍니다.

## 13 법적 고지

Forbo Movement Systems의 제품은 다양한 분야에서

사용되고 있으며 여러가지 환경적인 변수의 영향을

받고 있습니다. 따라서 제품을 주문한 사용자는

사용설명서, 제품의 적합성과 사용에 관련된 세부내용

및 정보는 일반적인 가이드라인 내에서 사용하고,

사용자가 실행해야 하는 필요한 작업 및 검사를 반드시

해야 합니다. Forbo Movement Systems에서 기술

지원을 받을 경우, 기계장치가 올바르게 작동되는 것에

대한 책임은 사용자에게 있습니다.

## Sieglng – total belting solutions

직원들의 헌신과 품질 중심의 조직과 생산 과정은 Forbo Movement Systems이 높은 수준의 제품과 서비스를 제공할 수 있는 원동력이라 할 수 있습니다. 포보 시글링 품질 경영 시스템은 ISO 9001의 인증을 받은 바 있습니다.

Forbo Movement Systems의 목표는 품질 향상뿐이 아닙니다. 환경보호 역시 Forbo Movement Systems의 기업목표 중 하나입니다. Forbo Movement Systems은 일찍이 ISO 14001이 인정한 환경영영시스템을 도입한 바 있습니다.



Ref. no. 333-2.  
01/19-UDH-승인 없이 본문의 일부 또는 전체를 복제할 수 없습니다. 본문의 내용은 변경될 수 있습니다.



### 포보 시글링 서비스 - 언제나, 어디서나

포보 시글링 그룹은 2,500명이 넘는 직원들과 함께 하며 세계 곳곳에 열개의 생산 시설을 갖추고 있습니다. 80개가 넘는 국가에서 창고와 작업장을 갖춘 자회사와 대리점을 운영하며 전세계 300개가 넘는 서비스센터를 보유하고 있습니다

#### 포보코리아 주식회사

(우 : 14057) 경기도 안양시 동안구 시민대로 361(관양동 883번지)  
에이스평촌타워 B 107호  
전화 : +82 285 808 90  
팩스: +82 285 822 02  
<https://www.forbo.com/movement/ko-kr/>

**Forbo**

MOVEMENT SYSTEMS