

컨베이어벨트 설계매뉴얼

Conveyor Belt Design Manual



DONGILGIUP

(053-604-4841)

DRB 동일

DONGIL
Conveyor Belt Design Manual
콘베어벨트 설계매뉴얼

C O N T E N T S

- 5 서론
- 6 콘베어벨트의 재료
- 9 운반능력
- 14 소요동력
- 15 벨트의 장력
- 19 벨트 규격의 선정
- 27 최소 Pulley경의 검토
- 29 테이크업(Take-up)
- 32 Trough 변환거리의 결정
- 35 바켓엘리베이터 콘베어벨트
- 38 콘베어벨트 Roll직경 및 길이계산
- 41 콘베어벨트의 설치
- 45 콘베어벨트의 관리
- 47 콘베어벨트의 시운전 및 점검
- 49 콘베어벨트 사용상 문제점 및 그 원인과 대책
- 54 부록 : Conversion Table
- 57 부록 : 콘베어벨트의 전체도면과 각부명칭

서론

콘베어는 물체를 운반하는데 가장 편리하고 경제적인 기계장치이다. 여기서 콘베어벨트는 직접 운반물을 싣고 일정거리를 이동하는 것으로 콘베어장치에서 중요한 역할을 하고 있다.

본 자료는 이러한 콘베어벨트에 대한 가장 경제적이며 적합한 규격을 선정하기 위한 콘베어벨트 설계에 대해 설명하고자 한다. 콘베어벨트 사용자들이 본 자료를 활용하여 용도에 가장 적합한 콘베어벨트를 선정하는데 도움이 되길 바란다.



콘베어벨트는 운전시 장력을 직접받으므로 항장력을 유지하는 심체와 그 심체를 운반물자체나 주변환경으로부터 보호할 수 있는 적정재질의 카버고무로 이루어져 있다. 특히 카버고무의 수명은 바로 콘베어벨트의 수명과 직결되므로 사용조건에 가장 적합한 카버고무재질의 선택이 대단히 중요하다. 심체 및 카버고무의 재질에 따른 특성은 다음과 같다.

1. 심체 재료의 재질별 특성

1-1. NN 심체

NN심체는 경사, 위사가 Polyamide(Nylon)로 구성된 콘베어벨트 심체로서 가장 널리 사용하고 있다.

■ 특징

- 항장력이 우수하다(단위 섬도당 강력이 높다)
- 유연성이 풍부하다(강력에 비해 심체두께가 얇으므로 유연성이 좋고 Trough성능도 우수하다)
- 내굴곡성이 좋다(전체적으로 벨트두께가 얇아 굴곡피로가 적으므로 Pulley경이 작아진다)
- 우수한 탄성을 지니고 있다(신율이 큰 반면 탄성회복율이 커 내충격성이 좋다)
- 접착력이 우수하다(Nylon과 고무의 접착력이 좋으므로 사용중 박리현상에 대한 저항력이 크다)

1-2. EP 심체

EP심체는 경사는 Polyester, 위사는 Polyamide(Nylon)로 구성하여 각 섬유의 장점을 이용, 혼직된 콘베어벨트 심체로서 우수한 성능을 발휘한다.

■ 특징

- 신율이 매우적다(Polyester섬유의 특성인 낮은 신율로 Take-up 여유 길이를 짧게 할 수 있다)
- 수분의 흡수가 거의 없다(수분이 많은 곳에 사용해도 강도 및 접착력의 저하가 극히 적으므로 사용 수명이 길어진다).
- 열에 의한 변화가 적다(온도의 영향에 의한 강도·신율·치수 등의 변화가 극히 적다)
- Trough성능이 우수하다(위사가 Nylon이므로 폭방향으로 유연성을 지닌다)

1-3. STEEL CORD 심체

STEEL CORD심체는 기장이 길고 고강력이 필요한 콘베어벨트의 경우 Take-up 여유길이를 최소화 시키고 고강력에 비해 풍부한 Trough성능을 발휘한다.

■ 특징

- 신율이 극히 적다(섬유심체에 비해 신율이 1/5~1/10수준으로 Take-up 여유길이를 극소화 할 수 있다)
- 굴곡성능이 우수하다(Steel Cord는 아주 가는 소선을 꼬아서 구성되므로 유연성이 풍부하여 사용 Pulley직경을 작게할 수 있다)
- Trough성능이 좋다(고강력 섬유심체는 두께가 두꺼워 Trough성능이 나쁘다.
Steel Cord는 단층이고 위사가 없으므로 Trough성능이 좋다)
- 고강력이 가능하다(섬유심체로는 불가능한 고강력이 필요한 곳에도 적용가능하다)

2. 카버고무의 재질별 특징

2-1. NR(Natural Rubber)

고무나무로부터 채취한 천연고무로 오래전부터 가장 일반적인 고무로서 사용되어져 왔고 현재까지도 가장 많이 사용되고 있는 고무이다. 일반 및 고향장력 콘베어벨트의 카버고무로 사용하고 있다.

■ 특징

- 반발탄성이 좋다
- 인열 저항이 좋다
- 내굴곡성이 좋다
- 인장강도가 높다
- 내한성이 좋다

2-2. SBR(Styrene Butadiene Rubber)

가장 일반적인 합성고무로 Styrene과 Butadiene의 공중합체이다. 일반 및 내마모, 내열성 콘베어벨트의 카버고무로 사용하고 있다.

■ 특징

- 내마모성이 좋다.
- 내열성이 좋다.

2-3. NBR(Nitrile Butadiene Rubber)

Acrylonitrile과 Butadiene의 공중합체이다. 우수한 내유성을 가지고 있기 때문에 내유성 콘베어벨트의 카버고무로 사용하고 있다. 단 내한성은 좋지않다.

■ 특징

- 내유성이 매우 좋다
- 내마모성이 좋다
- 식품수송용에 좋다

2-4. CR(Chloroprene Rubber)

Chloroprene의 중합체 고무로 일반적으로 네오프렌(Neoprene)으로도 불려진다. 각종 특성을 다양하게 구비하고 있으므로 특수 콘베어벨트의 카버고무로 사용되어지고 있다.

■ 특징

- 내후성이 좋다.
- 내유성이 좋다
- 난연성이 좋다
- 내열성이 좋다
- 내약품성이 좋다
- 기계적 성질이 우수하다

2-5. BR(Butadiene Rubber)

뛰어난 탄성과 내마모성을 가지고 있으므로 고내마모성이 요구되는 콘베어벨트의 카버고무로 사용되어지고 있다.

■ 특징

- 내마모성이 아주 좋다
- 반발탄성이 아주 좋다.
- 내한성이 아주 좋다
- 동적 발열이 적다

2-6. IIR(Butyl Rubber)

Isoprene과 Isobutylene의 공중합체이다. 내후성과 내열성이 뛰어나 고내열이 요구되는 콘베어벨트의 카버고무로 사용되어지고 있다.

■ 특징

- 기체 투과성이 극히 적다
- 내열 노화성이 아주 좋다
- 내후성이 좋다
- 내오존성이 좋다
- 내화학약품성이 좋다
- 전기절연성이 좋다
- 충격흡수력이 크다

2-7. EPM, EPDM

EPM은 Ethylene과 Propylene의 공중합체이고 EPDM은 EPM에 Diene성분을 추가한 3원 공중합체이다. 내열, 내오존성이 뛰어나므로 고내열성 콘베어벨트 및 내오존성이 특히 필요한 콘베어벨트의 카버고무로 사용되어지고 있다.

■ 특징

- 내열성이 아주 좋다
- 내오존성이 아주 좋다
- 내후성이 아주 좋다
- 내화학약품성이 아주 좋다
- 내한성이 좋다
- 반발탄성이 좋다

표1. 각종고무의 특성표

특성	고무종류	NR	SBR	NBR	CR	BR	IIR	EPM EPDM
	인 장 특 성		A	B	B	A	B	C
내 마 모 성		B	A - B	A - B	A - B	A	C	B
내 열 성		C	B	B	B	C	A	A
내 오 존 성		C - D	C - D	B - C	B	C - D	B	A
내 후 성		C	C	B - C	A - B	C	A - B	A
내 약 품 성	고 농 도	C	C	B	B	C	A	B
	저 농 도	B	B	B	A	B	A	A
내 한 성		A	A - B	B - C	B - C	A	A - B	A - B
내 유 성		D	D	A	B	D	D	D
내 인 열 성		A	B - C	B - C	B	C	B - C	C
내 노 화 성		B	B	B	A	B	A	A

주) A: 우수 B: 양호 C: 사용가능 D: 사용불가
 상기 특성은 특수약품추가에 의해 향상될 수도 있다.

운반능력

콘베어의 운반능력은 주로 벨트폭과 속도에 의해 결정되며, 캐리어각도, 경사각도, 이송되는 물체의 특성 등에 의해서도 변한다. 일반적으로 콘베어의 운반능력은 다음과 같이 계산된다.

1. 운반량 계산

$$Q_t = 60 \cdot A \cdot v \cdot \rho \cdot \gamma$$

$$60 \cdot k \cdot (0.9B - 0.05)^2 \cdot v \cdot \rho \cdot \gamma$$

여기서 Q_t = 이론운반량(t/hr)

A = 벨트에 실린 운반물의 단면적(m^2)(표5)

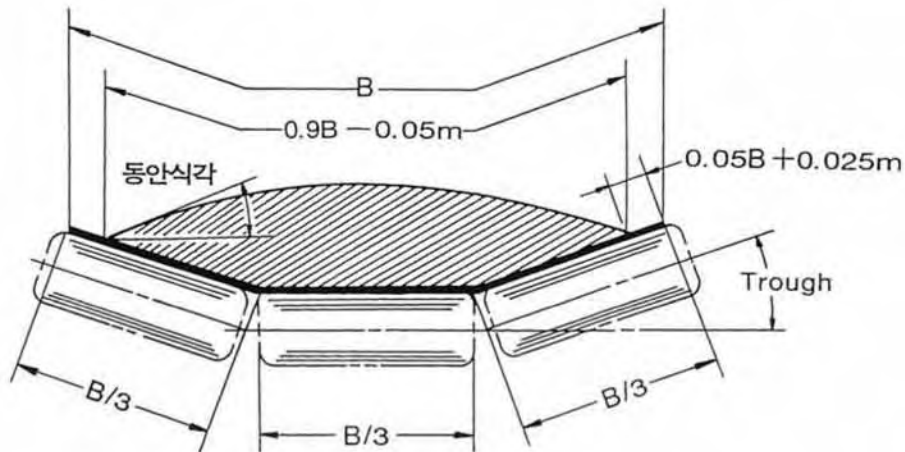
v = 벨트의 속도(m/min)

ρ = 운반물의 겉보기 비중(표4)

γ = 경사각도에 따른 운반효율(표6)

k = 운반물의 동안식각(표2) 및 Trough각도에 의한 단면적 효율(표3)

B = 벨트폭(m)



2. 운반물의 동안식각

동안식각은 적재방법 및 운반물의 크기, 종류에 따라 차이가 난다. 그 값은 대체적으로 표2와 같다.

표2 운반물의 동안식각

동안식각 (°)	운반물 종류 및 상태
10	시멘트, 재 등의 건조분말상의 물질
20	석탄, 모래, 광석, 석회석 등의 분산물
30	분말과 덩어리가 적당히 혼합된 석탄 등의 물질

3. 단면적 효율

표3은 캐리어각도 및 동안식각에 따라 변화하는 단면적 효율(k)의 값을 나타낸 것이다.

표3. 단면적효율(k)

Trough 각도(°)	동안식각(°)		
	10	20	30
0	0.0295	0.0591	0.0906
10	0.0649	0.0945	0.1253
15	0.0817	0.1106	0.1403
20	0.0963	0.1245	0.1538
25	0.1113	0.1381	0.1661
30	0.1232	0.1488	0.1754
35	0.1348	0.1588	0.1837
40	0.1426	0.1649	0.1832
45	0.1500	0.1704	0.1916
50	0.1538	0.1725	0.1919
55	0.1570	0.1736	0.1907
60	0.1568	0.1716	0.1869

4. 운반물의 표준겉보기 비중

운반물의 겉보기비중은 이송되는 물질 각각의 입자사이의 공간을 고려한 중량을 부피로 나눈 값으로 대표적인 예는 표4와 같다.

표4. 운반물의 겉보기 비중(ρ)

운 반 물			겉보기비중	운 반 물			겉보기비중		
석 탄	과 분	탄	0.8	석 회 석	과 분	상	1.6		
	무 연	탄	0.7				상	1.3	
	A s h	탄	0.9		모 래	습 한	것	1.6	
코크스	과 분	상	0.45	자 갈	동 근 자 갈	2.0			
		상	0.4	모 난 자 갈	1.5				
	철 광	석	2.7	곡 류	콩 옥 (대 두) 수	리	0.75		
	동 광	석	2.8				수	0.7	
	인 광	석	1.4				쌀	0.8	
	망 간 광	석	1.9				밀	0.6	
	황 동 광	광	2.0				보 리	0.6	
	유 황	광	1.2			소 금	원 제	염	0.8
	유 화 철	광	2.0		염		1.2		
	자 철	광	2.4	점 토	과 분	상	1.8~2.0		
	적 철	광	2.3				상	1.6	
	갈 철	광	1.6	주 무	물 흡	사	1.4		
	철 분		2.5					1.4	
	광 재 (과 상)		1.4			유 나 비 어 암	리 Chip 료 석		1.5
	광 재 (분 상)		1.0						
	시멘트	C l i n k e r		1.25				0.8~0.9	
시 멘 트			1.5				0.6		
콘 크 리 트			1.5				1.6		

표5. 운반물의 단면적(A)(m²)

Trough 등인식각 벨트폭	0°			20°			25°			30°			35°			45°		
	10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°
	400mm	0.0028	0.0057	0.0087	0.0093	0.0120	0.0148	0.0107	0.0124	0.0160	0.0120	0.0143	0.0169	0.0127	0.0150	0.0174	0.0143	0.0163
450mm	0.0037	0.0074	0.0114	0.0121	0.0157	0.0194	0.0140	0.0162	0.0209	0.0157	0.0186	0.0222	0.0167	0.0197	0.0229	0.0187	0.0214	0.0241
500mm	0.0047	0.0095	0.0145	0.0154	0.0199	0.0246	0.0178	0.0206	0.0266	0.0210	0.0250	0.0296	0.0212	0.0251	0.0291	0.0250	0.0286	0.0322
600mm	0.0070	0.0142	0.0217	0.0231	0.0299	0.0369	0.0267	0.0308	0.0399	0.0300	0.0357	0.0422	0.0320	0.0378	0.0438	0.0357	0.0408	0.0460
750mm	0.0114	0.0231	0.0353	0.0376	0.0487	0.0601	0.0434	0.0502	0.0648	0.0488	0.0581	0.0687	0.0524	0.0617	0.0714	0.0580	0.0664	0.0748
900mm	0.0168	0.0341	0.0522	0.0556	0.0719	0.0888	0.0642	0.0742	0.0959	0.0721	0.0860	0.1014	0.0777	0.0914	0.1058	0.0858	0.0981	0.1106
1050mm	0.0234	0.0473	0.0724	0.0771	0.0998	0.1232	0.0891	0.1029	0.1330	0.1004	0.1192	0.1408	0.1079	0.1269	0.1468	0.1189	0.1360	0.1534
1200mm	0.0309	0.0627	0.0960	0.1022	0.1321	0.1631	0.1180	0.1363	0.1762	0.1324	0.1579	0.1864	0.1431	0.1683	0.1946	0.1575	0.1801	0.2033
1400mm	0.0427	0.0865	0.1324	0.1410	0.1823	0.2251	0.1629	0.1881	0.2431	0.1827	0.2179	0.2576	0.1978	0.2325	0.2688	0.2174	0.2486	0.2804
1600mm	0.0563	0.1142	0.1748	0.1861	0.2406	0.2971	0.2148	0.2482	0.3208	0.2411	0.2875	0.3394	0.2613	0.3070	0.3549	0.2886	0.3272	0.3700
1800mm	0.0719	0.1457	0.2230	0.2374	0.3070	0.3790	0.2741	0.3167	0.4092	0.3076	0.3668	0.4331	0.3337	0.3919	0.4529	0.3659	0.4185	0.4720
2000mm	0.0893	0.1810	0.2770	0.2949	0.3814	0.4709	0.3405	0.3934	0.5084	0.3822	0.4557	0.5381	0.4143	0.4872	0.5629	0.4546	0.5200	0.5864
2200mm	0.1099	0.2201	0.3379	0.3587	0.4638	0.5729	0.4146	0.5144	0.6187	0.4589	0.5543	0.6533	0.5021	0.5915	0.6843	0.5587	0.6347	0.7137

5. 경사각도에 따른 운반효율(γ)

운반능력은 경사각도에 따라 변화한다. 경사각도가 클수록 운반능력은 저하한다. 그 저하율은 표6과 같다.

표6. 경사각도에 따른 운반효율(γ)(DIN 22101)

경사각도	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°	20°
γ	1.0	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.85	0.81

경사각도	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
γ	0.78	0.76	0.73	0.71	0.68	0.66	0.64	0.61	0.59	0.56

6. 경사각도의 한계

콘베어의 최대경사각도는 이송물질의 종류 및 형상, 속도 등에 따라 다르나 표준 최대경사각도의 한계는 표7과 같다

단, 부속기기 등의 주변조건 및 벨트표면에 특수무늬가 있을 경우는 최대경사각도가 변할 수 있다.

표7. 콘베어의 경사각도 한계

운 반 물		최대경사각(°)	운 반 물		최대경사각(°)
석 탄	과 탄	16	주 물 사	(습)	24
	분 탄	20		(건)	20
	무 연 탄	18	모 래	(습)	20
	A s h	20		(건)	15
코 크 스	과 상 (균 일)	16	자 갈	동 근 자 갈	10
	과 상 (불균일)	18		모 난 자 갈	20
	분 상	20	소 금	원 염	20
광 석	20	정 제 염		23	
석 회 석	과 상	20	곡 류	콩 (대 두)	9
	분 상	23		쌀 , 보 리	15
시 멘 트	C l i n k e r	18	유 리		20
	시 멘 트	12	나 무 Chip		27
	콘크리트(150mm)	15	흙	(습)	24
	콘크리트(100mm)	20		(건)	20
점 토	과 상 (습)	18	P e l l e t		10
	과 상 (건)	15	비 료 (건)		12
	분 상	22	비 료 (보통)		18

7. 벨트 속도의 한계

콘베어벨트의 속도를 결정할 때 다음과 같은 항목들을 고려하여 설계해야 한다. 보통콘베어벨트의 운반물 종류 및 벨트폭에 따른 최대속도는 표8와 같다.

■ 속도결정항목

- 벨트폭과 계획운반량
- 운반물의 종류와 그 형상(크기, 마모성, 인열성 등)
- Trough각도 및 콘베어벨트의 경사각도
- Chute에서 운반물의 안정상태 및 기타 기계적 요인

표8. 보통콘베어벨트 속도의 한계(m/min)

운반물의 특성	운반물의 종류	벨트 폭(mm)				
		450 미만	750 미만	1050 미만	2000 미만	2000 이상
마모성이 작은 물질	나무 Chip 곡류 등	150	200	250	300	300
마모성이 큰 물질 (150mm*미만)	석탄, 토사 광석, 점토 쇄석, 모래 등	120	180	300	350	350
마모성이 아주 크고 인열성의 물질 (150mm*이상)	무겁고 예리한 광석, 쇄석 등	-	120	200	200	250
분체등의 비산 물질	밀가루, 시멘트 재(Ash)등	90				

소요동력

벨트콘베어의 운반소요동력은 구동장치 및 기계부품 사양결정 뿐만 아니라 콘베어벨트 강력을 계산하는 기본이 된다. 운반소요동력의 계산식은 다음과 같다.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_t$$

$$P_1 = 0.06 \times f \times W \times v \times \frac{\ell + \ell_0}{367}$$

$$P_2 = f \times Q_t \times \frac{\ell + \ell_0}{367}$$

$$P_3 = \pm \frac{h \times Q_t}{367} \text{ (하향경사시-)}$$

모터 동력계산식 $P_m = \frac{P}{\eta}$

표9. Tripper(P_t)

벨트폭(mm)	이동식(kw)	고정식(kw)
400	1.5	1.0
450		
500		
600		
750	2.65	1.7
900		
1050	3.55	2.15
1200		
1400	5.0	2.8
1600		
1800	6.0	3.55
2000		
2200	7.0	4.3

P = 소요 동력(kw)

P₁ = 무부하 동력(kw)

P₂ = 수평부하 동력(kw)

P₃ = 수직부하 동력(kw)

P_t = Tripper 동력(kw)
(표9 참조)

f = Roller의 회전마찰계수
(표10 참조)

W = 운반물 이외의 운동부분의 중량(kg/m)
(표11 참조)

v = 벨트속도(m/min)

ℓ = 콘베어 수평길이(m)

ℓ₀ = 콘베어 기장의 보정길이(m)
(표10 참조)

Q_t = 운반량(t/h)

P_m = 모터 동력(kw)

η = 모터의 기계적 효율(일반적으로 0.75~0.85)

표10. 회전마찰계수(f)와 보정길이(ℓ₀)

f	ℓ ₀ (m)	Roller의 구조상의 상태
0.03	49	회전저항이 보통의 로울러를 사용한 장치상태가 그다지 좋지 않은 것
0.022	66	회전저항이 특히 작은 로울러를 사용한 장치로 설치 상태가 양호한 것
0.012	156	내림콘베어의 제동력을 계산할 경우

표11. 운반물 이외의 운동부분의 중량(W)(kg/m)

벨트폭(mm)	400	450	500	600	750	900	1000
중량(Kg/m)	22.4	28	30	35.5	53	63	69
벨트폭(mm)	1050	1200	1400	1600	1800	2000	2200
중량(Kg/m)	80	90	112	125	150	160	200

* 본 표는 일반적인 Steel Roller기준으로 계산된 것임

$$W = \frac{W_c}{\ell_c} + \frac{W_r}{\ell_r} + 2W_1 = \frac{\text{Carrier Roller중량(kg)}}{\text{Carrier Roller간격(m)}} + \frac{\text{Return Rolle중량(kg)}}{\text{Return Rolle간격(m)}} + 2 \times m \text{당벨트중량(kg/m)}$$

벨트의 장력

1. 유효장력(F_p)

유효장력은 실제 벨트콘베어를 운전하고 있는 장력으로 소요동력과 속도에 의해 계산된다. 그 계산식은 다음과 같다.

$$F_p = \frac{6120 \times P}{v}$$

여기서 F_p = 유효장력(kg)
 P = 소요동력(kw)
 v = 벨트속도(m/min)

2. 이완측장력(F_2)

이완측장력은 드라이브 풀리(Driving Pulley)에 벨트가 충분한 마찰력을 주기 위한 장력으로 유효장력과 관계가 있다. 그 계산식은 다음과 같다.

$$F_2 = F_p \times \frac{1}{e^{\mu\theta} - 1}$$

여기서 F_2 = 이완측장력(kg)
 μ = 벨트와 Driving Pulley간의 마찰계수(표12 참조)
 θ = Driving Pulley의 벨트 접촉각도

3. 당김측장력(F_1)

Driving Pulley에서 벨트를 당길때 필요한 장력으로 그 계산식 및 유효장력과 이완측장력과의 관계는 다음과 같다.

$$F_1 = F_p \times \frac{e^{\mu\theta}}{e^{\mu\theta} - 1}$$

$$F_2 = F_p \times \frac{1}{e^{\mu\theta} - 1}$$

$$F_1 = \text{당김측장력(kg)}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\mu\theta}$$

$$F_p = F_1 - F_2$$

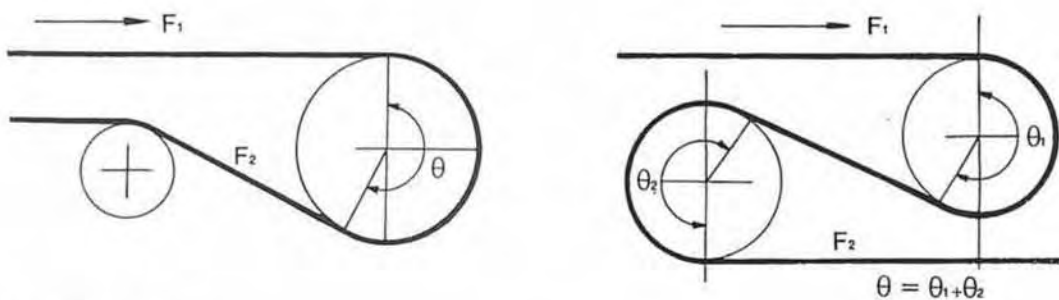


표12. 마찰계수(μ)

Pulley	사 용 상 태	μ
미피복 Pulley	흙물에 젖어있는 경우	0.1
	습한 경우	0.1~0.2
	건조한 경우	0.25
고무피복 Pulley	흙물에 젖어있는 경우	0.2
	습한 경우	0.2~0.3
	건조한 경우	0.35

표13. 구동계수($\frac{1}{e^{\mu}-1}$)

구동조건	접촉각도	μ					
		0.1	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35
Single	180	2.71	1.66	1.14	0.838	0.638	0.499
	190	2.54	1.55	1.06	0.774	0.587	0.456
	200	2.39	1.45	0.990	0.718	0.541	0.418
	210	2.26	1.36	0.925	0.667	0.499	0.383
	220	2.14	1.28	0.866	0.621	0.462	0.353
	230	2.02	1.21	0.812	0.579	0.428	0.325
	240	1.92	1.14	0.763	0.541	0.399	0.300
	250	1.83	1.08	0.718	0.506	0.370	0.277
Tandem	360	1.14	0.638	0.399	0.262	0.179	0.125
	370	1.10	0.612	0.379	0.248	0.168	0.116
	380	1.06	0.587	0.361	0.235	0.158	0.109
	390	1.03	0.563	0.345	0.223	0.149	0.102
	400	0.990	0.541	0.329	0.212	0.140	0.095
	410	0.960	0.519	0.314	0.201	0.132	0.089
	420	0.925	0.499	0.300	0.190	0.125	0.083
	430	0.894	0.480	0.287	0.181	0.118	0.078
	440	0.866	0.462	0.274	0.172	0.111	0.073
	450	0.838	0.445	0.262	0.163	0.105	0.068
	460	0.812	0.428	0.251	0.155	0.099	0.064
	470	0.787	0.413	0.240	0.148	0.093	0.060
	480	0.763	0.399	0.230	0.140	0.088	0.056
	490	0.740	0.384	0.221	0.134	0.083	0.053
	500	0.718	0.370	0.212	0.127	0.079	0.049

여기서 구동조건이 아직 미확정일 경우 구동계수의 값은 표 14에 따른다.

표14.

Pulley 상태 구동조건	미피복Pulley			고무피복Pulley		
	젖어있는 경우	습한경우	건조한경우	젖어있는 경우	습한경우	건조한경우
Single 구동($\theta = 200^\circ$)	2.39	0.990	0.718	0.990	0.541	0.418
Tandem 구동($\theta = 400^\circ$)	0.990	0.329	0.212	0.329	0.140	0.095

(일반적으로 칠한부분의 값을 적용한다)

4. 경사장력(F₃)

경사장력은 콘베어가 경사져 있을 때 벨트 그자체 중량을 들어 올리는데 필요한 장력으로 그 계산식은 다음과 같다.

$$F_3 = W_1 \times l_1 (\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha)$$

여기서 F₃=경사장력(kg)

W₁=벨트의 중량(kg/m)(표15 참조)

l₁=경사길이(m)

α=경사각도(°)

f=Roller의 회전마찰계수(표10 참조)

표15. 벨트의 중량(W₁)

벨트 폭(mm)	400	450	500	600	750	900	1050	1200	1400	1600	1800	2000	2200
벨트중량(kg/m)	4.5	7	7.5	9	13	15.5	23	26	33	38	46	51	56
벨트두께(mm)	9	12		13		17		18		20			

(벨트두께가 다를 경우 두께에 따라 중량은 변화한다. p25. 두께 및 중량계산 참조)

표16. Sinα-f·cosα의 값(f=0.03)

α	Sinα-f·cosα	α	Sinα-f·cosα
3	0.02	16	0.25
4	0.04	17	0.26
5	0.06	18	0.28
6	0.07	19	0.30
7	0.09	20	0.31
8	0.11	21	0.33
9	0.13	22	0.34
10	0.14	23	0.36
11	0.16	24	0.38
12	0.18	25	0.40
13	0.20	26	0.41
14	0.21	27	0.43
15	0.23	28	0.44

5. 최소장력(F₄)

최소장력은 Carrier 또는 Return Roller사이의 벨트처짐량(Sag)을 Roller간격의 약2%로 제한하는데 필요한 장력으로 그 계산식은 다음과 같다.

$$F_4 = \frac{50}{8} \times \ell_c \left(\frac{Qt}{0.06 \times v} + W_1 \right)$$

$$F_4 = \frac{50}{8} \times \ell_R \times W_1$$

(큰 값을 적용한다)

여기서 F₄=최소장력(kg)

ℓ_c=Carrier Roller간격(m)(표17 참조)

ℓ_R=Return Roller간격(m)(표17 참조)

Qt=운반량(t/hr)

v=벨트속도(m/min)

W₁=벨트중량(kg/m)(표15 참조)

표17. Roller의 표준간격

운반물비중 벨트폭(mm)	Carrier Roller "ℓ _c " (m)			Return Roller "ℓ _R " (m)
	1.0미만	1.0~1.9	2.0이상	
400	1.50	1.35	1.35	3.00
450	1.50	1.35	1.35	3.00
500	1.35	1.20	1.20	3.00
600	1.35	1.20	1.20	3.00
750	1.35	1.20	1.20	3.00
900	1.20	1.10	1.10	3.00
1000	1.20	1.00	1.00	3.00
1050	1.20	1.00	1.00	3.00
1200	1.20	1.00	1.00	3.00
1400	1.10	1.00	1.00	3.00
1600	1.10	1.00	1.00	3.00
1800	1.10	1.00	0.90	2.40
2000	1.10	0.90	0.90	2.40
2200	1.00	0.90	0.90	2.40

6. 최대장력(F_{max})

콘베어벨트의 심체강도를 결정하기 위해 필요한 장력으로 다음식에 의해 계산된다.

수평콘베어 F₂ > F₄ → F_{max} = F_p + F₂

F₂ < F₄ → F_{max} = F_p + F₄

경사콘베어 F₂ > F₃ + F₄ → F_{max} = F_p + F₂

F₂ < F₃ + F₄ → F_{max} = F_p + F₃ + F₄

여기서 F_{max}=최대장력(kg)

F_p = 유효장력(kg)

F₂ = 이완측장력(kg)

F₃ = 경사장력(kg)

F₄ = 최소장력(kg)

벨트규격의 선정

1. 심체 인장강도의 계산

심체의 인장강도는 계산된 최대장력(F_{max})으로 계산된다. 그 계산식은 다음과 같다.

$$\text{Steel Cord 콘베어벨트 ST-NO} = \frac{F_{max} \times S \cdot F}{B}$$

$$\text{Fabric 콘베어벨트 } T \cdot S = \frac{F_{max} \times S \cdot F}{B}$$

여기서 ST-NO = ST-Belt의 호칭강도(kg/cm)

$T \cdot S$ = Fabric belt의 인장강도(kg/cm)

F_{max} = 최대장력(kg)

$S \cdot F$ = Belt의 안전계수(표18, 19 참조)

B = 벨트폭(m)

2. 벨트의 안전계수(Safety Factor)

일반적으로 벨트의 안전계수는 정상부하상태로 운반될때의 최대장력(F_{max})에 의해 계산된다.

그 계산식 및 최소안전계수는 다음과 같다.

$$\text{Steel Cord 콘베어벨트 } S \cdot F = \frac{E \times T_c}{F_{max}}$$

$$\text{Fabric 콘베어벨트 } S \cdot F = \frac{T_b \times b}{F_{max}}$$

여기서 $S \cdot F$ = Belt의 안전계수(표18, 19 참조)

E = ST-Cord의 본수(본)

T_c = ST-Cord의 인장강도(kg/본)

T_b = 심체 인장강도(kg/cm)

b = 심체폭(cm)

표18. Steel Cord 콘베어벨트의 최소안전계수

특성 운반물크기 Cycle Time(min)	일 반		내열, 내충격	
	30mm 미만	30mm 이상	30mm 미만	30mm 이상
3미만	9	9	9	10
3.0~9.9	8	8	8	9
10.0이상	7	7	8	8

* 운반물이 고열(200℃ 이상)이거나 고충격성일때는 안전계수를 10~20%정도 높여준다.

표19. Fabric 콘베어벨트의 최소안전계수

특성 운반물크기 Cycle Time(min)	일 반		내열, 내충격	
	30mm 미만	30mm 이상	30mm 미만	30mm 이상
1.0미만	12	13	13	14
1.0~3.0	11	12	12	13
3.0~9.9	10	10	11	11
10.0이상	10	10	10	10

3. 심체 규격의 선정

벨트 인장강도가 계산되면 그에 따른 심체의 강도 및 총포층수를 결정하여야 한다.

3-1. 표준심체의 종류

심체규격을 선정하기위한 표준강도와 심체의 종류 및 층수는 다음 표20과 같다.

표20. 표준심체의 종류 (Fabric 콘베어벨트)

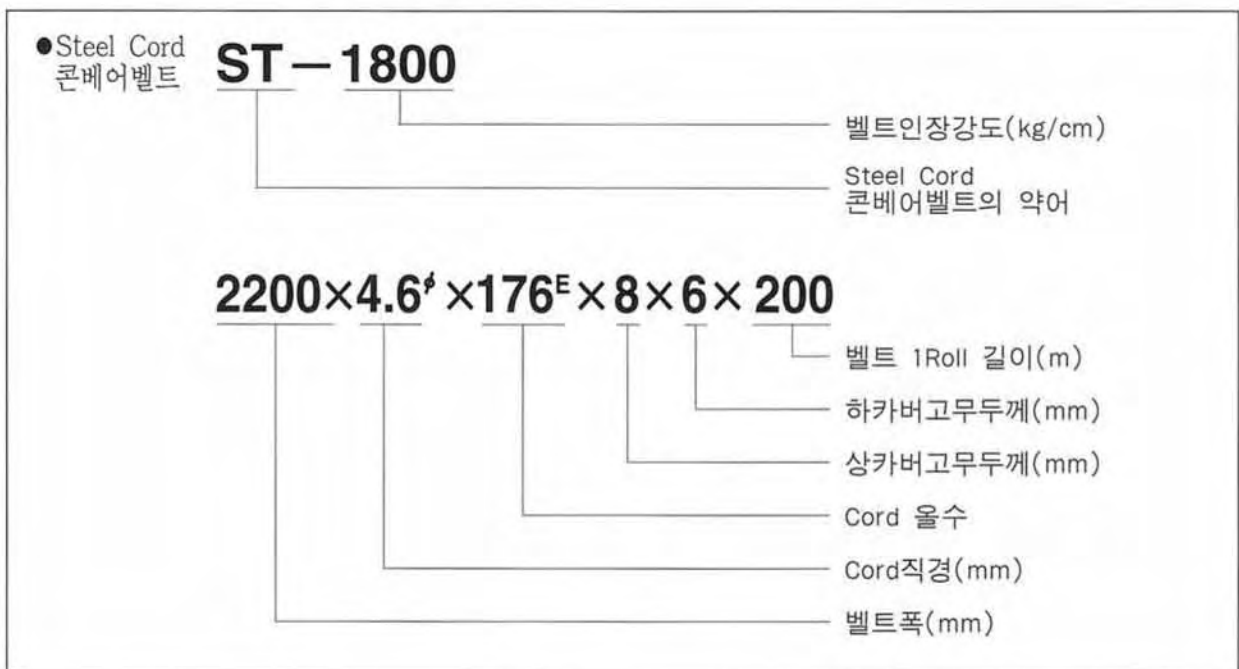
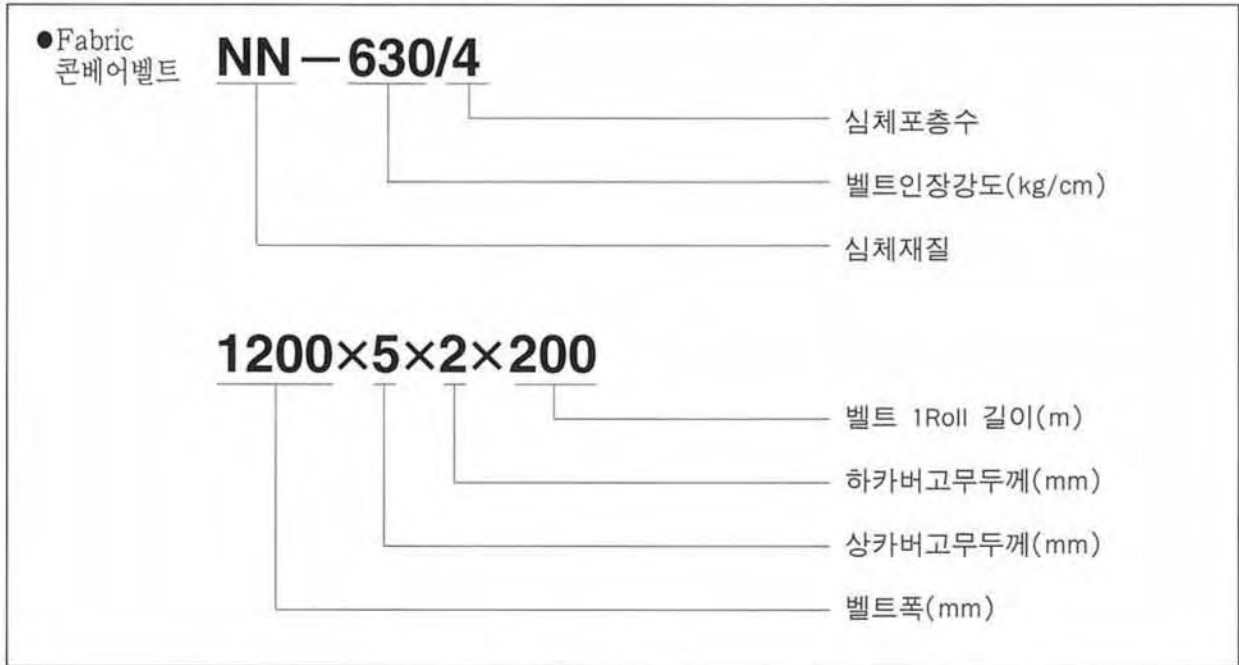
표준규격	포층수	적용심체	표준규격	포층수	적용심체
160/2	2	EP-100 NN-100	800/3	3	EP-350 NN-350
250/2	2	EP-150 NN-150	800/4	4	EP-250 NN-250
315/2	2	EP-200 NN-180	800/5	5	EP-200 NN-200
315/3	3	EP-125 NN-120	800/6	6	EP-100 NN-180
400/2	2	EP-250 NN-250	1000/4	4	EP-300 NN-300
400/3	3	EP-150 NN-150	1000/5	5	EP-250 NN-250
500/2	2	EP-300 NN-300	1000/6	6	EP-200 NN-200
500/3	3	EP-200 NN-200	1250/4	4	EP-400 NN-400
500/4	4	EP-150 NN-150	1250/5	5	EP-300 NN-300
630/3	3	EP-250 NN-250	1250/6	6	EP-250 NN-250
630/4	4	EP-200 NN-200	1500/5	5	EP-400 NN-400
630/5	5	EP-150 NN-150	1500/6	6	EP-300 NN-300

적용심체는 KS M-6534 변경전(구KS) 심체1층에 대한 규격임

표21. Steel Cord 콘베어벨트

Belt Designation	Nominal Cord Diameter (mm)	Cord Weight (g/m)	Nominal Cord Pitch (mm)	Max. Allowable Working Tension (kg/cm)
ST- 500	2.4	21.6	10	72
ST- 630	2.7	28.1	10	90
ST- 800	3.1	36.9	10	115
ST- 900	3.3	42.8	10	130
ST-1000	3.6	51.1	12	145
ST-1250	4.0	63.9	12	180
ST-1400	4.3	73.5	12	200
ST-1600	4.7	86.7	12	230
ST-1800	5.0	97.2	12	260
ST-2000	5.2	105.0	12	290
ST-2500	6.8	182.0	15	360
ST-2800	7.2	206.0	15	400
ST-3150	7.6	224.0	15	450
ST-4000	8.6	291.0	15	580
ST-5000	9.6	360.0	15	720

※콘베어벨트 규격 표시



3-2. 벨트 유연성을 유지하기 위한 최소 벨트폭(mm)

표 22.

벨트강력 (kgf/cm)	포층수	NN			EP		
		적용 Through 각도(°)			적용 Through 각도(°)		
		20	30~35	45	20	30~35	45
160	2	-	-	-	-	-	-
250	2	-	-	-	-	-	-
	3	350	400	500	400	450	500
315	2	-	-	-	-	-	-
	3	350	400	450	300	350	400
	4	450	500	550	450	550	600
400	2	-	-	-	300	350	400
	3	350	400	450	350	400	450
	4	500	550	600	500	550	600
500	2	-	-	-	300	350	400
	3	350	400	450	350	400	450
	4	500	550	600	500	550	600
630	3	350	400	450	400	450	500
	4	400	450	500	450	500	550
	5	500	600	650	600	650	700
800	3	400	450	500	450	500	550
	4	450	500	550	500	550	600
	5	550	650	700	600	700	750
	6	600	700	750	650	750	800
1000	4	550	600	650	650	750	800
	5	600	650	700	700	800	850
	6	650	700	750	750	850	900
1250	4	600	650	700	700	800	850
	5	650	700	750	750	850	900
	6	700	750	800	850	900	1000
1500	5	650	700	750	750	850	1000
	6	700	750	800	800	900	1050

3-3. 하중에 견디는 최대 벨트폭(mm)

표 23.

벨트강력 (kgf/cm)	포층수	NN			EP		
		적용 운반물			적용 운반물		
		A	B	C	A	B	C
160	2	-	-	-	-	-	-
250	2	-	-	-	-	-	-
	3	1000	750	600	1000	800	600
315	2	-	-	-	-	-	-
	3	1200	900	700	1200	900	750
	4	1600	1200	1050	1600	1200	1050
400	2	-	-	-	900	750	600
	3	1200	900	700	1400	1050	750
	4	1600	1200	1050	1800	1300	1100
500	2	900	750	450	1000	900	750
	3	1400	1050	750	1600	1200	1050
	4	1600	1200	1050	1800	1300	1100
630	3	1600	1200	1050	1400	1050	750
	4	1800	1300	1100	2000	1600	1050
	5	2000	1800	1600	2200	1800	1600
800	3	1600	1200	1050	1800	1600	1200
	4	2000	1800	1600	2000	1800	1600
	5	2200	2000	1800	2200	2000	1800
	6	2200	2000	1800	2200	2000	1800
1000	4	2200	2000	1800	2200	2000	1800
	5	2200	2000	1800	2200	2200	2200
	6	2200	2200	2000	2200	2200	2200
1250	4	2200	2000	1800	2200	2200	2200
	5	2200	2000	1800	2200	2200	2200
	6	2200	2200	2200	2200	2200	2200
1500	5	2200	2200	2000	2200	2200	2200
	6	2200	2200	2200	2200	2200	2200

구분	운반물 종류	카버그무두께(mm)
A	목재 Chip, 곡물 또는 운반물의 크기가 50mm미만 (겉보기비중 1.0이하)	3.2×1.6
B	석탄(겉보기비중 1.0이하) 운반물크기 50~200mm 자갈(겉보기비중 1.6이하) 운반물크기 50mm미만	4.8×1.6
C	원탄(겉보기비중 1.5이하) 운반물크기 200mm이상 괴탄(겉보기비중 2.0이하) 운반물크기 200mm이상 광석(겉보기비중 2.0이하) 운반물크기 150mm미만	4.8×2.4

4. 카버고무의 두께결정

카버고무의 두께결정은 운반물의 종류, 크기, Cycle time, 운반물의 부하방법, Chute의 높이 및 Scraper의 유무등 많은 요인들이 있기 때문에 정확한 두께를 설정하기가 어렵다. 가장 큰 영향을 미치는 몇가지 요인을 고려한 일반적인 두께결정방법은 표24 및 표25와 같다.

표24. Fabric 콘베어벨트의 표준카버고무두께(mm)(상카버고무×하카버고무)

운반물	입자경 (mm ϕ)	Cycle Time (min)			
		0.2	1.0미만	5.0미만	5.0이상
곡물, 펄프, Chip 부탄, 소다회, 석회	15미만	3.0×1.5	1.5×1.5	1.5×0.8	1.5×0.8
	15이상	3.0×1.5	3.0×1.5	1.5×1.5	1.5×1.5
석탄, 소금, 점토 자갈(小), 주물사 시멘트, 모래	50미만	4.0×1.5	3.0×1.5	3.0×1.5	3.0×1.5
	150미만	5.0×1.5	5.0×1.5	4.0×1.5	4.0×1.5
	300이하	6.0×3.0	5.0×2.5	5.0×2.5	5.0×2.5
원탄, 석회석, Slag 광석, 철광석, 소결광 코크스, 사리(小) 그외 각이진 중량물	50미만	5.0×2.5	5.0×2.5	4.0×2.0	4.0×2.0
	150미만	6.0×3.0	6.0×3.0	6.0×3.0	5.0×2.5
	300미만	10.0×4.0	8.0×3.0	8.0×3.0	6.0×3.0

표25. Steel Cord 콘베어벨트의 표준카버고무두께(mm)(상카버고무×하카버고무)

ST-NO 입자경 (mm ϕ)	Cycle Time (min)	ST-2000미만			ST-2000이상		
		1.0미만	1.0~9.9	10.0이상	1.0미만	1.0~9.9	10.0이상
50미만		5×5	5×5	5×5	6×6	6×6	6×6
50~150		6×6	5×5	5×5	7×6	6×7	6×6
150이상		8×6	7×6	7×6	9×7	8×6	7×6

5. 두께 및 중량계산

콘베어벨트의 두께 및 중량을 정확하게 산출하기는 어렵다. 개략적인 두께 및 중량산출방법은 다음과 같다.

5-1. Fabric 콘베어벨트의 두께계산

$$t = t_0 + t_1 + t_2$$

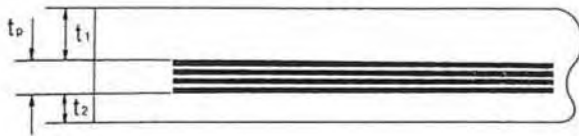
t = 벨트총두께(mm)

t₀ = 심체두께(mm) (표26참조)

t₁ = 상카버고무 두께(mm)

t₂ = 하카버고무 두께(mm)

● 쿠션고무적용시에는 그 두께만큼 별도 가산한다.



5-2. Steel Cord 콘베어벨트의 두께계산

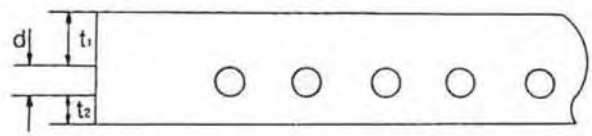
$$t = t_1 + t_2 + d$$

t = 벨트총두께(mm)

t₁ = 상카버고무 두께(mm)

t₂ = 하카버고무 두께(mm)

d = Steel Cord의 직경(mm)



5-3. Fabric 콘베어벨트의 중량계산

$$W_1 = \{f_w + (t_1 + t_2) \times 1.25\} \times B$$

W₁ = 벨트중량(kg/m)

f_w = 심체 중량(kg/m²) (표26참조)

t₁ = 상카버고무 두께(mm)

t₂ = 하카버고무 두께(mm)

B = 벨트폭(m)

5-4. Steel Cord 콘베어벨트의 중량계산

$$W_1 = \{t \times \gamma + C \times \frac{W_c}{P_c}\} \times B$$

W₁ = 벨트중량(kg/m)

t = 벨트총두께(mm)

γ = 고무비중(1.2)

C = 보정계수(0.85)

W_c = Steel Cord중량(g/m) (표21참조)

P_c = Steel Cord Pitch(mm) (표21참조)

B = 벨트폭(m)

표26. Fabric 종류별 표준두께 및 중량

강력(kg/cm)	포종 포층수	2		3		4		5		6	
		160	NN	1.80	2.10	2.70	3.15				
	EP	1.80	2.20	2.70	3.30						
250	NN	2.20	2.40	2.70	3.15						
	EP	2.00	2.60	2.70	3.30						
315	NN	2.00	2.40	2.70	3.15	3.60	4.20				
	EP	2.30	2.80	2.70	3.30	3.60	4.40				
400	NN	2.40	2.90	3.00	3.60	3.60	4.20				
	EP	2.60	3.40	3.45	4.20	3.60	4.40				
500	NN	2.60	3.20	3.45	4.30	3.80	4.40				
	EP	2.80	3.60	3.60	4.35	4.00	5.20				
630	NN	2.70	3.40	3.60	4.35	4.60	5.75	4.75	5.50		
	EP	3.20	4.00	3.90	5.10	4.80	5.80	5.75	7.00		
800	NN	3.40	3.90	3.90	4.80	4.80	5.80	5.75	7.15		
	EP	3.70	4.80	4.80	6.00	5.20	6.80	6.50	8.50		
1000	NN	3.80	4.30	4.80	5.40	5.20	6.40	6.00	7.25		
	EP	4.00	5.20	5.10	6.60	5.60	7.20	7.00	9.00		
1250	NN			5.40	6.30	6.40	7.20	6.50	8.00		
	EP			5.55	7.20	6.40	8.00	8.00	10.00		
1500	NN			5.70	6.45	6.80	7.80	6.75	8.50	8.10	10.20
	EP			6.00	7.80	7.40	9.60	8.00	10.00	9.60	12.00
1800	NN					7.60	8.60	8.50	9.75	9.60	10.80
	EP					8.00	10.40	9.25	12.00	9.90	12.60
2000	NN							9.50	10.75	10.20	11.70
	EP							10.00	13.00	11.40	15.00
2500	NN									11.40	12.90
	EP									11.40	15.00
3150	NN									11.40	12.90
	EP									12.00	15.60

※ 포층두께(mm)/중량(kg/m²)

최소 Pulley경의 검토

벨트 콘베어에 있어서 벨트의 규격에 따른 Pulley경의 선정은 매우 중요하다. 규격보다 작은 Pulley경은 심체의 굴곡피로를 가중시키고, 이에 따른 심체의 박리현상을 유발하여 벨트의 수명을 단축시키므로 신중히 고려 되어야 한다. 다음 표27 및 표28은 심체의 종류에 따른 최소 Pulley경을 나타낸 것이다.

표27. 다층식 콘베어벨트의 최소 Pulley경(mm)(Drive Pulley)

벨트강력 (kgf/cm)	심체종류	포 층 수					
		1	2	3	4	5	6
160	NN		200	250			
	EP		200	400			
250	NN		200	250			
	EP		300	400			
315	NN		200	250	350		
	EP		300	400	400		
400	NN		250	300	350		
	EP		350	400	550		
500	NN		250	300	350		
	EP		350	450	550		
630	NN		300	350	400	450	
	EP		400	500	550	650	
800	NN		350	400	450	500	
	EP		450	550	650	700	
1000	NN		400	450	500	550	
	EP		500	600	700	800	
1250	NN			500	550	650	
	EP			700	750	850	
1500	NN				650	700	750
	EP				850	950	1050
1800	NN					800	900
	EP					1050	1100
2000	NN					850	900
	EP					1100	1150
2500	NN						1000
	EP						1350

Tail, Take-up Pulley : 상기표의 표기경×0.85

Snap, Bend Pulley : 상기표의 표기경×0.70

표28. Steel Cord 콘베어벨트의 최소 Pulley경

ST-NO.	Cord 직경(mm)	표준카버고무 두께(mm)	표준 Pitch(mm)	최소 Pulley경(mm)		
				Drive Head	Tail Take-up	Snap Bend
ST- 500	2.4	5×5	10	600	500	350
ST- 630	2.7	5×5	10	600	500	350
ST- 800	3.1	5×5	10	650	500	400
ST- 900	3.3	5×5	10	700	550	450
ST-1000	3.6	5×5	12	750	600	500
ST-1250	4.0	5×5	12	850	700	500
ST-1400	4.3	5×5	12	950	750	510
ST-1600	4.7	6×6	12	1000	800	600
ST-1800	5.0	6×6	12	1200	950	700
ST-2000	5.2	6×6	12	1200	950	700
ST-2500	6.8	7×7	15	1500	1200	900
ST-2800	7.2	7×7	15	1550	1250	950
ST-3150	7.6	8×8	15	1700	1350	1000
ST-4000	8.6	8×8	15	1850	1400	1050
ST-5000	9.6	8×8	15	2100	1700	1250

※ 벨트의 카버고무두께가 두꺼운 경우 카버고무 표면의 크랙현상이 발생할 수 있으므로 이를 방지하기 위해 다음식을 사용하여 D가 표28의 Pulley경보다 클 경우 적용한다.

$$D \geq 35t \quad D = \text{Pulley경 (mm)}$$

$$t = \text{상면 또는 하면 카버고무중 두꺼운 쪽의 카버고무 두께} + \text{Steel cord 직경의 } 1/2$$

테이크 업 (Take-up)

1. Take-up Stroke의 결정

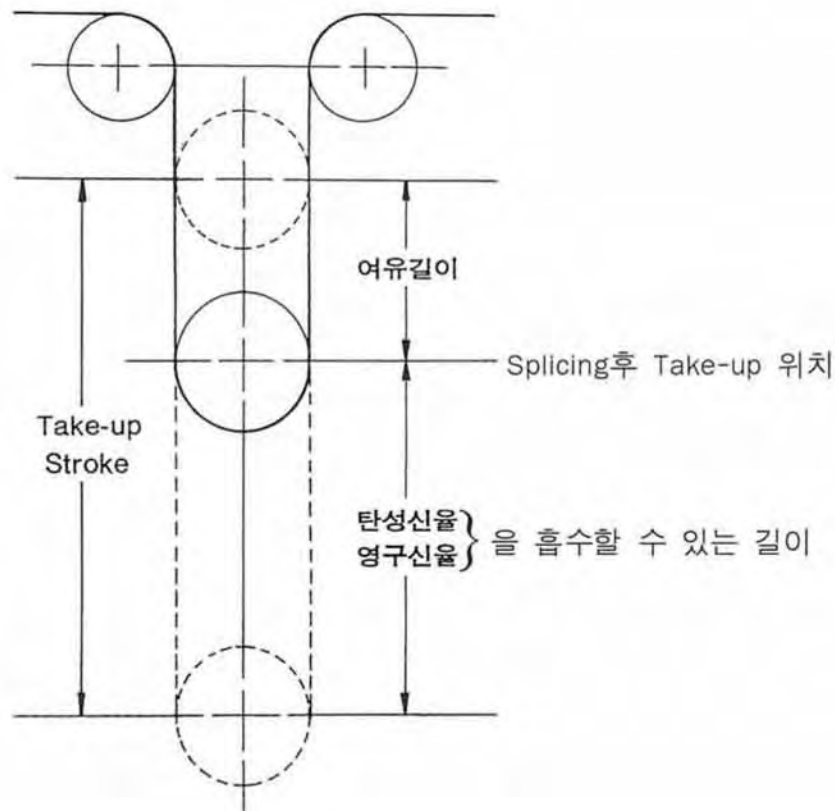
콘베어벨트의 Take-up은 나사식, 중추식, 대차식, 전동식 등이 있다. Take-up은 벨트에 동력을 전달하기 위해 초기 Tension을 가하기 위함과 벨트의 영구신율에 따른 벨트 늘어짐현상을 흡수하기 위해서 필요하다. Take-up Stroke는 콘베어벨트의 탄성신율, 영구신율을 흡수할 수 있는 길이에 여유길이를 더한 길이로 결정한다.

다음 표29는 심체 종류에 따른 일반적인 Take-up Stroke를 나타낸다.

표29. 표준 Take-up Stroke

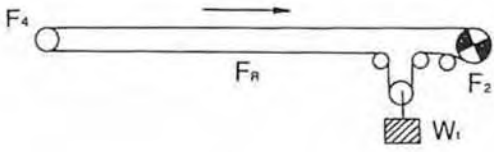
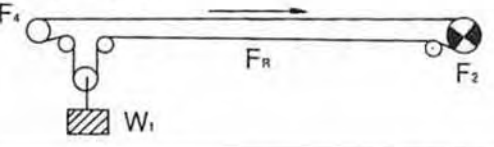
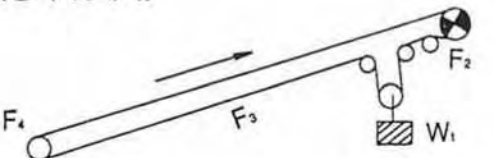
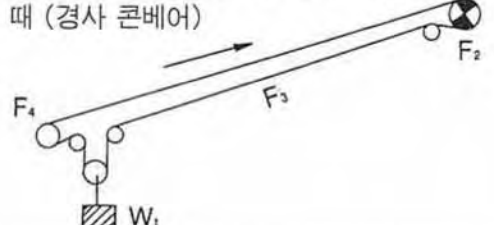
벨트종류	탄성신율(%)	영구신율(%)	Take-up Stroke(%)
NN-Belt	~0.9	~1.2	2.1+여유길이
EP-Belt	~0.4	~0.8	1.2+여유길이
ST-Belt	~0.1	~0.2	0.3+여유길이

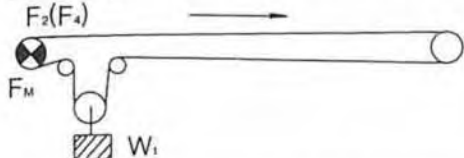
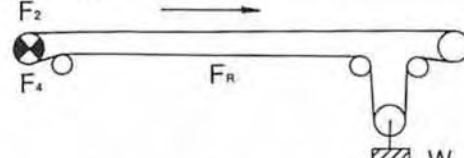
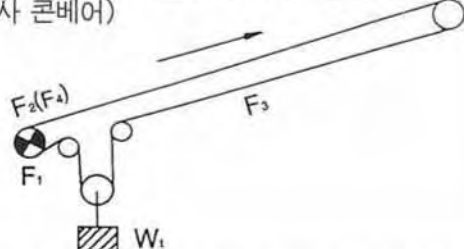
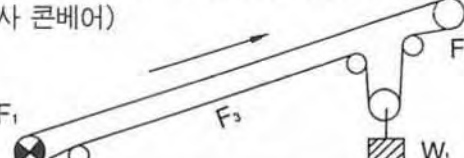
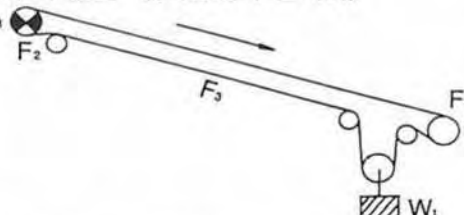
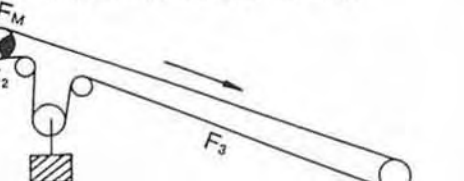
※ 여유길이는 기동시 또는 정지시 발생하는 탄력 및 만일의 사고에 대비하여 Splicing 1회분의 1/2 또는 500mm중 큰쪽과 Splicing후의 벨트 처짐량을 흡수할 수 있는 길이(02%로 최소 150mm 최대 1000mm)를 합한것이다(ST-Belt는 Splicing 1회분의 길이임)



2. Take-up 중량의 결정

벨트 콘베어에 있는 Take-up 중량을 결정하는 것은 대단히 중요한 일이다. 중량계산이 잘못되면 운전이 불가능하거나 운전중 문제발생 또는 벨트의 수명을 단축하게 된다. 또한 Take-up의 부착위치가 중요하며 그 부착위치에 따라 중량이 달라지게 된다. 다음은 Take-up의 각종위치에 따라 중량을 계산하는 방법을 나타낸 것이다.

구동 및 테이크업의 위치	테이크업 중량 계산식
<p>a. 헤드 구동으로 구동직후에 테이크업을 설치할 때(수평 콘베어)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 리턴측 주행저항을 무시할 때 $W_t = 2 \times F_2$ 또는 $2 \times F_4$ 중에서 큰 쪽의 값으로 한다. $F_2 =$ 이완측 장력(kg) $F_4 =$ 최소장력(kg) 리턴측 주행저항을 고려할 때 $W_t = 2 \times F_2$ 또는 $2(F_4 - F_2)$ 중에서 큰 쪽의 값으로 한다. 주행저항(F_R) $F_R = f(W_1 + W_3)\ell$ f: 리턴 로울러 회전마찰계수 (0.022 또는 0.03) $W_1 =$ 벨트 중량(kg/m) $W_3 =$ 리턴로울러 중량(kg/m) $\ell =$ 수평길이(m) 주)주행저항은 길이 100m이상으로 F_R의 값이 100kg이상은 고려되어야 한다.
<p>b. 헤드 구동으로 테일부에 테이크업을 설치할 때 (수평콘베어)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 리턴측 주행저항을 무시할 때 $W_t = 2 \times F_2$ 또는 $2 \times F_4$ 중에서 큰 쪽의 값으로 한다. 리턴측 주행저항을 고려할 때 $W_t = 2(F_2 + F_R)$ 또는 $2 \times F_2$의 큰 쪽을 값으로 한다.
<p>c. 헤드 구동으로 헤드부에 테이크업을 설치할 때 (경사 콘베어)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> $W_t = 2 \times F_2$ 또는 $2(F_3 + F_4)$ 중에서 큰 쪽의 값으로 한다. $F_3 =$ 경사장력(kg)
<p>d. 헤드 구동으로 테일부에 테이크업을 설치했을 때 (경사 콘베어)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> $W_t = 2(F_2 - F_3)$ 또는 $2F_4$ 중에서 큰 쪽의 값으로 한다.

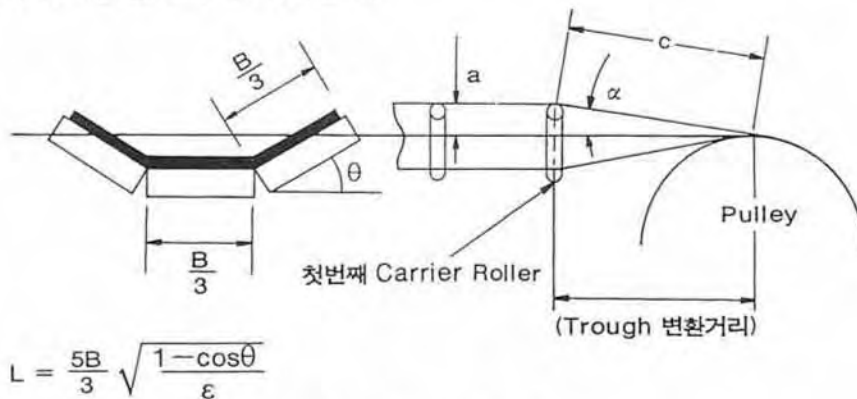
구동 및 테이크업의 위치	테이크업 중량 계산식
<p>e. 테일구동으로 테일부에 테이크업을 설치했을 때 (수평 콘베어)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • $W_t = 2F_M$
<p>f. 테일 구동으로 헤드부에 테이크업을 설치했을 때 (수평 콘베어)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • $W_t = 2F_M$ • 주행저항을 고려했을 때 $W_t = 2(F_M - F_R)$
<p>g. 테일 구동으로 테일부에 테이크업을 설치했을 때 (경사 콘베어)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • $W_t = 2(F_M - F_3)$ • $F_1 = F_p + F_2$ 또는 $F_p + F_4$ 중에서 큰쪽의 값 F_1 : 구동 폴리의 긴장측 장력
<p>h. 테일구동으로 헤드부에 테이크업을 설치했을 때 (경사 콘베어)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • $W_t = 2F_M$
<p>i. 테일 구동으로 소요동력이 -로서 테이크업이 헤드부에 있을 때(하향경사 콘베어)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • $W_t = 2(F_2 - F_3)$ 또는 $2 \times F_4$ 중에서 큰쪽의 값으로 한다.
<p>j. 테일 구동으로 소요동력이 -로서 테이크업이 테일부에 있을 때(하향경사 콘베어)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • $W_t = 2F_2$ 또는 $2(F_3 + F_4)$ 중에서 큰쪽의 값으로 한다.

Trough 변환거리의 결정

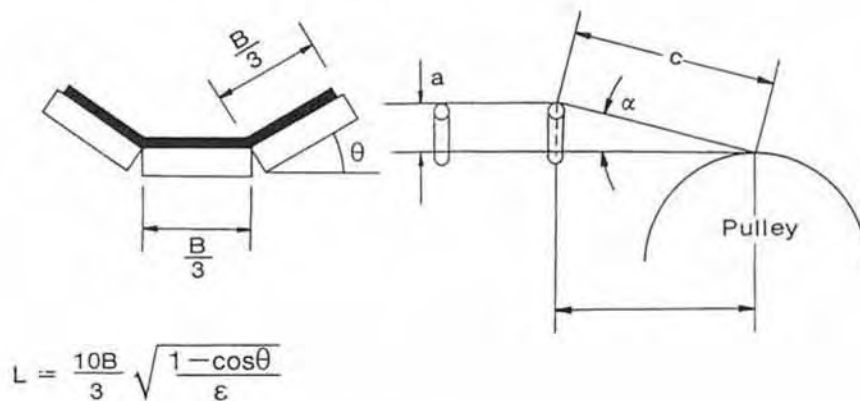
벨트 콘베어에 있어 Trough 각도를 가진 벨트는 벨트의 귀부와 중앙부에 장력차(신율차)가 생기기 때문에 그 장력차가 허용범위내가 되도록 해야한다. 장력차가 생기는 이유는 여러가지가 있는데, 그중 Head 또는 Tail Pulley등의 Flat Pulley에서 첫번째 Carrier Roller간의 거리가 짧은 경우 벨트의 귀부에 이상장력이 걸려 장력차가 발생된다.

Head부 Pulley와 첫번째 Carrier Roller의 간격을 결정하는데는 두가지 요소가 있다. 그 하나는 벨트의 처짐량(Sag)이 벨트폭의 2%를 넘지 않도록 벨트장력에 따라 결정하는 것이고 또 하나는 장력이 큰 Head부에서 벨트가 Trough상태에서 Flat상태로 바뀔때 벨트의 귀부쪽에서 Tension이 발생되지 않도록 하는 것이다. 즉 최소변환거리는 Carrier Roller와 Pulley상면의 위치에 따라 달라진다.

1. Pulley상면이 Trough깊이의 1/2위치일 때



2. Pulley상면이 Carrier Roller와 같은 높이의 위치일 때



여기서 L : Trough 변환거리(m)

B : 벨트폭(m)

θ : Trough각도(degree)

ϵ : 벨트귀부의 최대 허용신율(%)

NN Belt : 1%

EP Belt : 0.8%

ST Belt : 0.2%

표 30. NN-Belt에 대한 Trough변환거리

Head Pulley 위치 Trough각도 벨트폭(mm)	Trough깊이의 1/2위치				Carrier Roller와 같은 위치			
	20°	30°	35°	45°	20°	30°	35°	45°
400	0.20	0.25	0.30	0.40	0.35	0.50	0.60	0.75
450	0.20	0.30	0.35	0.40	0.40	0.55	0.65	0.85
500	0.20	0.30	0.35	0.45	0.40	0.60	0.70	0.90
600	0.25	0.40	0.45	0.55	0.50	0.75	0.85	1.10
650	0.30	0.40	0.50	0.60	0.55	0.80	0.95	1.20
750	0.30	0.45	0.55	0.70	0.65	0.90	1.10	1.35
800	0.35	0.50	0.60	0.75	0.65	1.00	1.15	1.45
900	0.40	0.55	0.65	0.85	0.75	1.10	1.30	1.65
1000	0.40	0.60	0.70	0.90	0.85	1.25	1.45	1.80
1050	0.45	0.65	0.75	0.95	0.85	1.30	1.50	1.90
1200	0.50	0.75	0.85	1.10	1.00	1.45	1.70	2.20
1400	0.60	0.85	1.00	1.25	1.15	1.70	2.00	2.55
1500	0.65	0.95	1.10	1.35	1.25	1.85	2.15	2.70
1600	0.65	1.00	1.15	1.45	1.30	1.95	2.30	2.90
1800	0.75	1.10	1.30	1.65	1.50	2.20	2.55	3.25
2000	0.85	1.25	1.45	1.80	1.65	2.45	2.85	3.60
2200	0.90	1.35	1.60	2.00	1.80	2.70	3.15	4.00

표 31. EP-Belt에 대한 Trough변환거리

Head Pulley 위치 Trough각도 벨트폭(mm)	Trough깊이의 1/2위치				Carrier Roller와 같은 위치			
	20°	30°	35°	45°	20°	30°	35°	45°
400	0.20	0.30	0.35	0.40	0.40	0.55	0.65	0.80
450	0.20	0.30	0.35	0.45	0.45	0.65	0.75	0.90
500	0.25	0.35	0.40	0.50	0.45	0.70	0.80	1.00
600	0.30	0.40	0.50	0.60	0.55	0.80	0.95	1.20
650	0.30	0.45	0.55	0.65	0.60	0.90	1.05	1.30
750	0.40	0.50	0.60	0.75	0.70	1.00	1.20	1.50
800	0.40	0.55	0.65	0.80	0.75	1.10	1.25	1.60
900	0.45	0.60	0.70	0.90	0.85	1.20	1.45	1.80
1000	0.50	0.70	0.80	1.00	0.95	1.35	1.60	2.00
1050	0.55	0.70	0.85	1.05	0.95	1.40	1.65	2.10
1200	0.55	0.80	0.95	1.20	1.10	1.60	1.90	2.40
1400	0.70	0.95	1.10	1.40	1.30	1.90	2.20	2.80
1500	0.75	0.95	1.10	1.40	1.30	1.90	2.20	2.80
1500	0.85	1.05	1.20	1.50	1.40	2.05	2.40	3.00
1600	0.85	1.10	1.25	1.60	1.45	2.15	2.55	3.20
1800	1.00	1.20	1.45	1.80	1.65	2.45	2.85	3.60
2000		1.35	1.60	2.00	1.85	2.70	3.15	4.00
2200		1.50	1.75	2.20	2.00	2.95	3.50	4.40

표32. ST-Belt에 대한 Trough 변환거리

(단위:m)

Head Pulley 위치 Trough각도	Trough깊이의 1/2위치				Carrier Roller와 같은 위치			
	20°	30°	35°	45°	20°	30°	35°	45°
벨트폭(mm)								
600	0.55	0.80	0.95	1.20	1.10	1.55	1.90	2.40
650	0.60	0.90	1.05	1.30	1.20	1.75	2.05	2.60
700	0.70	1.00	1.20	1.50	1.40	2.05	2.40	3.00
800	0.75	1.10	1.25	1.60	1.50	2.15	2.55	3.20
900	0.85	1.20	1.45	1.80	1.65	2.45	2.85	3.65
1000	0.95	1.35	1.60	2.00	1.25	2.70	3.15	4.05
1050	1.00	1.45	1.65	2.10	1.95	2.85	3.35	4.25
1200	1.10	1.65	1.90	2.40	2.20	3.25	3.80	4.85
1400	1.30	1.90	2.20	2.80	2.55	3.80	4.45	5.65
1500	1.40	2.05	2.40	3.00	2.75	4.10	4.75	6.05
1600	1.45	2.15	2.55	3.20	2.95	4.30	5.05	6.45
1800	1.65	2.45	2.85	3.65	3.30	4.85	5.70	7.25
2000	1.85	2.70	3.15	4.05	3.65	5.40	6.35	8.05
2200	2.00	2.95	3.50	4.45	4.05	5.90	6.95	8.85

바켓 엘리베이터 콘베어벨트 (Bucket Elevator Conveyor Belt)

바켓 엘리베이터 콘베어벨트는 일반 콘베어벨트와 달리 바켓을 볼트로 벨트에 체결하여 주로 수직운반을 하므로 벨트장력에 대한 안정성은 물론이고 체결 볼트에 의한 인발력, 인열력에 대해 안정성이 있는 벨트를 선정하는 것이 중요하다. 그리고 설치장소에 따라 일반적으로 Take-up여유가 적기 때문에 신율이 적은 벨트를 필요로 하게 된다.

1. 장력계산

$$\text{유효장력}(F_P) \quad F_P = \frac{100Qt(h+\rho)}{6v} \quad (\text{kg})$$

$$\text{이완측장력}(F_2) \quad F_2 = F_P \times \frac{1}{e^{\mu\theta} - 1} \quad (\text{kg})$$

$$F_2 = \frac{W_b \times h}{P} + W_1 \times h \quad (\text{kg})$$

큰 값을 적용한다.

$$\text{최재장력}(F_{\max}) \quad F_{\max} = F_P + F_2 \quad (\text{kw})$$

2. 동력계산

$$P = \frac{F_P \times v}{6120} = \frac{Qt(h \times \rho)}{367} \quad (\text{kw})$$

3. 심체인장강도(T_p)

$$T_p = \frac{S \times F_{\max}}{B - d \times n_B} \quad (\text{kg/cm})$$

$$S = \frac{T_p \times (B - d \times n_B)}{F_{\max}}$$

4. 인발력(F_d) 및 인발안전계수(S_d)의 계산 (표38참조)

$$F_d = a\{W_b + (1+3C)W_g\} + \frac{3(W_b + W_g)v^2}{r} \times 10^{-5} \quad (\text{kg})$$

$$S_d = \frac{n_B \times n_P \times T_d}{F_d}$$

Qt : 운반량 (t/h)

h : 수직높이 (m)

ρ : 저항계수 (표37참조)

v : 벨트속도 (m/min)

$\frac{1}{e^{\mu\theta} - 1}$: 구동계수 (표33참조)

μ : 마찰계수 (표33참조)

θ : 벨트감긴정도 (rad)

W_b: 바켓1개의 중량 (kg/개)

W₁: 벨트의 중량 (kg/m)

P : 바켓부착 간격 (m)

B : 벨트폭 (cm)

d : 볼트체결부Hole 직경 (cm)

n_B : 바켓1개당 부착 볼트수

a : 상수 (표34참조)

C : 상수 (표35참조)

W_g: 바켓1개당 운반물중량 (kg/개)

r : Tail Pulley 반경 (m)

n_P: 심체층수

표33. 마찰계수(μ) 및 구동계수($\frac{1}{e^{\mu\theta} - 1}$)의 값

Pulle표면	사 용 상 태	μ	$1/e^{\mu\theta} - 1$
미피복 Pulley	흙 물에 젖어 있는 경우	0.1	2.71
	습한 경우	0.1 ~ 0.2	2.71 ~ 1.14
	건조한 경우	0.25	0.84
고무피복 Pulley	흙 물에 젖어 있는 경우	0.2	1.14
	습한 경우	0.2 ~ 0.3	1.14 ~ 0.64
	건조한 경우	0.35	0.50

벨트 감긴 각도 : 180°

표34. 상수a의 값

고 속 용	0.7
경 부 하 용	1.5
중 부 하 용	2.0
원심배출형 ($v = 120 \text{ m/min}$ 이상)	3.0

표35. 상수C의 값

구 분	흘러넘음	끌어올림
연속형(원심배출형)	1.0	1.5
경부하용(곡류등)	1.5	2.0
중 부 하 용	2.0	3.0

표36. 인발저항력 Td의 값

볼트직경	Td
5mm [#]	60
8mm [#]	140
10mm [#] 이상	200

표37. 저항계수 ρ 의 값

간 격 바 켓	9
연 속 바 켓	3

표38. 바켓 엘리베이터 벨트의 최소안전계수

구 분	안 전 계 수	인 발 안 전 계 수
일 반 벨 트	16	10
내 열 벨 트	20	10

※ 바켓 엘리베이터용 벨트는 최소 3Ply 이상을 표준으로 한다.

5. 카버고무 두께의 결정

카버고무의 두께는 바켓에 부착된 볼트와 Pulley가 접촉되므로 일반적으로 상·하 카버고무두께를 같이하지만 볼트형상 및 용도에 따라 상커버고무보다 하카버고무를 두껍게 적용할 수도 있다. 표 39는 운반물 종류에 따른 표준카버고무의 두께를 나타낸다.

표39. 바켓 엘리베이터 벨트의 표준카버고무두께

(단위: mm)

운반물 종류 구 분	마모성이 적은 것	마모성이 보통인 것		마모성이 큰 것
	곡류, 모래 시멘트, Coal 등	모가 적은 것 Coke, Coal 모래, 자갈	모가 큰 것 석회석, 광석 Slag, 철광석	유리, 수정 깨진광석 등 예리한 물체
상커버고무	1.5	2.0	2.5	3.0
하카버고무	1.5	2.0	2.5 ~ 3.0	3.0 ~ 6.0

6. 최소 Pulley경의 검토

바켓 엘리베이터에 있어 Pulley경은 Head Pulley를 벨트심체 총두께의 약 150배로 하고 Tail Pulley는 Head Pulley의 약 70%로 한다.

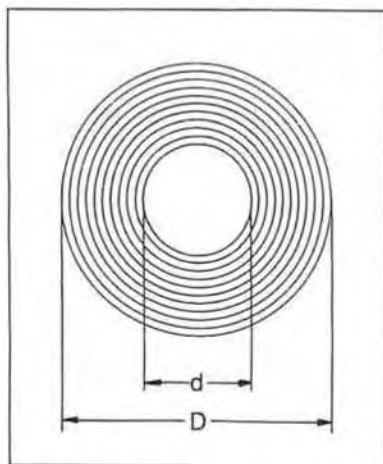
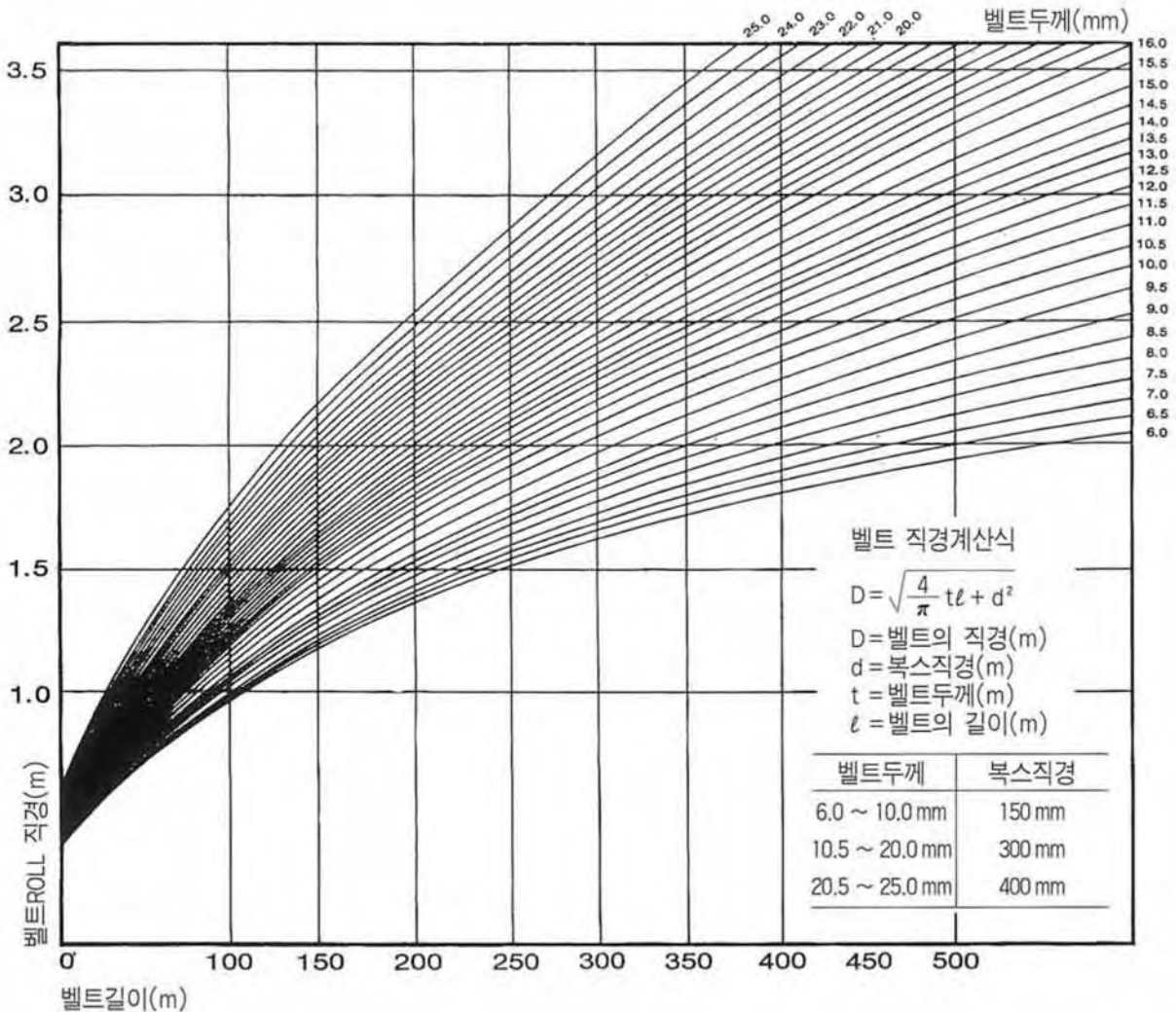
표40. 바켓 엘리베이터 벨트의 최소 Pulley경

(단위: mm)

벨트강력 (kgf/cm)	포 종	포 총 수				
		3	4	5	6	7
315	EP	500	500			
400	EP	500	650	600		
500	EP	500	650	750	850	
630	EP	600	700	800	950	1000
800	EP		800	850	1000	1150
1000	EP		850	1000	1000	1200
1250	EP		900	1050	1200	1400
1500	EP		1050	1100	1300	1400
1800	EP			1200	1350	1500
2000	EP			1350	1400	1600

콘베어벨트 Roll직경 및 길이계산

1. 콘베어벨트 Roll직경과 벨트길이, 두께의 관계



벨트길이 계산식

$$L = \left(d + \frac{D-d}{2} \right) \pi \cdot N$$

L : 벨트길이

d : 복스직경

D : 벨트직경

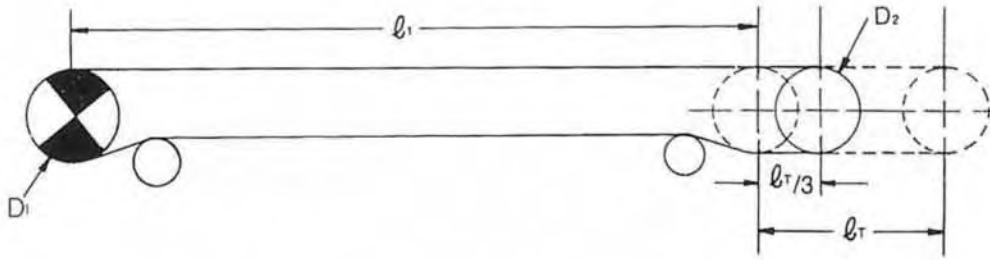
N : 벨트 감긴회수

예 : D=3m d=0.4m N=60회

$$L = \left(d + \frac{D-d}{2} \right) \pi \cdot N = \left(0.4 + \frac{3-0.4}{2} \right) 3.1416 \times 60 = 320(m)$$

2. 콘베어벨트 길이 계산식

2-1 나사식 Take-up 방식의 경우



1) 엔드레스 벨트 장착의 경우

$$L = 2l_1 + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + 2(l_T/3) + \text{보정길이}$$

여기서 l_1 : 콘베어 기장 (m)

D_1 : Drive Pulley 직경 (m')

D_2 : Tail Pulley 직경 (m')

l_T : Take-up stroke (m)

l_T 범위를 모를 경우는 Fabric 벨트 $l_T/3 = 25\text{mm}$

ST-벨트 $l_T/3 = 50\text{mm}$

보정길이 : Pulley와 벨트의 접촉각도 θ 가 90° 이상의 경우에 다음의 방법으로 적용한다.

Pulley 1개당 보정길이 = $\theta \times \pi \times t$

여기서 t : 콘베어벨트 두께 (m)

2) 현장 엔드레스의 경우

$$L = 2l_1 + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + 2(l_T/3) + l_2 \times n + \text{처짐보정길이}$$

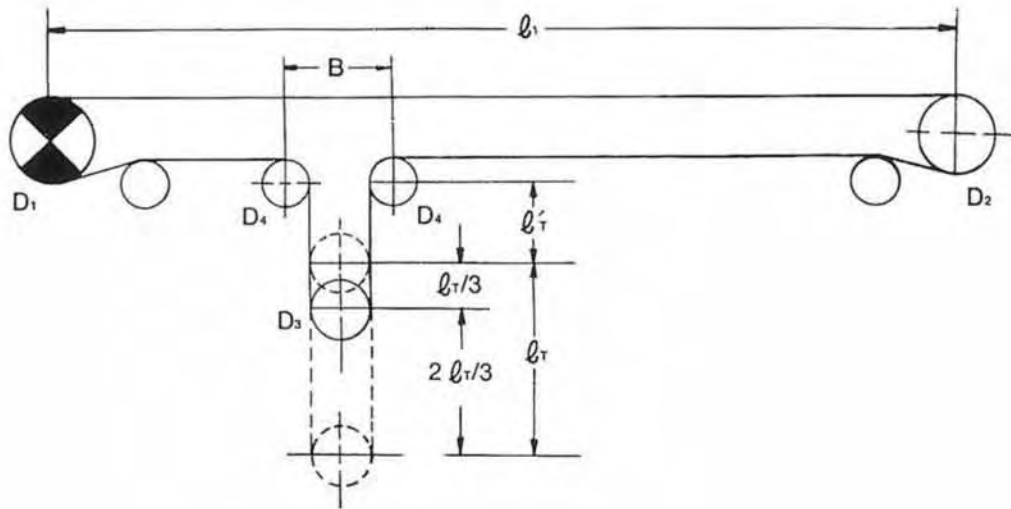
l_2 : 엔드레스 소요길이 (m)

n : 엔드레스 수

처짐보정길이 : 벨트장착시 Roller사이의 벨트처짐을 흡수하는 길이로 벨트길이의

0.3%로 적용한다.

2-2 증추식 Take-up 방식의 경우



1) 엔드레스 벨트 장착의 경우

$$L = 2l_1 + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2 + D_3 + D_4) + 2l'_1 + 2(l_1/3) - B$$

2) 현장 엔드레스의 경우

$$L = 2l_1 + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2 + D_3 + D_4) + 2l'_1 + 2(l_1/3) - B + l_1 \times n + \text{처짐보정길이}$$

여기서 D_3 : Take-up Pulley 직경 (m')

D_4 : Bend Pulley 직경 (m')

l'_1 : Take-up Pulley와 Bend Pulley의 중심간거리 (m)

B : Bend Pulley 중심간거리 (m)

2-3 벨트 길이의 결정

엔드레스 장착시의 경우는 벨트 길이를 0.01m 단위로 결정한다.

예) 계산값이 22.423m 일 때는 22.43m로 한다.

현장엔드레스의 경우는 벨트 길이를 0.5m 단위로 결정한다.

예) 계산값이 22.423m 일 때는 22.5m로 한다.

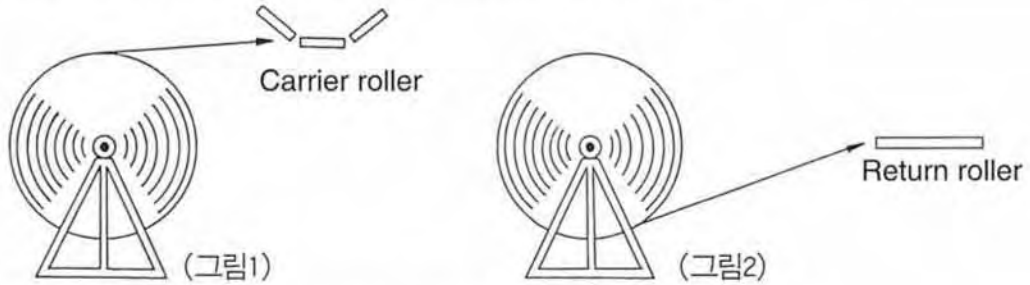
콘베어벨트의 설치

1. 설치 준비

설치장소까지 콘베어벨트의 롤이 운반되면 내부 복스에 사후드를 끼워 잘 풀리도록 가대위에 설치한다. 이때 상·하면을 잘 확인하여 설치한다. 보통 상면쪽이 바깥으로 하여 제작한다.

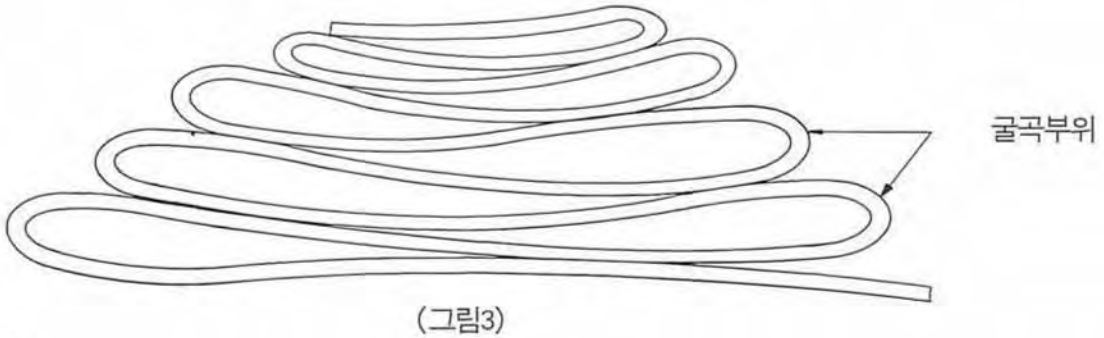
Carrier Roller 쪽으로 인입할 때는 롤의 윗쪽으로 풀려지도록 하고 (그림1)

Return Roller 쪽으로 인입할 때는 롤의 밑에서 풀려지도록 설치한다. (그림2)



높이 제한등으로 설치가 어려울 경우는 바닥에 풀어 적재할 수도 있다. (그림3)

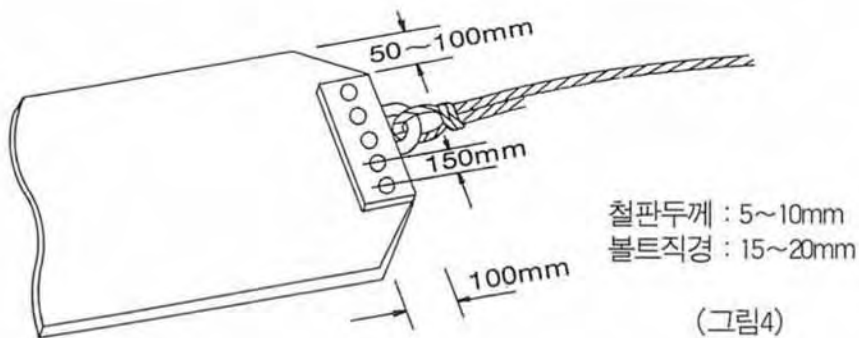
이때 벨트가 부러지지 않도록 굴곡부위의 반경을 최대한 크게 하여야 한다.



2. 벨트인입

1) 새벨트의 인입요령

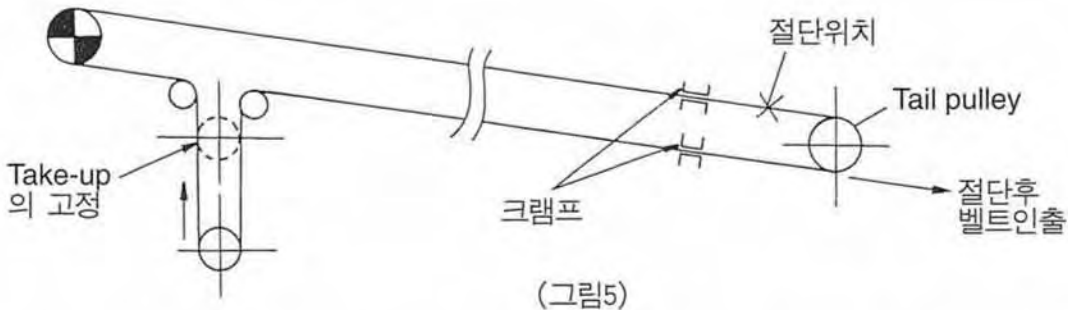
콘베어의 길이가 길지않고 수평인 경우는 먼저 콘베어 전장에 걸쳐 가이드용 와이어로프를 인입한 다음 벨트 전단부에 구멍을 뚫어 와이어로프에 연결하여 당기면 된다. 그러나 라인이 길고 경사가 있는 경우에는 벨트전단부에 크래프를 볼트로 장착하고 로프를 연결하여(그림4) 로프를 당기면서 벨트를 라인에 장착시킨다. 이때 벨트 귀부를 비스듬히 잘라내어(그림4) 인입이 쉽도록 한다.



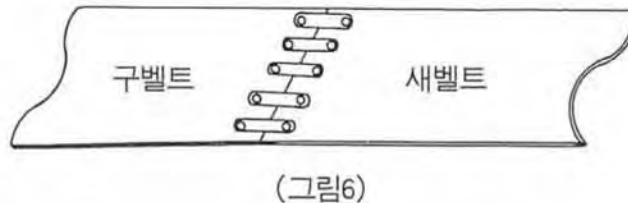
2) 신구벨트의 교체요령

벨트를 교체할 때에는 구벨트를 제거한 다음 새벨트를 전항과 같은 방법으로 인입해도 되나 구벨트를 이용하여 인입하는 것이 구벨트의 제거와 신벨트의 인입이 동시에 이루어지므로 작업시간이 짧아진다.

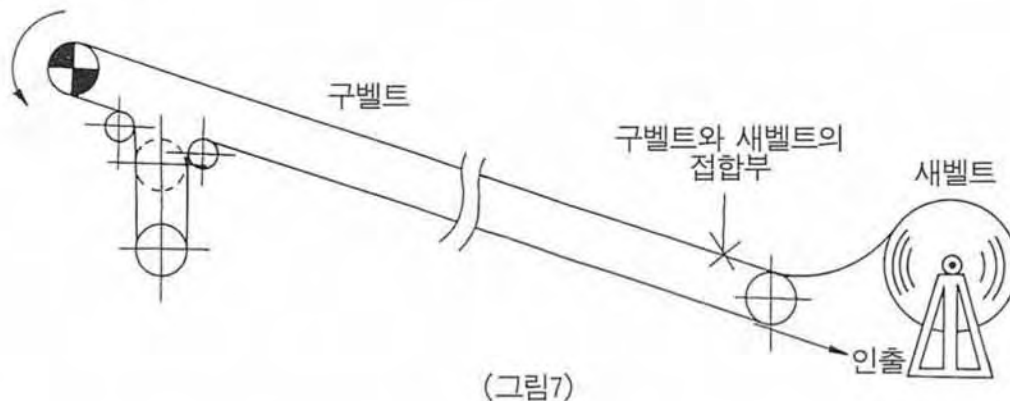
구벨트의 절단위치는 콘베어의 구조, 작업공간 등에 따라 달라지지만 일반적으로 테일부 부근에서 한다. (그림5) 특히 경사 콘베어의 경우는 절단후 벨트 자중에 의한 미끄럼 사고가 발생될 수 있으므로 테일부에서 절단하지 않으면 안된다. 먼저 Take-up Pulley를 고정시키고 절단부 부근에서 벨트를 크랩프하여 Frame에 고정시키고 절단해야 한다.



새벨트의 인입은 구벨트의 말단부와 새벨트의 선단부를 장쇠접합 또는 적절한 방법으로 연결(그림6)한다.



구벨트의 크랩프를 제거하고 Drive Pulley를 회전시키면서 구벨트를 인장하면서 새벨트를 인입한다. (그림7)



3. 접합장소의 선정

- 1) 전원의 사용이 용이한 곳
- 2) 작업하기 쉬운 안정되고 평평한 곳
- 3) Vulcanizer의 운반 및 설치가 용이한 곳
- 4) 안전하게 작업할 수 있고 분진이 없는 곳

4. Take-up의 위치설정

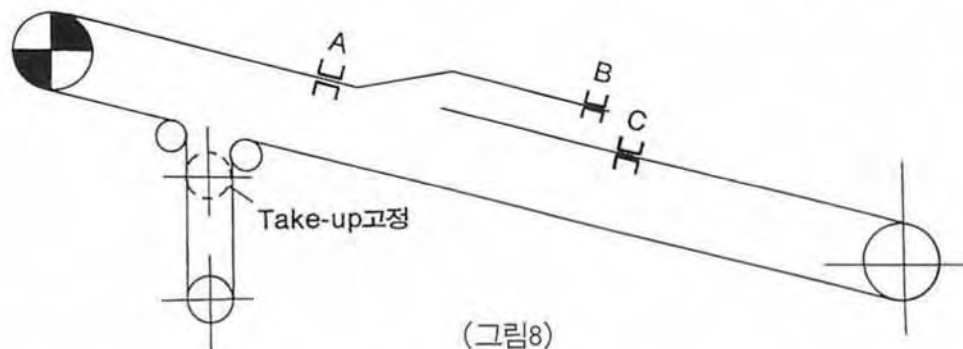
- 1) Take-up Pulley의 위치는 32Page를 참조하여 결정한다.
- 2) Take-up Stroke가 적거나 길이가 긴 Fabric 콘베어벨트의 경우는 초기 신율을 방지하는 것이 필요하다. 그 방법은 벨트의 선단 또는 말단의 한끝을 크래프로 고정시키고 한쪽끝을 윈치등을 이용하여 벨트에 소정의 장력을 가해 적어도 몇시간 동안은 방치하여 어느 정도의 초기 신율이 생긴 상태에서 다시 장력을 가해 신장을 시킨다. 이때 신장길이는 다음과 같다.

NN콘베어벨트 : 0.4~0.6%

EP콘베어벨트 : 0.3~0.5%

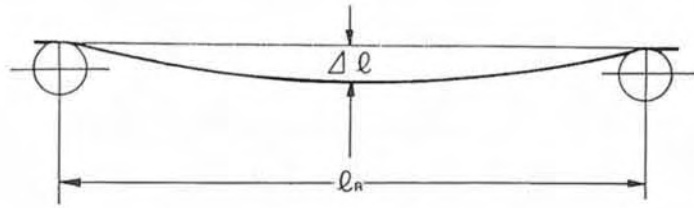
5. 콘베어벨트의 고정

인입이 완료된 콘베어벨트를 접합하기 위해서 다음의 순서 및 그림8과 같이 고정한다.



- 1) C크래프를 콘베어 Frame등에 고정하고 B크래프를 윈치 등의 인장장치로 적정 장력이 될때까지 인장하여 당긴다.
- 2) A크래프를 Frame에 고정하고 B크래프를 해체한다.
- 3) A크래프와 C크래프와의 간격은 엔드레스 작업에 지장이 없는 길이어야 하며 최소 5m이상으로 한다.
- 4) 인장후 처짐의 상태를 측정하여 적당한 처짐량이 되도록 장력을 조정한다. 그 적정 처짐량 및 측정 방법은 다음과 같다.

콘베어형태	적 정 처 짐 량	처짐량 측정위치
경사콘베어	2.0% 이하	테일부 Return Roller
수평콘베어	1.5% 이하	콘베어 중앙부 Return Roller



$$\text{처짐량(SAG)\%} = \frac{\Delta l}{l_n} \times 100$$

6. 벨트의 접합작업

벨트의 접합작업은 폐사에서 기 발간한 동일 콘베어벨트 현장접합 시공표준에 준해 작업한다.

콘베어벨트의 관리

1. 콘베어벨트의 보관

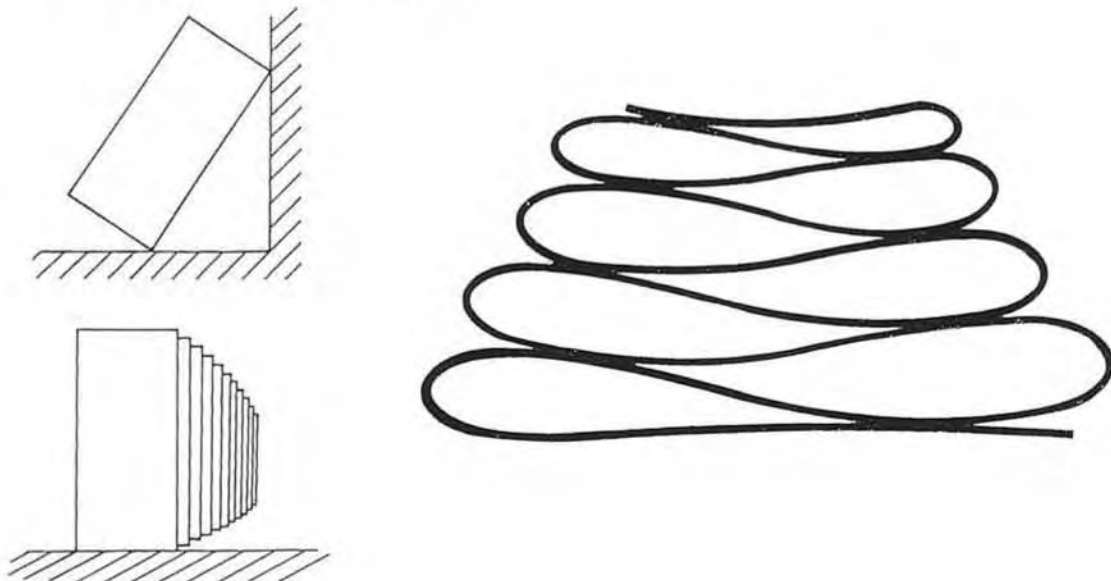
예비용 벨트나 사용후 남은 벨트 등 장기간 보관이 필요한 벨트는 노화 및 기타 손상을 막기 위해 다음사항에 유의하여 보관해야 한다.

- 1) 직사광선으로 부터 피해야 한다.
- 2) 바람, 비 또는 물로부터 피해야 한다.
- 3) 건냉한 장소에 보관하여야 한다.
- 4) 기름, 화학약품, 유기가스 등 벨트에 손상을 끼칠 수 있는 물체들과 접촉을 피해야 한다.
- 5) 보관상태는 그림9와 같다.



(그림9) 적당한 보관상태

그림10과 같은 상태로 보관해서는 안된다.

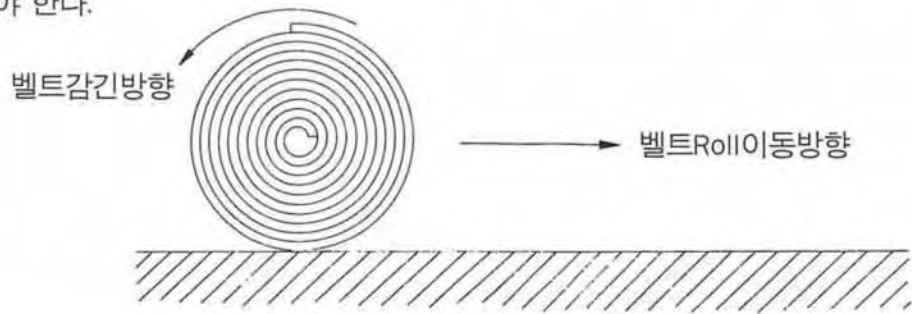


(그림10) 부적당한 보관상태

2. 콘베어벨트의 취급

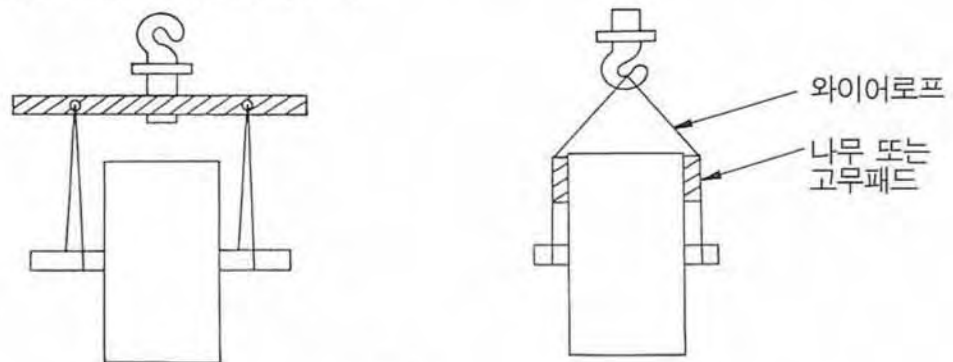
콘베어벨트 Roll은 보통 P.P포나 나무로 포장되어 있다. 그러나 벨트를 취급할 때는 다음과 같은 사항에 유의 하여야 한다.

- 1) 바닥에서 벨트를 굴러서 이동시킬때는 그림11과 같이 Roll의 감긴 방향과 반대 방향으로 굴러야 한다.



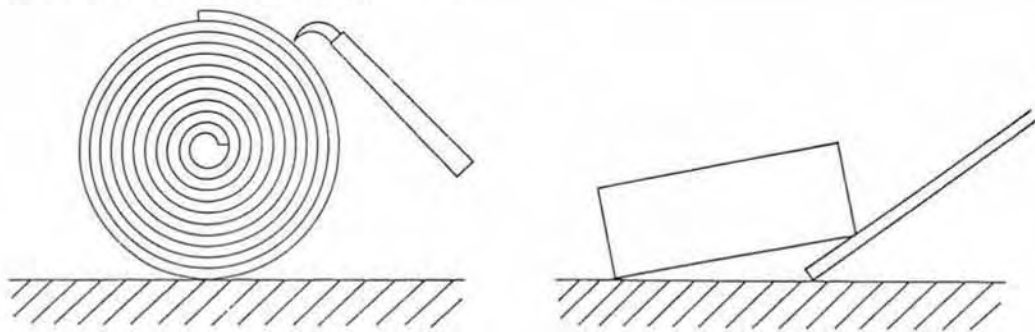
(그림11)

- 2) 화물차등으로 운송시 안전하게 고정시켜 이송하며 특히 하차시 굴러 떨어뜨리거나, 지게차의 발로 벨트에 손상을 주지 않도록 특별히 유의하여야 한다.
- 3) 벨트를 크레인 등으로 들어 올릴때 Roll의 구멍에 사후드를 삽입하고 그림12와 같이 벨트가 손상을 입지 않도록 취급해야 한다.



(그림12)

- 4) 갈고리나 지렛대를 사용해서는 안된다.



(그림13)

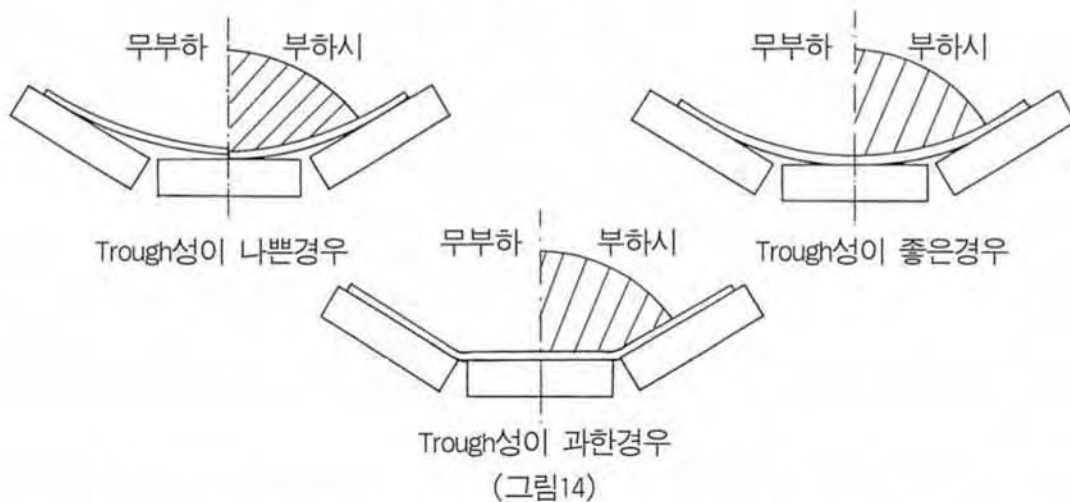
콘베어벨트의 시운전 및 점검

1. 시운전 전 점검사항

- 1) 벨트 설치작업시의 사용재료, 기구, 공구 등이 Carrier 및 Return쪽 벨트에 실려 있지 않은지 전장에 걸쳐 점검한다.
- 2) 기계유나 그리스 등이 벨트표면에 묻어있지 않은지 점검한다. 기름류는 벨트의 카버그무를 연화시켜 조기손상을 초래하므로 특별히 유의하여야 한다.
- 3) 스위치를 짧은 간격으로 "ON", "OFF"시키면서 전반적인 조작상태 및 Carrier나 Return Roller의 회전상태를 점검한다.

2. 시운전중 점검사항

- 1) 부하없이 일정시간 작동시켜 전반적인 가동상태를 점검한다.
- 2) 부하 작동시 벨트의 Slip이 일어나지 않는지 유의하여 관찰한다.
벨트의 Slip이 발생할때는 다음 사항을 점검해야 한다.
 - Take-up 중량이 적당한 중량인지 확인한다. (30page Take-up 중량결정 참조)
 - Pulley 표면상태를 검사하고 Pulley경의 벨트규격과의 적합성 여부를 확인한다. (27page 최소 Pulley경의 검토 참조)
- 3) Trough성능을 확인한다. Trough성능이 부족하면 벨트가 사행되기 쉽고 너무 과하면 벨트의 국부마찰에 의한 손상을 일으키게 되므로 심체 규격과 사용조건과의 적정성여부를 확인한다. (20page의 심체 규격의 선정 참조)
다음 그림14는 Trough성능에 대해 나타낸 것이다.



- 4) 운반물의 적하상태를 점검한다. 적하상태가 좋지 않으면 Chute의 경사, 낙하속도, 높이 및 구조를 재검토하고 Skirt Board의 장착상태 등을 점검한다.
- 5) 벨트의 사행여부를 점검한다. 사행이 발생되면 49page의 콘베어벨트의 사용상 문제점 및 그 원인과 대책을 참조하여 대책을 수립한다.

3. 기타 주의사항

콘베어 시운전 및 정상가동 중에 문제점이 발견되지 않더라도 다음과 같은 사항들을 주의깊게 점검하여 사전에 예방책을 세우도록 하는것이 좋다.

1) 콘베어벨트의 접합 부위

벨트의 접합 부위는 벨트 전장중에서 가장 약한 부위이므로 자주 점검하여야 한다.

2) Take-up

콘베어벨트에 필요이상의 장력이 주어지면 벨트의 영구신율이 커지고 벨트의 피로가 증가되어 접합부위에 손상이 오기 쉽다. 벨트에 과도한 장력은 Take-up 장력 또는 중량이 초과될 때 발생되기 쉽다. 특히 Screw Take-up의 경우에는 장력이 초과되기 쉬우므로 장력 조정에 특별한 주의가 필요하다.

3) 운반물의 방출부

콘베어의 중간부위에서 운반물을 방출하기 위해 많이 적용되는 Tripper나 Scraper는 벨트에 마모나 손상을 주기 쉬우므로 주의깊은 설치가 필요하다. Tripper는 Return시 벨트에 운반물이 부착되거나 벨트와 Pulley사이에 운반물이 끼여 들어가는 것을 막기 위해 크리너와 같이 설치되어야 한다.

Tripper의 부적절한 센터링은 벨트주행시 사행을 유발하기 쉽다.

따라서 센터링을 정확히 하고 잦은 점검이 필요하다.

4) 콘베어의 변곡부

콘베어의 변곡부에서 Roller 설치상태가 부적당하게 되었거나 벨트의 변곡상태가 맞지않으면 그 벨트는 굴곡피로가 커지고, 하고무쪽에 인열현상이 발생되기 쉬우며 심체와 카버고무의 분리현상 및 벨트길이방향의 찢어짐 등 여러가지의 벨트 손상을 일으키기 쉽다. 따라서 Carrier Roller의 적당한 배치가 중요하다.

5) 사행방지 Roller

자동조심 Carrier나 가이드 Roller 등은 벨트의 사행을 방지하기 위해 사용된다. 그러나 이들의 설치가 부적당하면 벨트의 마모나 기타 손상을 일으킬 수 있다. 따라서 가능한한 사용개소를 적게하고 면밀히 검토하여 설치위치를 정해야 한다.

6) 부하방법

크기가 큰 운반물을 부하할때는 Chute의 구조를 잘 검토하는 것이 대단히 중요하다. 운반물의 크기가 다양할때는 작은 크기의 운반물을 먼저 적하시켜 크기가 큰 운반물에 대한 쿠션역할을 해주도록 하는것이 좋다.

7) 충격 Roller

벨트에 가해지는 충격을 완화하기 위해서는 충격흡수 Carrier Roller를 많이 사용한다. 아주 충격이 큰 경우는 자동차 타이어를 사용하기도 한다. Carrier와 지지Frame 사이에 스프링이나 완충고무를 사용하면 더 좋은 결과를 얻을 수 있다.

8) 기타

만약 벨트 근처에서 용접작업 등을 할 경우 불꽃, 용접 찌꺼기, 스파크 등이 벨트에 직접 접촉되지 않도록 보호장치를 하고 작업하여야 한다.


콘베어벨트 사용상 문제점 및 그 원인과 대책

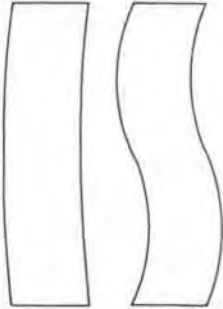
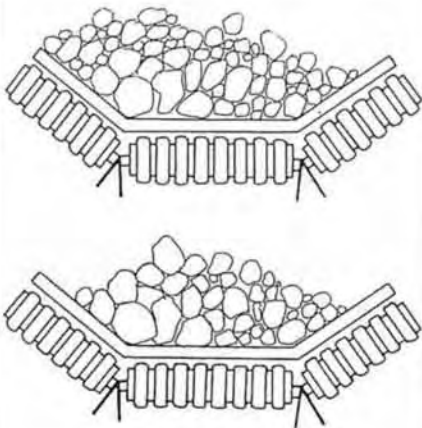
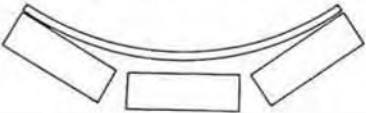
콘베어벨트의 사용중에 발생할 수 있는 문제점은 여러가지가 있다. 이러한 문제점을 사전에 발견하여 신속히 대처하여 사고를 미연에 방지하는 것이 벨트를 오래 사용할 수 있는 가장 중요한 일이다. 정상적으로 가동되고 있다고 보여지는 라인에서도 장기간 사용에 따라 각부분의 마모, 노화등에 의해 사고를 일으키는 원인이 언젠가는 발생할 수도 있으므로 이러한 것을 조기 발견하여 대책을 세우는 것이 대단히 중요하다.

가동초기부터 정기적인 점검을 하여 라인의 상황, 사용조건 등을 잘 파악하여 사고의 원인이 되는 부분을 신속하고, 정확하게 발견할 수 있도록 해 둘 필요가 있다.

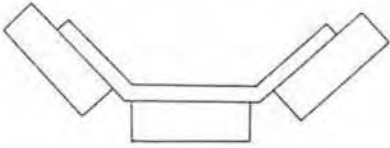
정기점검 기록 항목으로는 라인번호, 점검기일, 점검자, 벨트외관상태(상커버그무, 하카버그무 접합부위 등), 벨트 주행상태(사행, 쓸림, Take-up상태, 케이크 부착 등), 부속설비상태(Impact Roller, Carrier Roller, Return Roller 등의 회전상태, Skirt고무 및 Cleaner의 상태 등) 등이다.

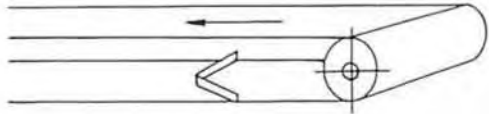
다음은 사용상 문제가 발생할 때 주요인 및 그 대책에 대해서 설명한다.

문 제 현 상	원 인	대 책
1. 벨트가 라인의 특정부분에서 쓸림현상이 있다. 	A. 콘베어의 Frame의 일부가 굽어있다. B. 쓸리는 부분 바로 앞의 몇개의 Roller가 상태가 나쁘다. C. 쓸리는 쪽의 Pulley나 Roller에 케이크가 부착되어 있다. D. Roller의 회전불량 E. Pulley에 이상이 있다.	A. 굽은 부분을 조사하여 그 부분에 수직도, 수평도 등을 조정, 수정한다. B. Roller의 수평도와 진행방향에 대한 직각도를 조정하고 그래도 방지가 안될 경우 Roller의 쓸림쪽을 진행 방향쪽으로 기울여준다. (2%이내) C. 케이크의 제거 및 Cleaning장치를 점검 또는 미부착시는 부착토록 한다. D. Roller의 주유 또는 Stud Bolt를 점검한다. Roller를 교환한다. E. 각 Pulley를 점검, 수평 및 진행방향에 대한 직각도를 조정한다.
2. 벨트의 일부분이 콘베어 전체에 걸쳐 사행한다.	A. 접합부위가 꺾여있다. B. 벨트의 일부가 굽어있다.	A. Frame에 부딪힐 정도로 심한 경우는 재접합한다. (심하지 않을 경우는 주행관찰하면서 조치한다.) B. 심할 경우는 벨트의 전체 또는 일부를 교체하거나 수리한다. 자동조심Roller를 부착한다.
3. 벨트 전체가 콘베어 전체에 걸쳐 사행한다.	A. 콘베어 Frame이 굽어 있다. B. 운반물이 치우쳐 실리거나 운반물의 크기의 차이가 커서 큰 운반물이 치우쳐 실린다.	A. 기초나 지지대를 견고히 한다. Frame을 전체에 걸쳐 직진도를 점검한다. (특히 지반이 약할 경우 발생되기 쉽다) B. 운반물이 중앙에 실리도록 Chute를 개조한다. 운반물이 골고루 섞여 적재되도록 Chute 구조를 변경한다.

문 제 현 상	원 인	대 책
	 <p>C. Carrier 또는 Return Roller가 한쪽으로 기울었다.</p> <p>D. 바람이 강하게 분다.</p> <p>E. 귀부손상으로 심체가 흡습한 경우</p> <p>F. 일광이 Frame한쪽에만 가해져 Frame에 변형이 생겼다.</p> <p>G. 벨트의 Trough성이 불량하다.</p> 	<p>C. Roller전체의 수평 및 직각도를 측정하여 조정한다.</p> <p>D. 바람막이를 설치하거나 지붕을 씌운다.</p> <p>E. 벨트수리 또는 교체하고 손상원인을 파악하여 개선한다.</p> <p>F. 지붕을 씌우거나 광선을 반사하는 도료를 도포한다.</p> <p>G. 벨트 길들이기를 하거나 벨트사양을 변경한다. 벨트표면에 기름이 묻은 경우에도 발생되기 쉽다. 벨트 사양을 재검토한다.</p>
<p>4. 상 카버고무의 손상</p>	<p>A. Chute방향이 불량하다.</p> <p>B. Chute부에서 운반물의 낙하속도와 벨트 속도가 다르다.</p> <p>C. Chute 낙하높이가 높다.</p> <p>D. Skirt부(Chute부)에 벨트 처짐이 큰 경우 Skirt와 벨트 사이에 운반물이 끼였다.</p>	<p>A. Chute에서 낙하방향은 벨트의 진행방향과 같게 해 주는 것이 좋다.</p> <p>B. 속도차이가 크면 운반물이 벨트에 적재될 때 카버고무의 마모가 빠르다. 벨트 속도와 Chute부의 낙하 방향 속도를 최대한 같이 해 주는 것이 좋다.</p> <p>C. 이동 Bar를 사용한다. Chute에서 Pocket을 설치한다. Bar Screen을 설치한다. Feeder Belt를 설치한다. Chute각도를 작게한다. 이상과 같은 방법으로 운반물에 따른 충격을 완화한다.</p> <p>D. Impact Roller의 간격을 좁게한다. Take-up중량을 크게한다.</p>

문 제 현 상	원 인	대 책
	<p>E. 운반물이 넘쳐 Return쪽에 쌓여 벨트와 마찰한다.</p> <p>F. Roller, Pulley에 이물질이 부착</p> <p>G. Scraper 또는 Skirt 고무가 나쁘다.</p> <p>H. Impact Roller, Return Roller, Carrier Roller의 회전불량</p>	<p>E. 운반물의 부하가 편중, 사행Chute부의 불량 등 여러가지 원인을 조사하여 개선한다.</p> <p>F. Scraper를 점검한다. Scraper는 부분 이상 마모를 일으키기 쉬우므로 Scraper 판의 정비에 특히 유의해야 한다.</p> <p>G. 오래된 벨트를 이용하는 경우 벨트를 급격히 마모시킬수 있으므로 오래된 벨트의 사용은 금지한다. 전용 고무판으로 교체한다.</p> <p>H. 정기적으로 정비, 청소가 필요하다. 노후된 Roller는 교체한다.</p>
5. 하커버그고무의 이상마모	<p>A. Drive Pulley에서의 Slip현상</p> <p>B. Carrier Roller등 각종 Roller의 회전불량</p> <p>C. 운반물 조각이 끼여 들어감에 따른 마모</p> <p>D. Convex Curve의 변곡점의 곡률반경이 불량 Pulley와 Trough Carrier간의 변환거리가 부적당하다.</p>	<p>A. Take-up 작동상태 및 중량을 검토한다. Drive Pulley에 고무 라이닝을 한다. Snap Pulley의 접촉각도를 크게한다.</p> <p>B. 정기적으로 정비, 청소가 필요하다. 노후된 Roller는 교체한다.</p> <p>C. 점검하여 제거한다. 운반물이 넘쳐 Tail Pulley에 끼인 경우는 Skirt, Impact Roller의 장착상태 및 V-Cleaner 등 장착 상태를 점검한다.</p> <p>D. Convex Curve부의 곡률반경을 재검토하고, Pulley, Trough Carrier간의 간격을 재검토 Carrier의 부착위치를 변경한다.</p>
6. 벨트 심체의 손상	<p>A. 운반물이 커서 충격이 크다.</p> <p>B. Pulley와 벨트사이에 운반물이 끼여 들어갔다.</p> <p>C. Pulley에 이물질이 부착되어 벨트가 부분적으로 이상변형이 생긴다.</p> <div data-bbox="555 1868 817 1984" style="text-align: center;"> </div>	<p>A. Chute에 Pocket을 설치한다. Bar Screen을 설치한다. Feeder Belt를 설치한다. Impact Roller의 점검정비를 한다. 이상과 같은 방법으로 운반물에 따른 충격을 완화시킨다.</p> <p>B. Scraper, Cleaner등을 점검 또는 설치한다.</p> <p>C. Scraper및 Cleaner를 점검하고, 없는 경우는 부착토록 한다.</p>

문 제 현 상	원 인	대 책
	<p>D. 시동시 과부하 및 Take-up중량이 커서 안전율이 저하된 경우</p> <p>E. 벨트가 Carrier Roller사이에 끼인다.</p>  <p>F. Pulley와 Trough Carrier간의 변환거리가 부적당하다.</p> <p>G. 사행되어 Frame에 벨트가 걸려 찢어진다.</p> <p>H. Pulley경이 작아 굴곡피로가 크다.</p>	<p>D. 벨트규격 및 Take-up 중량등 설비의 재검토가 필요하다.</p> <p>E. Carrier Roller사이 간격이 넓으므로 조정한다. Carrier간 pitch가 크므로 재검토 변경조정 한다. Convex Curve부의 곡률반경의 재검토가 필요하다. Belt의 전체적인 두께 및 심체의 층수를 재검토, 규격을 변경한다.</p> <p>F. Trough 변환거리를 재검토 조정한다.</p> <p>G. 사행 및 쓸림현상의 원인을 파악, 방지대책을 강구한다.</p> <p>H. Pulley경을 규정 이상의 것으로 변경한다. Pulley경에 맞는 벨트규격을 재검토한다.</p>
7. 벨트귀부의 손상	<p>A. 사행 및 쓸림현상에 의해 귀부가 Frame등에 닿아 발생</p> <p>B. Tripper가 불량하다.</p>	<p>A. 사행 및 쓸림현상의 원인을 파악, 방지대책을 강구한다. Frame을 벨트폭 방향으로 여유를 크게 한다.</p> <p>B. Tripper는 벨트가 Carrier로부터 부상하여 쓸림현상이 발생되기 쉬우므로 미미하게 틀어진 곳도 정비하여야 한다.</p>
8. 접합부의 카버그무박리 접합부의 심체 찢어짐 및 박리현상, 접합부의 사행	<p>A. 끝손질 불량</p> <p>B. 접착불량</p> <p>C. 작업환경이 나쁘다.</p> <p>D. 작업시 잘못으로 Step가공시 하층포의 절단</p> <p>E. 가황시간이 짧거나 너무 길다.</p> <p>F. 접합시 센터링의 불량</p> <p>G. Pulley경이 작다.</p>	<p>A. 카버그무 부착접합후 적절히 Sanding 한다.</p> <p>B. 사용재료 및 작업방법의 재검토, 수리 또는 재접합한다.</p> <p>C. 작업시 분진 또는 기타 비산하는 물질을 차단하여 작업하도록 한다.</p> <p>D. 재접합</p> <p>E. 재접합</p> <p>F. 수리 또는 재접합, 작업 표준 준수</p> <p>G. Pulley경을 규정이상의 것으로 변경한다. Pulley경에 맞는 벨트규격을 재검토한다.</p>

문 제 현 상	원 인	대 책
9. 벨트신울에 의해 Take-up이 바닥에 닿는다.	A. Take-up여유 길이가 부족하다. B. 벨트의 신울이 비정상적으로 크다.	A. 벨트 재질에 맞는 적절한 Take-up 여유를 가지도록 장치를 변경 늘어난 길이를 잘라내고 재접합한다. B. 벨트의 안전율을 재검토 한다. (S.F=12~15이상) Take-up중량이 너무 클 경우 발생될 수 있으므로 설계 중량과 대비 재검토한다. 주위에 열이 있을 경우, 특히 정지상태에서 일광을 장시간 받을 경우 발생되므로 열차단 방법을 강구한다. 냉각되면 원상회복이 된다. 원상회복이 안될 경우는 재접합한다.
10. 운반도중 벨트의 절파	A. 안전율이 낮다. B. 운반물이 Pulley와 Belt사이에 끼여 들어가 순간 과부하가 발생 C. 깨진 큰 광석의 날카로운 부분이 부하시 벨트를 찌는다.	A. 안전율을 재검토한다. (S.F=12~15이상) B. V-Cleaner등의 설치 및 점검으로 원인을 제거한다.  C. Chute부를 개조, 충격을 최소화 시키도록 한다.
11. 벨트의 길이 방향 찢어짐	A. Roller및 Chute 등 설비사이에 철판 등의 날카로운 물체가 끼여 있다. B. 운반물 자체가 철판 등 예리한 물체이다.	A. 운반물을 선별 투입토록 하고 점검하여 제거한다. 부분절단 교체 또는 전체 교체한다. B. 벨트 폭 방향으로 인열방지 보강 벨트로 규격을 변경한다.
12. 벨트가 Roller간에 처짐이 커서 운반물이 넘쳐 흐른다.	A. Take-up중량이 적다. B. 벨트의 규격 및 두께가 적정 설계규격과 차이가 너무 커서 벨트자중에 의함.	A. Take-up중량을 설계중량과 대비 재검토한다. (최대처짐량 : 벨트폭의 3%) B. 벨트의 설계 규격을 재검토하여 적정벨트로 교체한다.

Conversion Table

벨트폭 환산표(표준폭)

inch	mm	inch	mm
12	300	36	900
14	350	40	1000
16	400	42	1050
18	450	48	1200
20	500	56	1400
24	600	60	1500
26	650	64	1600
28	700	72	1800
30	750	80	2000
32	800	88	2200

온도환산표

°F	°C	°F	°C	°F	°C
-50	-45.56	40	4.44	200	93.33
-40	-40.00	50	10.00	250	121.11
-30	-34.44	60	15.56	300	148.89
-20	-28.89	70	21.11	350	176.67
-10	-23.33	80	26.67	400	204.44
0	-17.78	90	32.22	450	232.22
10	-12.33	100	37.78	500	260.00
20	-6.67	150	65.56	550	287.78
30	-1.11	180	82.22	600	315.56

$$\ast \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{5}{9} (\text{ } ^\circ\text{F} - 32) \quad \text{ } ^\circ\text{F} = \frac{9}{5} \text{ } ^\circ\text{C} + 32$$

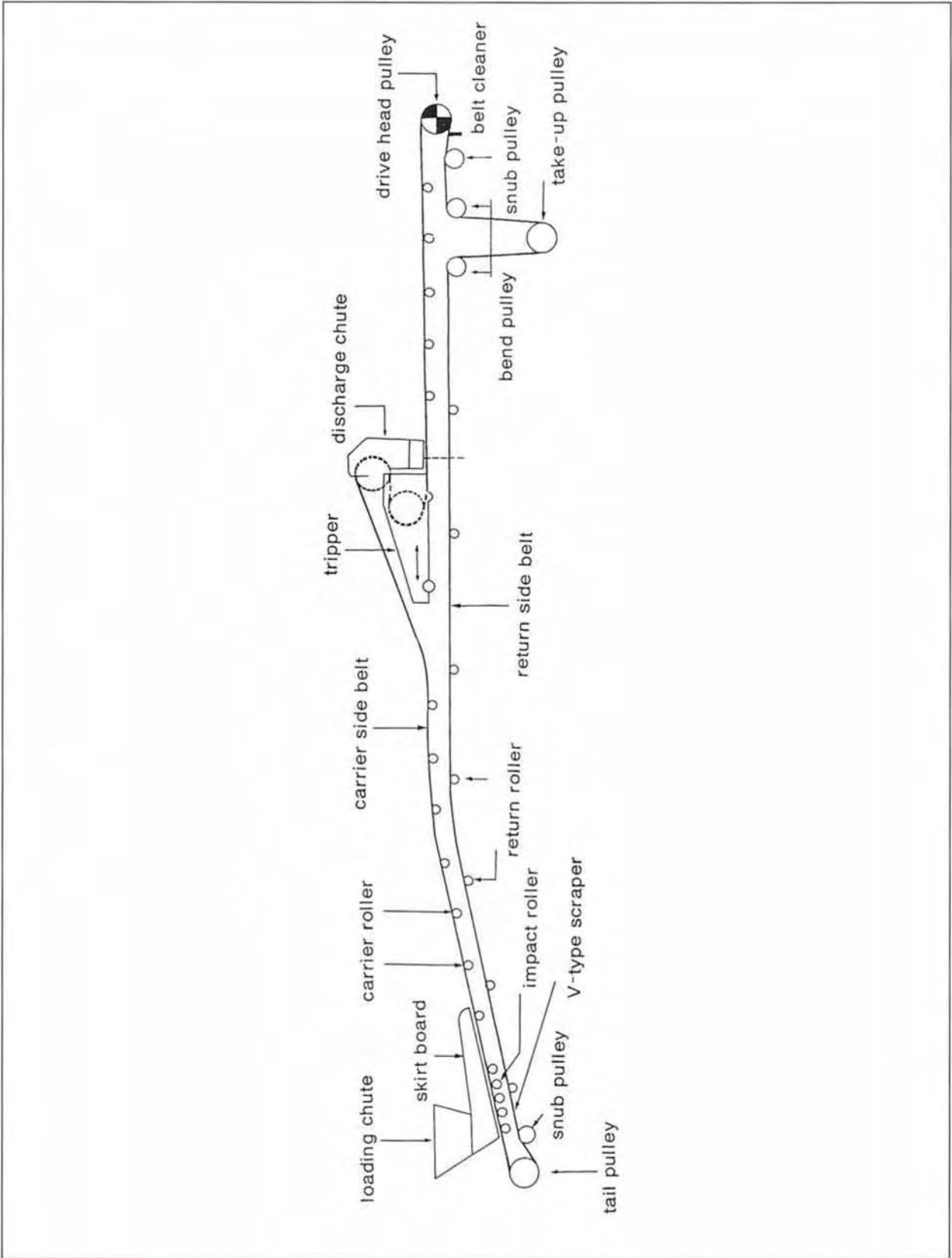
각종단위 환산표

길 이	$1\text{ cm} = 0.3937\text{ in}$ $1\text{ m} = 3.2808\text{ ft}$ $1\text{ km} = 0.6214\text{ mile}$	$1\text{ in} = 2.54\text{ cm}$ $1\text{ ft} = 0.3048\text{ m}$ $1\text{ mile} = 1.6094\text{ km}$
무 게	$1\text{ kg} = 2.2046\text{ lb}$ $1\text{ kg} = 35.274\text{ oz}$	$1\text{ lb} = 0.4536\text{ kg}$ $1\text{ oz} = 0.0284\text{ kg}$
부 피	$1\text{ cm}^3 = 0.061\text{ in}^3$ $1\text{ m}^3 = 35.31655\text{ ft}^3$ $1\ell = 0.2642\text{ gal}$	$1\text{ in}^3 = 16.386\text{ cm}^3$ $1\text{ ft}^3 = 0.02831\text{ m}^3$ $1\text{ gal} = 3.7854\ell$
압 력	$1\text{ kg/cm}^2 = 14.22\text{ lb/in}^2$ $1\text{ kg/cm}^2 = 0.09807\text{ mpa}$	$1\text{ lb/in}^2 = 0.0703\text{ kg/cm}^2$ $1\text{ mpa} = 10.1968\text{ kg/cm}^2$
밀 도	$1\text{ g/cm}^3 = 0.0361\text{ lb/in}^3$ $1\text{ kg/m}^3 = 0.0624\text{ lb/ft}^3$	$1\text{ lb/in}^3 = 27.6797\text{ g/cm}^3$ $1\text{ lb/ft}^3 = 16.0184\text{ kg/m}^3$
힘	$1\text{ kg}\cdot\text{f} = 2.2046\text{ lb}\cdot\text{f}$ $1\text{ kg}\cdot\text{f} = 9.8\text{ N}$	$1\text{ lb}\cdot\text{f} = 0.4536\text{ kg}\cdot\text{f}$ $1\text{ N} = 0.1097\text{ kg}\cdot\text{f}$
속 도	$1\text{ m/s} = 3.2808\text{ ft/s}$ $1\text{ km/h} = 0.6214\text{ mile/h}$	$1\text{ ft/s} = 0.3048\text{ m/s}$ $1\text{ mile/h} = 1.6094\text{ km/h}$
동 력	$1\text{ Kw} = 1.3405\text{ hp}$	$1\text{ hp} = 0.746\text{ Kw}$

삼각함수표

각 도	sin	cos	tan	각 도	sin	cos	tan
1	.0175	.9999	.0175	26	.4384	.8908	.4877
2	.0349	.9994	.0349	27	.4540	.8910	.5095
3	.0523	.9986	.0524	28	.4695	.8830	.5317
4	.0698	.9976	.0699	29	.4848	.8746	.5543
5	.0872	.9962	.0875	30	.5000	.8660	.5774
6	.1045	.9945	.1051	31	.5150	.8572	.6009
7	.1219	.9926	.1228	32	.5299	.8480	.6249
8	.1392	.9903	.1405	33	.5446	.8387	.6494
9	.1564	.9877	.1584	34	.5592	.8290	.6745
10	.1737	.9848	.1763	35	.5736	.8192	.7002
11	.1908	.9816	.1944	36	.5878	.8090	.7265
12	.2079	.9782	.2126	37	.6018	.7986	.7536
13	.2250	.9744	.2309	38	.6157	.7880	.7813
14	.2419	.9703	.2493	39	.6293	.7771	.8098
15	.2588	.9659	.2680	40	.6428	.7660	.8391
16	.2756	.9613	.2858	41	.6561	.7547	.8693
17	.2924	.9563	.3057	42	.6691	.7431	.9004
18	.3090	.9514	.3249	43	.6820	.7314	.9325
19	.3256	.9455	.3443	44	.6947	.7193	.9657
20	.3420	.9397	.3640	45	.7071	.7071	1.0000
21	.3584	.9336	.3839	46	.7193	.6947	1.0355
22	.3746	.9272	.4040	47	.7314	.6820	1.0724
23	.3907	.9205	.4245	48	.7431	.6691	1.1106
24	.4067	.9136	.4452	49	.7547	.6561	1.1504
25	.4226	.9073	.4663	50	.7660	.6428	1.1918

콘베어벨트의 전체 도면과 각부명칭



DRB 동일



DONGILGIUP

(053-604-4841)

※ 이 카탈로그의 내용을 무단전재 및 복제하는 것은 저작권법에 의해 금지되어 있습니다.
※ 이 카탈로그는 예고 없이 변경될 수 있으니, 주문 시에 사양에 대해 확인 하시기 바랍니다.

CS-M-090122-KR