

第6章 運 搬

第1節 ワイヤロープ

1 ワイヤロープの構造

(1) ストランドの組立て方

素線（鋼線）を何本かより（撚り）合わせたものをストランドという。ストランド断面は一般に円形である。円形ストランドを素線の回りに2層以上よる方法には、層間の接触状態のちがいで、点接触より、線接触より、面接触よりの組立て方がある（図3.61参照）。

(2) ロープの組立て方による分類

① ラウンドストランドロープ

1本の心綱の回りに円形断面のストランド（6本が一般的）をより合わせたものである。素線が増加するに従って柔軟性も増大する。構造が簡単のため製造も容易であるので、一般巻揚装置、起重機、架空索道などに最も広く使用される。

各種ロープの断面を、図3.62に示す。

② フラットンドストランドロープ

ストランドの断面が円形でなく、三角形またはだ円形からできている。いずれも表面を平らにしているので外部との摩擦面積が広く、摩耗が少なく寿命が長い。このため鉤山の大型巻、架空索道などに使用される。

③ ロックドコイルロープ

外層が異形断面を持つ異形線で構成されており、外層は互いにはめ込まれた状態であるから断線しても素線はとび出さない。また表面はきわめて円滑で摩耗も少なく、空気や水が内部に浸入することも少ないといういろいろの特殊な特徴を持っている。立坑のサイドロープ、架空索道の

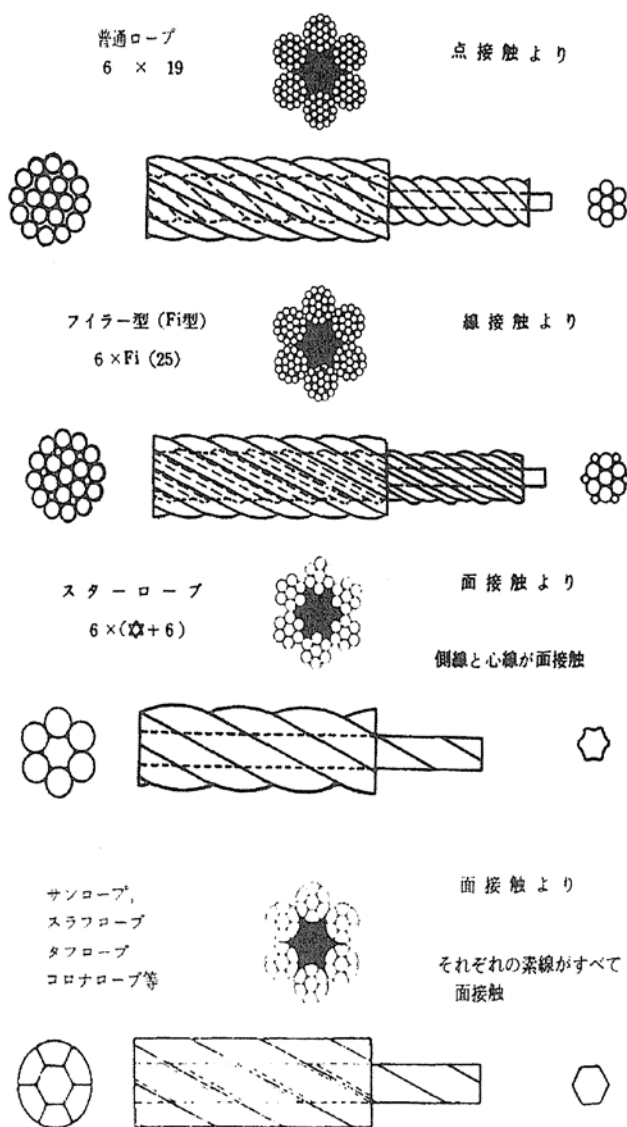
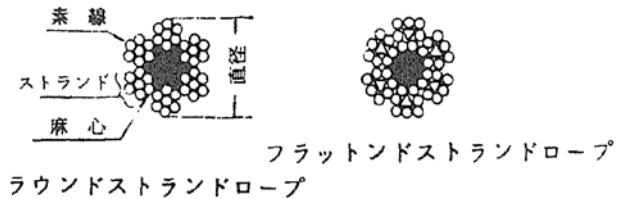


図 3.61 ワイヤロープ素線の接触状態

支索（レールロープ）として使用される。

④ フラットロープ

このロープは4ストランドのSよりロープ、Zよりロープを交互に数組並べ、横から串刺しに素線またはより線を通させて帯状に編みあげたものである。このロープは回転しないので立坑巻のバランスロープ（テールロープ）、立坑掘さく用ロープに使用される。



⑤ その他のロープ

より線ロープ 単に多数の素線をねじ状に順次巻いただけのもので、立坑ガイドロープに使用される。

ノンローティティンングロープ 内側と外側のストランドのよりが反対方向になっており、回転しようとする力が少ない。

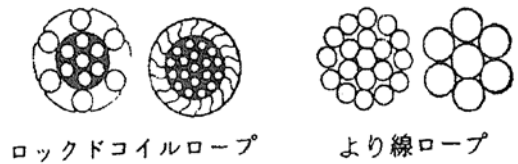


図 3.62 各種ロープの断面

あみロープ ストランドを編み合わせた自転性が全くなく柔軟性に優れている。

(3) ロープのより方

ストランドを何本かより合わせたものをロープという。よりの方向で区別すると「Sより」と「Zより」がある。ストランドのよりの方向とロープのより方向が反対のものを「普通より」、同じ方向のものを「ラングより」という。一般には、「ラングZより」が使用されている。

(4) ラングよりロープの特徴

ラングよりロープは、ロープのより方向とストランドのより方向とが正になっている。ロープの外側では、素線がロープの軸と平行になっていないので、普通よりと簡単に区別できる（図3.63参照）。

このロープの特徴はロープの表面に現われている素線の長さが長く、ロープの表面は円滑であるのでロープ表面全体が均一に摩耗を受ける。そのため普通よりロープより長く使用に耐える。

また、より角度が大きいので、ロープ全体が非常に柔軟性に富み、摩耗が非常に大きくなるまで断線が生じない。以上の利点から、鉱山の巻揚ロープ、架空索道等を使用される。

しかし、よりが戻る性質があるため、荷を吊るした一端が自由に回転する場合は不適當である。また、ストランドの間にすき間を生じやすく、キンクを起こしやすいので取扱いには注意を要する。



図3.63 ワイヤロープのより方

(5) 心 綱

ロープの心綱はロープの形を保持するだけでなく、ロープ油を保持して使用中のロープに内部から潤滑、防錆する役目がある。原料としてはマニラ麻、サイザル麻、ジュート、人造繊維等が使用される。鉱山に使用されるワイヤロープの心綱は含油率20パーセントくらいである。

ワイヤロープ各部の名称を、図3.64に示す。

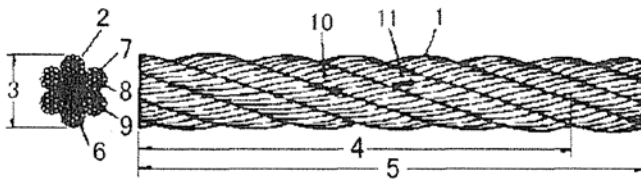


図 3.64 ワイヤロープ各部の名称

1ワイヤロープ，2ストランド，
3ロープの直径，4ロープのよりの長さ，
5ロープの長さ，6心綱，
7外層（索）線，8内層（素）線，
9心（素）線，10ストランドのよりの方
向，11素線のより方向

2 荷重と安全率

(1) 荷重と安全率の種類

ロープの受ける荷重は複雑ではあるが，一般には静荷重 (W_1)，加速度荷重 (W_d)，屈曲荷重 (W_b) の3種があり，これを合計したものを総荷重 (W_2) という。

ロープの安全率とは，ロープの保証切断荷重がロープにかかる荷重の何倍であるかという割合のことで，最大静荷重に対する安全率 (F_1) と，最大総荷重に対する安全率 (F_2) がある。安全率とその計算式は保安規則で定められている。

ワイヤロープの安全率 (F_1 ， F_2 等) を表3.34に示す。

表 3.34 ワイヤロープの安全率 (F_1 ， F_2 等)

装置別 制定年月日 公示番号		人車巻揚装置		人事巻揚装置以外		斜坑エン ドレス巻 揚装置	架空索道	石油さく井用
		立 坑	斜 坑	立 坑	斜 坑			
昭24.8.12 保安規則	深度m	500>L	1,000>L	500>L	1,000>L			
	F_1	10	10	6	6	3	張力および 曲応力に対 して 4	トラベリン グブロックの最 大静荷重に対 して 4
	F_2	5	5	3	3	2		
昭34.2.19 34保局 第227号 鉱山保安 局長の 許可基準	深度m	500<L<1,000	1,000<L<2,600	500<L<1,000	1,000<L<2,000			
	F_1	$10 - \frac{L}{1,000}$	$10 - \frac{L}{2,000}$	$6 - \frac{6L}{10,000}$	$6 - \frac{3L}{10,000}$			
	F_2	$5 - \frac{L}{2,000}$	$5 - \frac{L}{4,000}$	$3 - \frac{3L}{10,000}$	$3 - \frac{3L}{20,000}$			

注) L：深度 m，ヘッドシーブの中心と坑底の昇降場におけるケージのロープ取付点との距離

(2) 安全率の算定方法

① 最大静荷重に対する安全率 (F_1)

$$F_1 = \frac{S_r}{W_1} \quad \dots\dots (3.47)$$

S_r : 保証切断荷重 [N]

W_1 : 最大静荷重 [N]

立坑 $W_1 = \text{ケージ自重 [N]} + \text{最大積載重量 [N]} + \text{ロープ重量 [N]} \quad \dots\dots (3.48)$

斜坑 $W_1 = W_1 \sin \theta + \mu_t W_t \cos \theta + W_t L \sin \theta' + \mu_r W_r L \cos \theta' \quad \dots\dots (3.49)$

W_t : 総重量 $W_t = \text{規定函数} \times (\text{車両重量} + \text{積載量})$ [N]

θ : W_1 が最大になる位置の傾斜角度 [$^\circ$]

μ_t : 人車または鉱車の摩擦係数

一般にプレーン軸受 ; $1/30$

ローラーベアリング ; $1/60$

ボールベアリング ; $1/80$

W_r : ロープ1m当りの重量 [N/m]

L : W_1 が最大の位置になるまでのロープの長さ [m]

θ' : W_1 が最大になるまでの全線の平均傾斜角度 [$^\circ$]

μ_r : ロープの摩擦係数 (一般的に $\mu_r = 1/10$ を使用する)

② 総荷重に対する安全率 (F_2)

$$F_2 = \frac{S_r}{W_2} = \frac{S_r}{W_1 + W_d + W_b} = \frac{S_r}{W_1 + W_1 \frac{d}{g} + E * A \frac{\delta}{D}} \quad \dots\dots (3.50)$$

W_2 : 最大総荷重 [N]

W_d : 加速度荷重 [N]

W_b : 屈曲荷重 [N]

α : ロープの加速度 [m/s^2]

g : 重力の加速度 [m/s^2] $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

E : 弾性係数 [N/mm^2] $E = [98,000 \text{ N}]$

A : ロープの有効断面積 [mm^2]

δ : 素線の最大直径 [mm]

D : シープまたはドラムの最小直径 [mm]

(3) ロープに作用する荷重

① 静荷重 (W_1)

静荷重とは鉱車やロープの自重による荷重 ($W_1 \sin \theta + \mu_t W_t \cos \theta$) と、軌道との摩擦による荷重

$(W_t L \sin \theta' + \mu_r W_r L \cos \theta')$ を合計したものである。

② 加速度荷重 (W_d)

静止の車両を巻き揚げるときは、一定の速度になるまで加速度を与えなければならない。

これによる荷重を加速度荷重 ($W_d = W_1 \frac{\alpha}{g}$) という。ふつう、加速度 (α) は、立坑巻では $0.6 \sim 1.2 \text{ m/s}^2$ 、斜坑巻では $0.1 \sim 0.3 \text{ m/s}^2$ 程度である。

③ 屈曲荷重 (W_b)

ロープがシーブやドラムなどで曲がるので、索線は繰り返し屈曲の荷重を受ける。これを

屈曲荷重 ($W_b = E * A \frac{\delta}{D}$) という。 $\frac{D}{\delta}$ が大きいほど応力は小さくなるが設備は大きくなる。

$\frac{D}{\delta}$ は、指導監督当局の認可基準では、人車巻のドラムおよびヘッドシーブで650倍以上である。

3 ワイヤロープの損傷と管理

(1) ロープの損傷

1) 摩 耗

ロープの摩耗には、内部摩耗と外部摩耗があり、摩耗によってロープの直径は減少する。

内部摩耗とはロープ内部における素線相互の摩擦によるものであり、外部摩耗とはロープのドラム・シーブ・道中車などとの接触と腐食による摩耗をいう。

摩耗防止には、塗油はもちろん、軌道・道中車・シーブなどの管理・保全に努める必要がある。

2) 断 線

ワイヤロープ断線の原因と状態を、表3.35に示す。

表 3.35 ワイヤロープ断線の原因と状態

断 線 の 原 因		素 線 の 主 要 破 断 状 態
張 力	張力過大、衝撃、過荷重	切断面が収縮して、くびれている。
摩 耗		破断面が鋭くとがって、といだようになっている。
腐 食	塗油不足、水、ガス	表面が凸凹して、はだが荒れ、破断面が細くなっている。
疲 労	曲げ (1次, 2次, 3次)	素線軸に直角な破面を示し、かつ、きめが細かい。
せ ん 断		素線軸に対して斜めの破面を示す。
ね じ れ	キンク	素線はねじれ、破面は素線軸に直角である。
圧 縮		素線が破断面付近でつぶれて、平らになっている。
外 傷		傷の部分からひびがはいって破断する。
局部マルテンサイト	スパーク、摩擦熱	摩耗面が強い金属光沢を有し表面がマルテンサイト化。
加工硬化	接触圧力過大	摩耗面につぶれを生じ表面近くが過度に加工されている。
水素ぜい性	酸洗い不良	枯枝を折ったような破面を持ち、破面は比較的荒い。
製造の欠陥	素線溶接不良	素線溶接部の分離。

3) 腐 食

腐食は外部腐食と内部腐食に大別できる。外部腐食は、油膜が湿気、雨水、有害ガスなどで剥がれ、溶け落ちて素線の金属面が露出して起こる。また、内部腐食は、心綱の油が少なくなり油の代りに水分が浸入したときに起こる。外部摩耗が少なくとも、内部摩耗と腐食で径が著しく減少することがある。ロープは、引張強さが強くなるほど、腐食に対しては弱くなる。また、同一径のロープでは、素線径が細くなると腐食に対して弱くなる。

ロープ腐食を防止するには、原因となる水、ガス等を遮断することが大切であるが、これを完全に行うことは難しいので、メッキとロープ油の塗油で対処する。メッキには主として亜鉛メッキを用いる。ロープ油には黒ロープ油と赤ロープ油があり、前者は裸線ロープに、後者はメッキ線ロープに使用する。

(2) 曲げ疲労

ロープの曲げ疲労による断線の原因は、シープまたはドラムによるロープ自体の曲げ（1次曲げ）、素線が内層と交差している時に素線が下の内層に押しつけられ生ずる曲げ（2次曲げ）と形くずれ、素線の浮きなどに生ずる部分的曲げ、部分的繰返し曲げ（3次曲げ）などがある。

以前は1次曲げに重点をおき、曲げ疲労に対しては細い素線で構成されたロープがよいとしていたが、時には2次曲げや3次曲げが無視できないことが解った。点接触よりの6×19ロープが素線の太い線接触よりの6×7ロープよりも曲げ疲労に弱いのは、点接触よりが2次曲げを強く受けるためである。上記理由により、曲げに対する強さは、点接触より、線接触より、面接触よりの順序である。

(3) 衝撃と疲労

ドラム式巻揚機などで、ドラムを急に始動・制動を行ったり、速度を急変させたり、またはドラムに巻かれたロープに段くずれがあつて、ロープに大きい衝撃を与えると、ロープは振動してロープやドラムを叩くばかりでなく、ときには近くにあるものを叩く。これを繰り返すとロープの素線が押しつぶされて疲労する。特に古いロープは疲労により衝撃エネルギーを吸収する能力、すなわち最大伸びが減少しているので注意が必要である。

新品ロープの切断試験時伸び率は、6×7ロープでは3.8～4.5%前後、コンセントリックロープでは3.9～4.9%前後である。切断試験時の伸び率が2%程度に低下したロープは、残留強度が約80%であり、このレベルまで減少した場合、使用を止め廃棄することが望ましい。ロープの有効断面積が10～15%減少した中古ロープでは、伸び、耐衝撃性が半減するという実験結果もある。

(4) ロープの貯蔵

ロープの貯蔵では、次点に留意する。

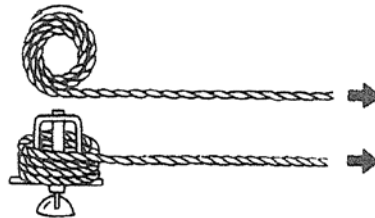
- ① 雨ざらし、日ざらしにしない。ロープを保存するときは、木製ドラムに巻いて、風通しのよい乾燥した建物内に置く。
- ② 温度・湿度の高い所や極端に乾燥した所は避ける。

- ③ 貯蔵が長期的になると、心綱の油分が減少し、使用時に内部摩耗や内部腐食を起こすので、新しい油を補給する。

(5) ロープの解き方とシージング

ロープはキンクし
ようとする性質が
あるので、ロープの巻
き取り、解き外しは
正しい方法で実施す
る。ロープ枠に心棒
を通して徐々に回転
しつつ、ロープを出

正しい解き方



誤った解き方

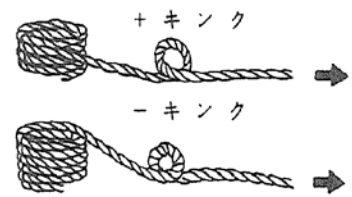


図 3.65 ワイヤロープの解き方

し過ぎないように巻き取り、解き外しを行う。なお、大径のロープの場合は、ロープ枠に回転を調整できるブレーキを取り付けた方がよい。

ロープの解き方、ドラムへの巻き方、正しい巻き返し方を、各々図3.65、図3.66および図3.67に示す。

ロープを切断または端末を解きほくときは、よりのもどりを防止するためのシージングを十分行う。シージングに使用する亜鉛メッキ鉄線、またはワイヤロープの径は、ロープの径に応じて0.5～3mm程度を選び、シージングの長さはロープ径の3倍位にするのが標準である。ラングよりロープは、普通よりロープに較べて形くずれを起こしやすいので、シージングはロープ径の6～9倍にして4個所以上施す。

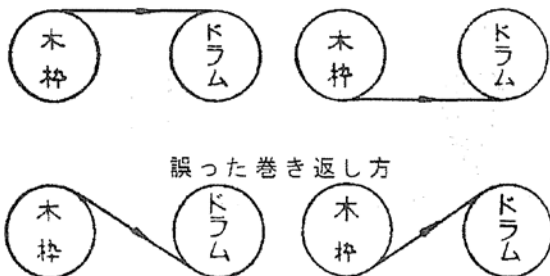


図 3.67 ワイヤロープの正しい巻き返し方

Zよりロープ

Sよりロープ

右 手

左 手

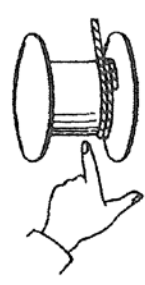
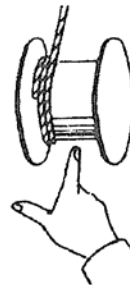
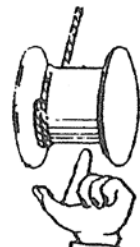
上
綱
(掌を下)下
綱
(掌を上)

図 3.66 ワイヤロープのドラムへの巻き方

シージングの例を、図3.68に示す。

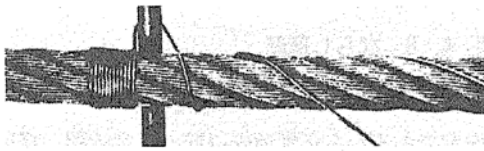


図 3.68 ワイヤロープのシージング例

(6) キンク

キンクは、ロープにねじりとゆりみを与えてできる状態をいう(図3.69参照)。キンクにはロープのよりの入る方向に捻ってできるプラスキンクと、よりが抜ける方向に捻ってできるマイナスキンクがある。その切断荷重の減少率は、プラスキンクで20～40パーセント、マイナスキンクで50～80パーセントにもなるので、キンクの生じたロープの使用は避けるべきである。

キンクが生じやすいのは、次のような場合である。

- ① ロープの解き方が不適当な場合。
- ② 巻下げ中にロープを緩め過ぎた場合。
- ③ ロープにしごきが作用した場合。
- ④ ロープにうねりぐせ、曲りぐせがある場合。

4 ワイヤロープの検査法

ロープの検査をするときは、一定荷重をかけロープ表面を清掃してから行う必要がある。

目視点検は、素線の断線の有無、摩耗、腐食の程度、外形の変形、外傷の有無、保油状態などについて行う。ロープ径の測定は、6ストランドロープでは、ノギスで、1個所を3方向から正しく測定しなければならない(図3.70参照)。

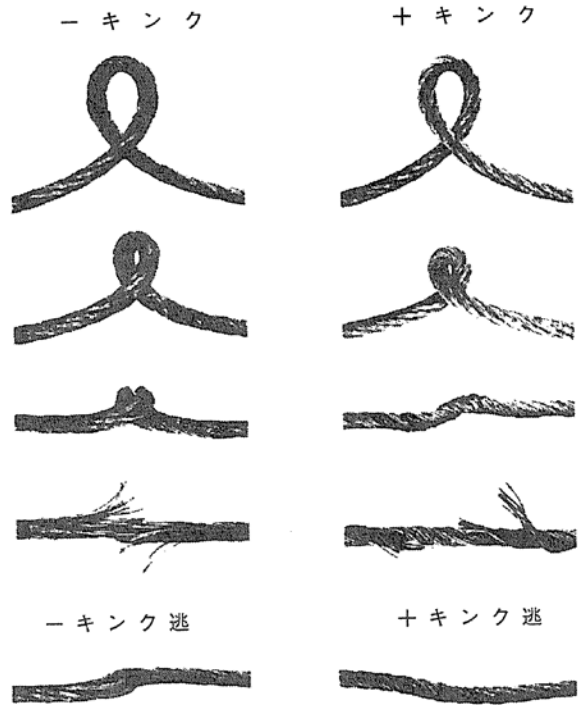
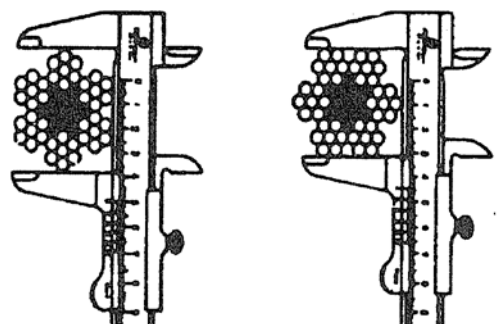


図 3.69 ワイヤロープのキンク例



(A)正しい測り方

(B)誤った測り方

図 3.70 ノギスによるワイヤロープ直径測定

第2節 ベルトコンベヤー

1 ベルトコンベヤーの種類

ベルトコンベヤーは代表的な連続運搬機である。ベルトコンベヤーの使用範囲は、普通 $18\sim 20^{\circ}$ くらいの傾斜までであるが、近年、棧（さん）付ベルト等を用いてかなり急傾斜でも使用できるようになった。ベルトコンベヤーの運搬能力は、幅と速度によって定まり、運搬距離に無関係である。

1基当りの運搬距離は、張力の大きいベルトの出現で著しく増大し、14k mを越えるものもある。

また、コルゲートサイドコンベヤーベルトと呼ばれる、横棧およびベルト両側端に波形耳棧をつけたものや、運搬物受入後ベルトを円形のパイプ状に包んで密閉輸送する円筒形ベルトコンベヤー等が現れ、急傾斜運搬や曲線運搬が可能となった。

石炭・鉱石・穀物などのばら物に対して大きな運搬能力を持ち、動力消費も少なく構造が簡単で運転に対する信頼度が高く保守が容易である。欠点としては、①傾斜角度に制限がある、②1本のコンベヤーをカーブさせるのに難点がある、③高温のものを運搬できない、などがある。

ベルトの材質には、綿帆布、ナイロン、ビニロンあるいはスチールコードなどを心材にし、ゴムを被覆したゴムベルトが最も多く使用されており、布、金網、鋼帯、不織布なども用いられる。

(1) 多層帆布ベルト

心材に、綿・レーヨン・ビニロン・ナイロン・テトロンなどで織った布を重ねて使用する（図3.71参照）。ベルトの強度は、プライ数を加味した心体幅1cm当りの総保証強度で表示する。

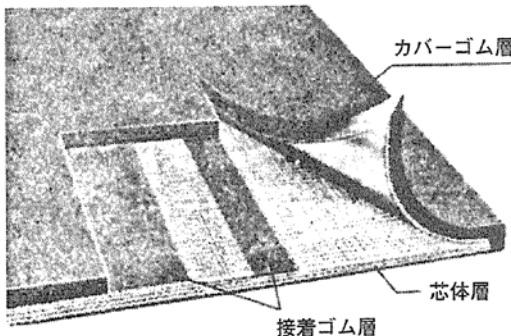


図 3.71 多層帆布ベルト

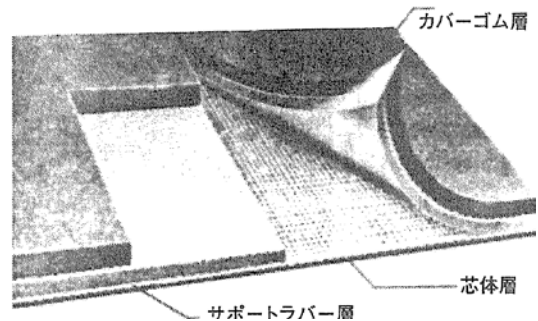


図 3.72 レスプライベルト

(2) レスプライベルト

レスプライベルトは、ナイロン特殊織であり、近年、画期的な心体構造が開発されたため、多層帆布ベルトに代わり、1～2プライの本製品が主流を占めつつある（図3.72参照）。曲げ疲労が少ないのでプリー径が小さくでき、耐衝撃性が良く、心体とゴムの接着力が強く、また耐浸水性がある。プライ数が少なくエンドレスが非常に簡単で、接手効率もよい。

(3) スチールコードベルト

心材として、一般に直径2～10mmの亜鉛メッキまたは黄銅メッキした鋼索を使用するベルトである（図3.73参照）。

大きな張力に耐え、トラフ性が良く、同程度の強度を持つ布ベルトよりも小さな直径のプーリを使用できる。また、伸びが少ないから駆動プーリ周辺でのクリープ現象の発生がほとんどなく、テークアップの移動距離が少ない。

スチールコードの表示は一般に、ベルト幅1mmの保証強度で表示する。例えばベルト幅1mmあたり1,000Nの保証強度を持つスチールコードベルトは、S T-1000と表示する。

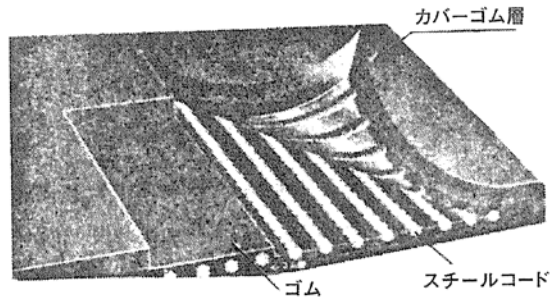


図 3.73 スチールコードベルト

2 ベルトコンベヤー構成部品

ベルトコンベヤーの規模条件などにより、種々の部品などを組み合わせて設置する。

ベルトコンベヤーの設置例を、図3.74に示す。

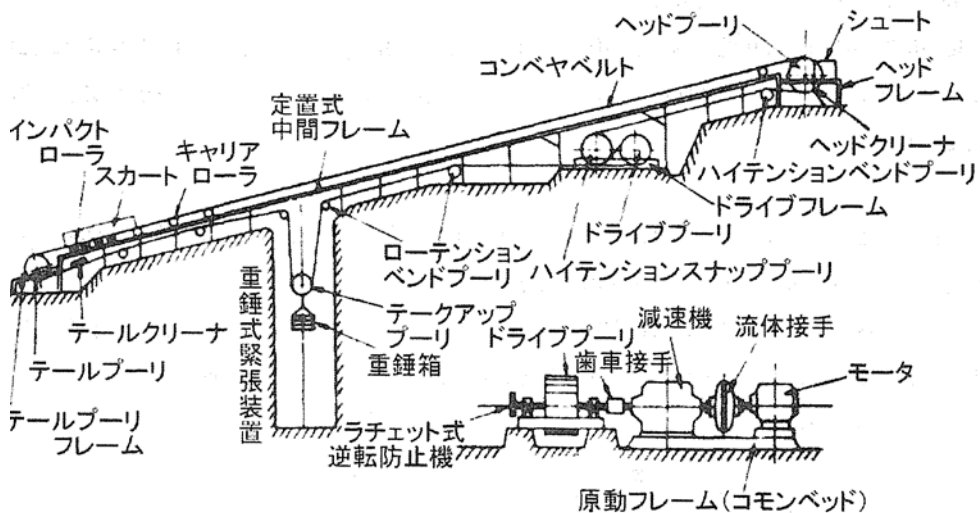


図 3.74 ベルトコンベヤー設置例

1) ゴムベルト

第6章 運 搬

ゴムベルトは、心材およびプレーカとそれを回復するカバーゴムから成る。心材が張力を保ち、かつ積載物を支える目的を持つ。ベルトの安全率は、最大運転張力に対し、多層ベルトで12～18、レスプライベルトで10、スチールコードベルトでは7以上取らなければならない。

なお、ベルトの安全率の算出は、 $\left(\text{使用するベルト強度} \right) \times \left(\text{ベルト幅} \right) \div \left(\text{コンベヤー機器の} \right)$

最大張力 F_{max})) により行う。

① カバーゴム

カバーゴムはベルトの心材を保護する役目をし、運搬物の性質・塊の大小に応じゴムの種類やゴムの厚さを決める。必要な性質は、耐摩耗性が良い、引裂抵抗が大きい、引張強さが大きい、適当な伸びがある、適度の柔軟性と弾性を持ち屈曲性がある、老化性がない、摩擦係数が大きい、耐衝撃性が良いことなどである。

特殊条件で使用する場合には耐熱性・耐化学薬品性・耐油性・難燃性・無毒性など用途に応じた性質のものを使用する。

② 心 材

心材には綿・レーヨン・ビニロン・ナイロン・テトロンなど天然せんい、合成せんいを練り合わせた帆布やコード、スチールコードが使用される。

コンベヤーベルトの性質は心材の性質によって左右され、一般に綿は弱く、レーヨンは耐水性が悪い。ナイロンはすべての点で他の帆布より優れているが、伸びが大きいのが欠点である。

各種繊維の性質を、表3.36に示す。

表 3.36 各種繊維の性能比較

せんいの種類	綿	レーヨン	ビニロン	ナイロン	テトロン
弾 性 伸 び	小	小	小	大	極小
耐 水 性	秀	可	良	優	秀
耐 屈 曲 性	可	可	優	秀	優
耐 衝 撃 性	可	良	良	秀	良
耐 熱 性	優	債	良	良	秀
比 重	1.54	1.50	1.26	1.14	1.38

③ プレーカ

プレーカはカバーゴムと心材の密着を良くし、心材に対して衝撃を緩和し、かつカバーゴムの引裂を防止する役目を持っている。

④ ゴムベルトの接合

現場応急接合法として、金具によるアリゲータ接手、フレキシコ接手、ベルトファスナ接手、ヘルメチック接手、ブリストル接手などがあるが、接手効率が低く30～60%程度である。

最も理想的な方法は、エンドレス加硫接合法である。本方法は、ベルトを適当長さとし、糊で接着した後、150℃前後の温度で30分前後加熱

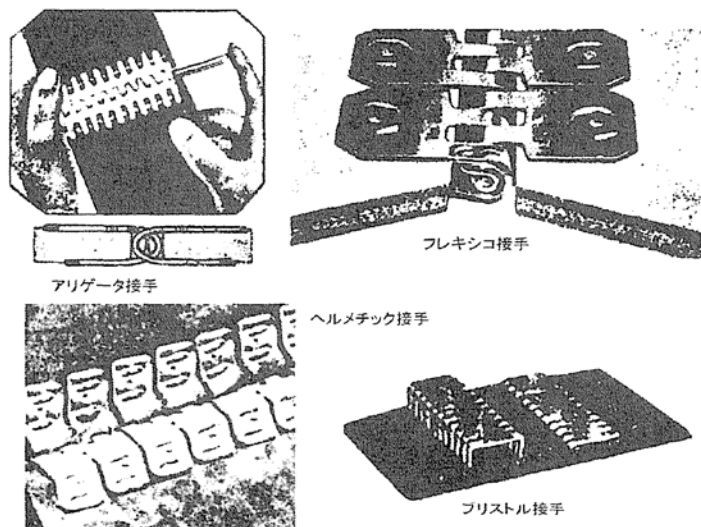


図 3.75 ベルト用各種金具継手

圧縮して硫化接合する。接手効率は80～100%と高い。

各種金具継手、エンドレス加熱継手の例を各々図3.75および図3.76に示す。

2) コンベヤーローラ

ローラには運搬物を載せて運ぶ側のキャリヤローラ、帰り側のリタンローラ、ベルトの蛇行を自動的に調整する自動調心ローラ、荷積箇所での衝撃を緩和するインパクトローラなどがある。

① ローラの型式

- a) 平型キャリヤローラ 1本のローラでかさ物や少量のばら物運搬に使用する(図3.77上参照)。
- b) トラフ型キャリヤローラ 2本組・3本組・4本組・5本組等があり、3本組が一般的である(図3.77下参照)。3本組のトラフ角は20度・25度・30度・35度・45度等ある。4～5本組は主にトラフ角45度～60度に使用し、U形キャリヤローラと呼ぶ。
- c) リタンローラ 帰り側ベルトを支える。
- d) ガイドローラ ベルトを支えるローラで、通常は1

本の平形であるが(図3.78(上)参照)、帰り側ベルトの蛇行を防止するため2本のV形もある。リタンローラはベルトの汚れた面と接触するため、ローラの摩耗、腐食を防止し、ベルトの付着物を清掃するなどの対策を施したものもある。ベルトが極端に蛇行し、キャリヤローラ・リタンローラから外れるのを防ぐために使

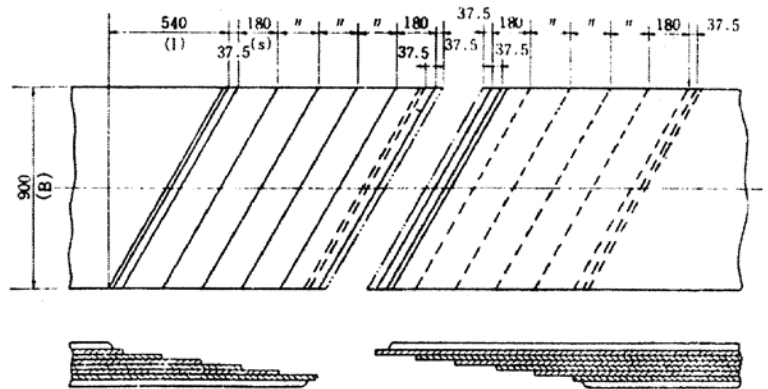


図 3.76 エンドレス加熱継手施行前準備例

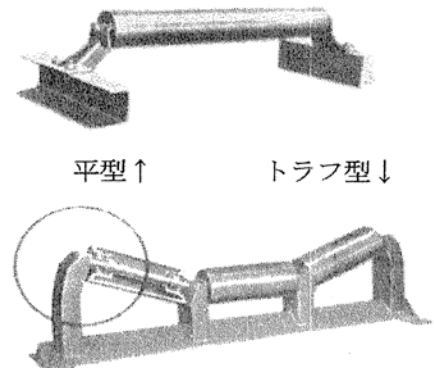


図 3.77 キャリヤローラ

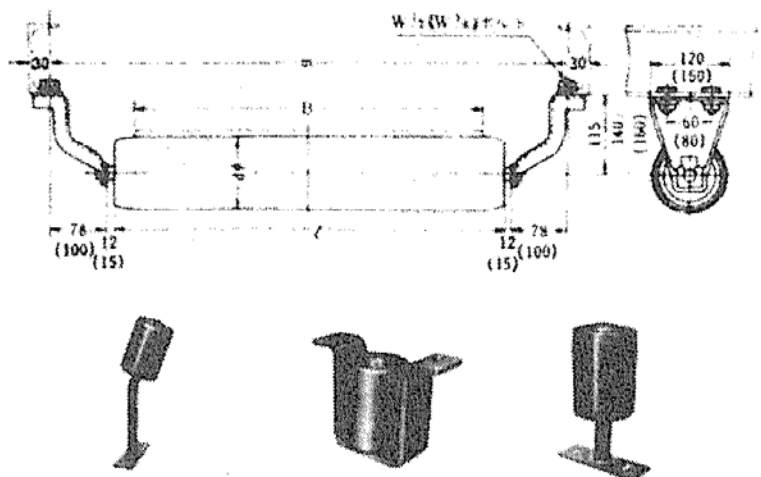


図 3.78 リタンローラ(上)およびガイドローラ(下)例

用するが、運転中にベルトの端縁部を損傷することがあるので、十分注意して設置する。ガイドローラの例を、図3.78（下）に示す。

- e) 自動調芯ローラ 種々の原因でベルトが蛇行するとき、積載物の自重を利用して自動的に調整するローラで、運ぶ側と帰り側に取り付ける。ガイドローラ付きや、両端2個のローラにテープ付きなどがある(図3.79上、中参照)。
- f) インパクトローラ 積み込み・積み替え個所の運搬物の落下による衝撃を吸収するために、ローラ外周にゴムリングまたはゴムタイヤをはめたものである(図3.79下参照)。
- g) リンパローラ 両端のベアリングに支えられて自然懸垂曲線をつくり、常にベルト上の運搬物に適合したトラフ性を得ることができる、特殊構造の可換性キャリヤローラである(図3.80参照)。

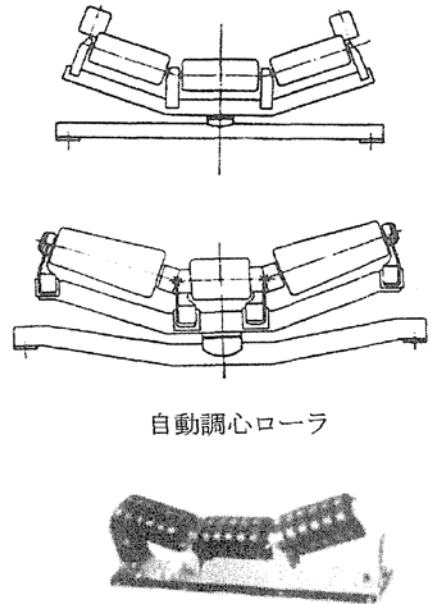


図 3.79 自動調心ローラ（上）およびインパクトローラ（下）例

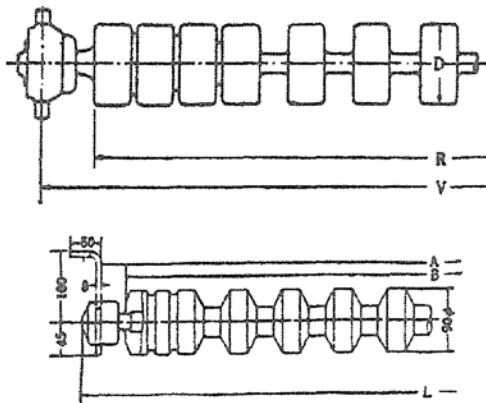


図 3.80 リンパローラの取付け例

② ローラの取り付け間隔

キャリヤローラはベルトの垂れ下がりをもローラ間隔の $1/50$ 以下に支えるもので、水平コンベヤー、上りコンベヤーの頭部は、尾部に比べ張力が大きく垂れ下がりが少ないので、間隔を広く取ることができる。帰り側も張力を与えないとベルトは垂れ下がるが、リタンローラの間隔は、キャリヤローラの2倍以上、3 m以内にし、垂れ下がりもローラ間隔の $1/50$ 以下にする。

3) プーリ

ヘッドプーリ、ドライブプーリ、テールプーリ、スナッププーリ、テンションプーリ、バンドプーリなどがあり、鋼製・鋳鉄製である。

通常、プーリ表面はベルト片寄り防止のため中高にし、ベルト幅より50mm～100mm広く作る。高張力用は、プーリ全体に張力を均一化させるため、平坦にし、ベルト幅より150mm以上広く作る。プーリの直径Dは、帆布ベルトではベルト寿命を考慮し、プライ数nと心材により、 $D/n=75\sim200$ に取る。高張力ベルト、スチールコードベルトでは、最大面圧が1MPa以下になるように決める。

屋外コンベヤー、水分の多い物を扱うコンベヤー、高張力コンベヤーなどのドライブプーリは、ベルトスリップを起こしやすく、種々故障の原因となる。このため、ゴムラッキング加工して摩擦係数を増やし、スナッププーリを取付け、2つの駆動部を持つタンデム駆動方式にすることでベルト巻付角度を大きくして、スリップを防止する。

ゴムラッキングプーリの例を図3.81に示す。

4) 駆動装置

駆動装置に、1個のプーリを駆動するシングル駆動、2個のプーリを駆動するタンデム駆動と、これらの組合駆動がある。駆動形式には電動機と減速機による直結駆動とローラーチェーンによるチェーン駆動がある。一般的に、水平と上りコンベヤーは頭部または中間部に駆動装置を設け、下りコンベヤーの場合は尾部に駆動装置を設ける。

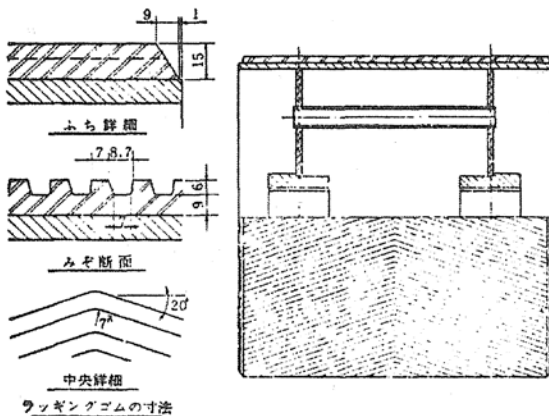


図 3.81 ゴムラッキングしたベルトプーリ断面とラッキングの具体例

5) 逆転防止装置とブレーキ

第6章 運 搬

傾斜コンベヤーでは運搬物が積載されたまま停止し、逸走したり逆転したりして事故を起こす。このため、ラチェット、ローラ式、電磁式などの逆転防止装置を、また油圧式や電磁式のブレーキを、プーリ軸、減速機軸または電動機軸に取り付ける。

6) 緊張装置

緊張装置は、ベルトに動力を伝えるのに必要な初張力を与え、運搬物による永久伸びや緩みをとって駆動プーリの緩み側張力を大きくするために設ける。そのため、常に引張側の張力を調整し有効張力を増やす必要がある。

一般に、水平コンベヤーの緊張装置は駆動プーリの直後に設ける。上りコンベヤーでは帰り側ベルトの自重を利用し、テールプーリ自体を緊張装置にする。また、下りコンベヤーの場合も帰り側ベルトの自重を有効に利用するので緊張装置は頭部に設けるのがよい。

① ネジ式緊張装置

長さ30m以下の短いコンベヤーは、弾性伸びによる伸縮長さが小さいので、動力伝動に必要な初張力を与えるためにネジ式緊張装置を使用する。ネジ式では、手加減によるため過大または過小になりやすく、特に始動のときベルトを損傷しやすい。

② 重すい（錘）式緊張装置

長いコンベヤーや傾斜コンベヤーでは、張力の差によるベルトの伸びが大きいので、重すい式緊張装置を使用する。移動距離は、ベルトの弾性伸びによる伸縮長さも考えて、全長の1~2%必要である。重すいの重さは、一般に駆動プーリ緩み側張力の約2倍である。

③ 電動式緊張装置

重すい式緊張装置では起動のとき加速張力が増えるため、緊張プーリがサージングを起こす。そのため、ベルトの伸びが大きい場合には、ベルト張力を検出して、自動的に張力を調整する電動式緊張装置（パワーテークアップ）を使用する。

7) ベルト清掃装置

ばら物を運搬すると、微粉がベルトの表面に付着してベルトとプーリの摩擦係数が低下し、ベルトがスリップする。また微粉がスナッププーリやリタンローラに庄着されて直径が不規則に成長し、ベルトが蛇行したり、上下に動揺したり、心材に局所的な大きい張力変化が起こり、正常運転ができなくなることがある。そのため頭部荷卸個所のプーリ、帰り側ベルトにかき板式クリーナ、回転ブラシ式クリーナ、スパイラルゴムローラ式クリーナ、高圧水洗式クリーナなどのベルト清掃装置を、単独にまたは組み合わせて使用する。クリーナ設置例を、図3.82に示す。

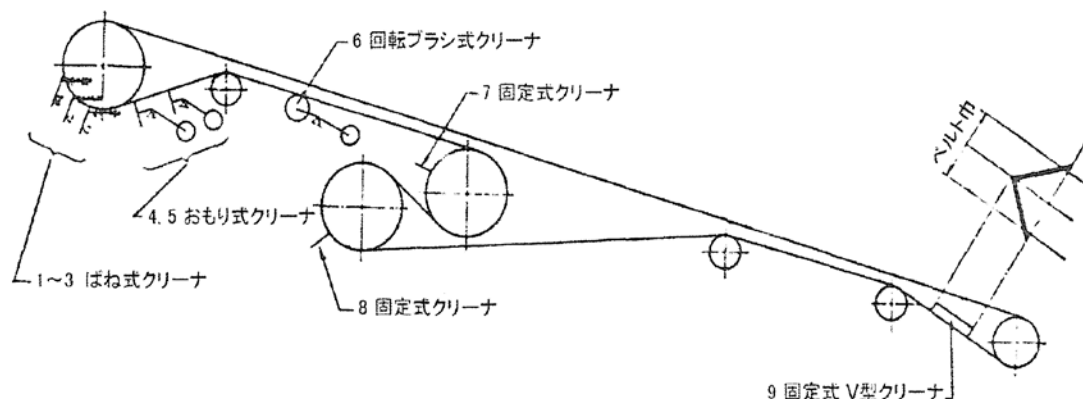


図 3.82 ベルトクリーナ設置例

8) フィーダ

コンベヤーの運搬能率を高めるため、運搬物を常に均等にコンベヤーに供給する必要がある。運搬物の性質や量の大小によって、エプロンフィーダ、ベルトフィーダ、チェーンフィーダ、スクリーフィーダ、レシプロフィーダ、テーブルフィーダ、振動フィーダなどを選択する。

9) シュート

運搬物をコンベヤーの中央に、かつベルトの進行方向へ進行速度に近い速度で送るように、また場合によっては運搬物の破碎飛散防止のためなどに使用する。シュートに塊や長物が詰まると、溢れてベルトの事故原因になるので、シュート詰まり検出装置を設けることを推奨する。

10) トリッパ・スクレーパ・ディストリビュータ

ベルトコンベヤーの運搬物を途中で荷卸しするために、ばら物には移動式または固定式トリッパを、かさ物にはスクレーパを使用する。また広い範囲にわたってばら物を荷卸しするためには、ディストリビュータを使用する。

11) 支持構造物

運搬物の性質、設置場所の環境、使用目的・用途に応じた形式がある。

① 据付け型支持構造物

鋼板製の背の低い台脚にデッキプレート載せてローラ類を取り付けたデッキプレート型、鋼板または形鋼の背の低い台脚に山形鋼または溝形鋼のストリングを通してローラ類を取り付けたストリング型、キャリヤローラを取り付けるストリングとしてワイヤロープを通してリンク式キャリヤローラを取り付けたロープストリング型支持台などがある。

② さん（棧）橋型支持構造物

片側または両側に歩道を設けて屋根を取り付けたり、コンベヤーにのみカバーを取り付けたり、外装したトラス構造の定置式さん橋型支持構造物や、コンベヤーの輸送組立分解に便利なトラス構造の組立式さん橋型支持構造物がある。

3 ベルトコンベヤーの計算

(1) 運搬能力

運搬能力 Q_m は、運搬物の積載断面積にベルト速度を乗じたもので、次式による近似計算で求める。

$$Q_m = 60 \cdot A \cdot v = 60 \cdot K \cdot (0.9B - 0.05)^2 \cdot v \quad \cdots \cdots (3.51)$$

ここで、 Q_m : 運搬能力 $[\text{m}^3/\text{h}]$

A : 運搬物の積載断面積 $[\text{m}^2]$

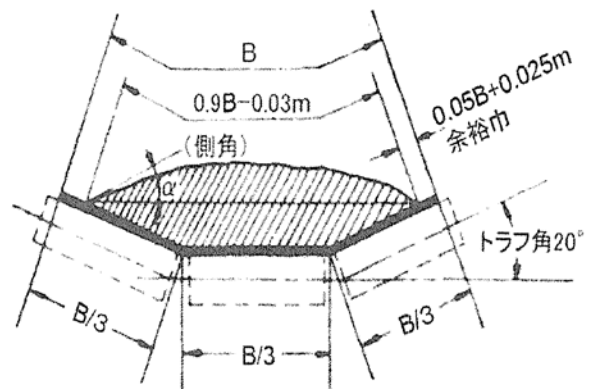


図 3.83 ベルトコンベヤーの積載断面

V : ベルト速度 [m/分]

K : 定数 (表3.37参照)

B : ベルト幅 [m]

表 3.37 ベルトコンベヤー運搬定数 (K)

側角 °	10	20	30
K	0.0963	0.1245	0.1538

標準的な積載断面を、図 3.83 に示す。

(2) 所要動力

所要動力Pは、次式により求める。

$$P = P_1 + P_2 \pm P_3 = 0.06 * f * W * v * \frac{l + l_0}{367} + f * Q_t * \frac{l + l_0}{367} \pm \frac{h * Q_t}{367} \quad \dots\dots (3.52)$$

ここで P : 所要動力 [kW]

P₁ : 無負荷動力 [kW]

P₂ : 水平負荷動力 [kW]

P₃ : 垂直負荷動力 (下りコンベヤーのとき符号は-となる) [kW]

f : ローラの回転摩擦係数 ; 表 3.38 による。 f :

W : 運搬物以外の運動部分の重量 [kg] 表 3.39 による。

v : ベルト速度 [m/min]

l : コンベヤー長さ (頭部と尾部ベルト車間の水平中心距離) [m]

l₀ : 中心距離修正値 [m] ; 表 3.38 による。

Q_t : 運搬量, Q_t = Q_m * γ [t/h]

h : 揚程 (上りまたは下りの垂直高さ。トリップのある場合はトリップの立ち上がり高さを含む) [m]

表 3.38 ローラの回転摩擦係数 (f) と中心距離修正値 [l₀]

f	l ₀ m	装置の構造上の特性
0.03	49	回転抵抗が普通のローラを使用した装置で設置状態があまり良好でないもの
0.022	66	特に回転抵抗の少ないローラを使用した装置で設置状態が良好なもの
0.012	156	下りコンベヤーの制動力を計算する場合

表 3.39 運搬物以外の運動部品の重量 (W)

ベルト幅 mm	400	450	500	600	750	900	1,050		1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
W [kg]	22.4	28	30	35.5	53	63	80		90	112	125	150	160

4 据付け・運転に対する注意事項

(1) 据付けに対する注意事項

- ① コンベヤー路線は軸線に対して偏りがあってはならない。偏りがある場合は、ベルトの振れおよびベルトの端縁部（耳部）を損傷するばかりでなく、片寄ってフレーム・坑枠などに接触して火源のない所において火災に繋がるケースも考えられ、安全運転ができなくなるため、偏角は最小限に止めなければならない。しかし、偏角が最小限であっても、ベルトの接合方法・施工状況およびローラなどの設置要因でもベルトが片寄るので、ベルト蛇行検出装置を設置するのが望ましい。
- ② 基礎コンクリート、駆動フレームなどは狂いの起こらぬよう十分な強度を持たせ、据付けにあたっては、水平、中心を正確に出さなければならない。特に駆動部はライナを使って水平度を正確に出すべきである。
- ③ ローラ類は十分に注油された良く回転するものを、フレーム中心線に対して水平かつ直角に取り付ける。
- ④ シュートは運搬物がベルト速度とほぼ同じ速度で落下し、しかもとび跳ねないような角度と大きさを必要とする。
- ⑤ スカートはベルト進行方向に対し、わずかに末広がりにし、スカートゴムとベルトのすき間は出口側を入口側より多くとり、かみ込みによるベルトの損傷を避ける。

(2) 運転に対する注意事項

- ① 油脂類は適正な種類のもので規定量入っているかどうか点検し、注油個所を常に清掃すること。
- ② ベルトには適正量を載せ、オーバーロードを極力避けること。
- ③ ベルトを必要以上張らないこと。
- ④ プーリ、ローラ類の清掃、回転状態に注意し、回転しないローラ、破損ローラは速やかに取り替えること。
- ⑤ コンベヤー各部の変形、芯狂、摩耗、破損の有無に注意すること。
- ⑥ コンベヤー各部の異常音、異常振動、発熱、漏油に注意すること。
- ⑦ ベルトのスリップの有無に注意し、原因を対処すること。
- ⑧ プーリのゴムラギングの摩耗に注意すること。
- ⑨ ベルトの蛇行状況を把握し調整すること。
- ⑩ ゴムベルト損傷の原因を究明して対処し、損傷個所は速やかに修理すること。
- ⑪ ゴムベルトがベルトフレーム、原石などと接触していないか注意すること。またゴムベルトには油、グリースを付着させないこと。
- ⑫ ベルト立て裂きを起こす原因を取り除くこと。
- ⑬ 荷こぼれして、テールプーリに巻き込んでいないか注意すること。
- ⑭ 緊張台車の脱線の有無、作動状況に注意すること。

- ⑮ 重すい式緊張装置が下限まで下がっていないか注意すること。
- ⑯ ベルト清掃装置，シュート，スカートが適正な機能を有しているか注意すること。
- ⑰ ベルトに人を載せたり，異物を載せたりしないこと。