

冷延製品の梱包技術

Packaging Techniques for Cold Rolled Steel Sheets and Coils

平 田 和 博*

Kazuhiro Hirata

Synopsis:

In the packaging of cold-rolled steel products where packaging cost runs relatively higher in manufacturing costs, rationalization efforts are seriously required for packaging techniques.

This article introduces some of the developments made in packaging techniques for cold rolled steel sheets and coils, covering materials, work practices and equipment used for packaging, with related data contributable to the rationalization of packaging techniques.

1. まえがき

一般消費品の梱包技術は、最近めざましい進歩をとげ、流通過程の合理化や販売競争の一端をになっている。それにくらべ鉄鋼業においては、製造工程の合理化はかなり進んでいるにもかかわらず、最終工程である梱包工程に関しては、あまり合理化されていないし、また鋼材の梱包技術に関する資料も少ない。

今日の鉄鋼業においては、労働力不足および人件費の高騰などにより、各工程の合理化を積極的に進める必要があり、梱包工程もその一つである。

当報告は梱包工程の合理化の参考になるような梱包技術の資料、すなわち冷延製品の梱包材料、梱包作業および梱包設備に関する資料をまとめたものである。

2. 梱包の役割

梱包とは「JIS Z 0101 包装の定義」に示されているように、物品が生産者から消費者に渡る流通過程において、物品が生産されたままの品質

状態に保護する技術、および施した状態をいう。

梱包の役割は商業的な立場から見たものと、工業的なそれとに分けられ、工業的な役割としては、商品の流通過程中における品質の保護、荷役のしやすさ、荷印などによる商品の標識、および梱包の経済性と作業性があげられる。また使用者が解梱しやすいという機能も有している。

従来、冷延製品のように重量物の割に柔らかく、また品質要求の厳しいものについては、製品の保護を中心とした厳重な梱包が施されていたが、今日のような労働力不足や人件費の高騰により、製造者側では梱包作業性の向上、使用者側では解梱費の低減が要求されるようになると、梱包機能を失わないように合理化する必要がある。

このような厳しい要求を満足させ、かつ梱包の役割を十分確保するためには、梱包の合理化のみでなく、広く流通機構の合理化も必要である。

3. 梱包材料

3.1 包装紙

3.1.1 包装紙の特性

冷延製品の梱包に使用される包装紙の具備すべき特性としては、外装用については防湿性と強度

* 水島製鉄所管理部検査課掛長

があげられ、また内装用については防せい性と吸湿性（これは包装内部の空気中の水分が、温度の変化により結露するおそれがあるために吸湿させる）などがあげられる。なお包装紙については「包装技術便覧」に詳しいのでここでは簡単に述べる。

内装紙は防錆上 $\text{pH} > 6$ の必要がある。表 1 に包装紙の pH 値を示す。なお紙には塩化物が含まれていて、現在使用中の包装紙には Cl 含有量 $0.05 \sim 0.2 \text{ mg/g}$ 程度であり注意する必要がある。紙の強度を必要とする場合には、紙は厚くなり経済的でないので加工紙を使用する。表 2¹⁾ にクラフト紙と加工紙との引張り特性をあげているが、加工することによりその特性は大幅に向上するので、用途に応じいろいろな加工が施されている。

3.1.2 加工紙

(1) ターポリン紙

ターポリン紙はクラフト紙の 2 層間にアスファルト ($30 \sim 80 \text{ g/m}^2$) を密着保持させた形のもので、防水性、防湿性および気密性を有し、また柔軟なため包装作業性もよいが、耐熱性、耐寒性および耐油性に乏しい。このためターポリン紙は冷延製

品の包装紙としてさほどよい特性ではないが、安価なため外装紙として使用されている。

ターポリン紙の欠点を改善したものがホワイトターポリン紙 (Hard paper) であり、これは充てん材にのり状のポリプロピレンを使用したものである。その特性はターポリン紙にくらべ温度や油に強く、防湿度がすぐれ、引張強さも大きい。

このような特性のため、ホワイトターポリン紙は冷延製品のように表面の汚れを嫌い、かつ塗油されているものの包装紙には有利である。

現在当社で使用中のターポリン紙とホワイトターポリン紙の断面図模型を図 1 に示す。

このほかに鋼材の包装用としては、原紙に伸張度の大きなクレープ紙を使用して柔軟性を大きくし、かつ衝撃に対する抵抗を大きくしたしわ付けターポリン紙や、また強度を増させるために補強用材として繊維を用いた糸入り加工紙もある。

なお糸入り加工紙には、繊維の織り方によりひとし目と布目とがあり、強さの点では布目の方がすぐれている。

(2) ポリ加工紙

ポリ加工紙は、薄手のクラフト紙の片面にポリ

表 1 包装紙の pH

紙の種類	pH	用途
ターポリン	5.8	外装
ホワイトターポリン	6.1	"
ポリエチレン加工紙	6.9	内装
V C I 紙	7.1	"

クラフト	49.1 g/m^2
アスファルト	45 g/m^2
クラフト	49.1 g/m^2

(a) ターポリン紙

クラフト	65.7 g/m^2
ポリプロピレン	50 g/m^2
クラフト	65.7 g/m^2

(b) ホワイトターポリン

図 1 ターポリン紙とホワイトターポリン紙の断面図模型

表 2 包装紙の引張り特性

紙の種類	方向	引張り強さ (kg/15mm 幅)	伸び (%)
クラフト紙 (74.1 g/m^2)	縦	6.7	2.0
	横	3.2	4.6
ポリエチレン加工紙 (92.5 g/m^2 , ポリ 0.02 mm)	縦	7.2	2.4
	横	4.1	5.0
ホワイトターポリン (171.6 g/m^2 , ポリ 0.02 mm)	縦	18.0	3.4
	横	8.3	7.5

エチレンやポリプロピレンの膜面を塗工したもので、これらは無極性であり、水や水蒸気との親和性はきわめて低く、かつ水との接触角も大であり、発水性である。したがって防水性や防湿性がきわめてすぐれているが、防せい性がないため、包装の際には鋼材には必ず塗油を施す必要がある。またこれらの油がクラフト紙に浸透すると、塗工面よりはがれ、特性が劣化するという欠点がある。

ポリエチレン加工紙はポリプロピレン加工紙にくらべ防湿性、強さとも劣るが、安価なため一般に内装用として広く使用されている。

また補強用材として繊維を用いた糸入り加工紙もあり、図2は現在当社で使用中の包装紙の断面図模型である。

ポリエチレン	20 μ
クラフト	65.7g/m ²

(a) ポリエチレン加工紙

ポリプロピレン	30 μ
クラフト	75g/m ²

(b) ポリプロピレン加工紙

ポリプロピレン	20 μ
ビニロン糸	
クラフト	75g/m ²

ビニロン糸、ひし目織り、18mm間隔
ポリプロピレン接着

(c) 糸入りポリプロピレン加工紙

ポリエチレン	20 μ
クラフト	49.1g/m ²
ビニロン糸	
クラフト	49.1g/m ²

ビニロン糸、ひし目織り、18mm間隔
ポリプロピレン接着

(d) 糸入り重合紙

図2 ポリ加工紙の断面模型

(3) 防せい紙

鋼材に使用する防せい紙は、クラフト紙に気化性防せい剤(VCI; Volatile Corrosion Inhibitor)を塗工または含浸させたものである。気化性防せい剤(以下 VCI と呼ぶ)は亜硝酸ジクロヘキシルアンモニウムを主成分とし、常温で昇華性を有し、気化した VCI は鋼材表面を不活性化し、さび発生防止の効力をもつものである。

VCI 紙の防せい性はきわめてすぐれているが、VCI およびそのガスは油類に溶けにくい性質のため、油などが付着すると油膜にさえぎられ防せい能力は低下する。また VCI の気化ガスは過飽和

の状態になると、VCI の結晶体の鋼材への移行が生じ、鋼材表面を汚すものがあるので注意する必要がある。

VCI 紙は加工方式により、含浸方式(VCI をアルコール類に溶解させクラフト紙に含浸させる)と塗工方式(VCI をカゼインなどのバインダーによりクラフト紙の片側に塗工する)があり、それぞれの特性を表3に示すが、含浸方式の方が有効距離(有効ガス濃度の到達距離)が大きく、感応時間(有効ガス濃度に到達する時間)も早い。また塗工方式では、塗工面が白いため効力の有無が識別可能である。また湿潤試験結果を表4に示すが、試験方法は JIS Z 0228 サビ止め油湿潤試験方法に準じ行なったもので、試片は冷延鋼板を洗浄したのち包装したものである。試験時間 120hr 後では、包装の内部まで完全に水びたし状態になり、塗工方式の VCI 紙は 240hr 後では、黒色のサビが発生していた。この黒サビは水酸化第一鉄とカゼインとの反応物である。

表3 加工方式の違いによる VCI 紙の特性

特 性	含 浸 方 式	塗 工 方 式
色	無 色	白 色
有 効 距 離	90cm	30~40cm
感 応 時 間	3~5min	1~2hr

表4 包装紙の湿潤試験結果

紙の種類	試験時間	
	120hr	240hr
VCI 含浸方式	サビなし	サビなし
VCI 塗工方式	サビなし	黒色サビ
ポリエチレン加工紙	ごく薄く着色	サビ
裸	サビ	サビ

以上の結果より、塗油されている冷延製品の内装用としては含浸方式の方が有利である。

VCI 紙は防せい性がすぐれているため、冷延製品の内装用包装紙として使用されているが、防水性や防湿性に欠け、また強度が低いいため外装紙で保護する必要がある。これらの欠点を補った加

工紙を図3に示すが、ポリ加工をしたり糸入り加工をして、当社では従来二重の包装を一重にし合理化を進めている。

また油がクラフト紙にしみこむと、クラフト紙との加工面がはく離し、特性劣化の原因になっていたが、耐油性のクラフト紙を加工紙メーカーと共同開発し、油による問題も解決した。写真1は耐油試験結果であり、各種包装紙を四つに折り曲げたのち、中央部に防せい油を滴下し5日間放置したものである。

クラフト	75g/m ²
ポリエチレン	20μ
クラフト	75g/m ²
VCI含浸	

(a) VCI紙

ポリエチレン	20μ
クラフト	75g/m ²
ビニロン系	
クラフト	90g/m ²
VCI含浸	

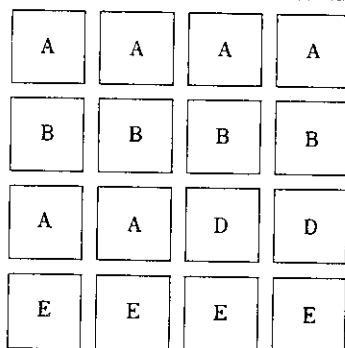
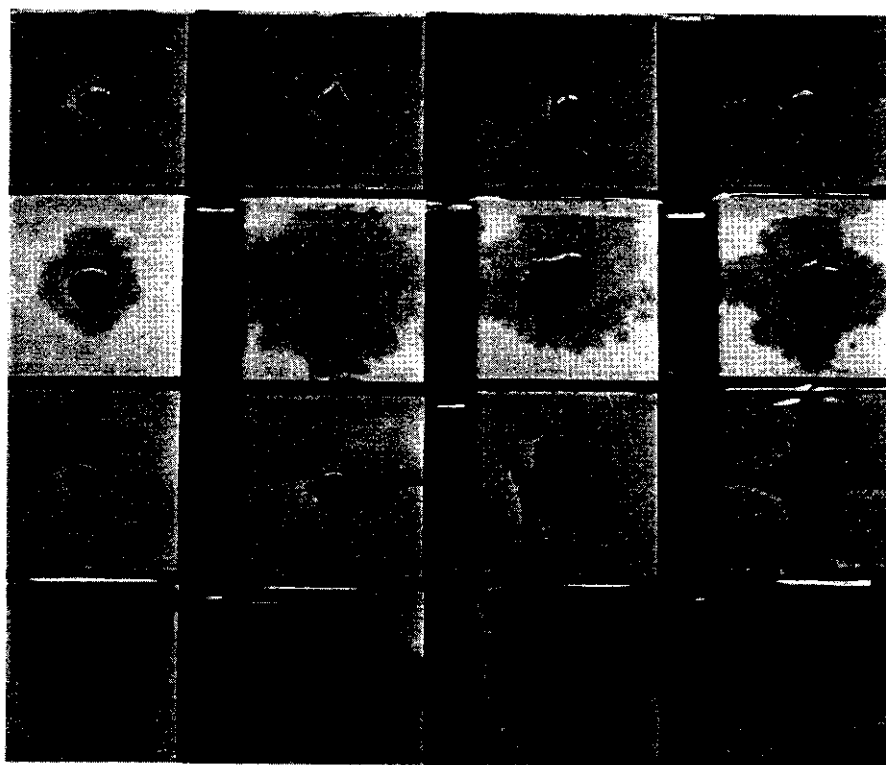
(c) 糸入りVCI紙

ポリエチレン	20μ
クラフト	75g/m ²
ポリエチレン	20μ
耐油性クラフト	49.1g/m ²
VCI含浸	

(b) 耐油性VCI紙

ビニロン系、ひし目織り、18mm間隔
ポリプロピレン接着

図3 VCI紙の断面模型



A: 耐油性VCI紙, 含浸タイプ

B: VCI紙, 塗工タイプ

D: VCI紙, 含浸タイプ

E: ポリエチレン加工紙

写真1 包装紙の耐油テスト

3・2 バンド

3・2・1 バンドの材質

バンドは製品を結束することにより梱包の機能を維持し、また荷役中の製品を保護する役割を有するが、荷役中にはバンドにかなり大きな力加えられ、場合によってはこれらに耐えられなくて

はならない。なお表5²⁾に輸送中における衝撃荷重を示す。

従来は冷延鋼帯の発生品をスリットしてバンドに使用していたが、最近ではバンド結束機の使用、梱包自体の合理化（解梱の手間を省くため、バンドを切れば梱包がバラバラになるように設計されている）および前記の理由により高張力で伸びのある材質のものが使用されるようになった。

バンドの材質は、結束機使用の場合と手作業の場合とで違ってくるが、前者の場合には高張力のもの、後者の場合には低張力のものを使用する方がよい。

図4に数社のバンドの引張り特性値をプロットしたが、メーカーごとの特徴がでている。表6にメーカー別に引張り特性と化学成分の実績値をあげたが、リムド鋼とセミキルド鋼が使用されている。結束機用の高張力のバンドは、比較的材質の安定しているセミキルド鋼が使用され、表7に高張力バンドの引張り特性と化学成分を示す。

表5 輸送中における最大衝撃荷重

輸 送 の 種 類		最大衝撃荷重 (G)*
トラック (50~60 km/hr)	舗装道路	3~4
	砂利道	5~6
船 (平常天候時)		0.5
荷役	リフトトラック	0.5
	起動機	2~3

*Gは最大衝撃荷重 (Gravity factor) で、1 Gはロスト単重を示す

表6 メーカー別のバンドの引張り特性と化学成分

バンドの種類		引 張 り 特 性		化 学 成 分 (%)				
		引張り強さ (kg/mm ²)	伸 び (%)	C (×100)	Si (×100)	Mn (×100)	P (×1000)	S (×1000)
A 社	1	72.9	5.5	6	tr.	34	14	10
	2	79.5	6.0	12	tr.	42	12	13
	3	74.6	18.0	34	5	84	17	19
B 社	1	82.1	10.8	16	4	63	14	15
	2	76.3	11.6	15	9	44	15	21
C 社	1	86.6	13.0	35	5	78	11	14
	2	71.6	12.1	20	6	72	18	10

表7 高張力バンドの引張り特性と化学成分との関係

引 張 り 特 性		化 学 成 分 (%)		
引張り強さ (kg/mm ²)	伸 び (%)	C (×100)	Si (×100)	Mn (×100)
70以上	5 以上	13~18	10以下	30~60
80 "	"	17~23	"	"
90 "	"	31~38	"	60~90
100 "	"	39~47	"	"

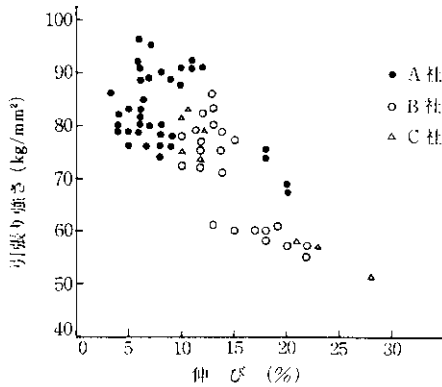


図4 バンドの引張り特性

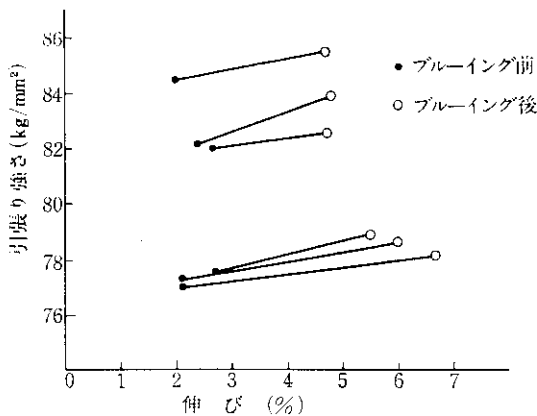


図5 バンドのブルーイング効果

またバンドはブルーイングを施し、防せい性および材質特性を向上させている。ブルーイングはボックス焼鈍法(約 $300^{\circ}\text{C} \times 8 \text{ hr}$)と、鉛浴法(約 450°C)とがあり、図5は鉛浴法によるブルーイング効果を示したもので、引張り特性はブルーイング後増加している。また硬さは H_RB で1.5~3程度高くなる。

図6はバンドの引張り特性と温度との関係を示す一例であるが、熱延コイルのような高温で結束する場合、バンドの引張り強さは低下することを示している。

3.2.2 梱包用バンドの特性

(1) バンドの必要張さ

梱包用のバンドには引張り特性のほかに曲げ特性が要求される。当初、作業性を多少犠牲にして高張力のバンド(引張り強さ 90 kg/mm^2 以上伸び3%以上、繰返し曲げ2回以上)を使用した

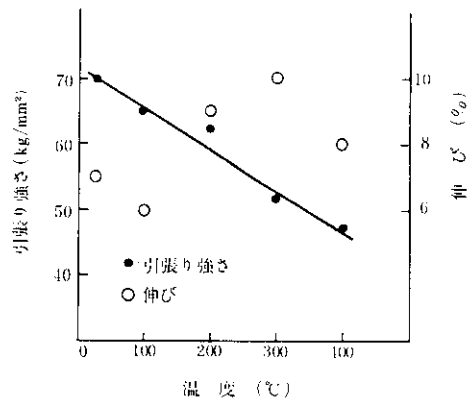


図6 バンドの温度による引張り特性の変化

伸びと曲げ特性が不安定なため、荷役中にコーナー部でバンド切れが多発したため検討の結果、現状では次に示す仕様のものを使用している。

引張り強さ 70 kg/mm^2 以上 ($68 \sim 85 \text{ kg/mm}^2$)

伸び 5%以上 (4~9%)

曲げ 180° 密着

繰返し曲げ 2回以上 (2~3.5回)

() 内は実績値

なおバンド結束機用には引張り強さ 60 kg/mm^2 以上のものが必要であり、材質のバラツキを少なくするためセミキルド鋼またはキルド鋼を用いた方がよい。

(2) バンドの外観

バンドには冷間圧延のままの白色のもの、ブルーイングされ青色のもの、赤色や黄色などのペイントなどで塗装されたものがあり、さらにそれらに防せい性と作業性を向上させるためのワックスコートしたものがある。

防せい性についてはペイント塗装が一番すぐれているが、白色バンドでも防せい油を塗布すれば青色のものと大差なく使用できる。またワックスコートすることにより、結束時に梱包材やマシンとの摩擦が緩和され、作業性が向上し、締りもよくなるが、ワックスコートなしのバンドでも使用時に塗油することによりある程度解消できる。

また冷延工程のようにロールを多く使用する場合には、鉛浴法でブルーイングしたバンドは使用しない方がよい。これは鉛浴時バンドのエッジ部に鉛球が付着し、それがロールマークの原因とな

るからである。

(3) バンドの形状

バンドの形状は手結束の場合には問題にならないが、機械結束の場合には巻き癖 (curling) や横曲り (camber) が結束機の稼動に大きく影響するので注意する必要がある。

バンドの巻き癖は、最終巻き取り時に内反りにするか外反りにするかで決められる。また結束機使用の場合には、バンドのコイル単重を大きくし、バンド供給による停止時間を少なくするには一般的なりボン巻きより千鳥巻き (リボン巻きに比べて約3倍単重が大きくとれる) を採用した方が有利である。

またバンドは広幅コイルをスリットして作るが、スリット時の刃かえりはつぶしておかないと、作業者の手を切ったり包装紙を切ったりする。刃かえりをつぶし、エッジ部を丸くすることをラウンドエッジという。

3.3 スキッド

スキッドの役割は荷役中における緩衝材であり、特に冷延鋼板の場合には荷役作業の安全面や作業面に役立っている。また流通工程中における品質保護として、鋼板の場合には平坦度の維持、およびコイルの場合には変形防止に役立っている。

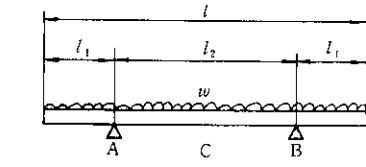
梱包費のうちスキッド価格の占める割合は30～50%と相当高いので、合理化を進める必要がある。また最近木材の高騰により、鋼製のスキッドが鉄鋼各社で検討され、一部では工程品として流されている。

3.3.1 鋼板用スキッド

(1) 木製スキッド

(a) スキッドの材質

スキッドは荷役中にワイヤーづりされても落せず、かつつきぎずによる損傷のないよう、また保管中に山積みされてもひずまないように設計しなければならない。スキッドの設計は図7に示すが、荷重は等分布荷重 w と考え、全長 l とし、つり具の支点を端から l_1 (この長さを追込み量と呼んでいる) とするとA, B, C点における曲げ応



$$M_A = M_B = \frac{wl_1^2}{2} \quad M: \text{曲げモーメント}$$

$$M_C = \frac{wl^2}{2} \left(\frac{1}{4} - \frac{l_1}{l} \right) \quad z: \text{断面係数}$$

$$\sigma_c = \frac{M_C}{z} \quad \sigma: \text{曲げ応力}$$

図7 静荷重を受ける梁

力が求められる。

一般に $M_A < M_C$ になるように設計し、保管中に端部のたれを防止する。

図8はスキッドにかかる曲げ応力とロット長さ (追込み量) との関係であるが、当社の場合最大曲げ応力を 230 kg/cm^2 以下にしている。スキッドに使用する木材の材質特性の実績値を表8に示すが、セプター (南洋材) の破断応力はかなり高いが、粘りがなく折れ形状も悪いので安全係数を十分大きくとり、木材のバラツキに対処しなけ

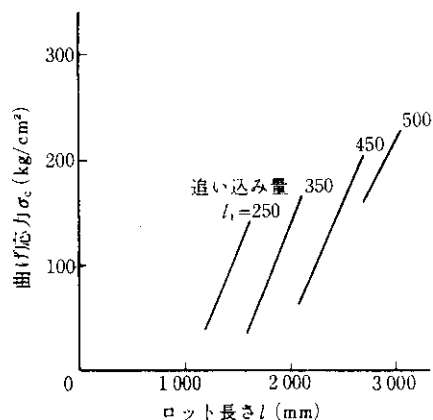


図8 3tロットをワイヤーづりした時のロット長さ (追込み量) とスキッドにかかる σ_c との関係

表8 スキッド材の材質特性

特性 スキッド材	含水率 (%)	最大たわみ (mm)	曲げ応力 (kg/cm ²)	破断状況
ひのき	18.5	29.8	410	
松	18.0	20.3	181	
セプター	18.4	16.7	861	

ればならない。

スキッドの材料は、強度の点および入手が容易である点より、当初松材（地松，エゾ松，米松，ニュージ松など）を使用し，また強度を要求される場合にはひのきを使用していたが，材料費削減のため，現在では縦材に南洋材（セプター，サポール，アピトンなど）を使用し，横材には雑木（とち，ぶな，くり，かしなど）を使用している。

なお梱包用の木材は pH が 5 程度と酸性であり，含有水分も高く，さらに輸入材は塩分を含んでいるため，その取り扱いには十分注意を要する。

(b) スキッドの形状

現在使用中の縦材および横材の断面寸法を図 9 に示すが，スキッド材の長さは製品寸法（呼称寸法）より 10～15mm 大きくし，バンド結束による

製品の損傷を防いでいる。またバンドの溝幅は，ライン梱包の場合には 40mm にしているが，床梱包（展開梱包とも呼ぶ）の場合にはなるべく狭くし，スキッドの打ち上げ作業をしやすくしている（縦材と横材とをくぎで打ちつけ，スキッドに組立てることを打ち上げ作業という）。

スキッドの例を図 10 に示すが，これは荷役条件によって形が決まるもので，ワイヤーづりの場合には一般的なスキッドを使用し，シートリフターでつる場合には特殊スキッドを使用する。なお現在使用中のスキッド本数と製品寸法との関係を表 9 に示す。

(c) スキッドのずれ防止方法

製品ロットをワイヤーでつった場合に図 11 に示すような力が働き（縦材には P_w ，横材には P_L ），

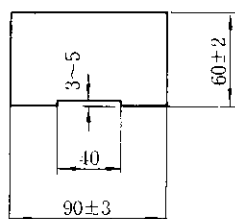
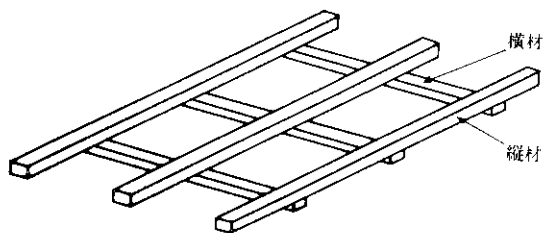


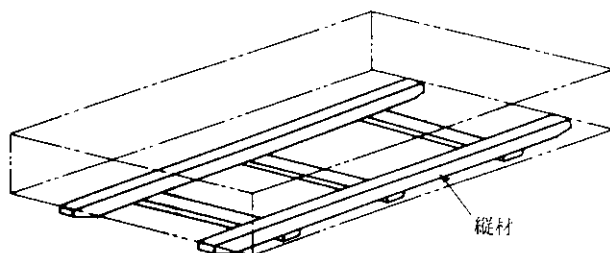
図 9 スキッド材の断面寸法

表 9 切板の寸法とスキッド材の本数

切板の長さ (mm)	切板の幅 (mm)	1 400 以下		1 400 以上	
		縦材	横材	縦材	横材
1 600 以下		3	2	4	2
1 600 以上 3 048 以下		3	3	4	3
3 048 以上 3 300 以下		3	4	4	4
3 300 以上 3 660 以下		3	5	4	5



(a) 一般的なスキッド



(b) 特殊なスキッド

図 10 スキッドの例

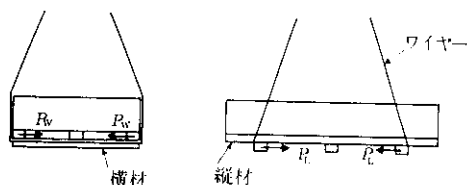
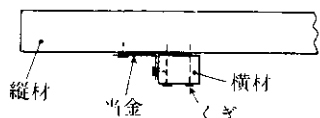
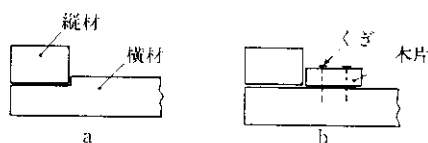


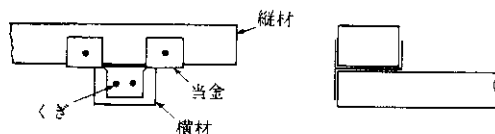
図11 ロットをワイヤーづりした時のスキッドにかかる力



(a) くぎと当金によるずれ防止方法



(b) 縦材のずれ防止方法



(c) 当金によるずれ防止方法

図12 スキッドのズレ防止方法

縦材と横材は内側にずれこんで製品の下のエッジ部にワイヤーによる押しきずがつくおそれがある。このような場合のずれ防止方法としては、床梱包の場合図12(a)のようにくぎと当金を使用する方法と、ライン梱包の場合、図12(b)に示すように横材を加工したり、ブロックをくぎ打ちしたりするが、横材の所定の位置に縦材を平行に装入する必要があるため作業性が悪く、また横材の固定がなされないため P_L により長手方向にずれてしまう。図12(c)への方法はこれらを改良したもので、ライン中で簡単に取りつけられる金物(板厚 1.6 mmの冷延鋼板を加工したもの)を使用する方法である。

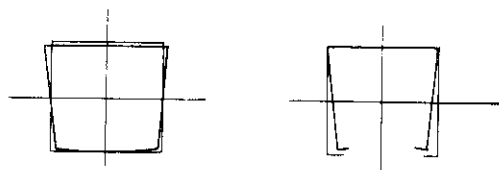
(2) スチールスキッド

(a) スキッド材料

現在各社で使用中のものを表10に示すが、角パ

表10 各社で使用中のスチールスキッド

スキッド No.	縦 材	横 材	
1		縦材に同じ	
2		*	* 木片を両端に そう入させる
3		縦材に同じ	
4	1に同じ		



(a) 角パイプ (b) リップ溝形鋼

図13 荷重がかかった時の断面変形

イプと軽量形鋼とが使用されている。

ロットをワイヤーなどでつった場合に縦、横材ともたわみ、各材の断面は図13のように変形する。このような場合に角パイプは座屈し塑性変形しやすく、ロットを床におろしても上反り状態になってしまう、また軽量形鋼の場合には、リップ部が弾性変形するのみであるから、荷重を外せば復元する。このようにロットづり時に多少たわんでも、スキッドは塑性変形のないリップで溝形鋼を使用した方がよいし、また材料費も安くなる。

軽量形鋼の材質はS S41相当のものであり、また製品の冷延鋼板は軟鋼のため、倉庫などに山積みされると上ロットの横材の下面で、下ロットの上面に押しきずを発生させる危険性がある。このような損傷を防ぐために、横材に緩衝性のある木材を使用した方がよい。

(b) バンドのセンターリング方法

ロットとスキッドとをバンド結束する場合に、バンドがスキッドの中心にかけられていないと荷

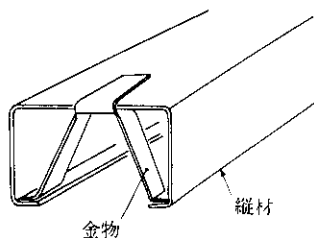


図14 バンドのセンターリング金物

役中にバンドがゆるみ、荷くずれの原因になる。バンドのセンターリング方法として図14に示すような金物を端部に装入し、センターリングと同時に金物の舌部を上折り曲げ、形鋼の切断部でのバンド切れをも防止させる。

(c) 圧縮防止方法

ロットが山積みされる場合や数ロットをワイヤーでつる場合に、縦材と横材との組合せ部に荷重が集中し写真2のように形鋼が座屈するおそれがある。このような荷重に対処する方法として、図15(a)に示すように床梱包の場合には横材に木片を取り付ける。またライン梱包の場合には、曲げ加工された当金を縦材にはめこみ補強している。またこれらの方法はワイヤーづり時の縦材のずれをも防止している。

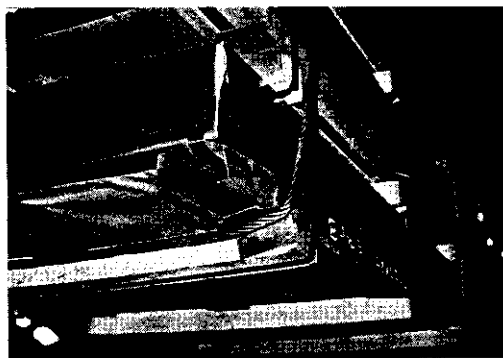


写真2 ロットのワイヤー吊り状態

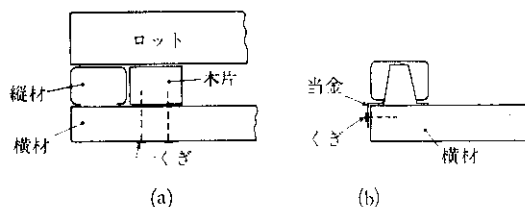


図15 スチールスキッドのずれ防止方法

スチールスキッドは使用されてからまだ日が浅いため、未解決の問題も多くあり研究を進めていく必要がある。

3-3-2 コイル用スキッド

一般的に冷延コイルの梱包にはスキッドを使用しないが、一部輸出向けで需要家の要求により使用する例がある。

スキッドの役割はコイルの変形防止ばかりでなく、図16に示すように床の状態が悪いための製品保護や、ころがり止めに使用する場合と、荷役上

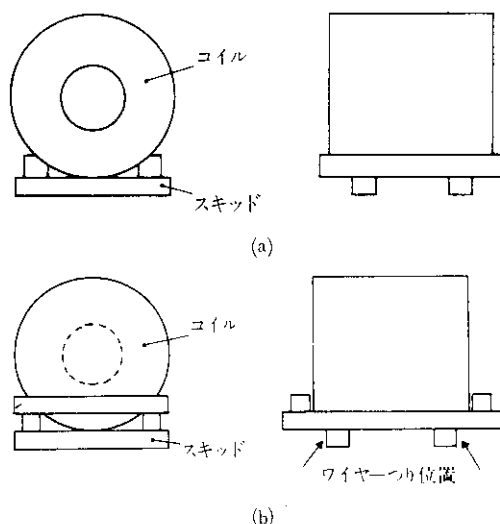


図16 コイルのスキッド

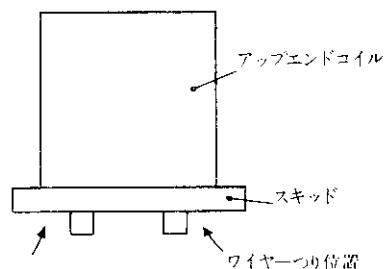


図17 アップエンドコイルのスキッド

の点で使用される。特に内径部をふさぐ梱包には図16(b)のようにワイヤーがけのためにスキッドを使用する。

また特殊な例として、アップエンド状態のコイルは図17のようなスキッドを使用し梱包する。

3・4・1 冷延鋼板の外装材

冷延鋼板の梱包は図18に示すような外装材を使用する（冷延鋼板梱包の一般的な例を示す）。

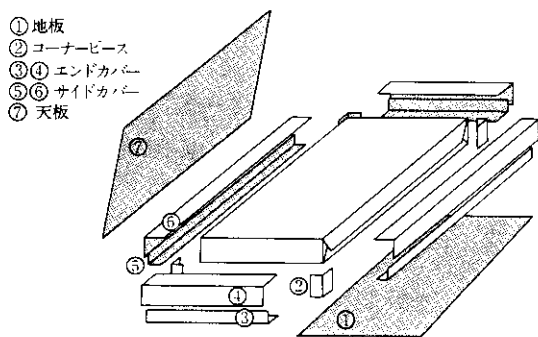


図18 一般鉄板梱包の外装材

使用材料の説明を以下に示す。

天地板は板厚0.4~1.0mm程度のものを使用する。幅、長さの寸法は製品寸法と同じとする。

コーナーピースはコーナー部の露出を防ぐものであり、荷役中に包装紙の破れが生じて内部を保護するためのものである。板厚は薄くてもよい。

エンドカバーはロットの短側面の保護用として

使用される。このカバーは上下に使用され板厚は0.6~0.8mmのものを使用しているが厚めの方がよい。長さは製品長さと同じとし、上カバーのフランジ面の幅は80mm、高さ面はロット高に合わせる。また下カバーはL50×70mmとしている。なお下カバーは需要家でロットをデパイル時、下の部分（高さ、下面より50mm：下カバーの高さ分）が邪魔になるので取り付けない場合があるが、このような梱包だと輸送中にロットずれが生じやすいので、下カバーも取り付けの方がよい。

サイドカバーは長側面の保護のため使用されるが、エンドカバーに準ずるため説明を省略する。

またこれらの改良品として図19(a)のようなサイドカバーを使用しているが、これの特徴は短側面に折り曲げた部分をバンド締めすることによって、コーナー部がしっかりし、コーナーピースが不要となる。また図19(b)はエンドカバーの例であるが、コの字形に折り曲げられているので荷姿はしっかりするが、ロット高さを一定にするなど作

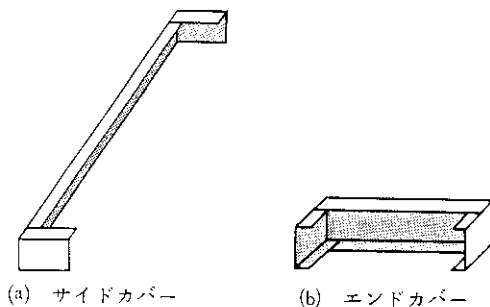


図19 特殊なカバーの例

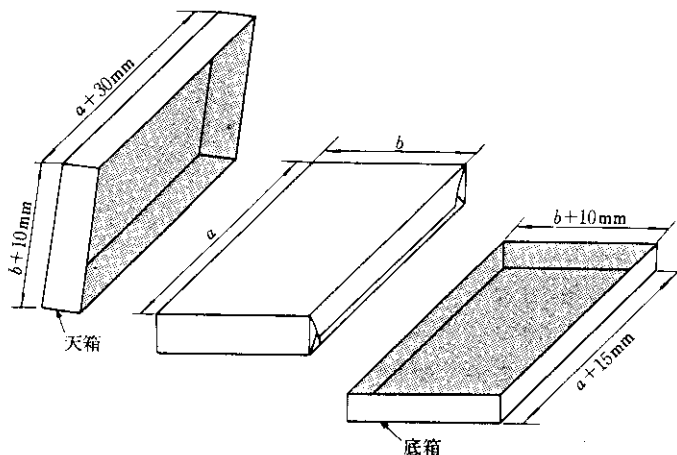


図20 弁当箱梱包の外装材（板厚 0.6mm）

業性に問題がある。

輸出向けのもので野天積みされる例があり、梱包に防水機能を要求される場合には図20のような弁当箱梱包を行なう。弁当箱材の厚さは 0.6 ± 0.1 mmであり、これはプレス加工するため寸法範囲をきめている。なお加工方法は、切り込みを入れて折り曲げる方法と、折り曲げのみの方法とがあり、防水性に関しては後者がすぐれているが、加工と梱包作業性に関しては前者の方が有利である。

3・4・2 冷延コイルの外装材

冷延コイルの国内向け一般梱包の例を図21に示すが、外周コーナー部の保護板は厚さ 0.6~0.8 mmで、フランジ部は40~50mm程度であり小波を付けながら湾曲加工し、外周面は100~140mm程度としバンド結束しやすいようにする。なおフランジ部を大きくするとエッジ面の押えがよくなるが、波が大きくなり荷役が悪くなる。

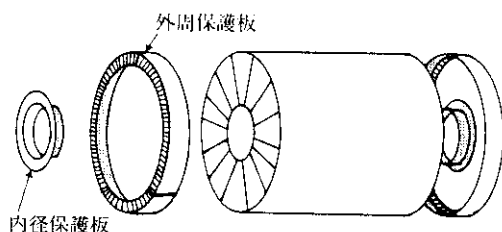


図 21 国内向け一般梱包の外装材

また内径保護板は厚さ1.1~1.3mm、フランジ70mm、内周面40mmであり、これはワイヤーブリ時のやわらであり、内径つぶれを防止する機能は持たせていない。したがって内径つぶれのおそれがある場合には、厚さ3.2mm以上のもので、プレス加工したものかスリーブを使用する必要がある。

これらはいずれもロールホーミングで成形するので、径の変動に対処できるようになっている。

図22は輸出向けのコイル梱包の例であり、外周保護板は前記のものと同一であるが、エッジ面は厚さ 0.6 ± 0.1 mmの鋼板をプレス成形したものを使用し、外周と内径胴板は鋼板の天地板と同様なものを使用する。なお荷役の荒い場合には内径保護板を追加する場合もある。

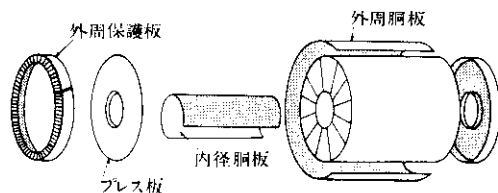


図 22 輸出向けコイル梱包の外装材

4. 梱包作業と梱包設備

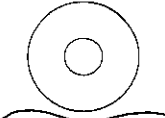
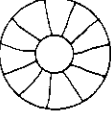
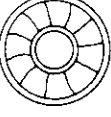
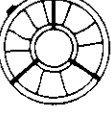
4・1 梱包作業

冷延鋼板とコイルの梱包作業の内容を表11、12に示すが、手作業が多く機械化が困難である。現状では機械化されているものは、バンドの結束機と紙の包装機程度であり、それも完全に自動化されておらず作業者の操作によるものである。今日のように機械設備を使用し、ライン中で作業を行なう場合には作業者にはオペレーターとしての素質が要求され、またそれなりの教育も必要であ

表 11 切板の梱包作業手順

ステップ	作業内容	図
1	縦材をコンベヤートに置く	
2	地板を敷く	
3	包装紙を敷く	
4	ロットをのせる	
5	ロットを包装紙で包む	
6	外装材を取付ける	
7	縦バンド結束	
8	横材、当板を取付ける	
9	横バンド結束	
10	表示	

表 12 コイルの梱包作業手順

ステップ	作業内容	図
1	包装紙を敷く	
2	コイルをのせる	
3	コイルを包装紙で包む	
4	外装材を取付ける	
5	バンド結束	
6	表示	

る。図23に示すように一つの設備を十分使いこなすには約2年余りの習熟期間を要していることがわかる。

4.2 梱包設備

4.2.1 冷延鋼板梱包ライン

現在わが国で稼動している冷延鋼板用の梱包ラインについて、例をあげ以下に説明する。

一般に梱包ラインは入側設備、包装設備および

出側設備により構成されている。図24(a)はその代表的な例で、未梱包ロットを天井クレーンでストレージコンベヤー上に積載し、移載装置で1ロットずつ包装コンベヤーに装入する。なお包装コンベヤーの入側でスキッド、地板および包装紙を段取りし、移載位置に送り込み、ロットを移載したのち順次梱包作業を行なうが、作業内容は床梱包作業と同じである。梱包されたロットは搬出装置で包装コンベヤーから床上に移載され、ホークリフトトラックにより移送される。この設備の特徴は床作業をそのままコンベヤシステムにし、能率向上を計ったものであり、したがって作業者は従来の作業と同内容のため習熟度が早く、特に教育の必要性もあまりない。

図24(b)はコンベヤーの代りにフローチェンで連結された台車を使用したものであり、作業者は台車上で床作業と同様な作業を行ない、また台車を増車することにより能力増になるなどの特徴がある。

このようなコンベヤータイプにするか、台車タイプにするかは工場配置や設備費により決められるが、将来自動化を計画する場合には前者の方が改造しやすいので有利である。

図24(c)に示すラインでは表11に示す作業を行なうが、包装コンベヤー入側でスキッドの縦材、地板および包装紙を段取りし、移載装置で1ロットずつ移載し順次作業を行なう。包装コンベヤーに組み込まれている#1リフターはロット受取り用で、秤量機を設置し、受取り時ロットの秤量も行

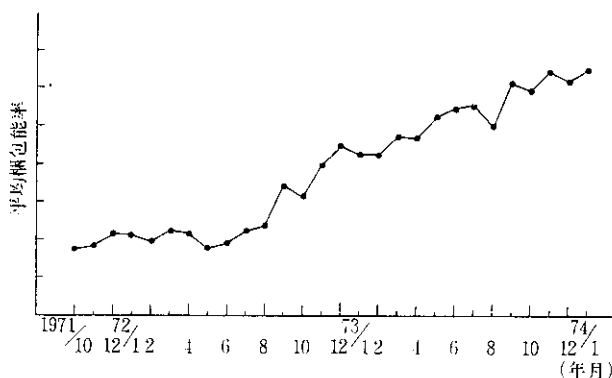
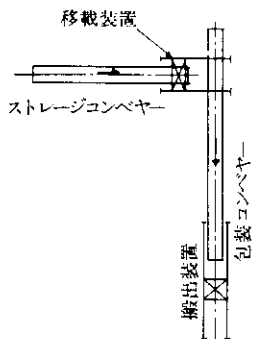
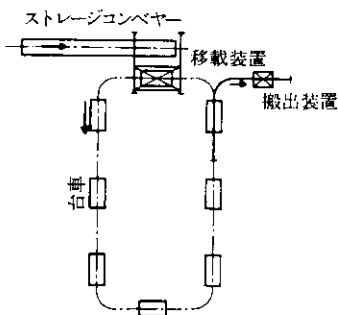


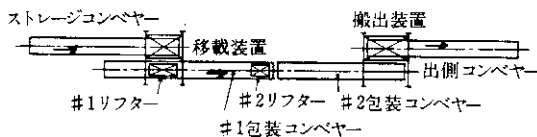
図 23 No. 1 切板梱包ラインにおける平均梱包能率の変化



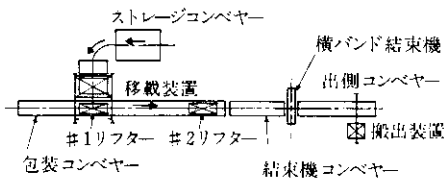
(a) 包装コンベヤータイプ



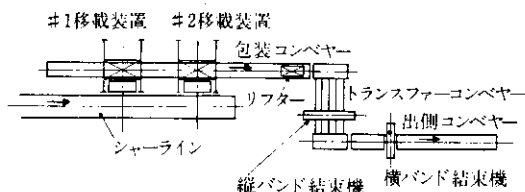
(b) 包装台車タイプ



(c) 包装コンベヤータイプ



(d) 包装コンベヤータイプ



(e) 包装コンベヤータイプ

図 24 切板梱包ライン

なう。また #2 リフターは下のエンド、サイドカバーや縦材の修正を行なうためのものである。縦バンドの結束はコンベヤー間で行ない、横バンドの結束は #2 包装コンベヤー上で行なう。これらはいずれも結束道具（巻き締め、シールおよびバンドカットをレバー操作できるもので、コンビネーションツールと呼ばれている）を用いて行なう。このようなラインは、スキッドや外装材がバンドで固定されるような梱包のため、バンドは高張力のものを使用する。またこのラインの特徴は、梱包作業を分解し高能率化しているため、作業員をふやすことにより能力増になる。

図24(d)に示すラインは、その作業内容は前記のものと同じであるが、横バンド結束機を設置しているので作業員数は少なくてよい。なお横バンド結束を1本ずつ行なうため、梱包能率が決められてしまう。

図24(e)に示すラインはストレージコンベヤーがなく、シャーラインのパイラーに直結し、ロット装入の自動化を実施したものであり、また縦、横バンドの結束機2台を設置し省力化を計ったものである。

4.2.2 冷延鋼板梱包ラインの各設備

(1) ストレージコンベヤー

一般にチェンコンベヤーを使用しているが、図25に示すものは図24(d)のもので、ローラーコンベヤーを使用した例である。これは2連のシャー

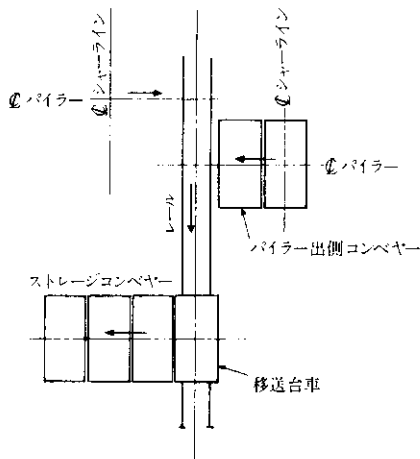


図 25 ストレージコンベヤー (図24(d)参照)

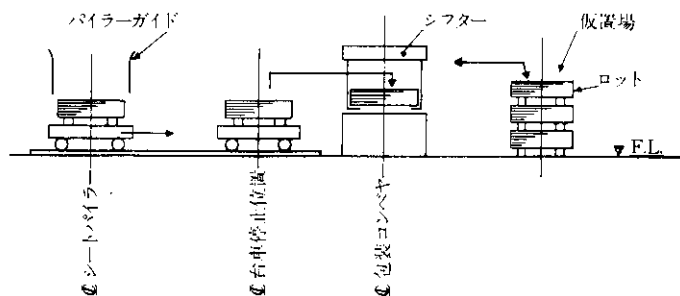


図 26 ロット装入部 (図24(e)参照)

ラインより積層されたロットの山を移送台車により、梱包ラインの入側に自動的に装入されるもので、ロットは横方向に装入される。なおロットは鋼製のスキッド上に積載されている。

ローラーコンベヤーは3面あり、前面ロットなしの信号により自動的に移送される。ローラー上面の精度は厳しくしてあり(当設備では $\pm 0.4\text{mm}$ 以下)、移送時のロットくずれ防止のため、加減速時の緩衝としてV S モーターを使用している。

また図26はストレージコンベヤーを省略した図24(e)の入側部で、積層されたロットが台車により搬出され、移載装置で包装ラインに装入する。またシャーライン能力と包装ライン能力との差は、仮置場に一時仮置きし調節する。このようなラインはまずシャーラインのパイラーマンがロットごとに万棒を装入しなくてよいので作業性がよく、搬出ロットが台車にあるので移載が自動化できることが特徴であるが、その反面せん断と同時に梱包作業を開始する必要があるため、梱包材の段取りはせん断命令を出す以前に行なう必要がある。

このように前工程と直結したラインは、それぞれの能率が影響しあうため、従来のような梱包ラインは補助設備といった考えは成立せず、操業監督や保全整備には十分注意する必要がある。

(2) ロット移載装置

冷延鋼板は柔かく、またロットはくずれやすいので、移載には十分注意しなければならない。装置の走行、リフトおよびトング作動は油圧を使用しているが、これらを電動のものとくらべると定

位置停止や作動時間、加減速の緩衝などの点で有利であり、その反面油漏に注意しないと製品を汚すおそれがある。

ロットづりにはフックタイプとつかみタイプとがあり、図27に示すように前者は長手方向のフックと、幅方向中央部をささえる補助フックよりできている。補助フックは板厚の薄いものや広幅のものをつる場合に使用するが、せん断長さの変動が大きい場合フックかけ時間がかかる。また後者はロットを長手方向のフックと押えてつかむようにするので、フックかけ時間は短く能率上よい。

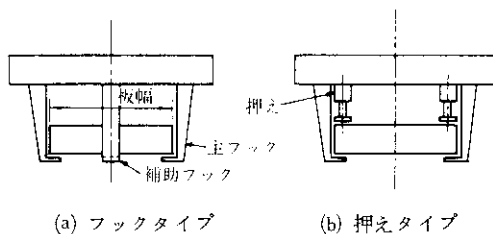


図 27 移載装置のロットづり方法

ロットづりの場合に局部応力がかかると製品に押しきずや折れが生じるので、受面の管理には十分注意する必要がある。

(3) リフター

リフターはロット受取り用と梱包材の修正用のものがあり、図28に示すものは受取り用のもので、リフター上に秤量機を設置し、その上に幅方向調整可能なコマを設置してある。コンベヤー上におかれている縦材と、コンベヤー間よりコマをリフトさせてロットを受取るが、コマは木製のものですので取りはずしを容易にしておき、製品寸法によ

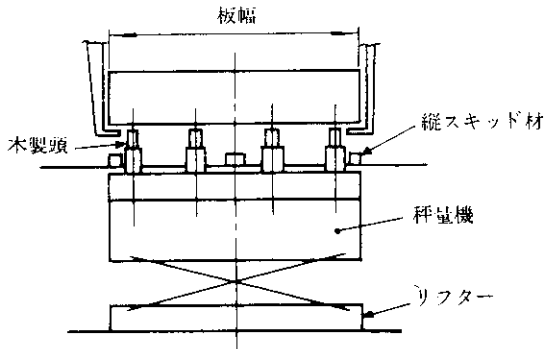


図28 リフター (図24(c)(d)参照)

り調節する。なおコマは長手方向に4列あるが、幅が1220mm以下の場合には2列でよい。また受取り時、地板と包装紙もリフトされているため、フックをはずす時に包装紙を破くことがあるので、フックタイプよりつかみタイプの方が有利である。

梱包材修正用のリフターは、図29に示すようにエンド部の位置により作業できるようにコマを取りはずしてやる。コマはロットをささえるので木製のものがよい。

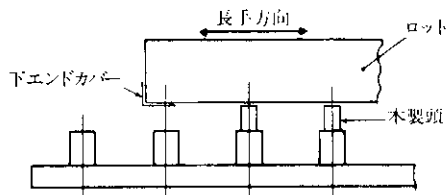


図29 梱包材修正用リフターの上部

なおリフターは電動でも油圧作動でもよいが、コンベヤー内に設置されるので、丈夫なものが必要でありまた補修点検しやすく設計すべきである。

(4) 包装設備

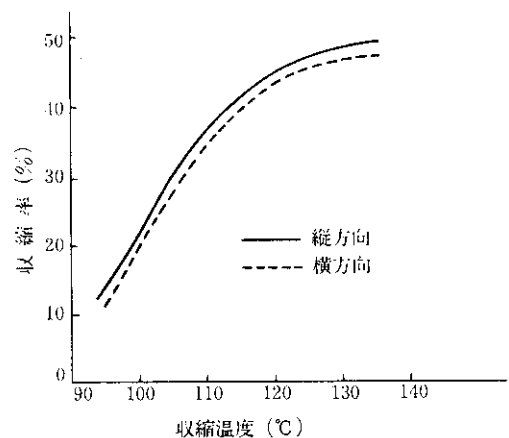
冷延鋼板の包装設備としては、包装紙の自動包装機とフィルムパックとがあり、前者のものは定尺(3'×6'物)用の実施例があるが、設備費が高く投資効果はあまり期待できない。また後者のものは他品種で多くの実績があり、鉄鋼業では錫メッキ板で一部実施し効果をあげている。

フィルムパックの特徴はポリエチレンを使用するため防湿、防水性が非常にすぐれており、作業

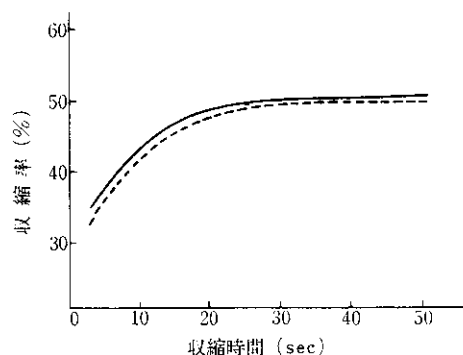
性の点では包装紙より自動化しやすい。また後述のように包装することにより、全面に締めつけ力が働くのでロットずれが生じないことなどである。フィルムパックは梱包の合理化としてすぐれており、将来採用すべきものである。現状ではいろいろと問題があるが、研究開発していかねばならない課題の一つである。以下フィルムパックについて説明する。

使用フィルムは二軸延伸熱収縮性ポリエチレンでフィルム厚さは0.1~0.3mm程度のものである。この収縮性フィルムの特徴は、熱可塑性で製造工程に引き伸ばされ、この引張りは熱風にあたるともとの形にもどる性質を持っていることである。

収縮フィルムの物理的性質を図30に示すが、実際使用収縮率は20~30%程度が最適である。また収縮時の炉内の熱風温度は200°C程度である



(a) 収縮率と収縮温度との関係



(b) 収縮率と収縮時間との関係

図30 ポリエチレンフィルムの物理的性質

が、熱風はフィルムで遮断されてしまうので、被包装材の温度は 50°C 以下で熱影響はほとんどないと考えてよい。図31は各熱風温度における炉内通過時間と、ロットの上面の昇温との関係を示すが、実際ライン中ではライン速度 $10\text{m}/\text{min}$ なので、炉内通過時間は 12sec 程度であり昇温は問題ないと考えられる。また冷延鋼板は熱による材質劣化の影響が大きい、図32に示す加熱温度と時効との関係からみても、上記程度の条件ではほとんど問題ないと考えてよい。

フィルムパックの実施例を写真で示すが、錫メ

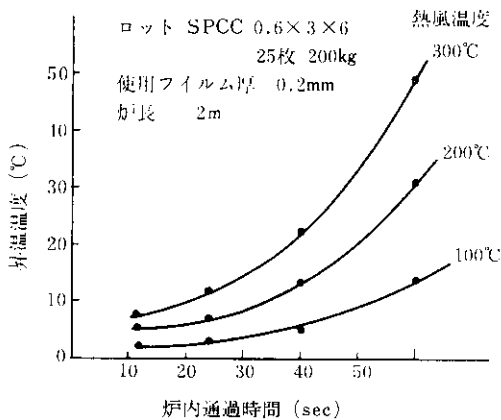
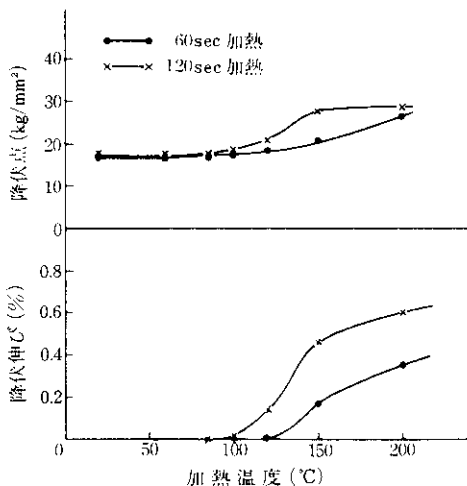


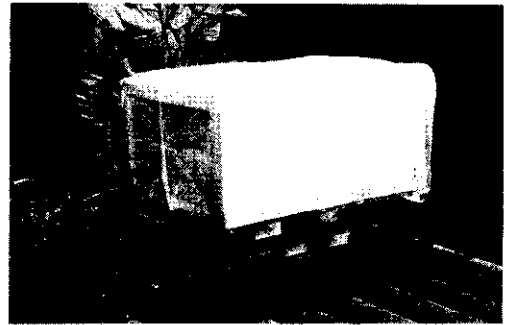
図31 フィルムパック時の各熱風温度におけるロット上板の昇温と炉内通過時間との関係



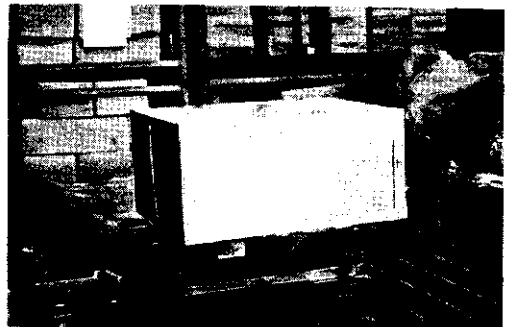
注；サンプル SPCC を加熱媒体に直接浸漬した

図32 加熱温度と時効の進展

ッキ板のロットを 0.23mm 厚のフィルムで仮包装し(写真3(a)参照)、熱風温度 200°C 炉内通過時間約 20sec で収縮した結果写真3(b)のような荷姿になる。なおコーナーには厚紙をいれフィルムの破れを防止している。また写真4は包装後のロットのローリングテストであり、テスト結果はバンド結束と差がなく、このほかに実際上のテストとして、トラックや船による輸送テストも行なったが、いずれも良好な結果であった。



(a) 収縮前



(b) 収縮後

写真3 フィルムパックの収縮前後の姿

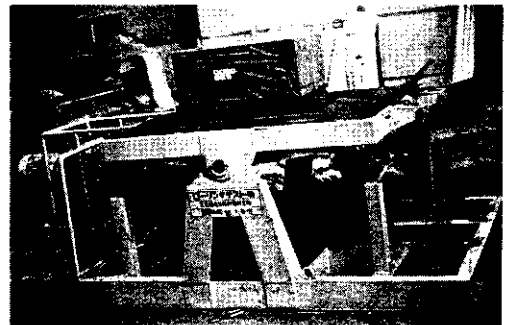


写真4 フィルムパックのローリングテスト

これはフィルムの引張り強さが0.1mm厚で210 kg/cm², 0.2mm厚で240kg/cm²程度であり, 包装後の荷重の受ける面積が全側面と大きくバンド結束より有利であることがわかる。

以上のようにフィルムパックは梱包方式の改善として非常に有効であるが, 現状では需要家で解梱後フィルムの廃棄の問題や, フィルムの供給が安定して得られるかなどにより実施に踏みきれないのが現状である。

(5) 縦バンド結束機

梱包ラインにおける縦バンド結束方法としては, 締具を使用する方法と結束機を使用する方法とがある。締具使用の場合は図33に示すように, あらかじめバンドの一端をコンベヤー間にクランプさせておき, ロットを移送することによりバンドはロットにかけられ, バンドのクランプをはずしバランサーでつられている締具で結束する。なおデリバリーコンベヤーは, バンドがけを失敗してもあとからバンド通しができるようなスラットコンベヤーにしておく必要がある。

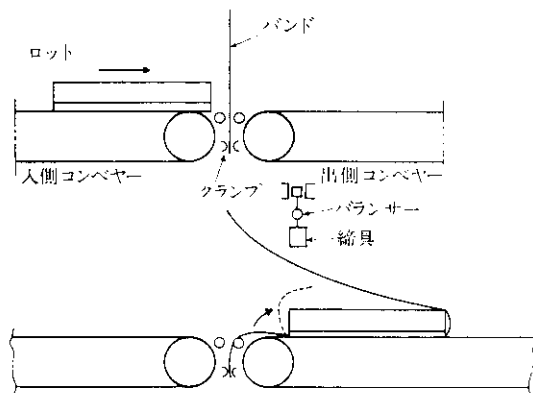


図33 縦バンド結束方法

結束機を使用する場合には, 図24(e)のようにロットを幅方向に移送し, 結束位置に合せバンド結束するが, 鋼板のように角のあるものを結束する場合には下側のバンドがたれ下がり, これをなくそうとバンドを引張っても角部の抵抗のためむづかしい。バンドをタイトに締めるには, 結束機のヘッド部を揺動可能にし, 図34のようにまずバンドの一方には①の方向に引張られるとヘッド部は②の方向に移動する。するとバンドの他方は③

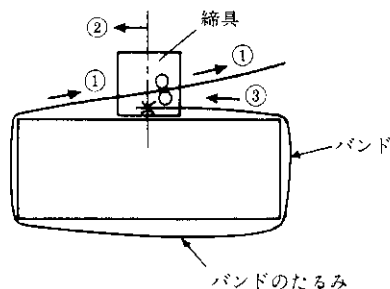


図34 よう動可能なテンショナーによる両締め方法

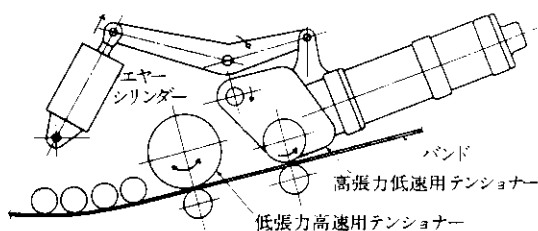


図35 ダブルローレットロールタイプのテンショナー

の引張力がかかりバンドは両締めされるようになり, それぞれ2ヶ所の角部のみの抵抗であるからバンドはタイトに締められる。

なおこの場合ヘッド部の機構は簡単なものがよく, 図35にその一例を示すが, バンドの送りや巻もどしには低張力高速用のローラーを使い, 最終結束には高張力低速用のローラーを使う方式のものがよい。

またバンド止め方法としてはシーラーとスポット溶接とがあり, 機構上, メインテナンス上および経済性から後者の方がすぐれている。溶接方法は最近開発されたものであり, 現状で実用化され高能率をあげている例がある。

(6) 横バンド結束機

横バンドの結束方法も締具でやる方法と, 結束機を使用する方法とがあり, 横バンド結束はスキッドの横材も結束するため, 締具使用の場合には図36のようにフラットバー付のチェンコンベヤーにロットをのせ, 横材とバンドを下側から装入し締具で結束する。この方法だと数ヶ所同時に結束可能なので能率的である。

また結束機を使用する場合には, 図37に示すように結束機のエントリーコンベヤーと, デリベリ

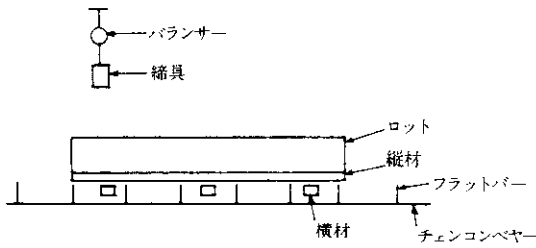


図36 コンベヤー上の横バンド結束方法

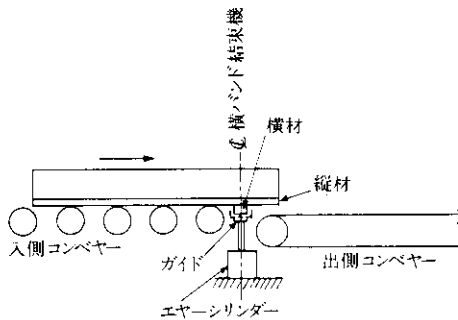


図37 横バンド結束機

ーコンベヤーとは横材の高さだけ落差をつけてある。ロットは結束位置に停止すると、横材の装入、バンド結束が自動的に行なわれ、結束後次の結束位置までロットが走行する。

(7) 出側設備

梱包済みのロットは、搬出装置でコンベヤーより搬出され床上に移載される。2～4ロット積載したのち、リフトトラックや天井クレーンにより配置替えを行なう。この場合搬出装置の走行方向は、ラインのセンターに合わせ(図24(a),(b)参照)、ロットとつり具とのセンターリングを長手方向のみにすべきであり、ラインと直角にすると(図24(c)(d)参照)、センターリングが長手方向と幅方向とになるので能率低下の原因となる。

また梱包済みロットのつり具のフックは、スキッド付きのため横材の間をつらねばならず(表9 図10参照)、フックのつり位置選定がむづかしいので自動化されていない。

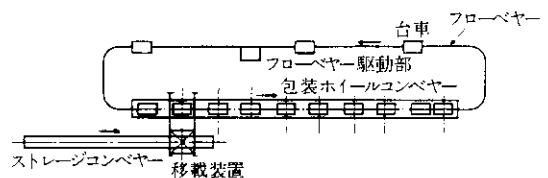
以上各設備について概略を説明したが、梱包作業を自動化したものが少なく、機械化することにより能率をあげた程度のものである。

4・2・3 冷延コイル梱包ライン

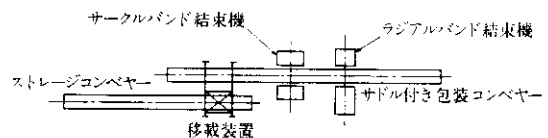
コイル梱包ラインでは表12に示す作業を行なうものであり、以下各ラインについて説明する。

被梱包コイルは重量や寸法の変動が非常に大きく、ラインの構造もそれらを考慮し、梱包作業性のよいものでなければならない。

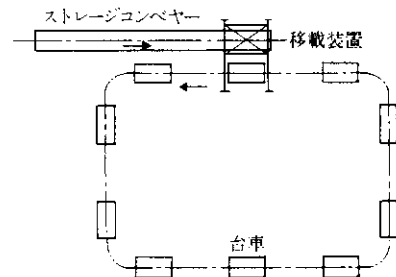
図38(a)に示すラインは、包装コンベヤーにホイールを使用した例である。被梱包コイルはストレージコンベヤーにより移載位置に送られると、移載装置は自動的にコイルを包装コンベヤー上に移載する。包装コンベヤー上にサドル付き移送台車がおかれ、あらかじめ包装紙を敷いてあり、その上にコイルを移載する。台車はコイルを積載後秤量セクションに走行し秤量を行なうが、秤量機は独立したコンベヤーの下に設置されている。コイルは順次梱包され、搬出セクションまで走行し、天井クレーンなどにより搬出される。なお空になった台車はフローベヤーにより入側に送られる。



(a) ホイールコンベヤータイプ



(b) チェンコンベヤータイプ



(c) 台車タイプ

図38 冷延コイル梱包ライン

当ラインの特徴はホイールコンベヤー上を走行する台車を使用し、重量を受ける包装部分と空台車の送り部分とに分け、また包装部分も各作業セクションごとに駆動装置を付けることにより設備費や基礎工事費の低減をはかった。また各セクションの作業が終了したら終了信号により、次セクションに台車がなければ台車は自走し定位置で停止する（台車の走行はタクト運転も可にしてある）。

当初フローベヤーにはテークアップ機構を設置していなかったが、チェーンが摩耗してくると、駆動部と包装コンベヤーより台車をけん引する所で故障が生じるので、テークアップ機構は必要である。

図38(b)に示すラインは、サドルをコイル幅に合うような調整機構を有したチェンコンベヤーを使用し、また作業の安全性のためチェンにデッキを取り付けたものである。また当ラインには2台のバンド結束機を設置、作業の効率化を計っている。このようなチェンコンベヤーを使用した設備は、設備費、基礎工事費とも高額になるが、メインテナンスが容易なこと、および狭い場所にも設置可能である。

図38(c)に示すラインは数台のサドルと付き台車をチェンで連結し、台車上にコイルを積載し梱包するもので、台車のデッキを十分広くすることにより、作業者は移動中の台車で作業を行なう。したがって台車の停止は、コイルの積載時と搬出時のみであり、ラインの稼働率もよい。また生産量の変動が大きい場合には、台車を増車すれば処理能力を増大できる特徴を持っている。

当ラインは比較的安価であるが重量物を積載した台車をチェンでけん引するので、チェーンや台車の整備に問題がある。

以上各コイル梱包ラインの例をあげ説明したが、工場配置にもよるが、一般的に作業性やメインテナンスの点からみて、チェンコンベヤータイプの設備がよい。

4.2.4 冷延コイル梱包ラインの各設備

(1) 入側設備

コイルをストレージコンベヤーから包装コンベ

ヤーに移載する設備であり、図39にその作業を示す。ストレージコンベヤー上のコイルをトングでつかみ巻き揚げ、包装コンベヤー側に走行し中間点で一時停止する。包装コンベヤー側で受入れ可の条件になると、クラブは再度走行し、定位置で停止したのちコイルを台車上に積載する。コイル積載後トングはストレージコンベヤー上にもどり、コイルが走行してくるまで上で待機する。これら一連の作業を自動的にこなす。

またトングのフックに取り付けてあるエッジ検出用ストライカーは図40(a)のように下開きのものがよく、図40(b)のように、垂直のものはコイルをつり上げる時にストライカーがエッジとこすれ、エッジ部をいためてしまう。

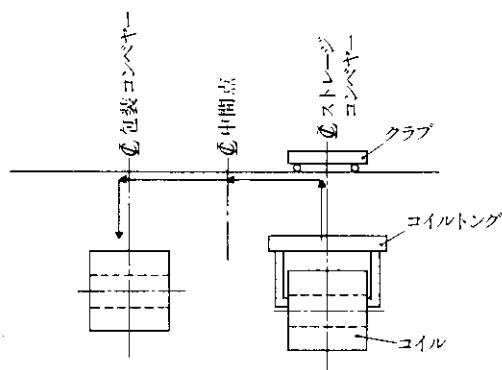


図39 コイルの移載方法

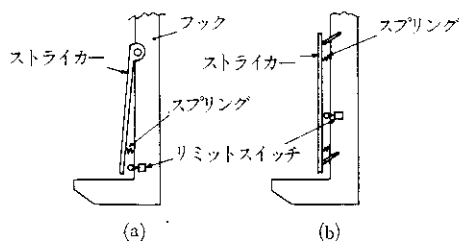


図40 ストライカーの取付け方法

(2) 包装設備

コイル梱包では包装作業の比重が大きく、包装作業の自動化が盛んであるが、実用化され所定の能力を発揮している例は少ない。

一般に包装作業は図41に示すように包装紙の巻き紙ロールを上方にセットし、サドル上に包装紙の端を引張って敷く。コイルをその上に積載した

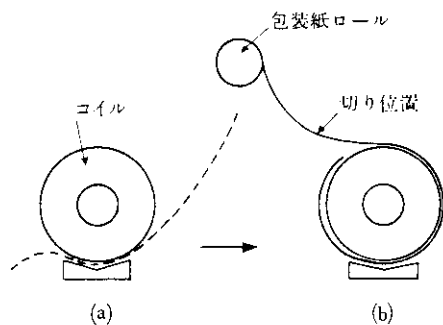


図41 包装紙の巻き方法

のち、セクション移送すると、紙はコイルに巻き付くので上部を切り、他端を巻き揚げテープ止めする。これらの包装紙をコイル幅や外径に合わせてせん断する自動供給機があるが、作業性や紙の種類分けなどにより完全な自動化がされていない。



(a)



(b)

写真5 コイル用包装機による包装状態

次に包装紙の折り曲げ作業について実施例を写真5に示すが、写真5(a)は従来のVCI紙を使用し写真5(b)は厚紙を使用したものであり、包装材に合わせた紙質のものを選ぶ必要がある。実際上一つの梱包ラインで数種類の違った包装紙を使用する場合には、機械の調整がむづかしく、多少コストアップになるが、同一種の紙質のものを使用した方がよい。

(3) バンド結束機

梱包ラインに組み込んだ最初のサークルバンド結束機の平面図を図42に示すが、コイルをコイルカーでリフトし結束機に装入するので、作業がむづかしくまた時間もかかる(2本結束で2min 15sec)。またサークルバンドは、図21に示すような幅100mm程度の外周保護板上に結束するので、センターリングがむづかしく、これはコイルの外径の変動が大きく(外径700~2200mm)巻き締め時のバンドを保定する必要がある、目下研究中の段階である。

なおラジアルバンド結束機については松田ら⁴⁾により報告されているので省略する。

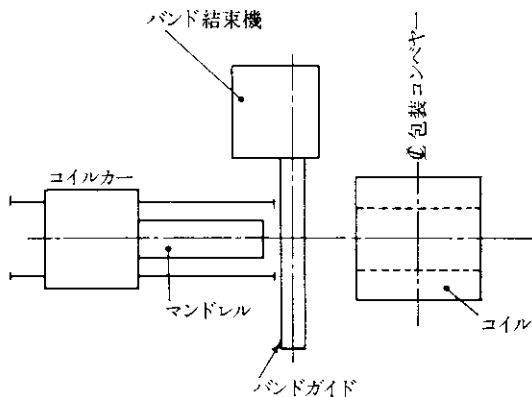


図42 ラジアルバンド結束機の平面図

5. まとめ

梱包機能は製品の品質保護をにない、また冷延製品に関しては、製造コストのうち梱包コストの比重は大きい。このように梱包技術は重要であるにもかかわらず、鉄鋼業における梱包技術の位置

は非常に低く、従来では合理化の遅れている工程の一つであったが、最近では労働力不足および人件費の高騰により、おそまきながら合理化が進められるようになった。

鋼材の梱包は、被梱包物や流通工程の性質上、合理化するのにかなり長期間を要し、現に冷延鋼板のスチールスキッドの実施に1年以上の実験や調査期間を要している状況である。

また設備に関しては、人手の作業を機械化し自動化しようとするので、その開発がむづかしく、現状では機械化のため梱包仕様を支障のないかぎり変更したり、梱包作業をコンベヤシステムにする程度である。

これら梱包技術の合理化は、現在の状況より考え、特に冷延工程では、より積極的に取り組むべき課題の一つである。

参 考 文 献

- 1) 包装技術便覧, (1966), 1531, [日本生産性本部]
- 2) 片山: 荷役と機械, 18 (1971) 5, 85
- 3) Capt. J. van Haver, Capt. A. de Kower: Manual for Packing Cold Rolled and Galvanized Steel Sheets, (1971), 47, [Marine Cargo Survey Bureau SPRL]
- 4) 松田ら: 川崎製鉄技報, 5 (1973) 1, 142~158