

6-1 溶接工程（フレーム溶接）

溶接工程のなかで、技術的にも生産量の面からも問題の多いフレーム溶接の近代化案を検討する。現在フレーム溶接はライン化しておらず、目標とする3,000台/年は達成できない。ここではフレーム溶接をライン化して品質の向上を図ると共に、生産量の増加を図ることができる工程を検討する。

6-1-1 フレームおよびオイルタンク溶接工程の概要

フレームとオイルタンクは、現地調査で打合わせた近代化計画の中では別々の項目で取り上げられていたが、構造上オイルタンクはフレームの一部になっており、別々に検討することが難かしいため、本計画では二つを一緒にして計画案として提示する。

常州フォークリフト工場案と計画案との大きな違いは、フレームを上下逆にして溶接することである。この特長は、フレーム上部が基準になるため、車体になったとき、フレームの上部に、フロントフード、フロアー、ヘッドガードなどの部品が精度よく取り付けられる。

フレームの仮溶接作業をスムーズに進めるために、フレーム部材の寸法に許容範囲を設け、図面に公差を明示した。この寸法を守らないとフレーム仮溶接治具にセットする時、部材の手直しが発生する。後工程の作業が効率よく進められるか、進められないかは、部材の精度に掛かっている。

オイルタンクは構造上フレーム全体の強度も受持っており、現状では両サイドのフレームと真ん中の筒の部分がオイルタンクになる部材で、この3つの部材をCOMP（COMPLETE）にするが、この時点で十分に溶接スプッターなどに注意を払い、COMP後パーカー処理、その後「密栓」を確実にを行い、ホコリ、ゴミなどの異物が入らないようにして、フレームASSY（組立）にする。

さらに、フレームASSYで3つの部材がオイルタンクになった状態で、圧力を掛けてエアのリークを見て加工の成否を決める。この時点で確実に良品か否かを確認しておかないと、後工程になればなるほど補修が大変な作業になる。

この工程はあくまでも確認であって、前工程である一定の溶接技術が要求され、油漏れのしないオイルタンクを作る事が最大の目的である。したがって、この検査工程ではあまり時間を掛けないように留意しなければならない。

その他、作業性、安全性を考慮した作業の高さ、角度、回転を任意に決められるポジショナー、操作性のよい簡易クレーン、操作性を考えた溶接ワイヤー吊りなど、詳細にわたって提案している。本計画案は近代化の年間3,000台生産量を十分に消化できるものとなっている。

近代化計画案検討のために下記の通り生産における条件を設定する。

(1) 機種

・ 3トン用フォークリフト

(2) 生産台数

・ 年間 3,000台 (250台/月)

(3) 就業時間

・ 月間 188時間

(4) サイクルタイム

・ $188 \div 250 \times 0.92 \doteq 0.7$ (時間/台)

(5) 作業条件

- ・ すべての工程において仮付けおよび本溶接は、CO₂溶接を行うものとする。
- ・ 基本的に部材の設備/治具へのワークセットおよび搬出については、以下の通りとする。

20kg以下……………手で治具にワークをセットする。

20kg以上……………クレーンで治具にワークをセットする。

注)上記については工程間の搬送についても同様とする。

6-1-2 生産工程

フレームASSYの溶接工程は、図6-1-1に示すように以下の6工程に分けられる。

- | | |
|-------------------|------------------|
| (1) フレームCOMP溶接前工程 | (4) オイルタンク漏れ検査工程 |
| (2) フレームASSY仮組工程 | (5) オイルタンク漏れ修正工程 |
| (3) フレームASSY本溶接工程 | (6) COMP溶接後工程 |

COMP溶接前工程

仮組工程

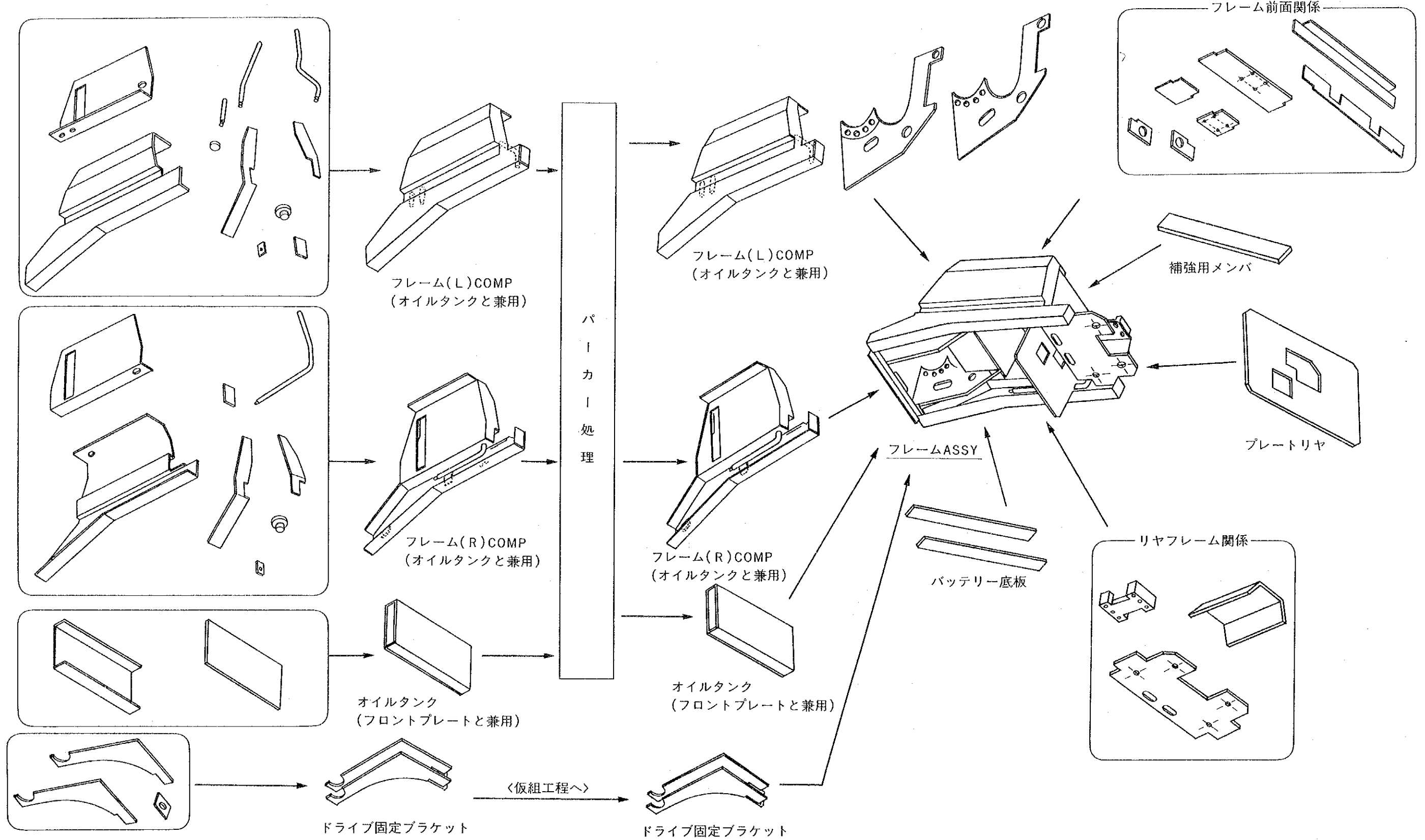
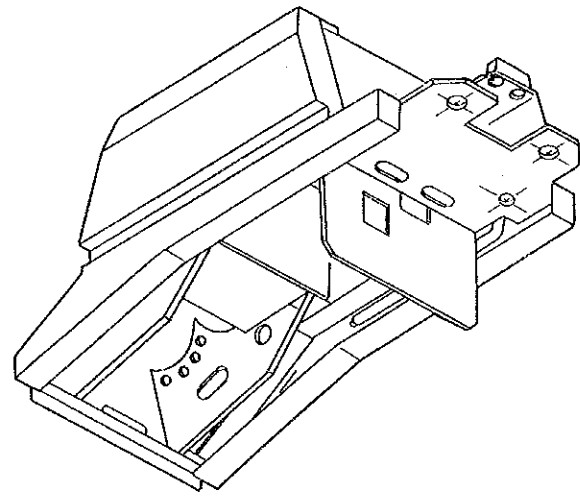


図6-1-1 フレームASSY溶接工程(1)

本溶接工程

オイルタンク漏れ検査・修正工程

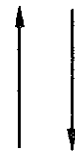
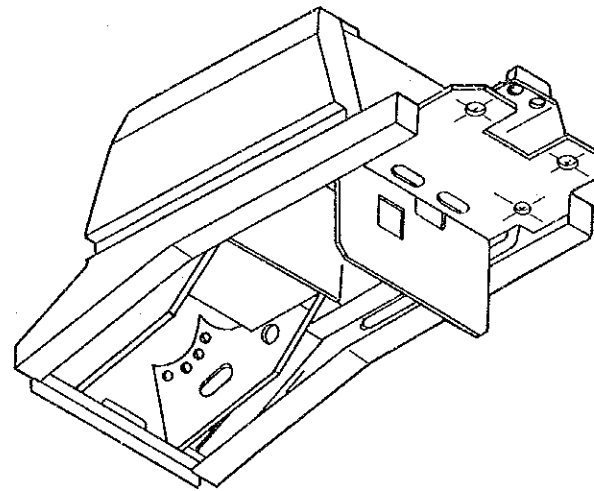
COMP溶接後工程



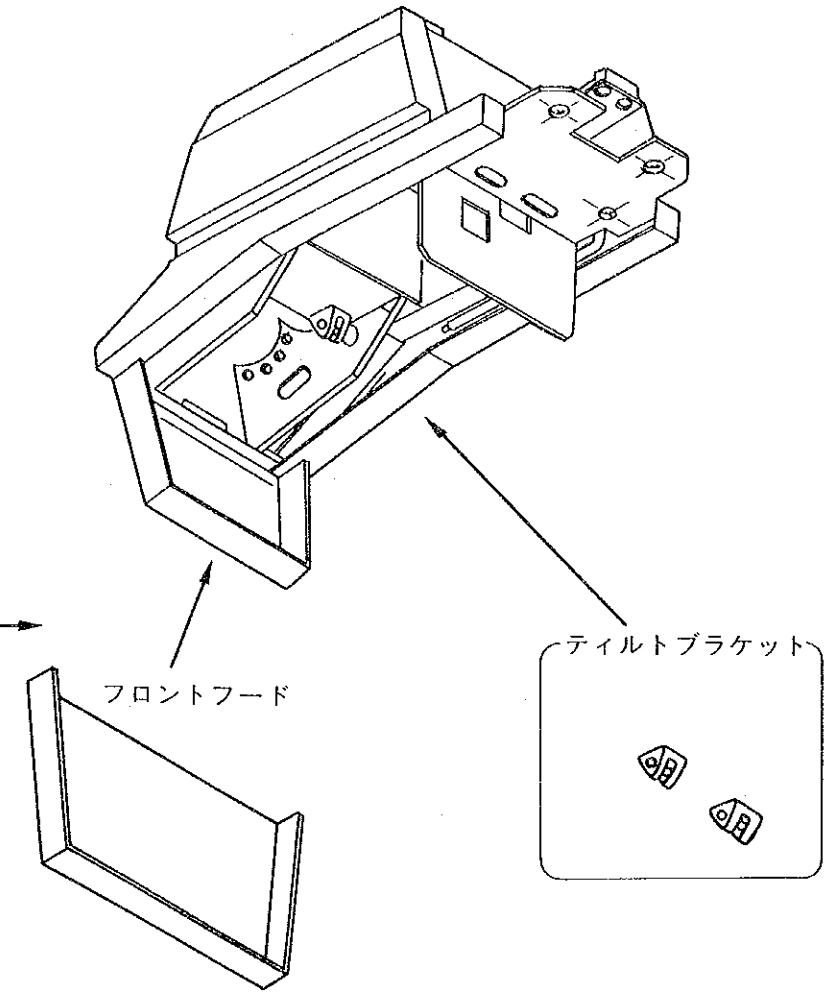
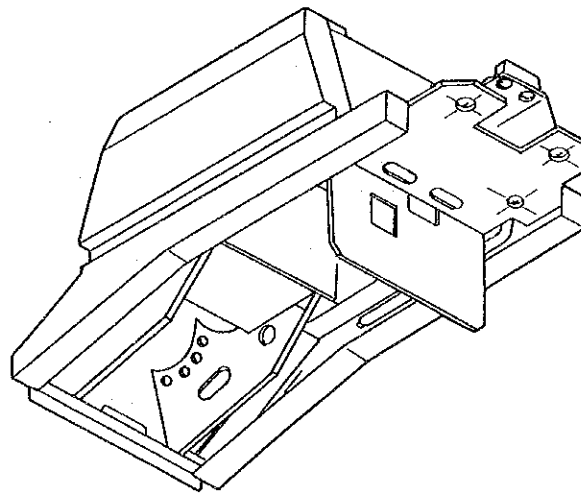
指示に従い本溶接を行う。



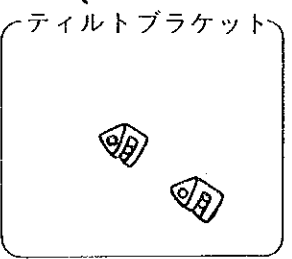
◦検査工程



◦修正工程



フロントフード



テイルトブラケット

図6-1-1(続き) フレームASSY溶接工程(2)

1) COMP溶接前工程

鋼板の切断、プレス加工、機械加工などを行って作られた溶接部材と、小物部品を仮組して溶接を行い、フレームCOMP (RおよびL) とオイルタンク (フロントプレートと兼用) が作られる。フレームCOMPはオイルタンクの一部と兼用されており、左右のフレームCOMPのオイルタンクは、後工程でフロントプレートと兼用されるオイルタンクで結ばれる。

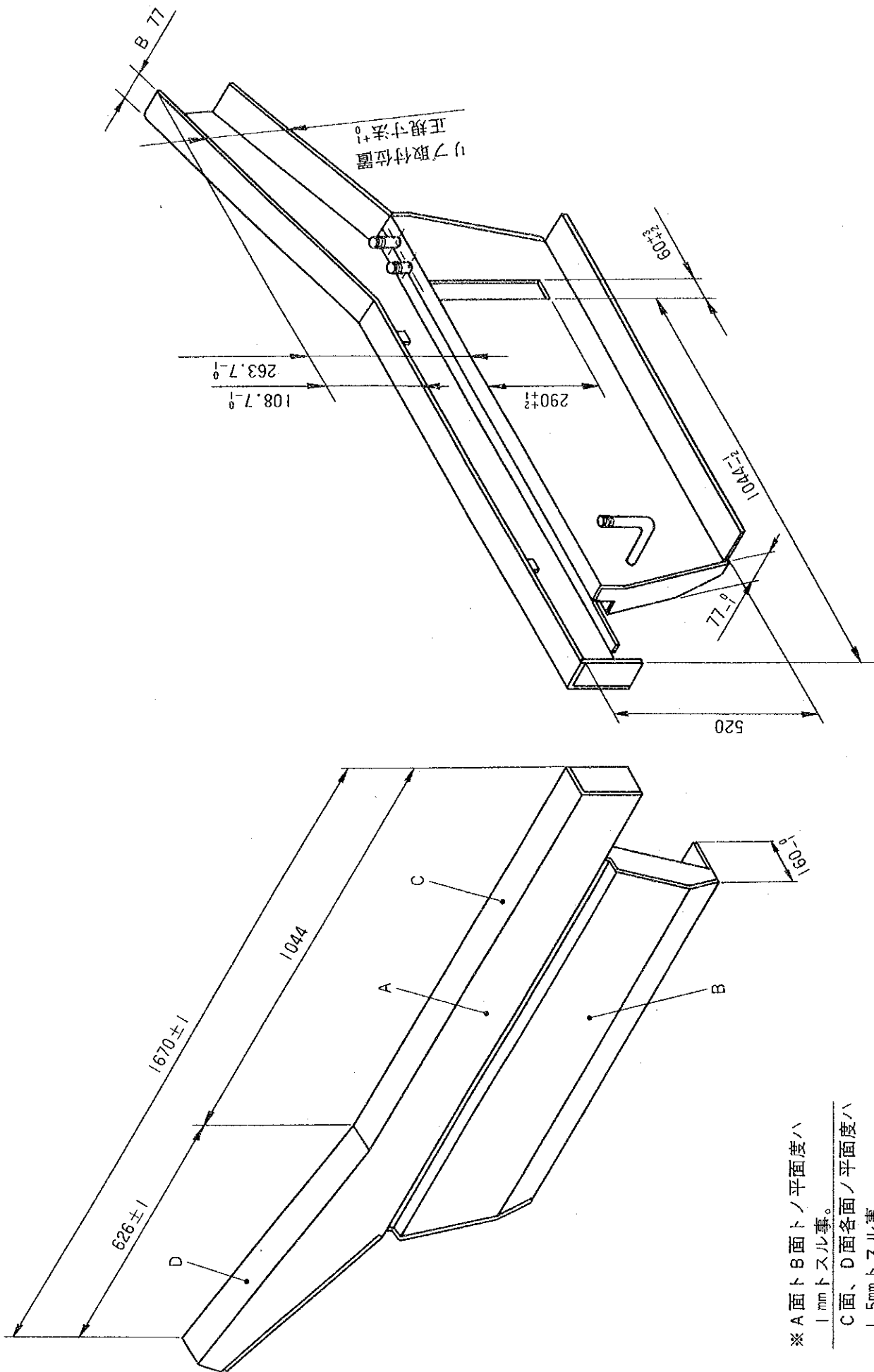
フレームCOMPとオイルタンクは錆除去のためにパーカー処理される。さらにドライブ固定のブラケットの仮組と溶接を実施する。

2) フレームASSY仮組工程

フレームASSY仮組治具上にフレーム部材を取付け、仮溶接を行ってフレームASSYの仮組を行う。組み込まれる主な部材を下記する。

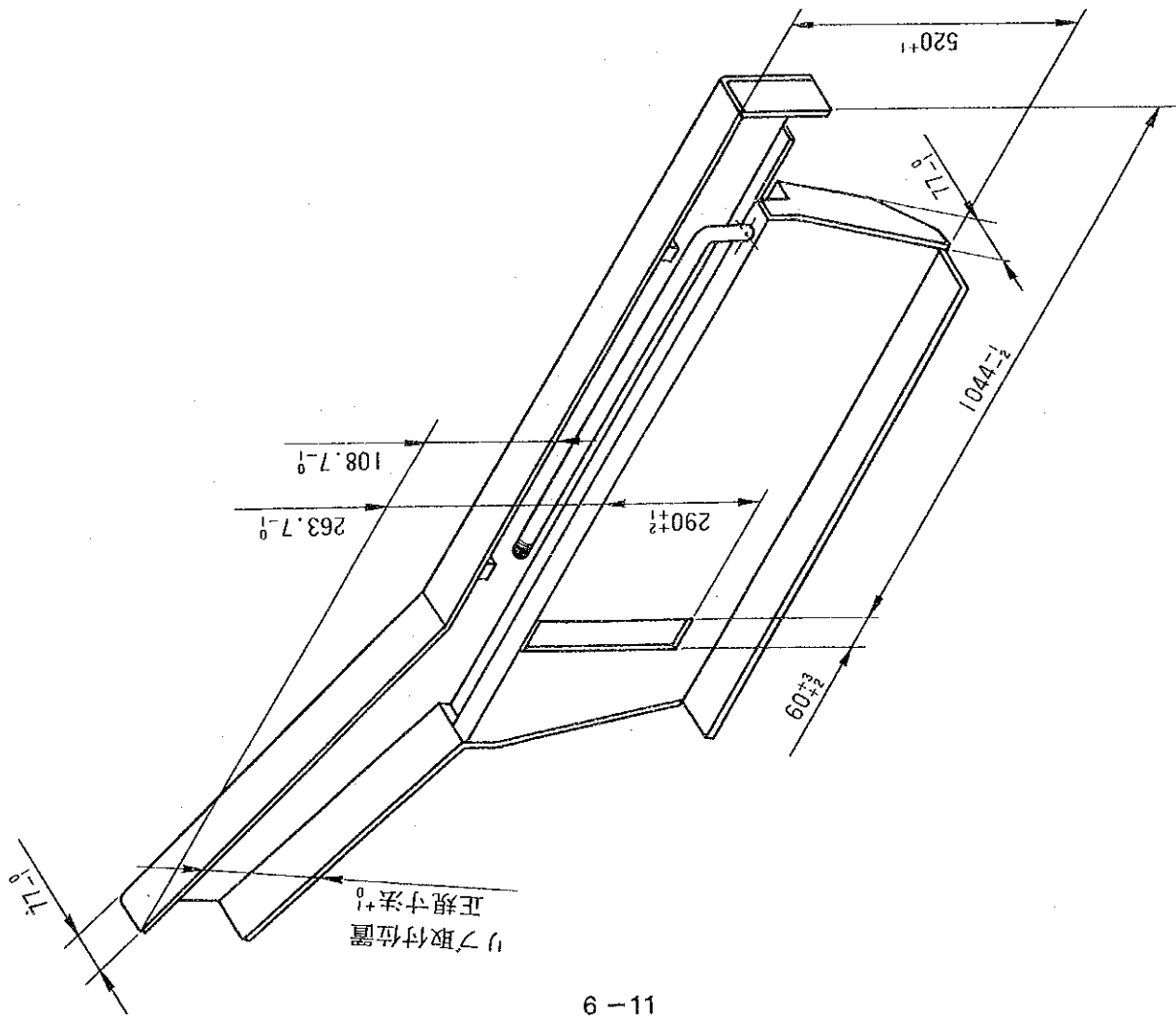
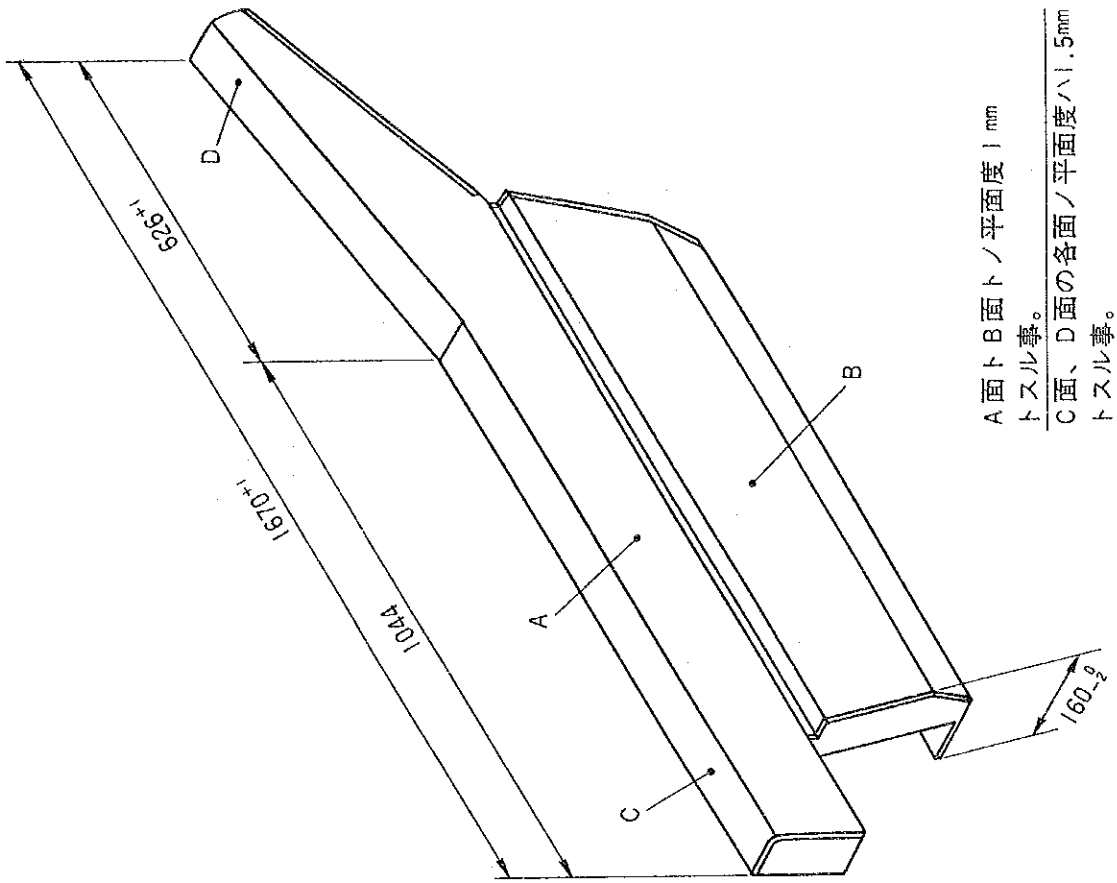
- (1) フレーム (L) COMP (図 6-1-2 参照)
- (2) フレーム (R) COMP (図 6-1-3 参照)
- (3) オイルタンク (図 6-1-4 参照)
- (4) ドライブ固定ブラケット (図 6-1-5 参照)
- (5) ドライブサポート (RおよびL) (図 6-1-5 参照)
- (6) フレーム前面関係部材 (図 6-1-6 参照)
- (7) リヤフレーム関係部材 (図 6-1-7 参照)
- (8) リヤプレート (図 6-1-8 参照)
- (9) バッテリ底板 (図 6-1-6 参照)
- (10) 補強用メンバ (図 6-1-6 参照)

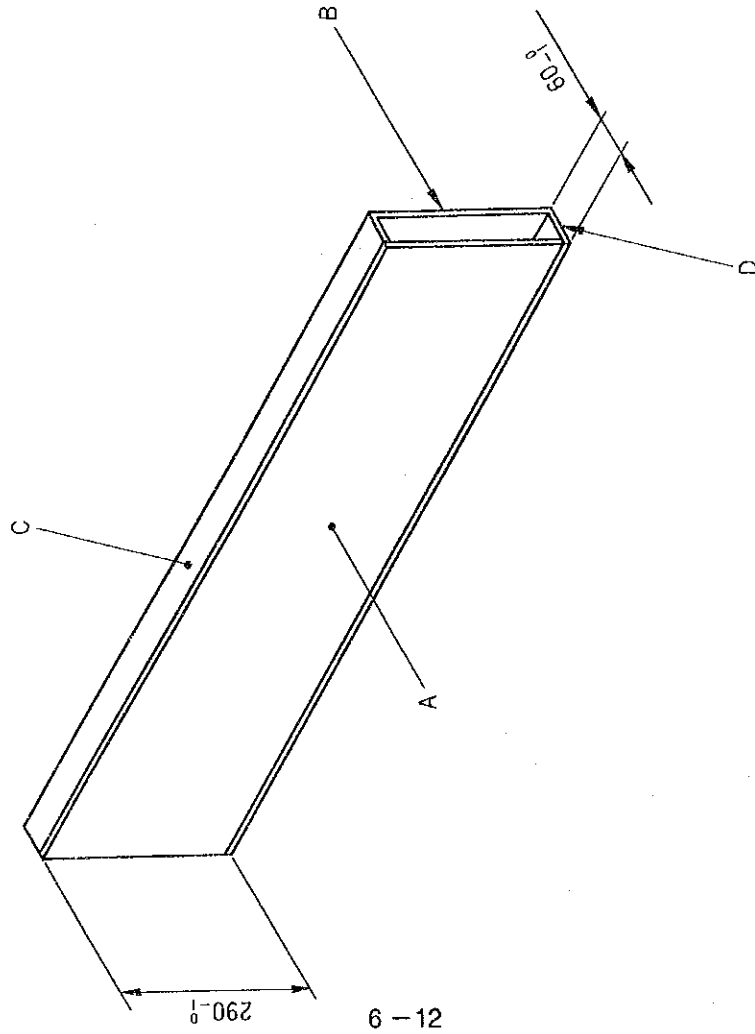
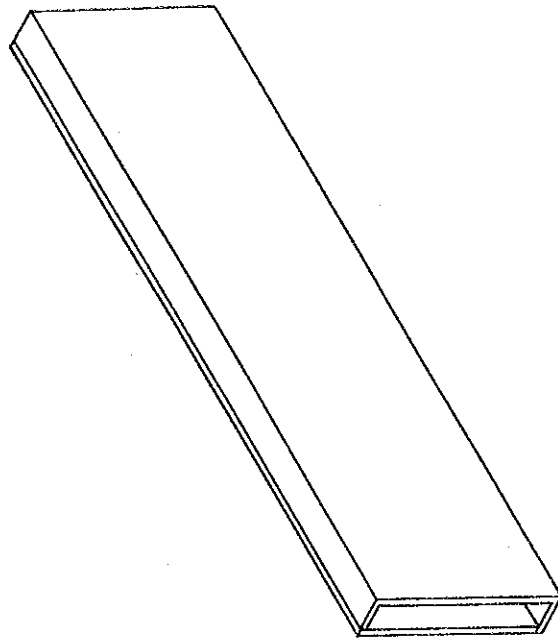
上記各図面には公差が示されている。



※ A面トB面トノ平面度ハ
 1mmトスル事。
 C面、D面各面ノ平面度ハ
 1.5mmトスル事。

図6-1-2 7L-△(L)COMP

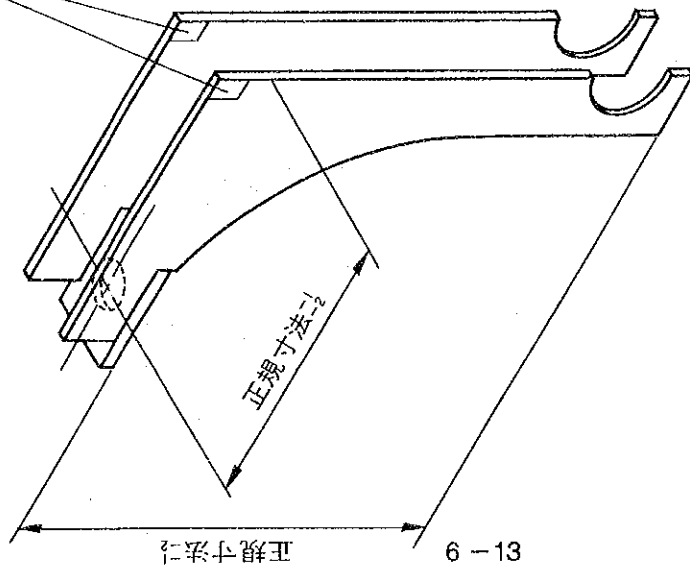




- ・各面トモ平面度1mmトスル事。
- ・A面トB面及ビC面トD面ノ平行度ハ1mmトスル事。

図6-1-4 オイルタンク

直角度厳守ノコト



ドライブ固定ブラケット

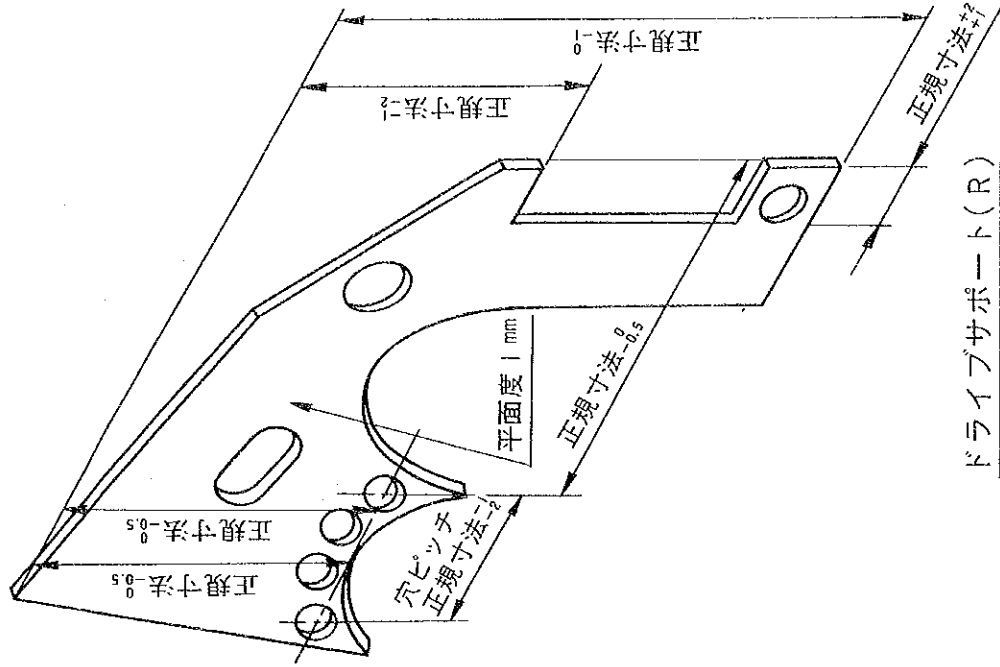
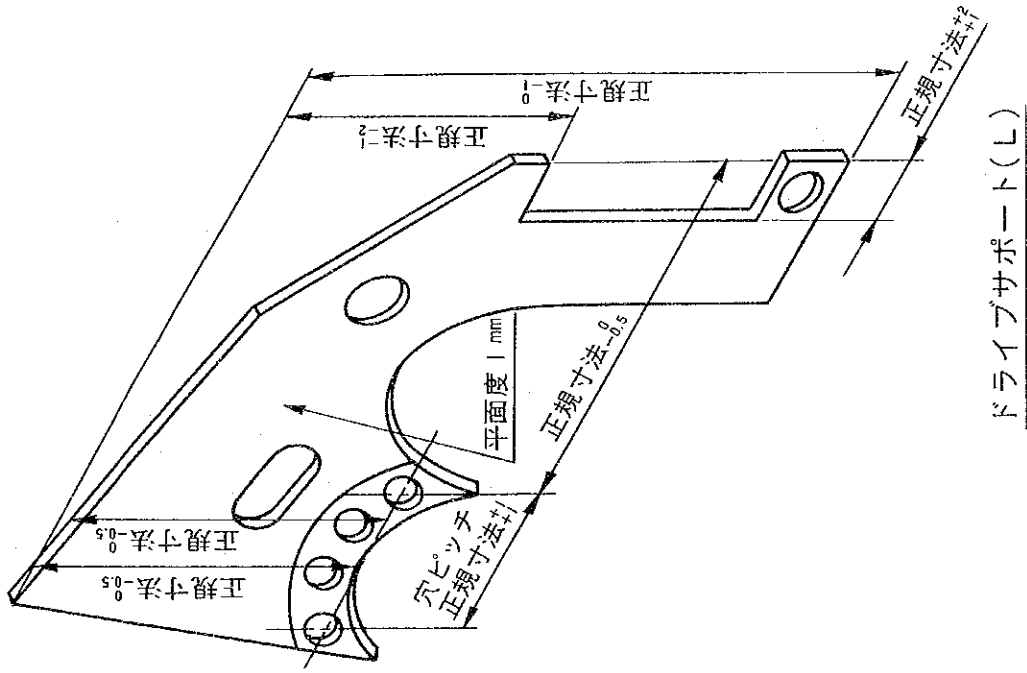


図6-1-5 ドライブ固定ブラケット、ドライブサポート(LおよびR)

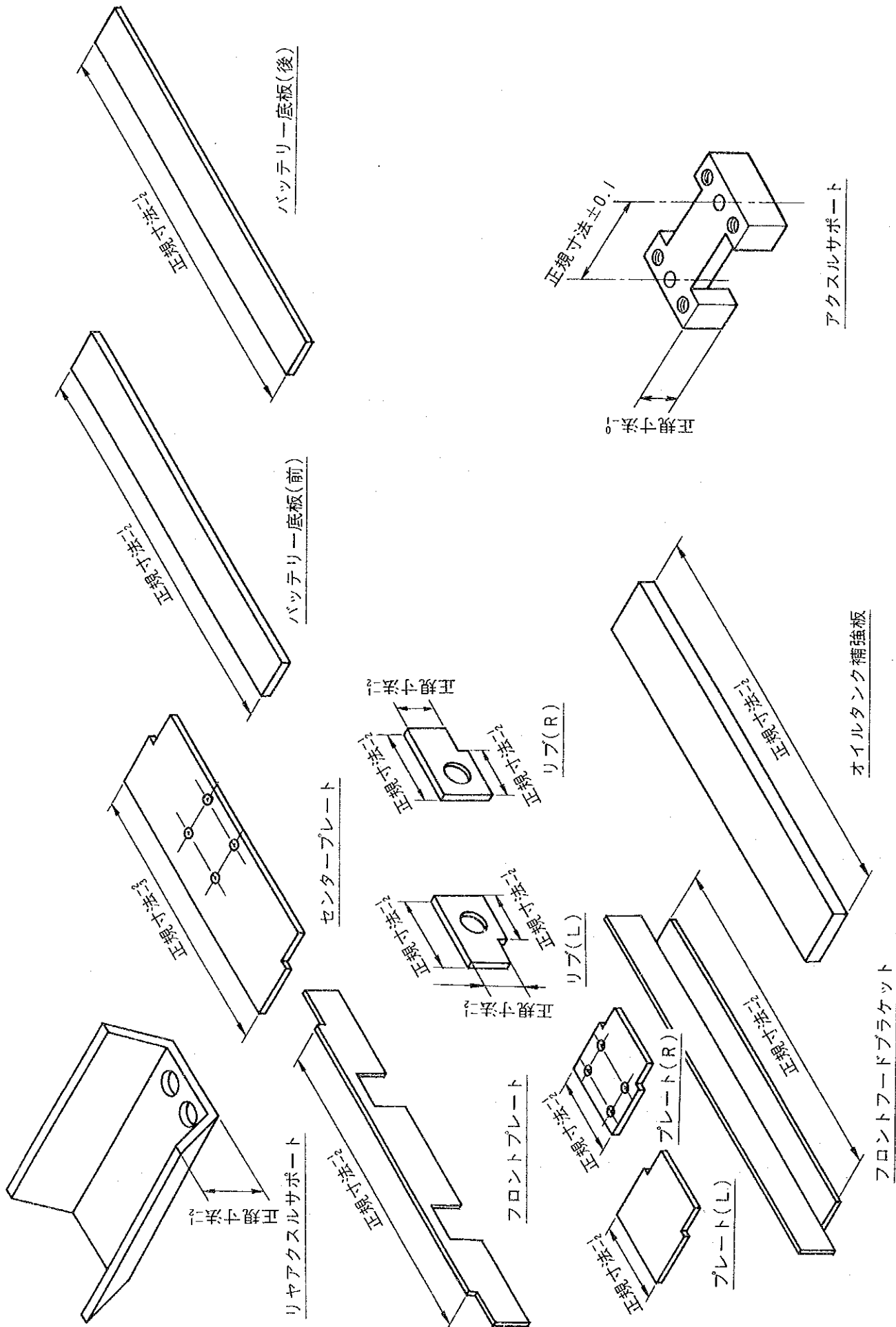


図 6-1-6 フレーム前面関係部材

※平面度 2 mm以下ノ事。

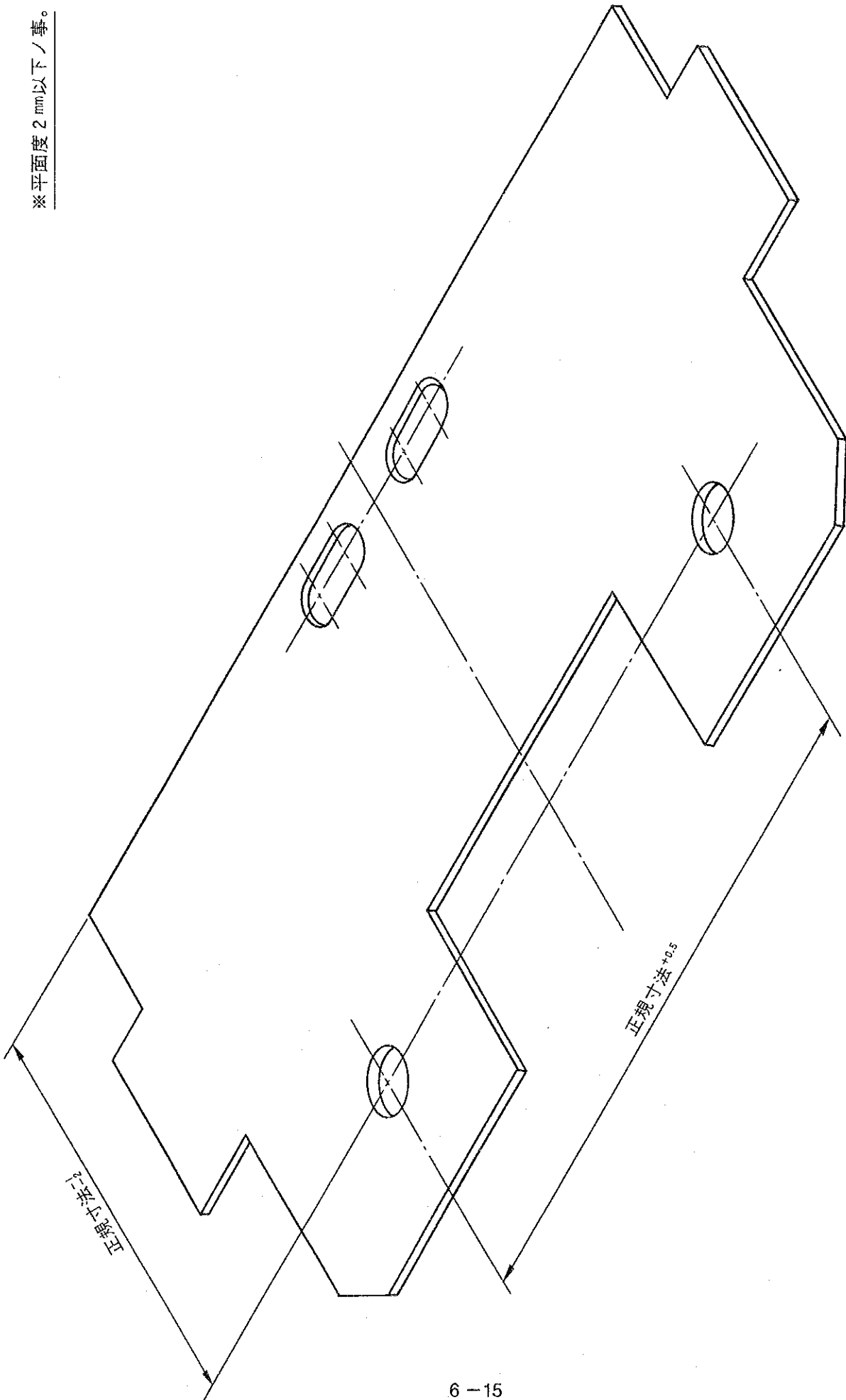


図 6-1-7 リヤフレンド

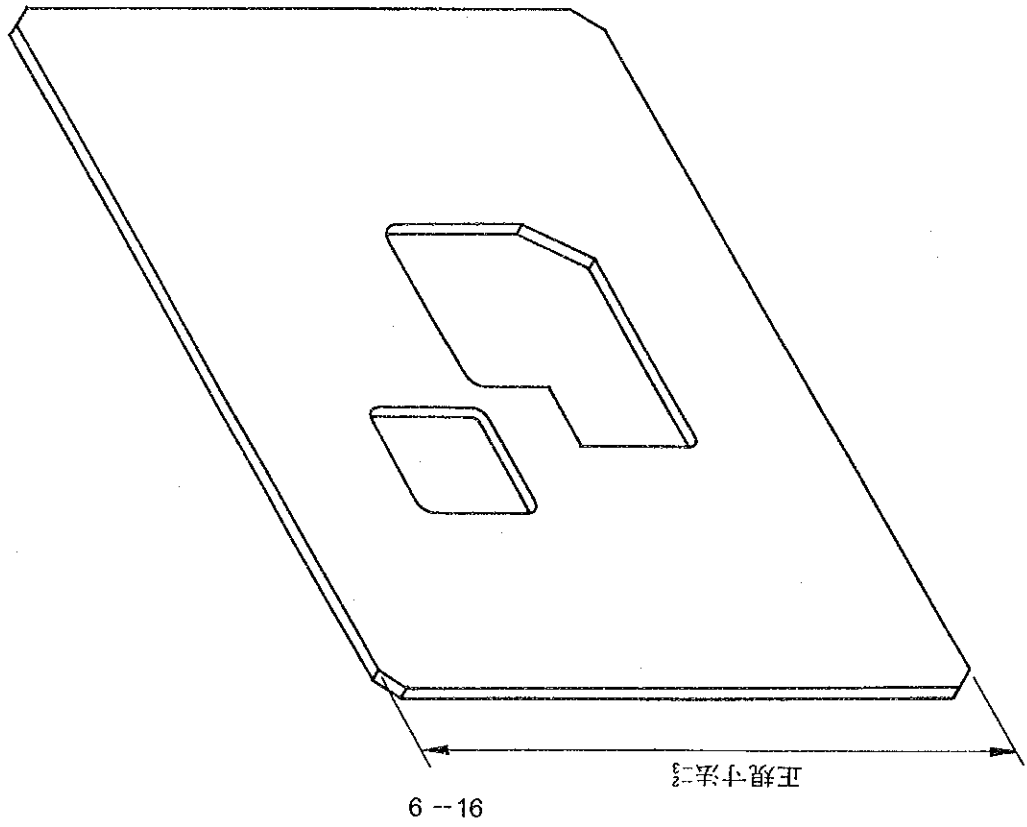
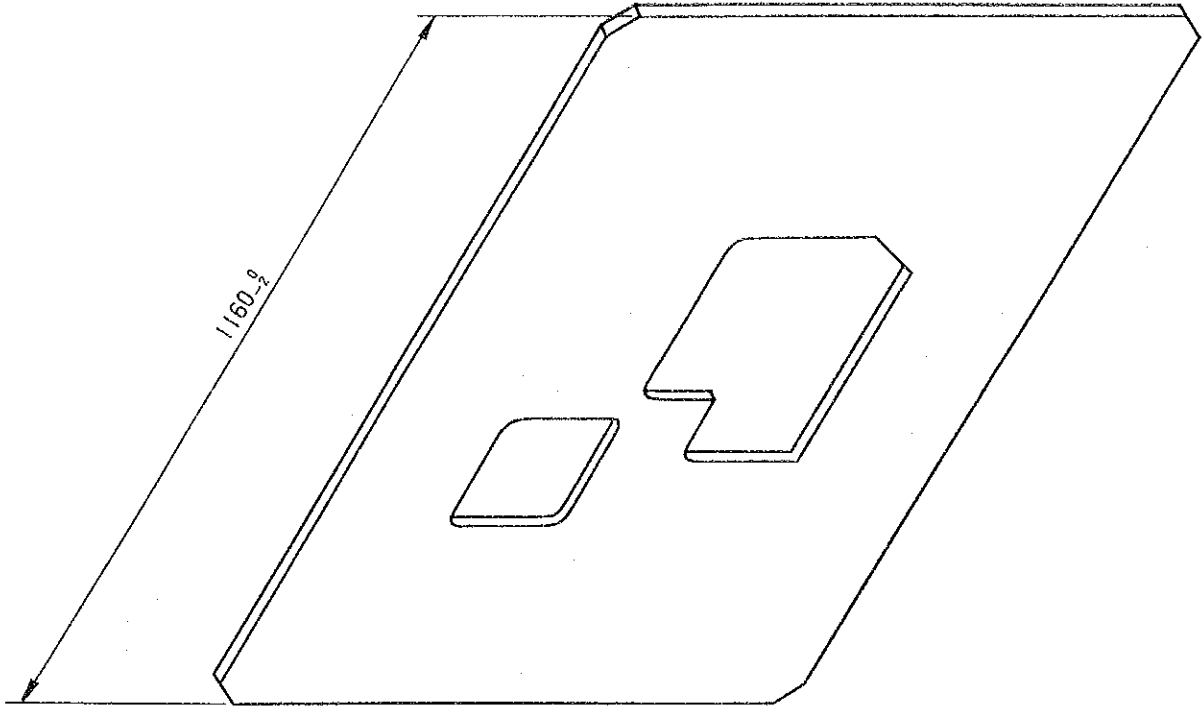


図 6-1-1-8 リヤプレート

平面度 1 mm トスル事。

フレームASSY仮組治具基準およびクランプ位置を図6-1-9に示す。

なお、フレームASSYは車体上下方向を逆向きで仮組する。車体上下方向を反転した仮組の利点としては

- (1) フレーム (L) COMP、フレーム (R) COMPの車体上下方向寸法のバラツキを吸収し、フロア、フロントフードなどを精度よく取り付けられる(部材のバラツキを車体下方へ逃がすことが出来る)。
- (2) 車体を反転させる事により、溶接姿勢が良くなる部材が多い。

などがあげられる。

3) フレームASSY本溶接工程

仮組が終了したフレームASSYをクレーンで吊上げ、ポジショナーにセットして本溶接を行う。

フレームASSY本溶接工程では3軸昇降式ポジショナーを使用する。ポジショナー使用の利点としては

- (1) クレーンで反転させながら、溶接作業を行わなくてもよくなるため、作業の安全性が高い。
- (2) ポジショナーにて最適の作業姿勢で作業が可能となる。

などがあげられる。

4) オイルタンク漏れ検査工程

本溶接終了後のフレームASSYはクレーンで検査工程に運ばれ、タンクを密閉後リークメータを取付け、エア漏れの有無を確認する。エア漏れがない場合、COMP溶接後工程に送られる。エア漏れがある場合は、隣接するオイルタンク漏れ修正工程に送られる。

5) オイルタンク漏れ修正工程

フレームASSYをポジショナーにセットし、オイルタンク内に2 kg/cm²のエア圧を

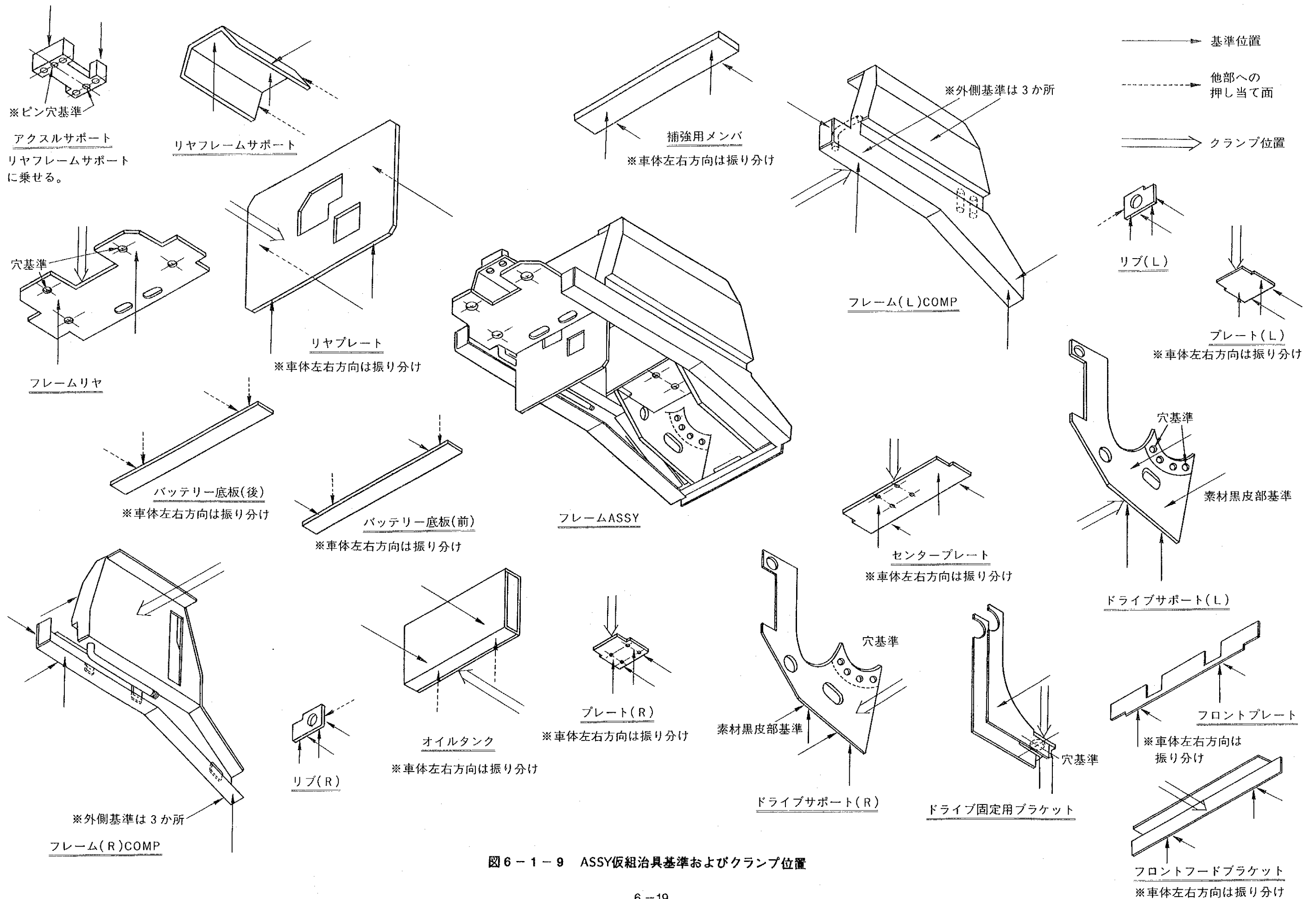


図6-1-9 ASSY仮組治具基準およびクランプ位置

かける。溶接部に石鹼水を塗布し、漏れ箇所のチェックを行い、漏れ箇所の溶接補修を行う。修正が完了したフレームはオイルタンク漏れ検査工程に戻され、再検査を受ける。

6) COMP溶接後工程

検査工程から運ばれたフレームASSYは、ポジションナー上で残りの部材（フロントフード、ティルトブラケット）が溶接される。

6-1-3 生産設備と人員配置

生産設備と人員配置を表6-1-1に示す。

治具以外の設備として

- (1) 簡易ホイストおよび電動走行クレーン：各4基
- (2) 溶接機およびワイヤ供給装置：8台
- (3) ワイヤ供給装置取付アーム：8台

を設置する。

6-1-4 設備配置

設備配置を図6-1-10に示す。COMP溶接工程は各部材の溶接工程が1ライン、フレームASSY仮組工程以降も1ラインとなっている。

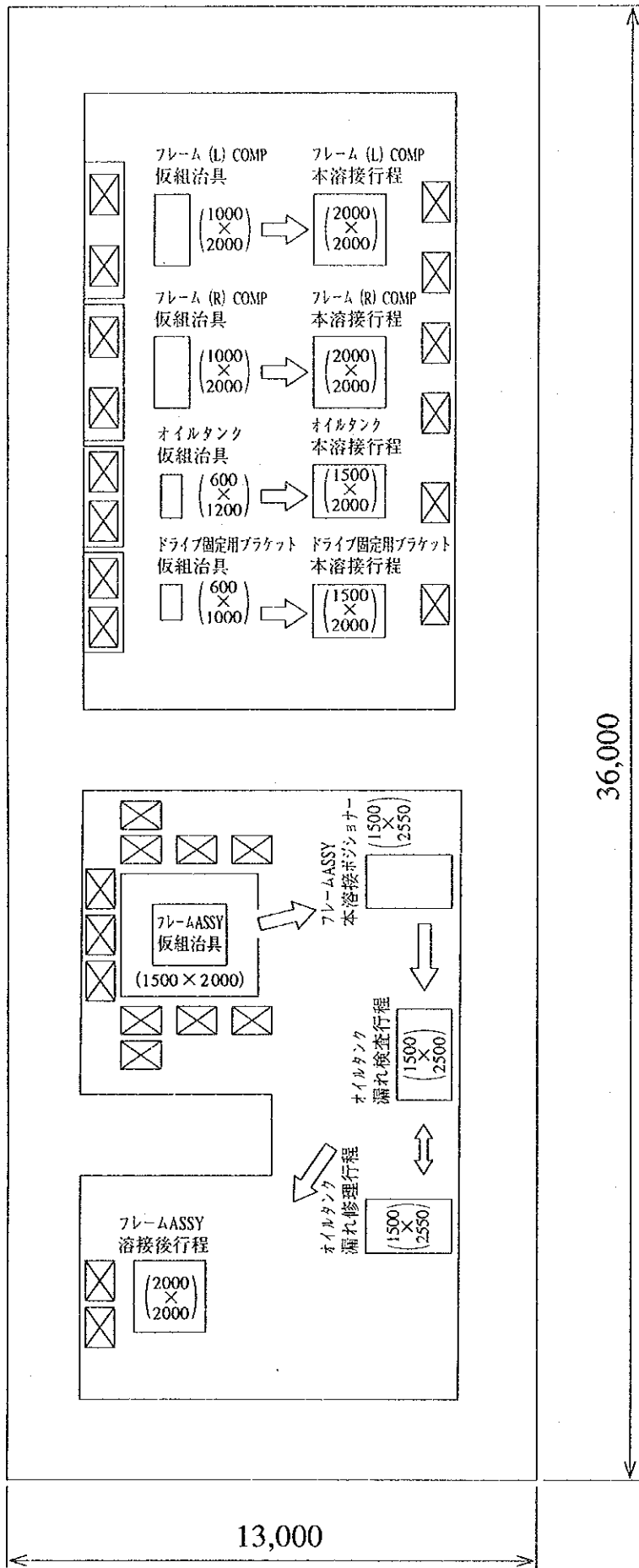


図 6 - 1 - 10 生産設備配置 (溶接工程)

表6-1-1 生産設備および人員配置 (溶接工程)

工 程	フレームASSY 溶接前工程	フレームASSY 仮組工程	フレームASSY 本溶接工程	オイルタンク漏れ検査・修正工程		フレームASSY 溶接後工程
				検査工程	修正工程	
必 要 設 備 ・ 治 具	① フレーム(L)COMP 仮組治具 ② フレーム(R)COMP 仮組治具 ③ オイルタンク 仮組治具 ④ ドライブ 固定ブラケット 仮組治具	① フレームASSY 仮組治具	① フレームASSY 本溶接 ポジションナー	① リークメーター	① ポジションナー	① ティルトブラケット 溶接治具
台 数	各1台 計4台	1台	1台	1台	1台	1台
1 台 当 り 時 間	1.84H	0.58H	0.75H	0.18H	0.75H	0.18H
人 員	3人	1人	1人	0.25人	1人	0.25人
備 考	1台当り時間 フレーム(L)COMP ・仮付0.31H ・本付0.40H フレーム(R)COMP ・仮付0.26H ・本付0.38H オイルタンク ・仮付0.05H ・本付0.33H ドライブ 固定ブラケット ・仮付0.08H ・本付0.03H	仮組治具はク ランプなどに エアシリン ダーを使用。		検査手順は下 記とする。 タンク密閉 ↓ エア注入 ↓ リークメータ ーセット ↓ エア圧確認	修正手順は下 記とする。 エア注入(2キロ) ↓ 溶接部に石鹼 水をハケ塗り ↓ エア漏れ箇所 をマーク(タ ンク全体のエ ア漏れ箇所マ ーク) ↓ エア抜き ↓ マーク部の溶接修 正(5ヶ所と仮定)	

※生産台数……250 (台/月)、就業時間……188 (H/月) と設定した。

6-1-5 必要設備電源

設備に必要な電源は下記の通りである

本溶接用・検査用ポジショナー	……	10KVA	2箇所
クレーン電源	……	10KVA	8箇所
溶接機	……	20KVA	8箇所
	計	10KVA	10箇所
		20KVA	8箇所

ただし、エアー・照明などの電源は含まない。

6-1-6 設備投資額

表6-1-2に設備投資額をまとめた。設備投資額は約5,000万円である。

表6-1-2 設備投資額（溶接工程）

項 目	単 価	数 量	小 計
フレーム(L)COMP仮組治具	1,000,000	1式	1,000,000
フレーム(R)COMP仮組治具	1,000,000	1式	1,000,000
オイルタンク仮組治具	500,000	1式	500,000
ドライブ固定ブラケット仮組治具	500,000	1式	500,000
フレームASSY仮組治具	10,000,000	1式	10,000,000
フレームASSY本溶接ポジショナー	7,500,000	1式	7,500,000
オイルタンク漏れ検査用リークメーター	500,000	1式	500,000
オイルタンク検査ポジショナー	7,500,000	1式	7,500,000
ティルトブラケット溶接治具	100,000	1式	100,000
溶接機およびワイヤ供給装置	500,000	8台	4,000,000
ワイヤ供給装置取付アーム	300,000	8台	2,400,000
簡易ホイスト	500,000	4基	2,000,000
電動走行クレーン（クレーンヤード込）	2,000,000	4基	8,000,000
工場内電源供給	5,000,000	1式	5,000,000
＜ 合 計 ＞			50,000,000

注) 上記価格は日本における価格の概算見積である。

6-2 金属切削加工工程（リヤアクスル）

6-2-1 リヤアクスル加工の概要

現状の常州フォークリフト工場の金属切削加工は、全般的に汎用機を使用している。そのため多工程、多面加工が多く、加工精度を出すための基準面作り（捨て削り）があまりにも多い。この事は加工に時間が掛かるだけでなく、溶接された部分まで削っている場合もあり、部品そのものの強度さえ疑わしいものもある。本来捨て削りは加工が終われば不必要な工程だけに、最初から削らないで加工ができる事が最良である。

リヤアクスルの溶接工程は本調査の検討外であるが、溶接工法から検討をしないと加工時間の短縮につながらない。

そこで、溶接工程の溶接手順を変え、アクスルシャフトをプレートに先に圧入溶接する（当工場では、この部分は機械加工後、最後に溶接しており、ボスの裏側など、溶接がやりにくいものと思われる）。

本調査で提案する溶接加工工程では、溶接治具（詳細は6-2-2参照）を用いた溶接を行ってリヤアクスルCOMPにする。このCOMPした状態でショットブラスト→塗装を行う。アクスルシャフトの機械加工部分については、ゴムキャップなどでショット玉、塗料が付かないように保護する。機械加工後に、ショット、塗装を行う場合は、マスキングに時間が掛かる（加工後であれば加工面にショットによるキズ、塗料の付着などが発生しないような配慮が必要）。

塗装完了後機械加工を行うが、最終組立工程の車体に取り付くアクスルシャフトを基準にした加工用治具を製作し、後工程はすべてこのアクスルシャフト部が基準になる。

マシニングセンタ（既存のイタリア製）はパレットチェンジャー付なので、テーブルが2面ある。加工工程は加工箇所の関係により、2面治具、2工程で加工を完了させていく。

工程は、次の通りである。

第一工程：マシニングセンタではキングピンボス部の加工（6-78ページ写真参照）

第二工程：マシニングセンタではステアリングシリンダー取り付け部の加工
この方法であれば、捨て削りは一切なく、ムダな加工もなくなる。

6-2-2 加工工程

図6-2-1にリヤアクスルCOMP製作工程図を示す。製作工程は以下の6工程に大別される。

- (1) 工順1：アクスルシャフト圧入、溶接
- (2) 工順2：アクスルCOMP仮組、仮付
- (3) 工順3：アクスルCOMP本溶接
- (4) 工順4：塗装（6-6参照）
- (5) 工順5：アクスルCOMP機械加工第一工程
- (6) 工順6：アクスルCOMP機械加工第二工程

各工程の加工手順を表6-2-1(a)～(f)に示す。なお工順4の塗装工程については6-6に述べた。

6-2-3 生産設備と人員配置

表6-2-2に生産設備と所要人員を示した。60tプレス、炭酸ガスアーク溶接機、横型マシニングセンタは既設であり、仮組治具と取付治具が新設となる。

人員は溶接工が2名、マシニングセンタに1名必要である。

6-2-4 設備配置

設備は既設のものを利用する。

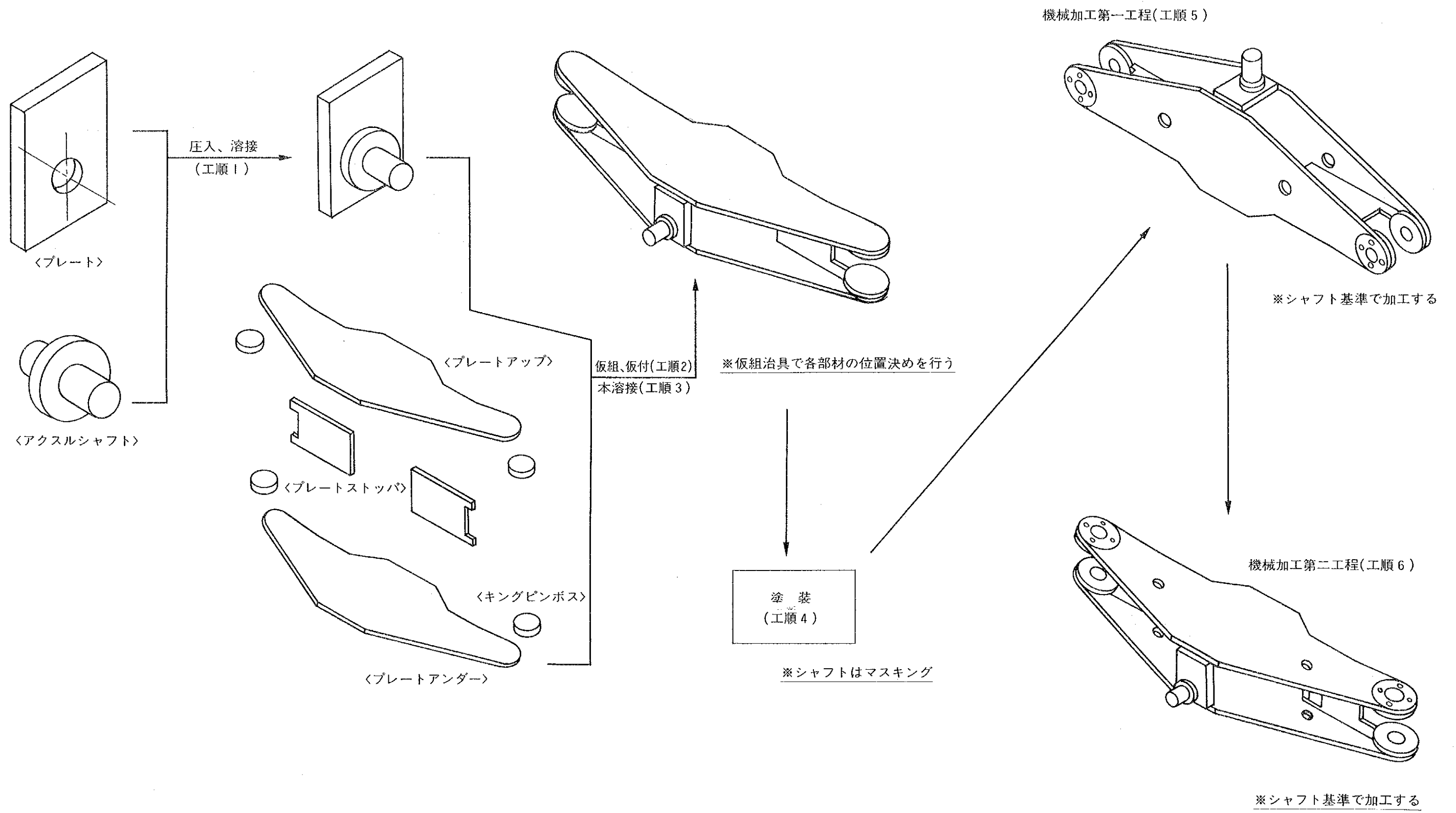


図6-2-1 リヤアクスルCOMP製作工程図

表6-2-1(a) アクスルCOMP製作手順書

工 順	1	作業内容	アクスルシャフト 圧入、溶接
		<p>128 (マイナス)</p> <p>先加工</p> <p><プレート></p> <p>公差 17</p> <p>公差 16</p> <p><アクスルシャフト></p> <p>すき間をあげないこと</p>	
1. 作業		<p>①プレートにアクスルシャフトをプレスにて圧入する。</p> <p>②プレートとアクスルシャフトを溶接する。</p>	
2. 設備		<p>①20t以上のプレス (既設60tプレスを流用)</p> <p>②炭酸ガスアーク溶接機</p>	
3. 投資額			

表6-2-1(b) アクスルCOMP製作手順書

工 順	2	作業内容	アクスルCOMP 仮組、仮付
1. 作業	<p>①治具にプレートアングをセットする。</p> <p>②キングピンボス位置決めユニットの左右方向の位置決めをA₁及びA₂のバルブにて行う。</p> <p>③プレート位置決めユニットに“プレートにアクスルシャフトを溶接したもの”をトグルクランプにて固定する。</p> <p>④プレート位置決めユニットをCのバルブにて行う。</p> <p>⑤プレートストッパー位置決めユニットの位置決めをB₁及びB₂のバルブにて行う。</p> <p>⑥プレートストッパーをプレートストッパー位置決めユニット先端のマグネットに取り付ける。</p> <p>⑦プレートアッパーをセットする。</p> <p>⑧上記の位置決めセットが終了後仮付けを行う。</p> <p>⑨キングピンボス位置決めユニットにキングピンボスを当てハンドバイスにて固定し仮付を行う。(4ヶ所)</p>		
2. 設備	<p>①アクスルCOMP仮組治具</p> <p>②炭酸ガスアーク溶接機</p>		
3. 投資額	<p>①アクスルCOMP仮組治具： 3,000千円</p>		

表6-2-1(c) アクスルCOMP製作手順書

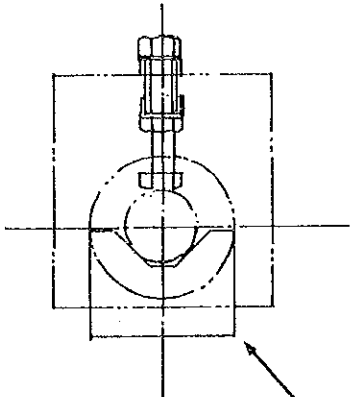
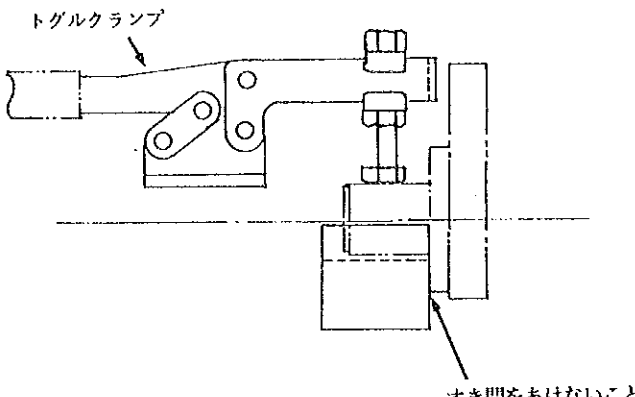
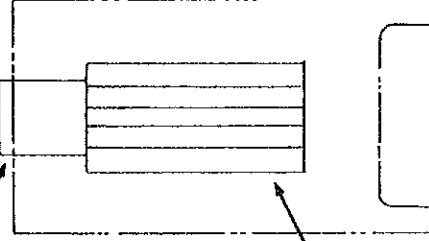
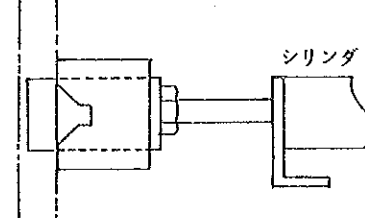
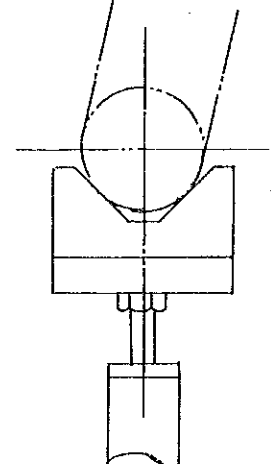
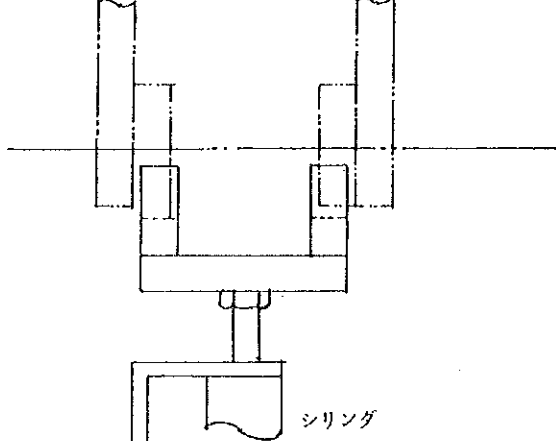
工 順	2-付	作業内容	アクスルCOMP 仮組、仮付
<p>アクスルCOMP 仮組治具 詳細追記</p>			
<p>①プレート 位置決めユニット</p>			
 <p>Vブロック</p>		 <p>トグルクランプ</p> <p>すき間をあげないこと</p>	
<p>②プレートストップ 位置決めユニット</p>			
 <p>横方向位置決め</p> <p>マグネット</p>		 <p>シリンダ</p>	
<p>③キングピンボス 位置決めユニット</p>			
		 <p>シリンダ</p>	

表6-2-1(d) アクスルCOMP製作手順書

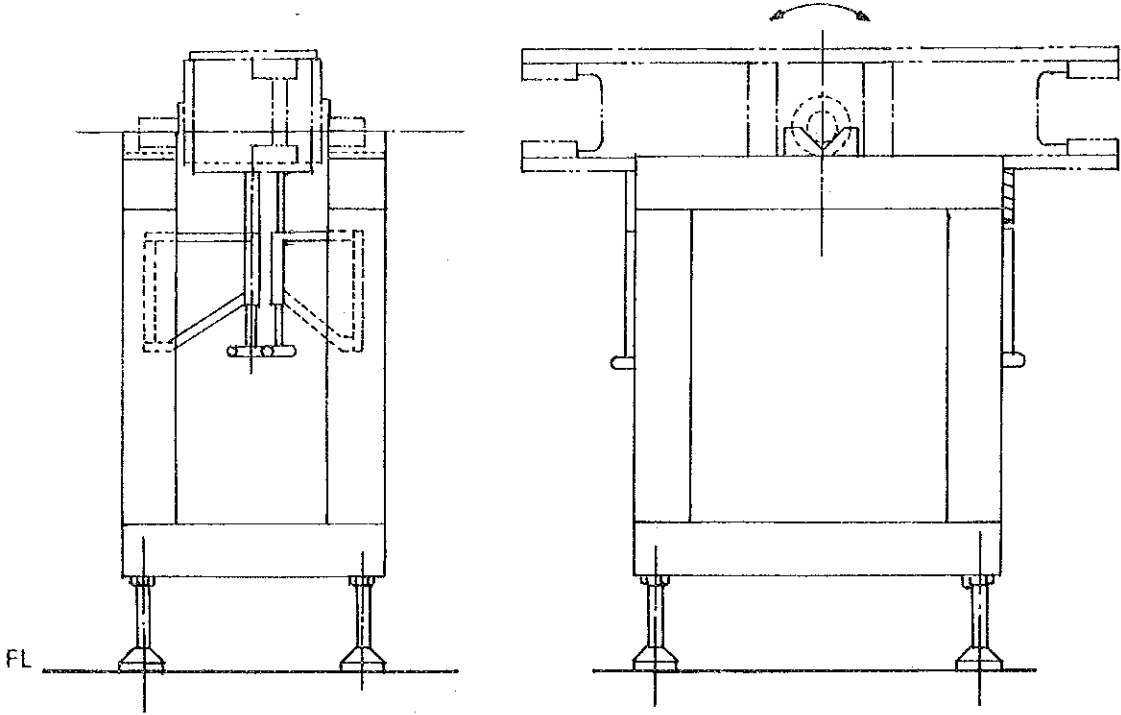
工 順	3	作業内容	アクスルCOMP 本付
			
1. 作 業	<p>①仮付されたアクスルCOMPを本付治具にセットする。</p> <p>②アクスルCOMPを反転させながら、溶接を行う。</p>		
2. 設 備	<p>①アクスルCOMP本付治具</p> <p>②炭酸ガスアーク溶接機</p>		
3. 投資額	<p>①アクスルCOMP本付治具： 200千円</p>		

表6-2-1(e) アクスルCOMP製作手順書

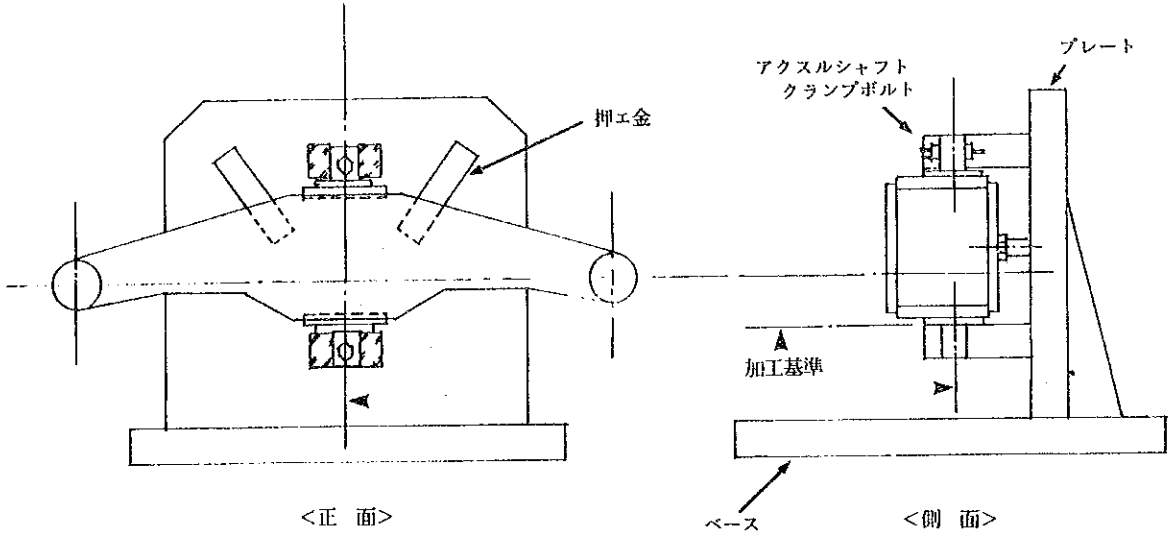
工 順	5	作業内容	アクスル機械加工第一工程
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p style="text-align: center;">注 シャフトの芯がマシンのテーブルと直角になるように治具をセッティングする。 (6-73、6-74ページ写真参照)</p>			
1. 作 業	<p>①アクスルCOMP加工治具にアクスルCOMPをセットする。</p> <p>②治具プレートとアクスルCOMPが平行になるようジャッキボルトで調整する。</p> <p>③アクスルシャフトを正面からボルトで押し固定する。</p> <p>④アクスルCOMPの治具プレートに近い方のプレートを押エ金で固定する。</p> <p>⑤マシニングセンタで加工する。</p>		
2. 設 備	<p>①アクスルCOMP加工専用治具</p> <p>②横型マシニングセンタ (既設)</p>		
3. 投資額	<p>①アクスルCOMP加工専用治具： 500千円</p>		

表6-2-1(f) アクスルCOMP製作手順書

工 順	6	作業内容	アクスル機械加工第二工程
<div style="text-align: center;"> </div> <p>注 シャフトの芯がマシンのZ軸と平行になるように治具をセッティングする。</p>			
1. 作 業	<p>①アクスルCOMP加工治具にアクスルCOMPをセットする。 ②アクスルシャフトを上からボルトで押し固定する。 ③アクスルCOMPの治具ベースに近い方のプレートを押エ金で固定する。 ④マシニングセンタで加工する。</p>		
2. 設 備	<p>①アクスルCOMP加工専用治具 ②横型マシニングセンタ (既設)</p>		
3. 投資額	<p>アクスルCOMP加工専用治具： 300千円</p>		

表 6 - 2 - 2 生産設備および所要人員（リヤアクスル加工）

条件：3,000台/年 (10台/日)

工順	作業内容	生産設備	所要人員	工数
1	溶接① プレートとアクスルシャフト 圧入・溶接	<ul style="list-style-type: none"> ・60tプレス (既設) ・炭酸ガス アーク溶接機 (既設) 	1名	0.20H/台 (2.00H/日)
2	溶接② アクスルCOMP仮組・仮付	<ul style="list-style-type: none"> ・アクスルCOMP 仮組治具 ・炭酸ガス アーク溶接機 (既設) 		0.25H/台 (2.50H/日)
3	溶接③ アクスルCOMP本溶接	<ul style="list-style-type: none"> ・炭酸ガス アーク溶接機 (既設) ・アクスルCOMP 本付治具 	1名	0.50H/台 (5.00H/日)
4	ショット・塗装	<ul style="list-style-type: none"> ・塗装ライン 		別途
5	機械加工①	<ul style="list-style-type: none"> ・横型マニシング センタ (既設) ・取付治具 	1名	0.75H/台 (7.50H/日)
6	機械加工②	<ul style="list-style-type: none"> ・横型マニシング センタ (既設) ・取付治具 		0.40H/台 (4.00H/日)

6-2-5 設備投資額

以下に設備費を示した。

アクスルCOMP仮組治具	3,000,000円
アクスルCOMP本付治具	200,000円
マシニングセンタ取付治具（工順5）	500,000円
マシニングセンタ取付治具（工順6）	300,000円
合計	4,000,000円

6-3 金属切削加工工程（扇形板）

6-3-1 扇形板加工の概要

3トン用フォークリフトの扇形板の素材はSS材で、1トン、2トン用の扇形板の素材の鋳鋼から比べれば、加工難易度は比較的低い。したがって、設備機械も既存の設備の中で検討し、治具についてもそれほど大きなものは必要としない。以下に加工工程の概要を示す。

1) 素材

鉄板をアイトレーサで姿切りに切断するが、原則として $\phi 50$ (mm) 以上の穴はアイトレーサで切る。そのため、 $\phi 86$ (mm) の穴は11mmの取り代を付けて（平均削り代は片肉5mm） $\phi 75$ (mm) のガス切りを行う。

2) 旋盤加工①

4つ爪チャックで扇形板をチャッキング、穴3カ所、 $\phi 86$ 、 $\phi 90$ 、R130の部分加工する。

3) 旋盤加工②

面プレート（治具）を作り、第一工程で加工した $\phi 86$ 穴を基準に扇形板を取り付け、 $\phi 120$ 、R180を加工する。

4) 横中ぐり盤

旋盤で加工した穴を利用した治具を製作、扇形板を立てて取り付け、 $\phi 50$ 穴と $\phi 80$ のザグリの加工をする。

5) 立型フライス盤

インデックステーブルに扇形板を取り付け、幅20×深さ8-2カ所のミソの加工をする。

6) ラジアルボール盤

残ったM10タップ穴6カ所、 $\phi 22$ 、 $\phi 36$ の加工をする。

今回は検討はしていないが、4)、5)、6)の3工程で加工時間が約2.10時間掛かっており、マシニングセンタの能力があれば、横中ぐり盤の治具をそのままって行き、マシニングセンタで加工すれば加工時間は1/3ぐらいに短縮できる。

ボス（銷軸）については、丸材（熱処理付き）のため加工技術はそれほど難しいものではない。最終工程の研削盤のトイシの幅が50mm以上あると、トイシの前後方向でワークの寸法を比較的合わせ易いが、幅の小さいトイシであれば幅方向にスライドさせなければならず、寸法を揃えるのに少し時間が掛かる。

6-3-2 加工工程

図6-3-1に扇形板製作工程図を示す。製作工程は連接板加工工程と銷軸加工工程に大別され、最後にそれらを組み合わせて扇形板が作られる。

1) 連接板加工工程

連接板加工工程は以下の6つの工順で構成される。

- (1) 工順1：素材溶断
- (2) 工順2：旋削第一工程
- (3) 工順3：旋削第二工程
- (4) 工順4：機械加工第一工程（中ぐり盤）
- (5) 工順5：機械加工第二工程（フライス盤）
- (6) 工順6：機械加工第三工程（ラジアルボール盤）

各工順の手順を表6-3-1(a)～(f)に示す。

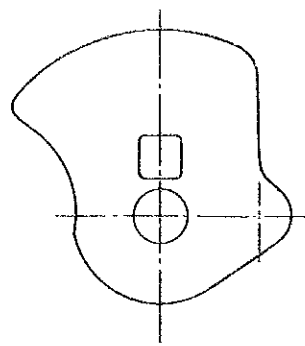
2) 銷軸加工工程

銷軸加工工程は以下の5つの工順で構成される。

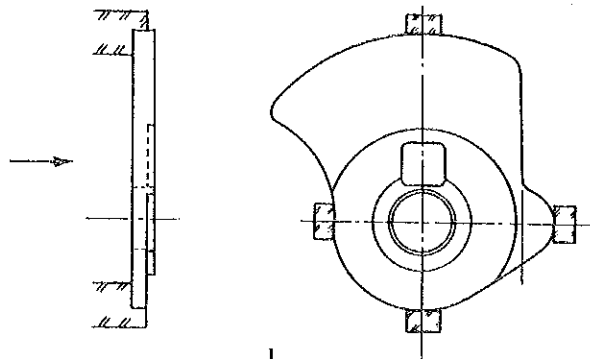
- (1) 工順1：素材・熱処理
- (2) 工順2：旋削第一工程
- (3) 工順3：旋削第二工程
- (4) 工順4：研削第一工程
- (5) 工順5：研削第二工程

各工順の手順を表6-3-2(a)～(e)に示す。

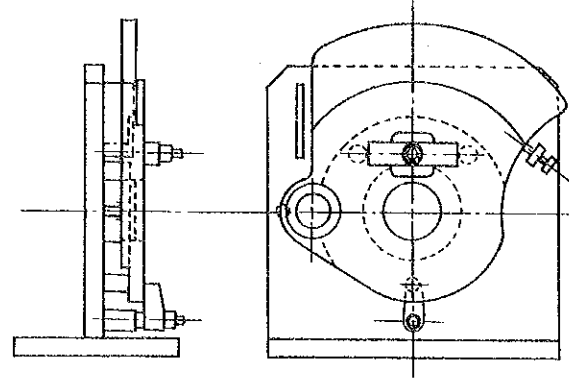
連接板加工工程
 素材溶断 (工順1)



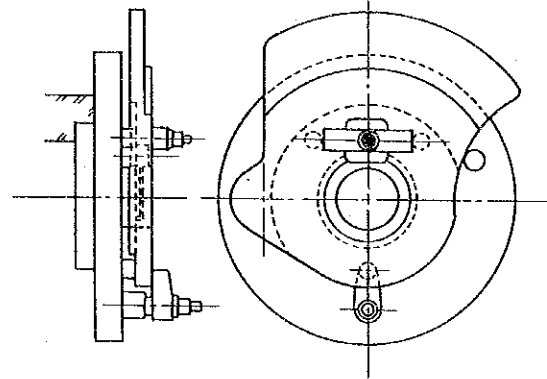
旋削第一工程 (工順2)



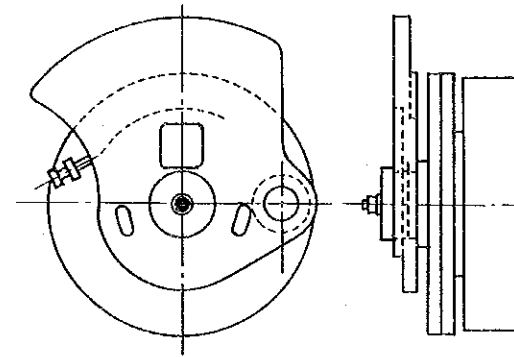
機械加工第一工程 (中ぐり盤、工順4)



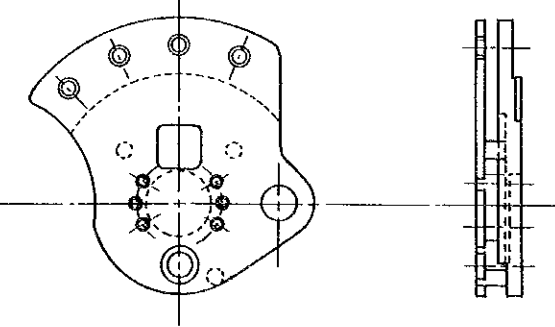
旋削第二工程 (工順3)



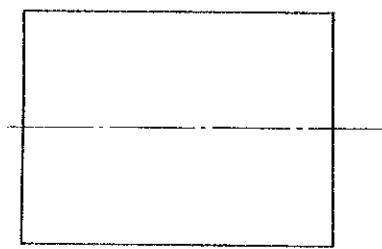
機械加工第二工程 (フライス盤、工順5)



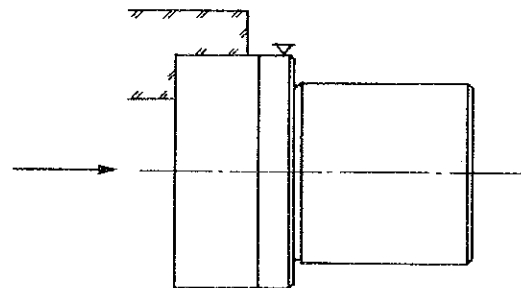
機械加工第三工程 (ラジアルボール盤、工順6)



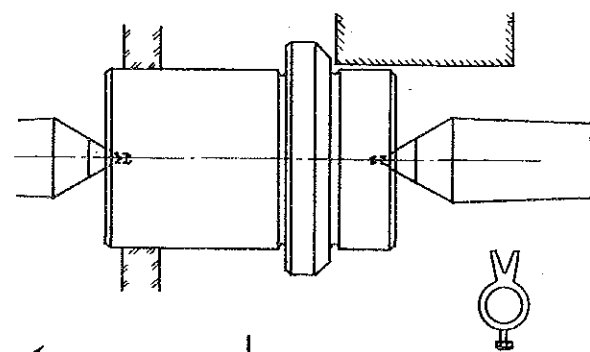
銷軸加工工程
 素材・熱処理 (工順1)



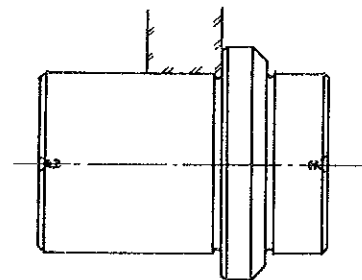
旋削第一工程 (工順2)



研削第一工程 (工順4)



旋削第二工程 (工順3)



研削第二工程 (工順5)

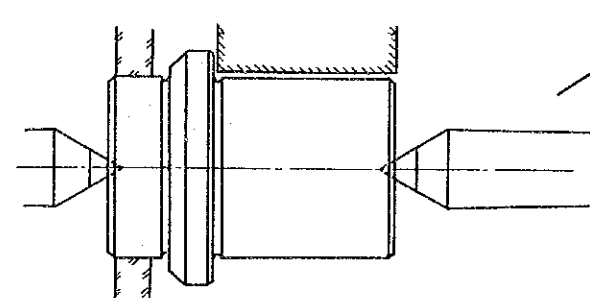


図6-3-1 扇形板製作工程図

各工程の詳細は表6-3-1、6-3-2を参照

表 6 - 3 - 1 (a) 連接板加工手順

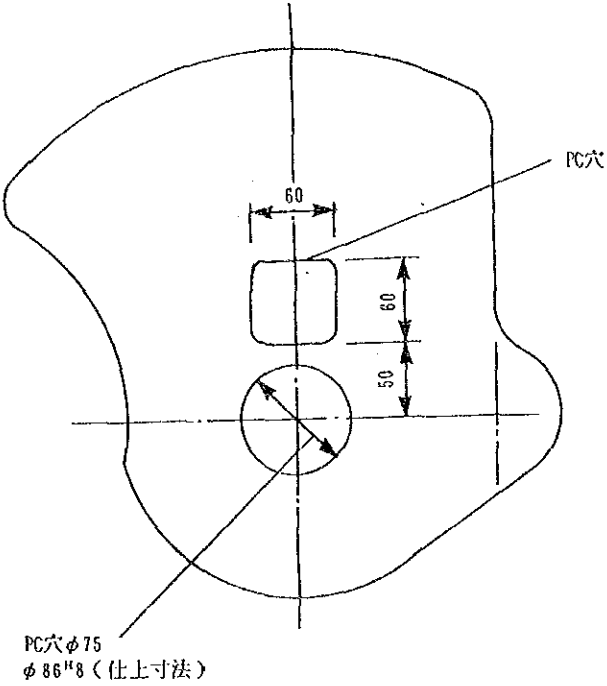
工 順	1	作業内容 素材溶断	連接板
			
1. 作 業	外形溶断の際に60×60の穴とφ86H8の下穴としてφ75の穴を明けておく。		
2. 設 備	アイトレーサ		
3. 投資額			
4. 工 数	0.2 ^h / 個 (0.4 ^h / 台)		

表 6 - 3 - 1 (b) 連接板加工手順

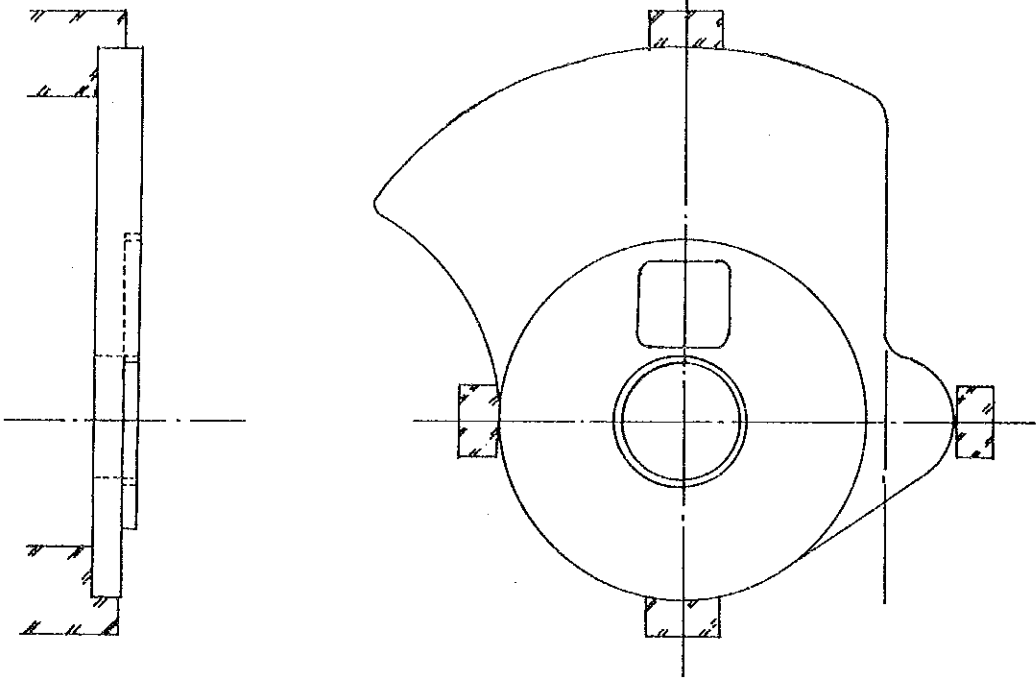
工 順	2	作業内容	旋削第一工程	連接板
				
1. 作 業	<p>①四ツ爪で芯を出しながら把握する。</p> <p>②内径φ86、外径φ90、R130の加工をする。</p> <p>加工に使用する工具は超硬ろう付バイトとし、荒削りはP30、仕上げはP10程度のもを使う。</p>			
2. 設 備	普通旋盤（既設）			
3. 投資額				
4. 工 数	0.4 ^H / 個 (0.8 ^H / 台)			

表 6 - 3 - 1 (c) 連接板加工手順

工 順	3	作業内容 旋削第二工程	連接板
1. 作 業	<p>①三ツ爪で面板治具を把握する。</p> <p>②面板治具のボスにφ86の穴を合わせ押エ金で固定する。</p> <p>③外径R180、φ120の個所を加工する。</p> <p>加工に使用する工具は超硬ろう付バイトとし、荒削りはP30、仕上はP10程度のものを使う。</p>		
2. 設 備	<p>①普通旋盤（既設）</p> <p>②面板治具</p>		
3. 投資額	<p>面板治具：100千円</p>		
4. 工 数	<p>0.4^h / 個 (0.8^h / 台)</p>		

表 6-3-1 (d) 連接板加工手順

工 順	4	作業内容	機械加工第一工程 (中ぐり盤)	連接板
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>(左側)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>(右側)</p> </div> </div>				
1. 作 業	<p>①治具のボスに合わせワークをセットする。</p> <p>②ワークの位置を調整ボルトで調整した後、ワークを固定する。</p> <p>④φ50穴とφ80ザグリの個所を加工する。</p>			
2. 設 備	<p>①横中ぐり盤 (既設)</p> <p>②連接板加工専用治具 (横中ぐり盤用)</p>			
3. 投資額	<p>連接板加工専用治具： 150千円</p>			
4. 工 数	<p>0.25^H / 個 (0.5^H / 台)</p>			

表 6 - 3 - 1 (e) 接続板加工手順

工 順	5	作業内容	機械加工第二工程 (フライス盤)	接続板
1. 作 業	<p>①フライス盤のテーブルにインデックスを固定する。 ②インデックスのテーブルに接続板加工治具を固定する。 ③治具のボスに合わせてワークを固定する。 ④ケガキの開始線と終了線の間をインデックスを回しながら加工する。</p>			
2. 設 備	<p>①立型フライス盤 (既設) ②インデックステーブル ③接続板加工専用治具 (フライス盤用)</p>			
3. 投資額	<p>①インデックステーブル (サーキュラーテーブル) : 500千円 ②接続板加工専用治具 : 100千円</p>			
4. 工 数	<p>0.3^h / 個 (0.6^h / 台)</p>			

表 6 - 3 - 1 (f) 連接板加工手順

工 順	6	作業内容	機械加工第三工程 (ラジアルボール盤)	連接板
1. 作 業	<p>①ワークに治具を2ヶ所のボスを合わせて乗せ、ラジアルボール盤のテーブルに固定する。 ②φ22、φ36のドリル加工を行う。 ③M10の下穴加工は差込みブッシュを使って加工し、タップ加工の時は差込みブッシュ無で加工する。</p>			
2. 設 備	<p>①ラジアルボール盤 (既設) ②面板治具 (ボール盤用)</p>			
3. 投資額	<p>面板治具 : 50千円</p>			
4. 工 数	<p>0.5^h / 個 (1.0^h / 台)</p>			

表 6 - 3 - 2 (a) 銷軸加工手順

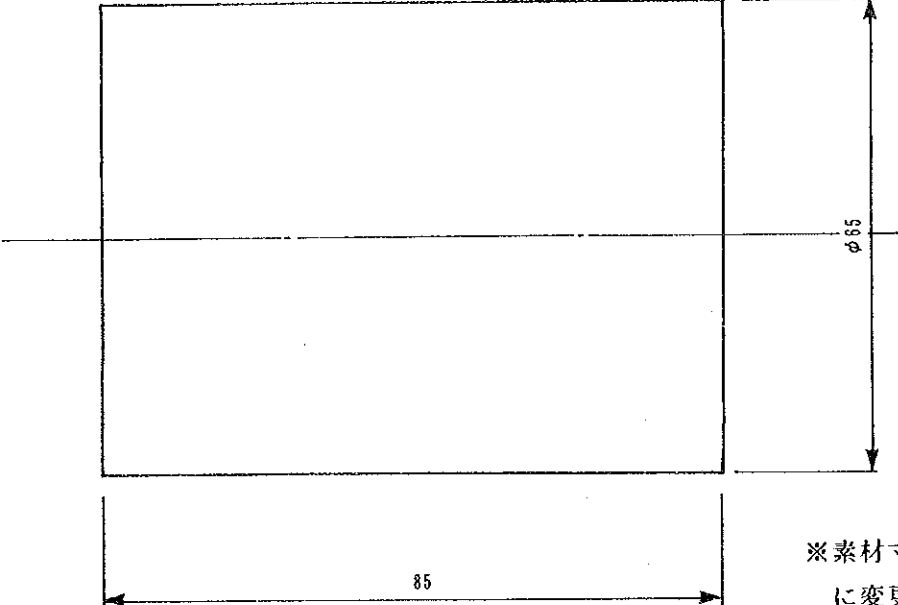
工 順	1	作業内容	銷軸
		<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;"> ※素材寸法 φ65×85 に変更 ※素材焼準に変更 </p>	
1. 作 業		①素材寸法 φ65×85 (現状φ70×100) で切断する。 ②素材焼準をする。(現状荒削り後調質)	
2. 設 備			
3. 投資額			
4. 工 数			

表 6 - 3 - 2 (b) 銷軸加工手順

工 順	2	作業内容 旋削第一工程	銷軸
<p>※図面に追記</p> <p>φ50.8 (研磨代 0.3mm)</p> <p>2×1</p> <p>12</p> <p>50</p>			
1. 作 業	<p>①三ツ爪で外形を把握する。</p> <p>②端面及び外形旋削加工。尚、外形φ50の箇所は研磨代として径で 0.3mm残し、それ以外は全て仕上げる。</p> <p>③センター穴を加工する。</p> <p>※旋削に使用する工具は超硬ろう付バイトを使う。</p>		
2. 設 備	普通旋盤 (既設)		
3. 投資額			
4. 工 数	0.3 ^H / 個 (0.6 ^H / 台)		

表 6 - 3 - 2 (c) 銷軸加工手順

工 順	3	作業内容 旋削第二工程	銷軸
1. 作 業	<p>①三ツ爪で外形を把握する。 ②端面及び外形旋削加工。尚、外形φ50の個所は研磨代として径で 0.3mm残し、それ以外は仕上げる。 ③センター穴を加工する。 ※旋削に使用する工具は、超硬ろう付バイトを使う。</p>		
2. 設 備	普通旋盤 (既設)		
3. 投資額			
4. 工 数	0.3" / 個 (0.6" / 台)		

表 6 - 3 - 2 (d) 銷軸加工手順

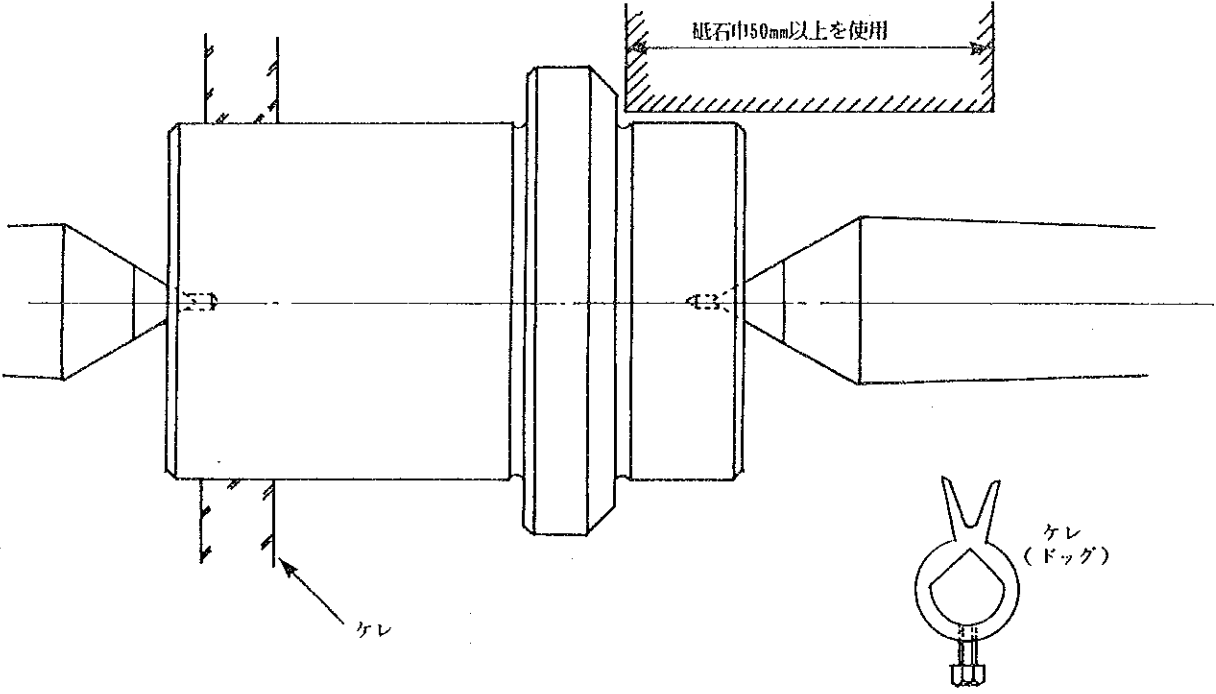
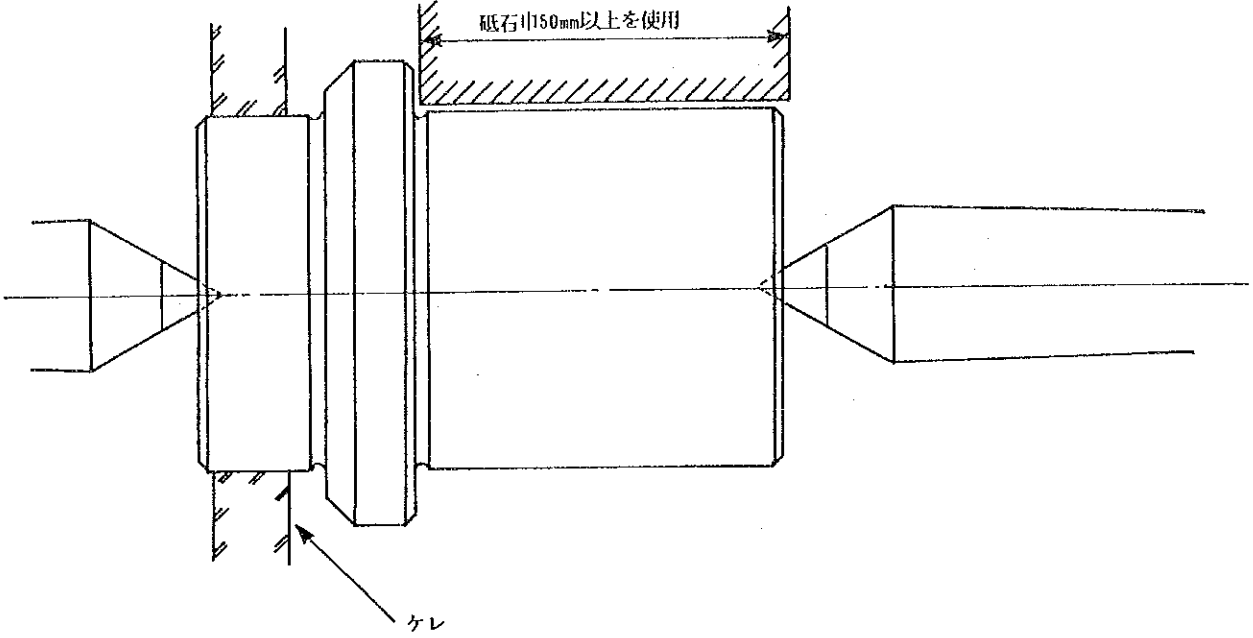
工 順	4	作業内容	研削第一工程	銷軸
				
1. 作 業	<p>①三ツ爪チャックで把握し心押しで押す。 ②外形φ50の個所を仕上げる。 ③ワークを左右逆につかみかえる。 ④外形φ50の個所を仕上げる。 加工に使用する砥石は巾50mm以上のものを使い、トラバースなしで加工できるようにする。</p>			
2. 設 備	外形研削盤 (既設)			
3. 投資額				
4. 工 数	0.2 ^分 / 個 (0.4 ^分 / 台)			

表6-3-2(e) 銷軸加工手順

工 順	5	作業内容	研削第二工程	銷軸
				
1. 作 業	<p>①ワークにケレを取り付ける。(φ50巾17の側) ②ケレを付けたワークをドライブ側のセンターに合わせ反対側を心押し台で押す。 ③φ50巾50の部分进行加工する。 加工に使用する砥石は巾50mm以上のものを使い、トラバースなしで加工できるようにする。</p>			
2. 設 備	<p>・外形研削盤(既設) ※前工程と同機械</p>			
3. 投資額				
4. 工 数	<p>0.1" / 個 (0.2" / 台)</p>			

6-3-3 生産設備と人員配置

表6-3-3と表6-3-4に接続板と銷軸加工の生産設備と所要人員をそれぞれ示した。

接続板加工用取付治具、インデックス以外は全て既設の機械である。

人員は接続板加工で7名、銷軸加工で3名である。

6-3-4 設備配置

設備は既設のものを利用する。

表 6 - 3 - 3 生産設備および所要人員 (連接板加工)

連接板 加工工程

工順	作業内容	生産設備	所要人員	工数
1	素材溶断 素材外形および穴(60×60、φ75)	・アイトレーサー	1名	0.40H/台 (4.00H/日)
2	旋削第一工程	・普通旋盤 (既設)	1名	0.80H/台 (8.00H/日)
3	旋削第二工程	・普通旋盤 (既設) ・面板治具	1名	0.80H/台 (8.00H/日)
4	機械加工第一工程 穴明加工 φ60穴およびφザグリ	・横中ぐり盤 (既設) ・面板治具	1名	0.50H/台 (5.00H/日)
5	機械加工第二工程 溝加工 幅20溝	・立型フライス盤 (既設) ・インデックス ・取付治具	1名	0.60H/台 (6.00H/日)
6	機械加工第三工程 穴明加工 φ22、φ36、M10	・ラジアルボール盤 (既設) ・面板治具	2名	1.00H/台 (10.00H/日)

表 6 - 3 - 4 生産設備および所要人員 (銷軸加工)

銷軸 加工工程

工順	作業内容	生産設備	所要人員	工数
1	素材・熱処理	(範圍外)	(範圍外)	(範圍外)
2	旋削第一工程	・普通旋盤 (既設)	1名	0.60H/台 (6.00H/日)
3	旋削第二工程	・普通旋盤 (既設)	1名	0.60H/台 (6.00H/日)
4	研削第一工程	・外形研削盤 (既設)	1名	0.20H/台 (2.00H/日)
5	研削第二工程	・外形研削盤 (既設)		0.20H/台 (2.00H/日)

6-3-5 設備投資額

以下に設備費を示した。

旋削加工取付治具	100,000円
穴明加工取付治具	150,000円
溝加工用インデックス	500,000円
溝加工用取付治具	100,000円
穴明加工用取付治具	50,000円
合計	900,000円

6-4 部品組立工程（リヤアクスル）

6-4-1 部品組立工程の概要

常州フォークリフト工場では、リヤアクスルASSY組立に、すべての部品を単体で集め、後輪の部分、リヤアクスルにタイヤを取付けるまで、床に小さな台を置いて組立を行っている。すべての部品を同じ場所で最後まで組み込むのは、一見合理的のように見えるが、色々な部品が必ずしも同じ条件でないので非能率的な部分もある。その部品に合った道具や、工具と作業台などの設備を用いて、効率の良い組立方法にしなければならない。そこで、このリヤアクスルの組立方法を効率よく進めるために、4つのSUB組立に分割しその内容を下記に示す。

- ①ナックル、ハブSUB組立
- ②ステアリングシリンダーSUB組立
- ③タイヤSUB組立
- ④リヤアクスルサポートSUB組立

①のナックルとハブのSUB組立は、当工場のやり方では安定した締付けトルク、プリロードが得られない。特にこの部品では、品質面、作業面を考慮してナックルを固定する油圧バイス、ハブボルト、ベアリングなどを圧入する小型プレス、エア式グリリス注入器、圧入工具などを設置し、足まわり部品を安定したものにする。

②のステアリングシリンダーについても、できるだけ単体で組み込み、球面ブッシュなど先に圧入したものをリヤアクスルASSYの本組みで組む。

③、④については、リヤアクスルASSYに直接組み付けず、SUB組立を終わった状態で、作業のやり易い総組立のライン上で車体に直接に組み付けを行うようにする（タイヤSUB ASSYは重量物であり、ライン上で組付けするのが最良と考える）。

これらSUB組品を用いて本組立を行い、リヤアクスルASSYが組立てられる。

現状の当工場での組立は、道具らしい道具もなく、作業場も床に近いところで作業をしており、作業姿勢も悪く、効率の良い作業とは言えない。

このほか、洗浄機、作業台、専用運搬ボックス、簡易クレーン、圧入治具、インパクトレンチ、トルクレンチなどを設置し、近代化に備えるべく提案する。

6-4-2 リヤアクスルサブ組立

前述のようにリヤアクスルASSYの組立および総組立の生産性向上を図るために、以下の4ステージのSUB ASSY化を図る。

- ①ナックル (L) (R) SUB ASSYステージ
- ②ステアリングシリンダーSUB ASSYステージ
- ③リヤアクスルサポートSUB ASSYステージ
- ④ノーバンクホイールSUB ASSYステージ

ナックル (L) (R) SUB ASSY (①) とステアリングシリンダーSUB ASSY (②) は、リヤアクスルASSY組立工程へ送られ、リヤアクスルサポートSUB ASSY (③) とノーバンクホイールSUB ASSY (④) は総組立工程 (総合車体組立ライン) へ送られる。リヤアクスルASSYとSUB ASSYの関係を図6-4-1に示す。

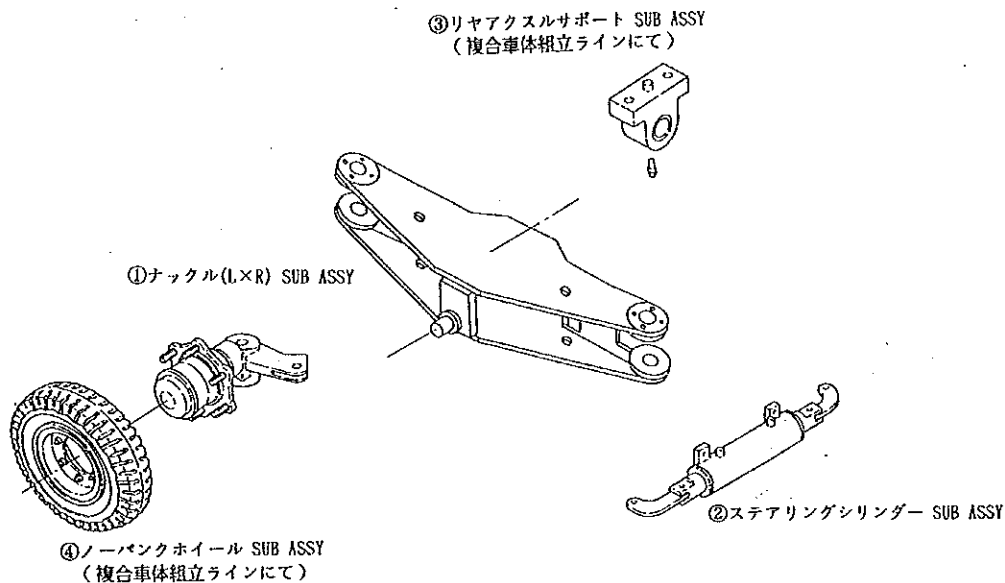


図6-4-1 リヤアクスルASSYおよびSUB ASSY

1) ナックル (L) (R) SUB ASSY

表6-4-1にナックル (L) (R) SUB ASSYステージ作業手順を示す。

表 6 - 4 - 1 (a) ナックル(L)および(R) SUB ASSYステージ作業手順

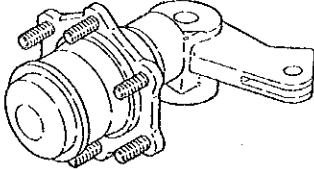
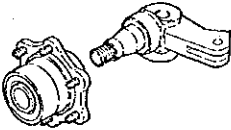
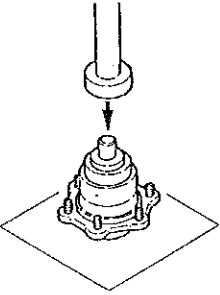
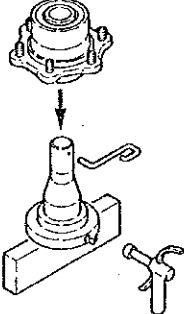
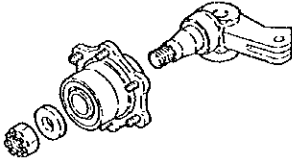
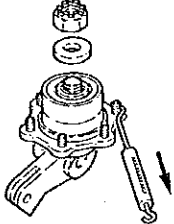
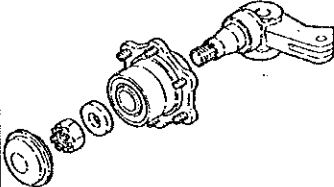
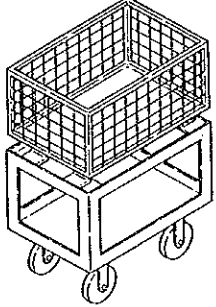
作業内容 概略図	作業手順
<p>①ナックル(L)(R) SUB ASSY組立作業</p>	
	<p>1. ナックル(L)(R)およびハブの洗浄作業</p>
	<p>2. 小型プレスによる圧入作業</p> <ul style="list-style-type: none"> a ベアリングアウター (2種) b オイルシール c ハブボルト <p>すべて図の様に圧入治具を用いる。</p>
 <p>グリス注入方法</p>	<p>3. グリースポンプによるグリースのベアリング内への注入 注入には図に示す治具を用いる。 (治具はナックルの形状にできる限り合わせる) (写真参照)</p> <p>(注) 最適量 上部ベアリングより少し グリースが出るまで、注入する。</p>

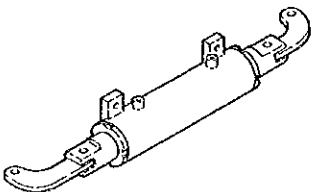
表 6-4-1 (b) ナックル(L)および(R) SUB ASSYステージ作業手順

作業内容 概略図	作業手順
	<p>4. ナックルおよびハブの組付け作業 (5.以降の作業の関係でナックルをハイスに固定して作業を進める。)</p>
 <p>プリロード</p>	<p>5. 組付けチェック工程</p> <p>適切なプリロードができるまでナットをトルクレンチを使用して締付け作業を繰り返す。 (テーパーローラーベアリングの為必ず実施する)</p> <p>[目的] ベアリングの締付けが不十分な時はプリロードが規定値まで出ず、この状態で組立られたものはハブおよびナックルにすぐガタを生じる。 締付安定の為</p>
	<p>6. キャップを締付ける。</p>
	<p>7. 専用運搬ボックスを製作し、リヤアクスルASSY組立場へ運搬する。 (左右必ずセットで10台分の搭載が可能なボックス)</p>

2) ステアリングシリンダー-SUB ASSY

表 6-4-2 にステアリングシリンダー-SUB ASSY ステージ作業手順を示す。

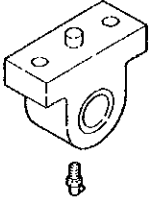
表 6-4-2 ステアリングシリンダー-SUB ASSY ステージ作業手順

作業内容 概略図	作業手順
<p>①ステアリング シリンダー SUB ASSY組立作業</p>	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 連結棒（リング）球面プッシュなどを圧入する。 2. 連結棒を左右共にシリンダー-COMP側のみ組み込む。 3. 専用運搬パレットを使用しリヤアクスルASSY組立場へ運搬する。 (10台分の搭載が可能なパレット)

3) リヤアクスルサポートSUB ASSY

表6-4-3にリヤアクスルサポートSUB ASSYステージ作業手順を示す。

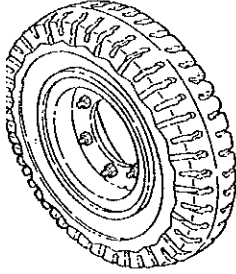
表6-4-3 リヤアクスルサポートSUB ASSYステージ作業手順

作業内容 概略図	作業手順
<p>①リヤアクスル サポート SUB ASSY組立作業</p>	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. フッシュを圧入する。 2. 位置決めピン、グリーンスニップの取り付け 3. 専用運搬パレットを使用し総合車体組立場へ運搬する。 (10台分の搭載が可能なパレット)

4) ノーパンクホイールSUB ASSY

表 6 - 4 - 4 にノーパンクホイールSUB ASSYステージ作業手順を示す。

表 6 - 4 - 4 ノーパンクホイールSUB ASSYステージ作業手順

作業内容 概略図	作業手順
<p>①ノーパンクホイールSUB ASSY組立作業</p>	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. ハブボルト穴を利用したプレス治具でリムを圧入。 2. 圧入した状態で可能なボルトを締付ける。 3. プレスより下ろし、残りのボルトを締付ける。 4. インパクトレンチにより全数完全に締めこむ。 5. 専用運搬パレットを使用し総合車体組立場へ運搬する。 (10台分の搭載が可能なパレット)

6 - 4 - 3 リヤアクスルASSY本組立

リヤアクスルSUB組立で組立てられたナックル (L) (R) SUB ASSYと、ステアリングシリンダーSUB ASSYは、リヤアクスルASSY本組立工程に送られて、リヤアクスルに組込まれてリヤアクスルASSYが完成する。

図 6 - 4 - 2 にリヤアクスル本組立作業イラストを示した。

1) 設備レイアウト

図 6 - 4 - 3 にリヤアクスル本組立設備レイアウトイラストを示した。

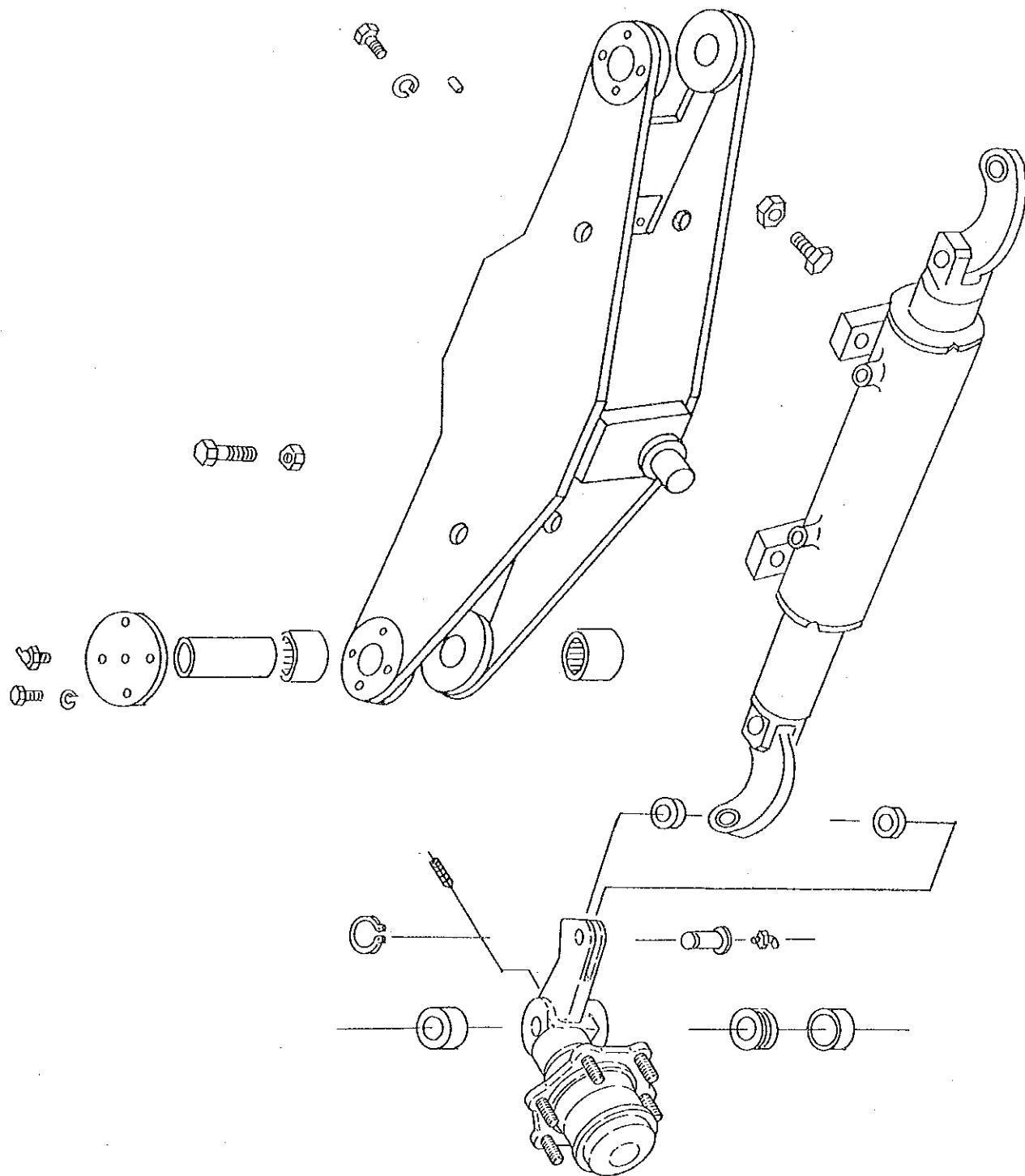


図 6-4-2 リヤアクスル本組立作業イラスト

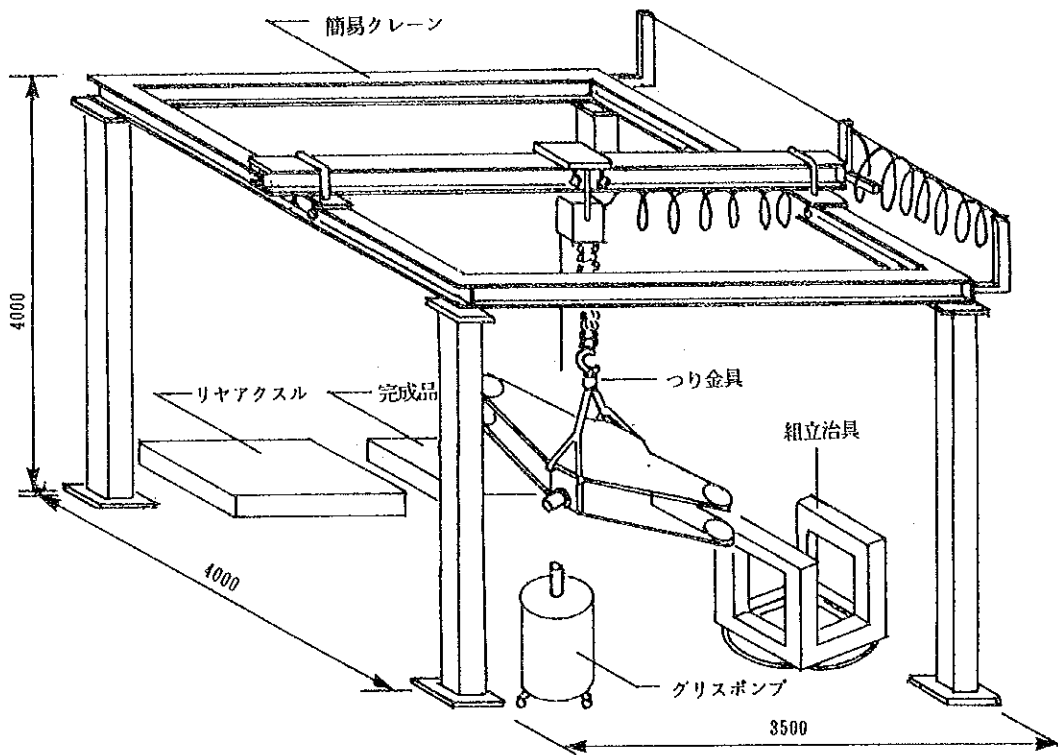


図 6 - 4 - 3 リアアクスル本組立レイアウトイラスト

2) 組立順序

リアアクスル本組立作業の手順を以下に示す。

①リアアクスル治具取付

図 6 - 4 - 3 のように簡易クレーンを使い、治具にリアアクスルを取付ける。

- a. 設備：簡易クレーン、組立治具、専用つり金具
- b. 工数：0.05H
- c. 備考：重量物の運搬は、クレーンを使う。専用つり金具を使い、作業性を向上させる。

運搬方法の改善

簡易クレーンを使用（専用つり金具使用、リアアクスル用）する。重量物は、クレーンを使い、2人作業をなくす。

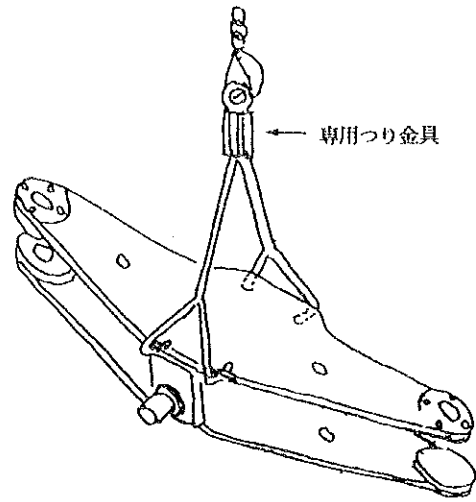
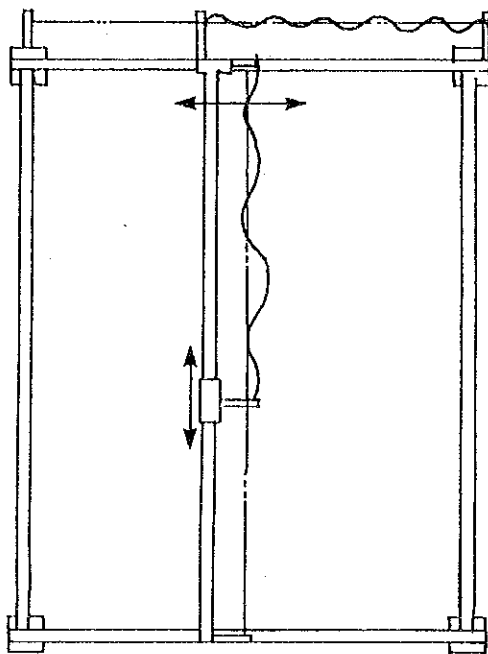
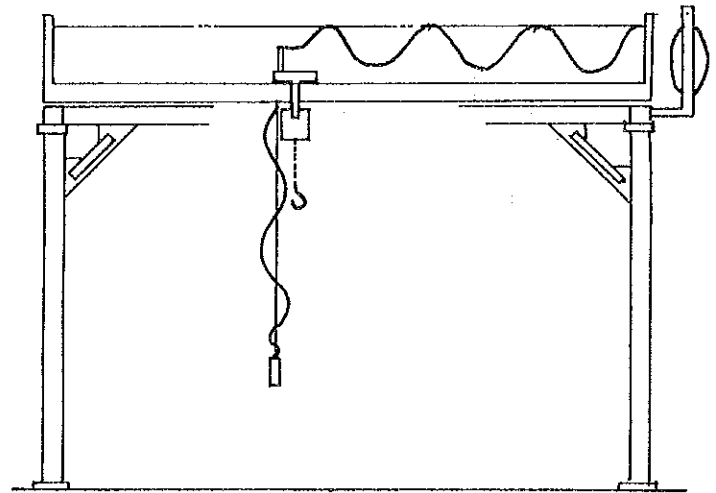


図6-4-4 専用つり金具イラスト



平面図



立面図

図6-4-5 簡易クレーン

作業性の向上

下図に示す本組立用治具を使用して以下の作業をなくす。

- ・作業位置を高くし、かがみ作業をなくす。
- ・リヤアクスルを回転させることにより、下から上への作業をなくす。

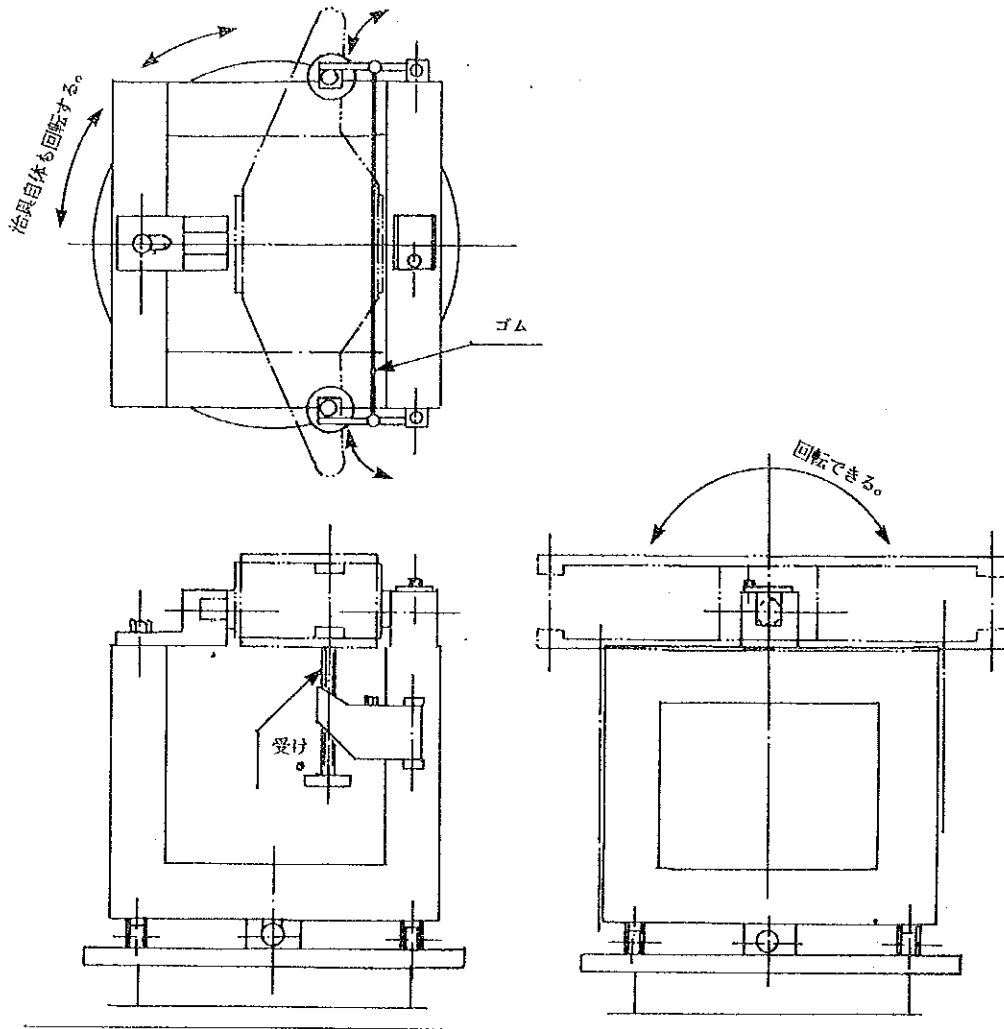


図 6 - 4 - 6 本組立用治具図

②ストップボルト取付

インパクトレンチにより、ボルトを締め付ける。

(a) 設備：コンプレッサー、インパクトレンチ、エア配管、その他

(b) 工数：0.05H

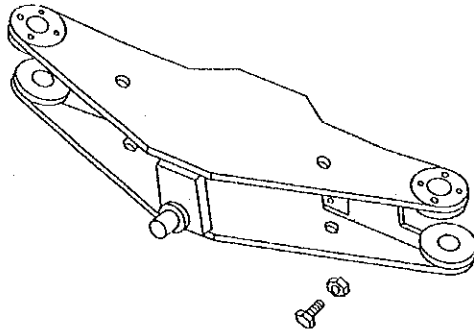
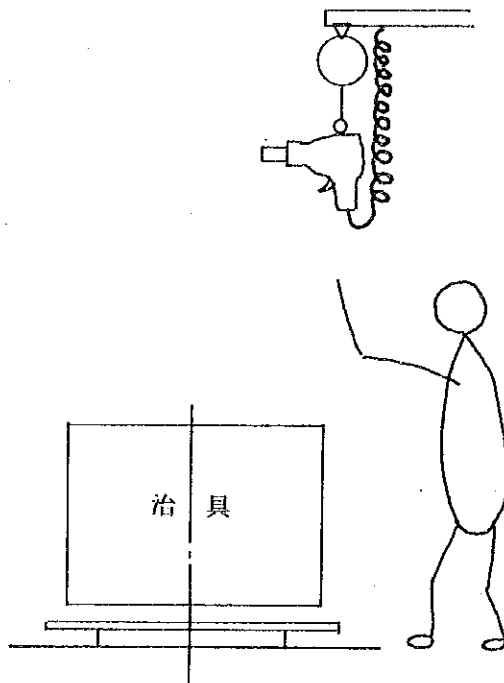


図6-4-7 ストップボルトの取付図

ボルト締め付け方法の改善 (図6-4-8)

治具の上につるしたインパクトレンチを使用する。

スパナによる締め付けは、極力行わないようにする。



ボルトの太さにより
数種類のインパクト
レンチを設置する。

図6-4-8 インパクトレンチの設置方法

③シリンダーSUB ASSY取付 (図6-4-9)

インパクトレンチにより、ボルト仮締、位置決めピン圧入、ボルト本締を行う。

(a) 工数：0.10H

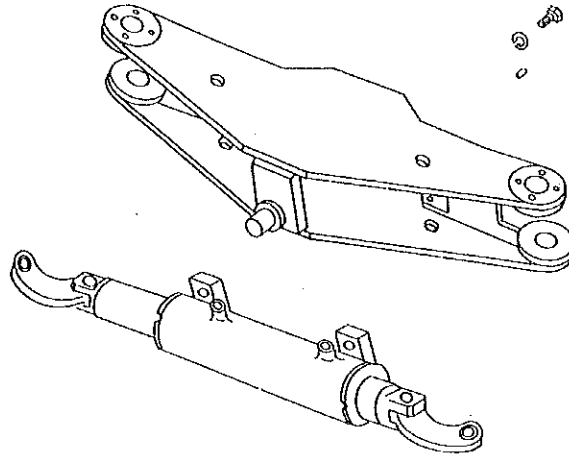


図6-4-9 シリンダーASSYの取付図

④ニードルベアリング圧入 (図6-4-10)

治具を使用し、圧入する。また、リヤアクスルを回転させ、下側のボスも上か下へ圧入する。

(a) 設備：圧入治具

(b) 工数：0.05H

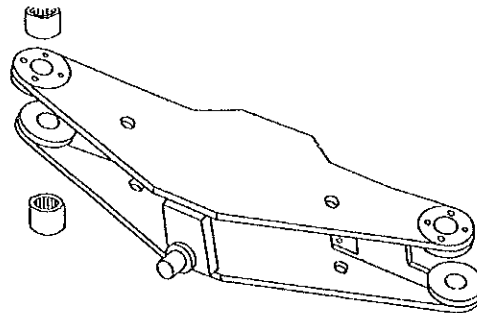


図6-4-10 ニードルベアリング圧入図

⑤ナックルSUB ASSY取付 (図6-4-11)

下図の部品をセットし、締付ける。カバーの締付ボルトは、インパクトレンチを使用する。また、下側のカバーは、リヤアクスルを回転させる。

(a) 工数：0.15H

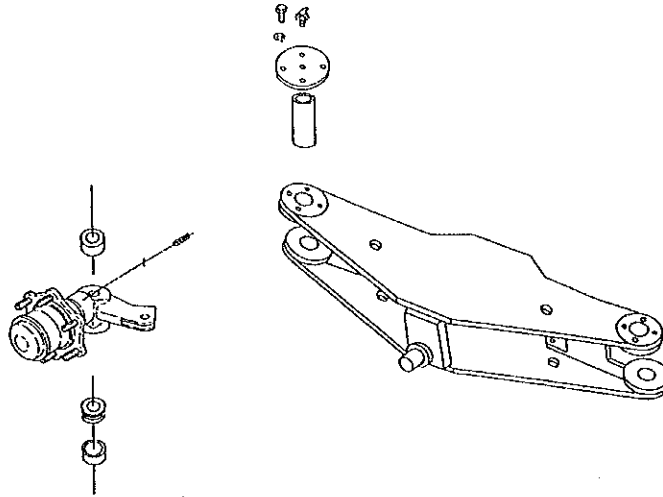


図6-4-11 ナックルSUB ASSY取付図

ハンマ作業の効率化 (図6-4-12)

圧入治具作成

ニードルベアリングの圧入を圧入治具を使用して、スピードアップを図る。

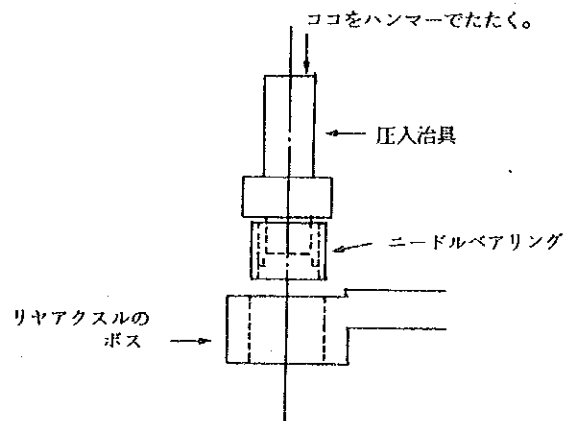


図6-4-12 ニードルベアリング圧入方法

⑥連結棒とナックル取付 (図6-4-13)

下図の部品を取付、連結する。シリンダー位置が都合悪ければ、シリンダーにエアを入れてシリンダーを動かす。

(a) 工数 : 0.10H

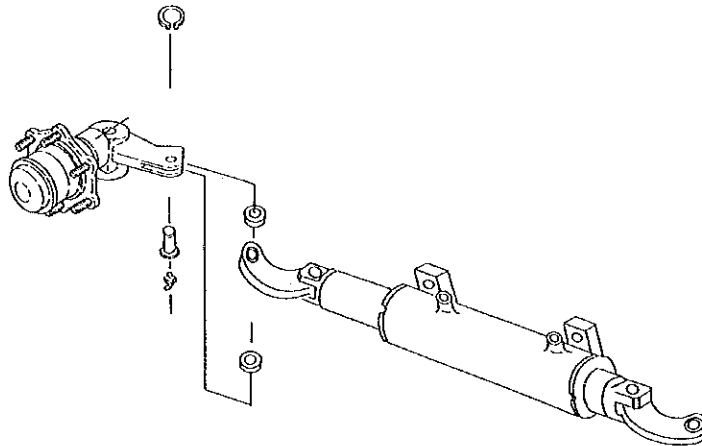


図6-4-13 連結棒とナックルの取付図

⑦ストッパボルト (②で取り付けた) 固定

ナックルのエンド位置に固定し、シリンダーにエアを入れて、エンド位置にもってくる。

(a) 工数 : 0.10H

⑧上面にボルトナット締付 (図6-4-14)

インパクトレンチを使用して締付ける。

(a) 工数 : 0.05H

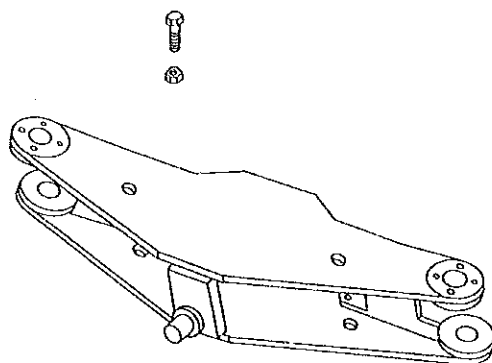


図6-4-14 ボルトナット締付図

⑨グリス注入

グリスポンプを使用し、グリスを注入する。

(a) 工数 : 0.05H

手作業の機械化

グリスポンプを使用する。

グリスアップ作業を高速グリスポンプ (エアーが動力) により行う。

⑩リヤアクスルASSY取りはずし

治具より、リヤアクスルASSYを取りはずす、簡易クレーンを使用する。

(a) 工数 : 0.05H

6-4-4 生産設備と人員配置

1) リヤアクスルSUB ASSY

リヤアクスルSUB ASSY組立に必要な設備と人員配置を、表6-4-5に示す。ナックル(L)(R)SUB ASSYを1台組立てるのに、1人で0.6時間かかる。ステアリングSUB ASSY、リヤアクスルサポートSUB ASSY、およびノーパンクホイールSUB ASSYの組立作業は1人で行い、各1台を組立てるのに合計して0.65時間かかる。

それぞれ250台/月(3,000台/年)の生産量に対しては、上記2人の作業員が必要となる。

表6-4-5 リヤアクスルSUB ASSY組立生産設備および人員配置

作業内容	必要生産設備	人数	工数(h/台)
①ナックル(L)(R) SUB ASSY組立作業	洗淨機 グリースポンプ 組立バイス 小型プレス 各種圧入治具 (以上4種) グリース注入治具 トルクレンチ ラチェットレンチ ボックス バネバカリ 専用運搬ボックス その他作業工具	1人	(L,R) 0.6 (250台/月)
②ステアリングシリンダー SUB ASSY組立作業	組立バイス 打込み治具 スナップリング プライヤー その他作業工具 専用運搬ボックス	1人	0.25
③リヤアクスルサポート SUB ASSY組立作業	中型プレス 圧入治具 スパナ その他作業工具 専用運搬ボックス		0.1
④ノーバンクホイール SUB ASSY組立作業	中型プレス 圧入治具 インパクトレンチ その他作業工具		0.3 (250台/月)
①作業		1人	0.60
②~④作業		1人	0.65
合計		2人	1.25

2) リヤアクスルASSY本組立

リヤアクスル本組立作業に必要な設備と人員配置を、表6-4-6に示す。本組立作業に1人で0.75時間かかり、250台/月の生産量は1人の作業員で確保される。

表6-4-6 リヤアクスル本組立生産設備および人員配置

作業内容（現状との相違点）	生産設備	所要人員	工数(h/台)
リヤアクスル本組立作業			
(SUB ASSY化)			
①リヤアクスル治具取付		1名	0.05
(運搬方法の改善)	簡易クレーン		
(作業性の向上)	組立治具		
②ストッパボルト取付			0.05
(ボルト取付方法の改善)	コンプレッサー		
③シリンダSUB ASSY取付	インパクトレンチ		0.10
④ニードルベアリング圧入	エア配管その他		0.05
(ハンマ作業の効率化)	圧入治具		
⑤ナックルSUB ASSY取付			0.15
⑥連結棒をナックルに取付			0.10
⑦ストッパボルト固定			0.10
(シリンダーを動かすのにエアを入れて動かす)			
⑧上面にボルトナット締付			0.05
⑨グリス注入（手作業の機械化）	グリスポンプ		0.05
⑩リヤアクスルASSY取りはずし			0.05
(部品保管方法の改善により錆落としの作業をなくす)			
(部品置場の設置により部品の手元化)	部品ラック		
本組立作業合計		1名	0.75

6-4-5 設備投資額

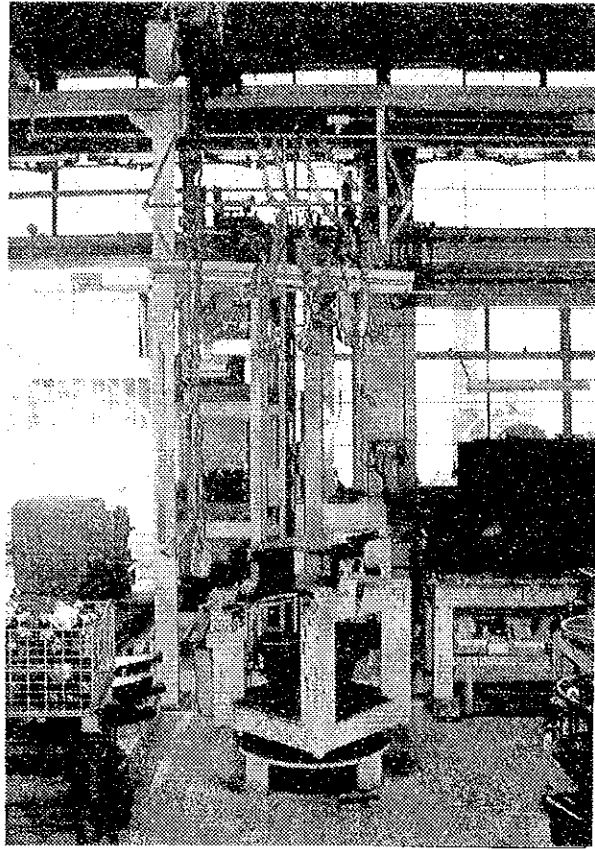
表6-4-7にSUB ASSY組立作業設備投資額を、表6-4-8にリヤアクスル本組立設備投資額を示した。

表6-4-7 設備投資額 (SUB ASSY組立)

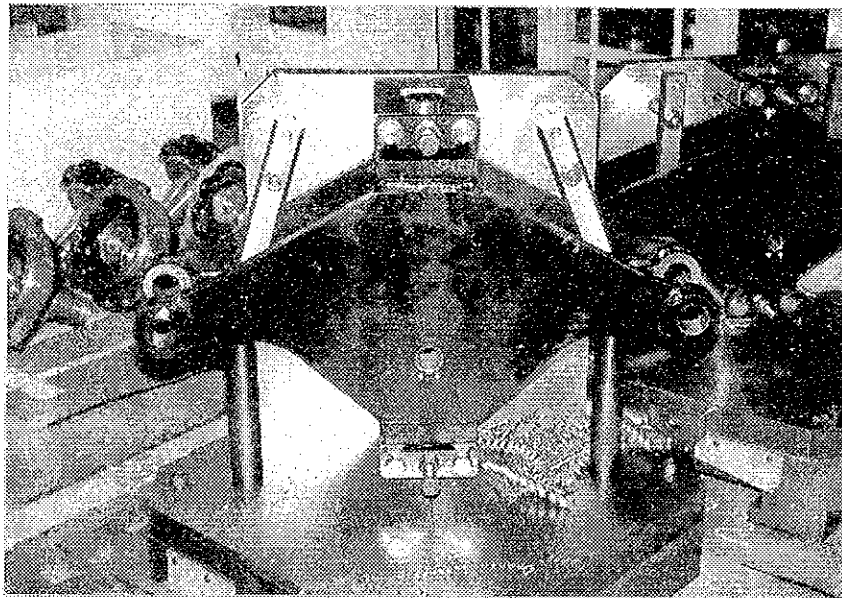
生産設備	投資額 (円)
洗浄機	3,600,000
グリースポンプ	250,000
組立バイス	150,000
小型プレス	1,300,000
各種圧入治具 (以上4種)	100,000
グリース注入治具	60,000
トルクレンチ	70,000
ラチェットレンチ	20,000
ボックス	5,000
バネバカリ	20,000
専用運搬ボックスその他作業工具	100,000
組立バイス	150,000
打込み治具	30,000
スナップリングプライヤー	3,000
専用運搬ボックス	100,000
中型プレス	既存使用
圧入治具、スパナ、その他作業工具	20,000
専用運搬ボックス	100,000
中型プレス	既存使用
圧入治具	350,000
インパクトレンチ、その他作業工具	60,000
合計	6,488,000

表6-4-8 設備投資額（リヤアクスル本組立）

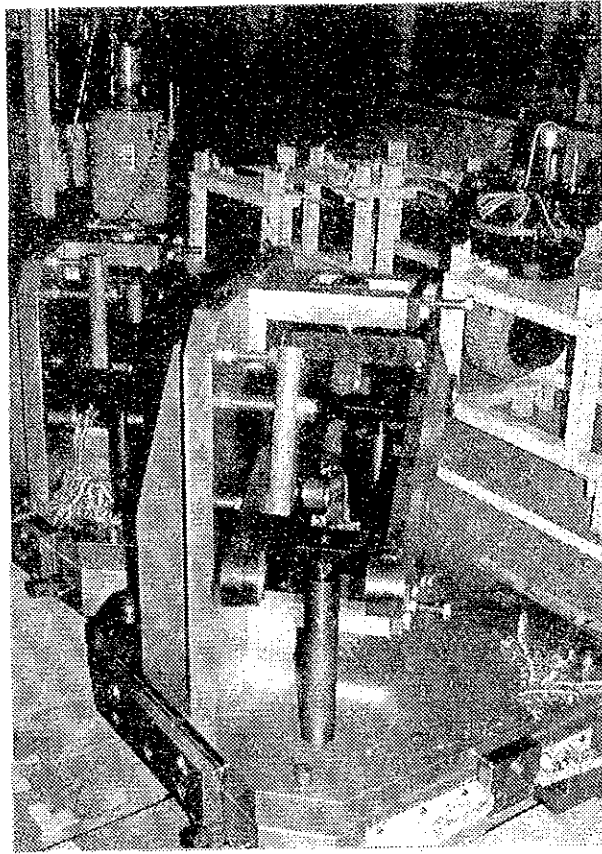
生産設備	投資額（円）
簡易クレーン	600,000
組立治具	600,000
コンプレッサー	1,000,000
インパクトレンチ	100,000
エア配管その他	範囲外
圧入治具	10,000
グリースポンプ	250,000
部品ラック	100,000
合計	2,660,000



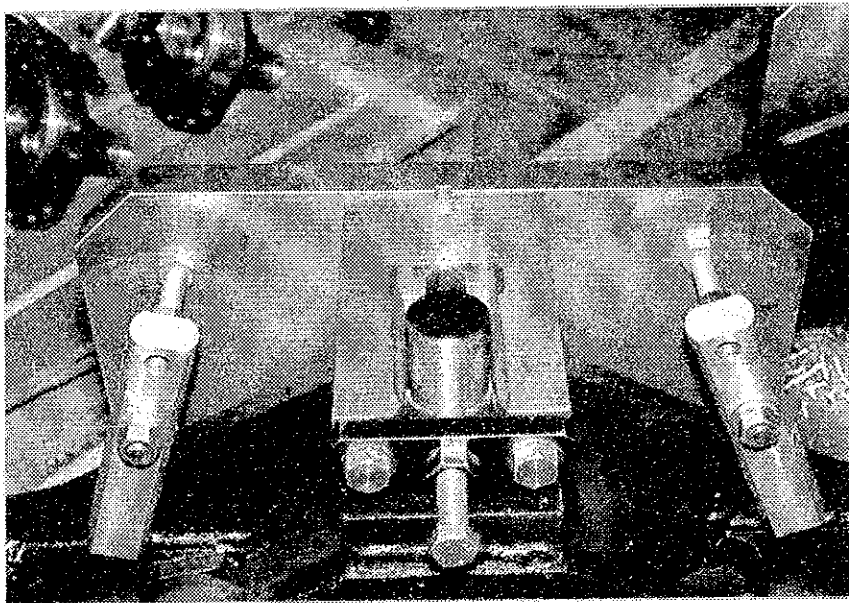
リヤアクスル組立用簡易クレーンおよび作業台



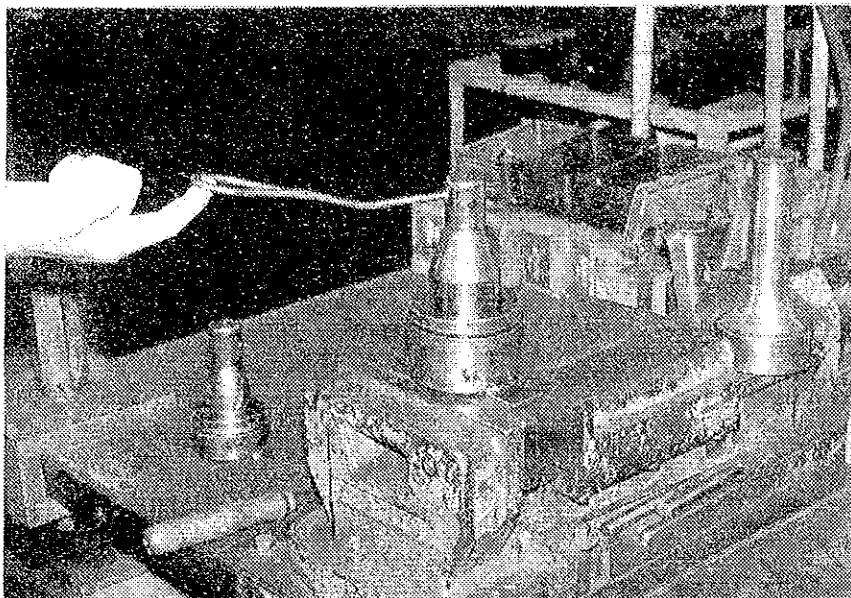
リヤアクスルCOMP加工治具(1)



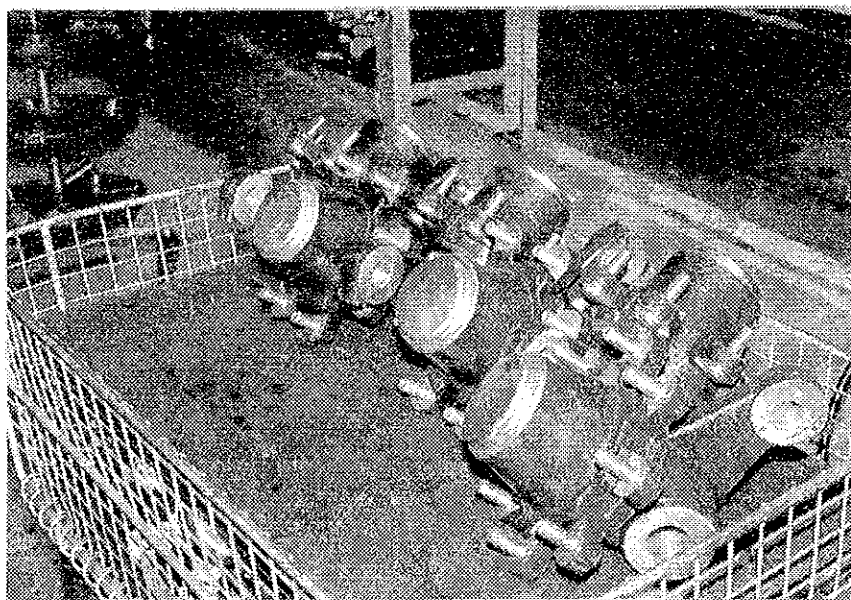
リヤアクスルCOMP加工治具(2)



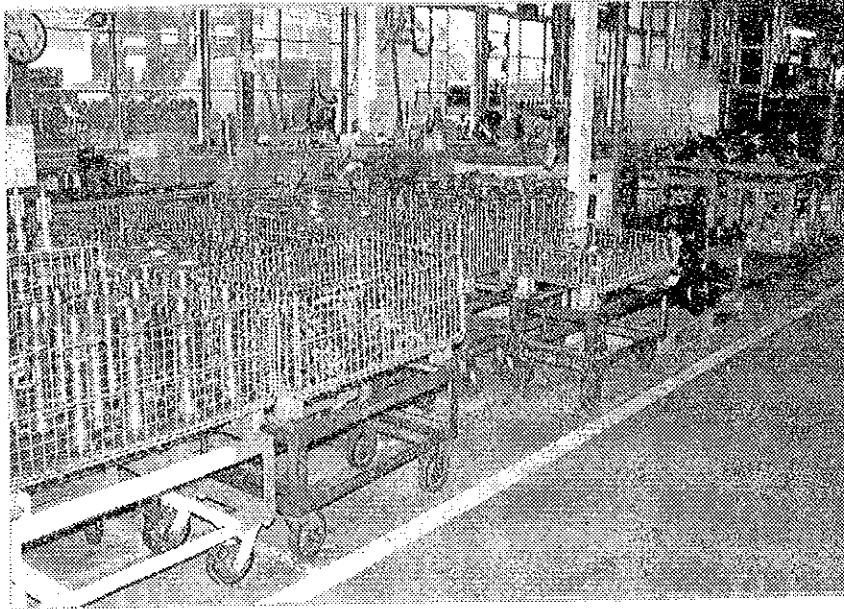
リヤアクスルCOMP加工治具(3)



ナックルグリス注入工具



組立後のナックル



台車付網パレット



網パレット（不要時には折り畳める）置場

6-5 総組立工程

6-5-1 組立ラインのレイアウト

1) 常州フォークリフト工場案レイアウト

総組立工程は、現在建設中の建屋に移設されることが決定している。この建屋は、一階が総組立工程、二階が部品組立に用いられ、一・二階はエレベーターで接続される。常州フォークリフト工場案では図6-5-1に示すとおり、組立ライン、エレベーター、大物部品置き場など主要なレイアウトが決定されている。このレイアウトを検討した結果、以下の問題点が判明した。

- (1) 全体に通路幅が狭く、ラインサイドへの部品供給に苦慮する。また、二階への通路の確保が出来ない。
- (2) ドライブアクスル、リヤアクスルを車体に取り付ける作業に用いられるアームクレーンは、重量物に対する操作性が良くない。
- (3) 工場内のほぼ中央にエレベーターが位置するため、2階へのサブ組立部品を供給するのに、工場の中央まで入らなくてはならない。狭い工場内に部品搬送のための車両が往来するのは、安全上からも好ましくない。
- (4) カウンターウェイト、ヘッドガード、およびマストの前組立における組立場所と取付場所が離れている。
- (5) マストの組立エリアが狭い。
- (6) ドライブアクスル、リヤアクスルは、ライン上で車体を反転し取付けられることとなっているが、反転作業は工数、安全性、製品精度の面から問題がある。
- (7) マストの取付けは、ライン上で行われる。

2) 提案計画レイアウト

1基のエレベーターによる部品の入出庫は、部品の流れの輻湊化、搬送の複雑化をまねき、ムダな動きの原因となる。工場案レイアウトのこのような動線上の問題点を

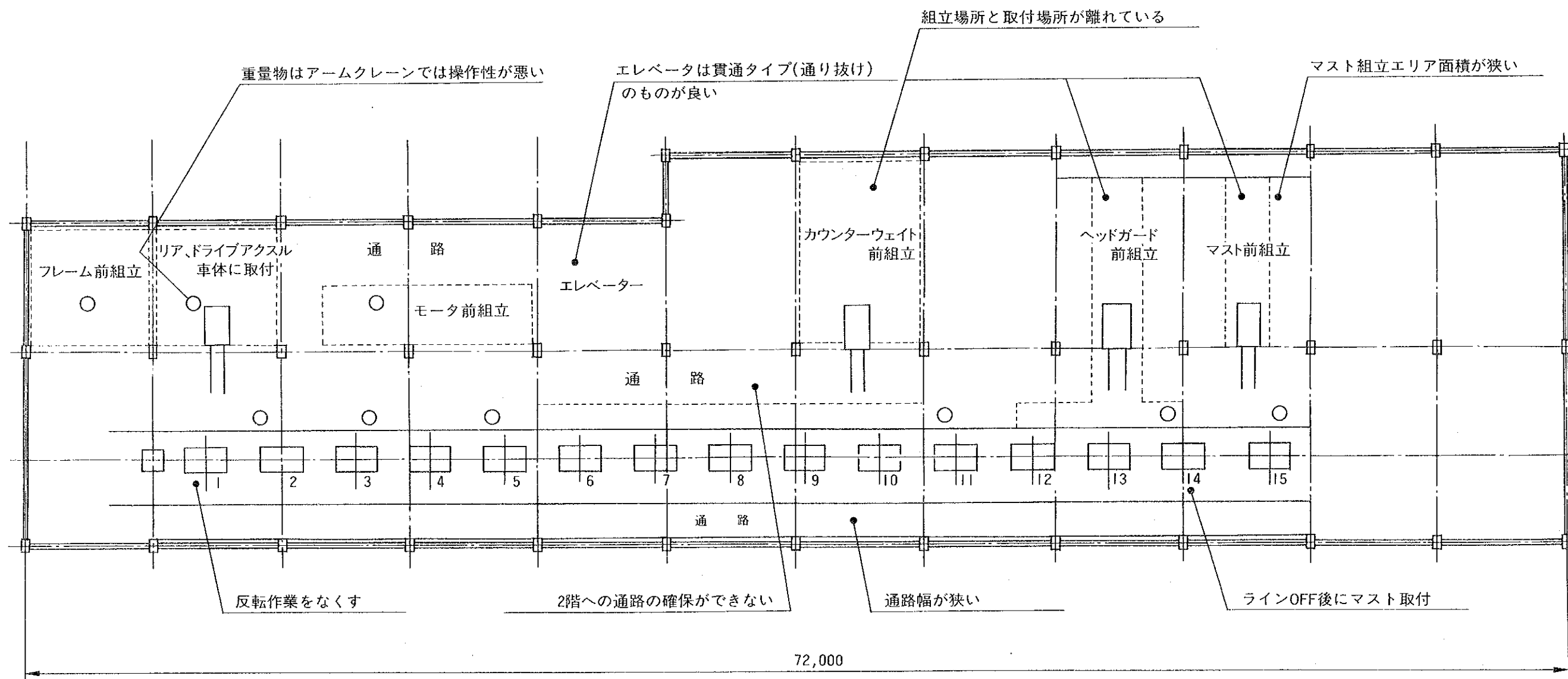


図6-5-1 総組立ライン計画案(常州フォークリフト工場案)

解決するために、工場の東端にエレベーターを1基増設し、これにより外部から直接二階への部品供給を行うこととする。二階でサブASSYとした部品を、工場中央のエレベーターで各ラインへ供給することにより、入出庫の物の流れは一方向になり、スムーズになる。

前述のその他の問題点を勘案し、提案計画レイアウトを4案作成し、図6-5-2から図6-5-5に示す。これらの提案計画レイアウトの特徴を改良点と問題点に分け、表6-5-1に示す。4案のうち第3案のレイアウトは、場所もとらず最終のあべき姿と考えられるが、生産ロット数2~4台を条件としている。当該工場で一挙に小ロット生産を行うのは困難と思われる。したがって、物流を最優先させ、カウンターウェイト、ヘッドガード、マストASSYの大物組立部品をラインサイドに近づけ、ムダな搬送を省いた第4案のレイアウトが現時点では最良と考えられる。

6-5-2 総組立工程上の改善

1) 総組立工程の作業ステーション

- ・総組立工程の作業ステーションを表6-5-2に示す。
- ・ステーション番号は提案計画レイアウトに示す作業ステーションを示す。

2) 全体工程の改善案

上述のレイアウトに基づく総組立工程を、常州フォークリフト工場案と改善案の比較を行い、その結果を表6-5-2に示す。この改善案は以下の項目について検討を行った。

(1) 生産能力

- (a) 全工程をコンベア上での作業とし、組立工数を300分とした場合、最短で20分/台となる。

7.5時間/日、250日/年の稼働とすると、年間生産台数は、5,625台となり、計画目標である3,000台/年の生産能力を十分達成する。

- (b) マスト、ドライブ、リヤアクスルの取付がネック工程になることから、

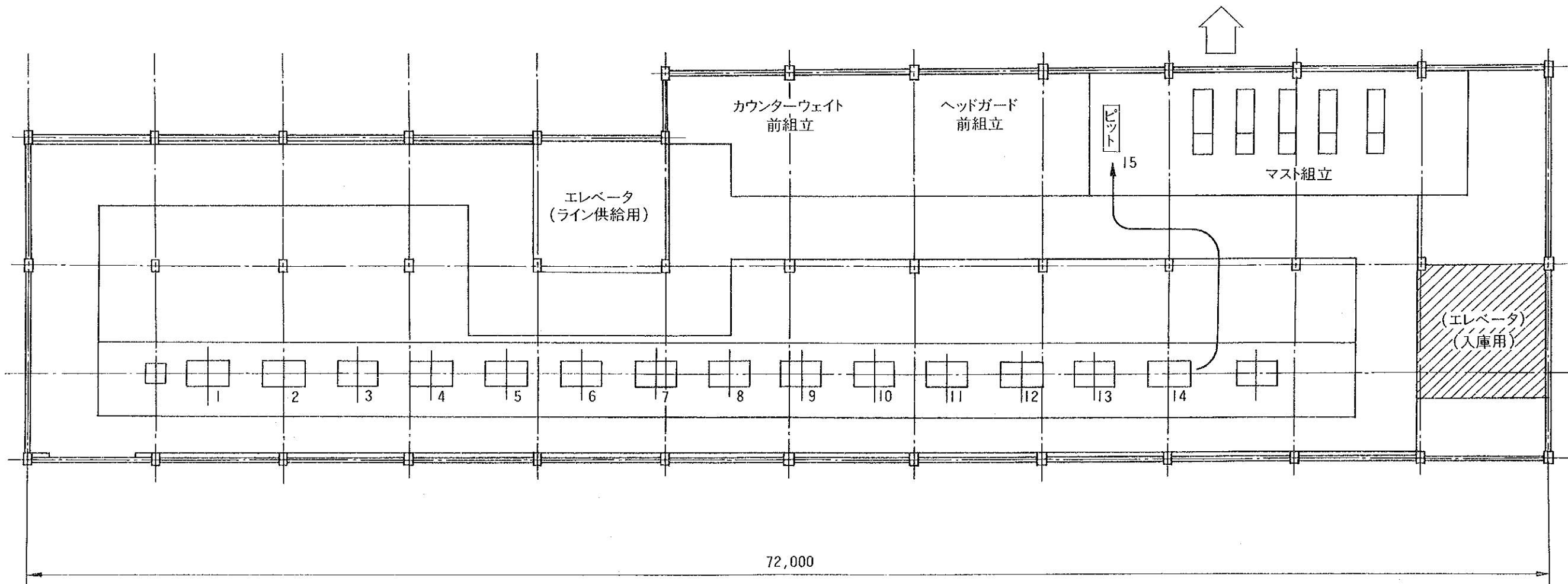
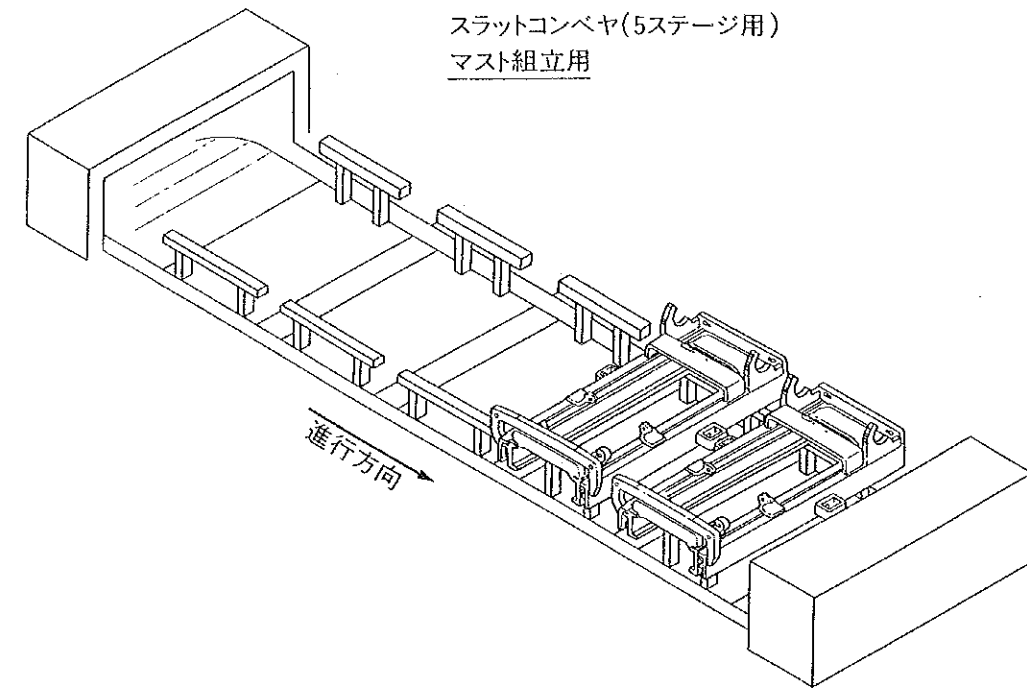


図6-5-2 総組立ライン提案計画(1)

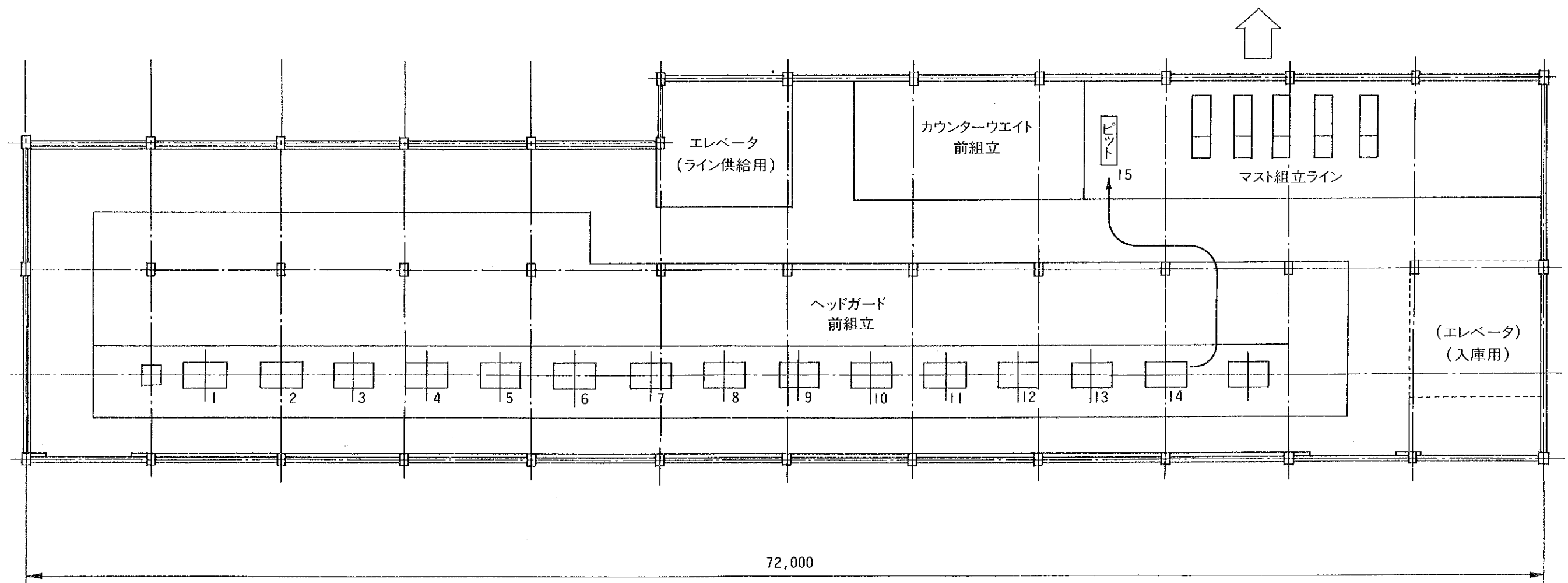
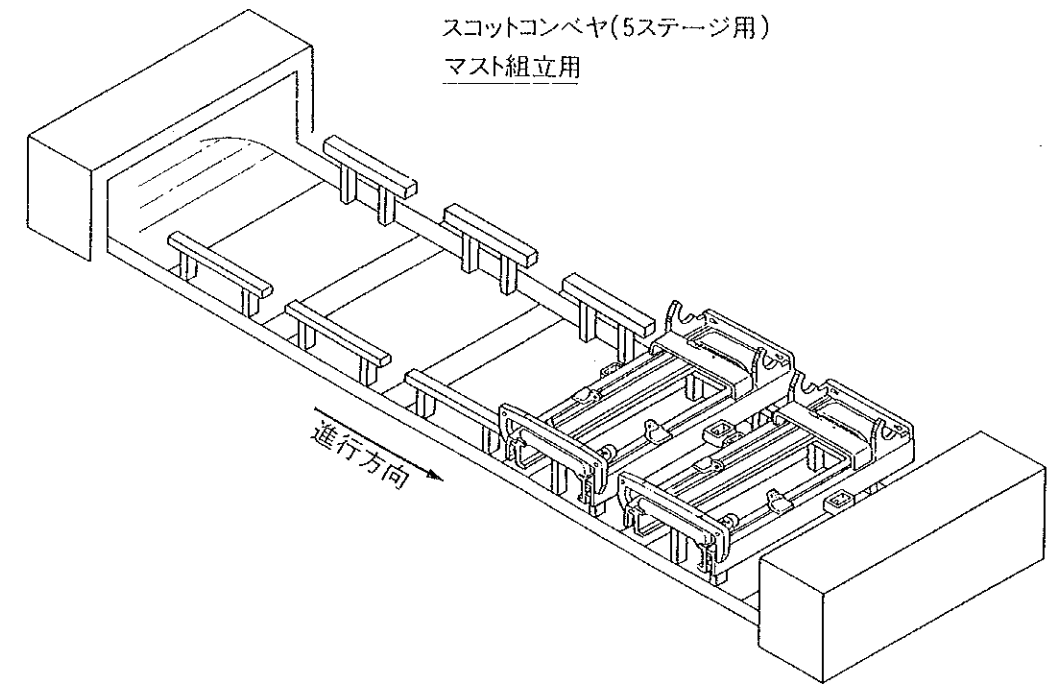


図 6 - 5 - 3 総組立ライン提案計画(2)

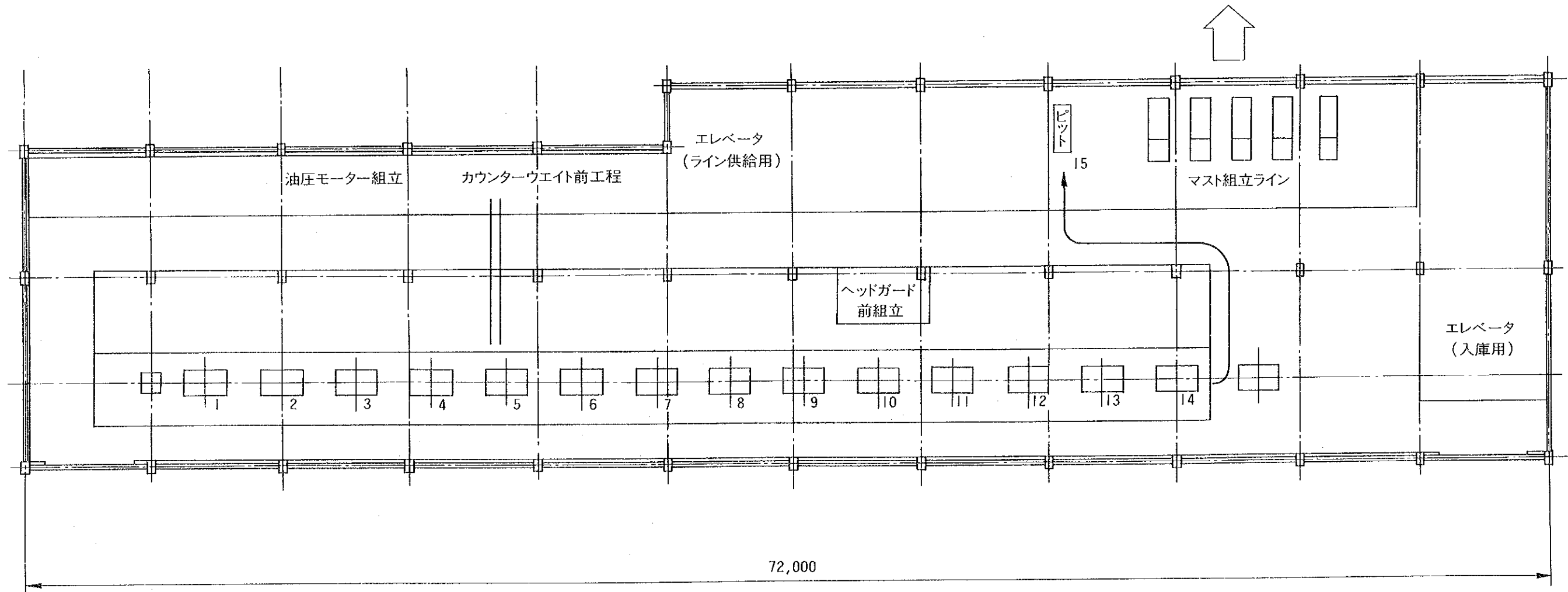
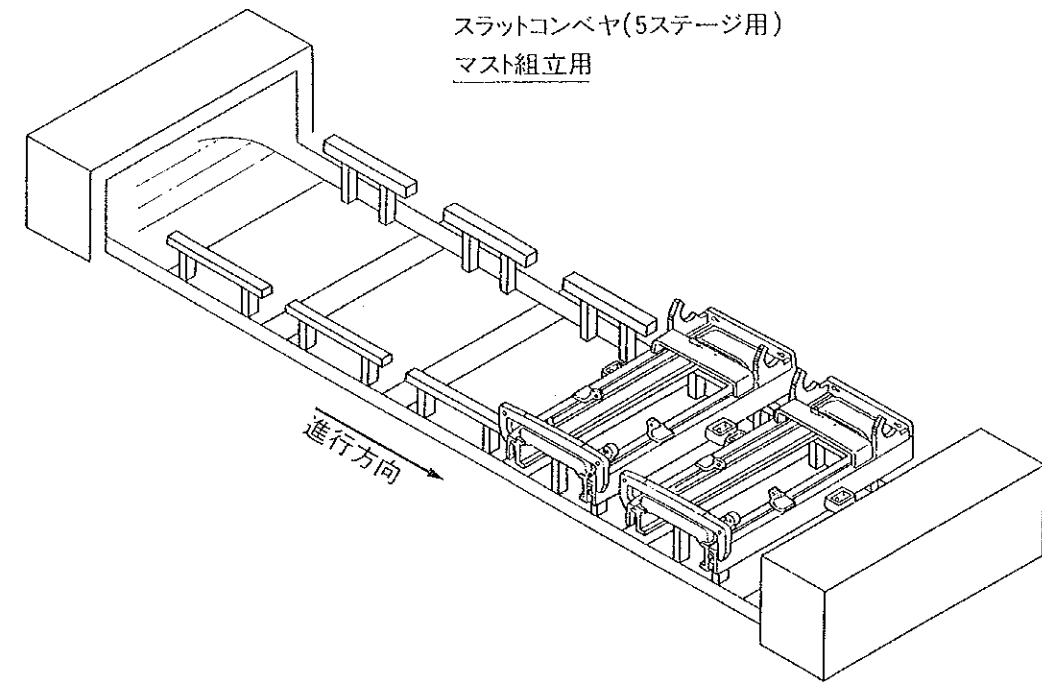
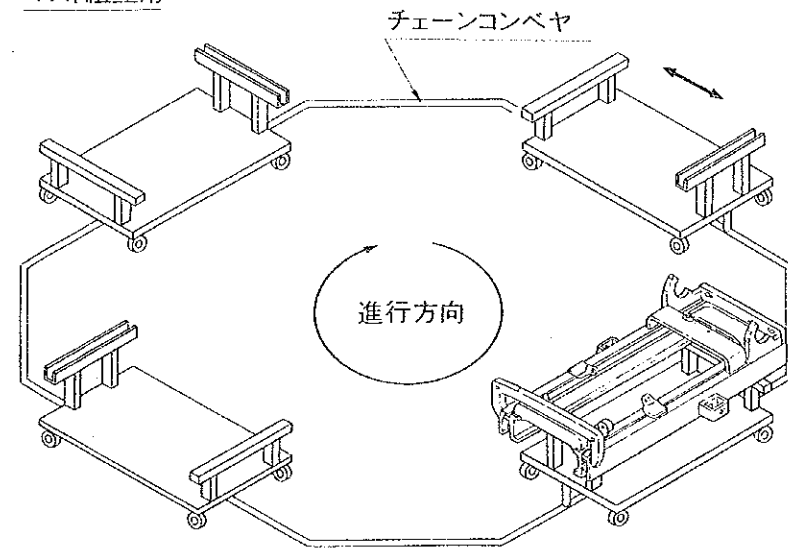


図6-5-4 総組立ライン提案計画(3)

回転型コンベヤ(4ステージ用)
マスト組立用



(注意)
揚高変化の
場合は、
台車が矢印
方向に
伸縮する
構造に
する事。

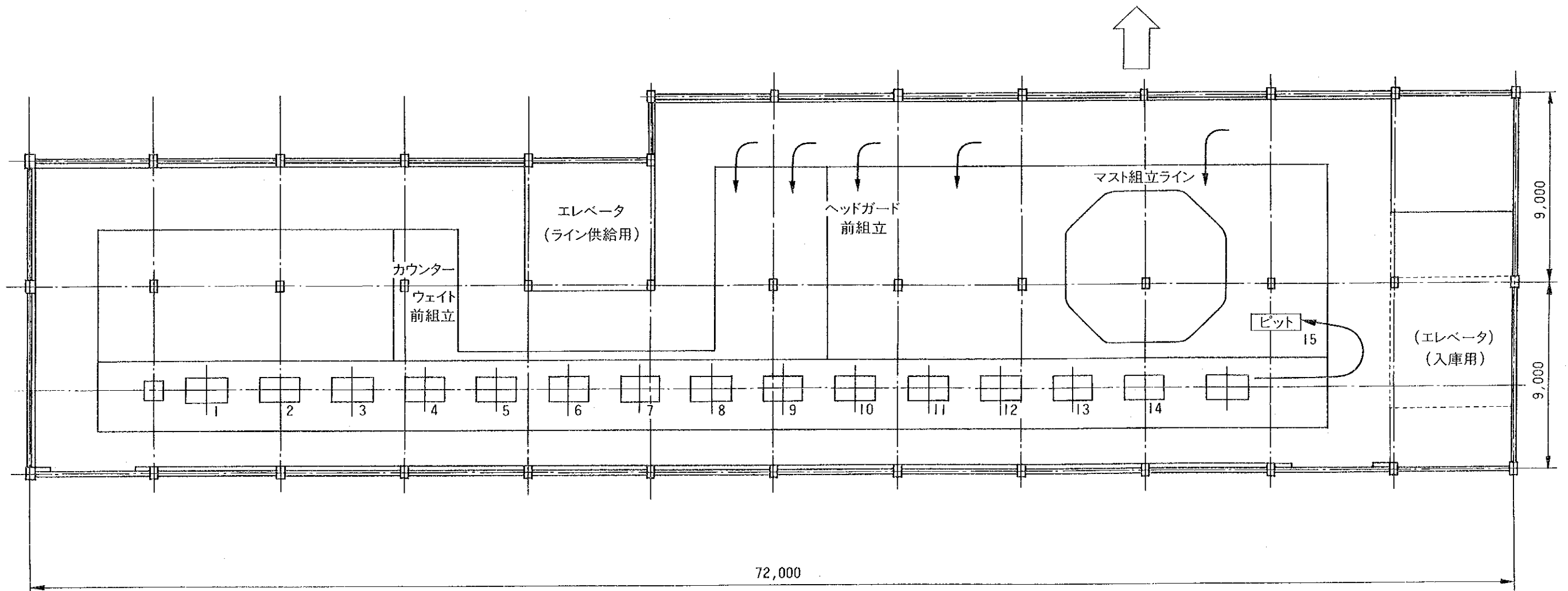


図6-5-5 総組立ライン提案計画(4)

表6-5-1 提案計画の特徴

	改良点	問題点
共通	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通路の明確化 2. マスト組立エリアを拡大しライン化 3. マストASSYをラインOFF後取付およびピット新設 4. 既存のエレベータをライン供給用とし、入庫用エレベータを増設 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ライン南側の通路巾が狭く、部品スペースがあまりない 2. エレベータの位置が悪い
第1案	<ol style="list-style-type: none"> 1. エレベータ貫通タイプ（入、出が一方方向） 2. ラインサイド（№9～14）にスペース確保 	<ol style="list-style-type: none"> 1. カウンターウェイト、ヘッドガードの組立、取付場所とライン間に通路があり直接搬送できない。 2. エレベータ南側に部品スペースがない
第2案	<ol style="list-style-type: none"> 1. エレベータ南側に部品スペースを確保（エレベータ位置変更） 2. ヘッドガード前組立がラインサイドで可能 	<ol style="list-style-type: none"> 1. エレベータが貫通タイプにできない（90°方向転換型の貫通タイプは可） 2. カウンターウェイトの組立場所とライン間に通路があり、直接搬送できない。
第3案	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生産ロット単位を1ロット、2～4台にする（小ロット、省スペース化）。 2. 通路をラインサイドに直線に設置 3. エレベータ南側に部品スペースを確保（エレベータ位置変更） 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上記の案(2)と同一
第4案	<ol style="list-style-type: none"> 1. エレベータ貫通タイプ（入、出が一方方向） 2. カウンターウェイト、ヘッドガードの組立、取付場所をラインサイドに設ける（大物部品は物流改善のためラインに近づける）。 3. ラインサイドの空スペースは他のサブ組立に活用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. エレベータ南側に部品スペースがない

注1. 第3案はラインとラインサイドスペースの点ではニチュ社よりやや大きい。

ニチュ社の他の組立スペースは以下である。

1. マスト組立 128㎡（4ステージコンベア、部品置き場、作業スペース）
2. 油圧モータ組立 10㎡
3. ヘッドガード組立 10㎡

表 6-5-2 総組立工程比較表

STNo	作業内容 (常州フオークリフト工場案)	工数(分)	人員	作業内容(改善案)	工数低減	人員	生産設備	備 考
	(前組立)フレーム前組立	-	-					
	(前組立)フレームにリヤドラフト取付	-	-	車体反転の廃止 サブ組立工程を1STに統合	-5	1	フレームにリヤ・ ドラフト取付用台車	前組立から1ST に応援
1	車体反転・フレームコンベヤON	5	1			+1		
	(前組立)モーター類組立	-	-					
2	モーター類・ティルトシリンダ取付	20	1			1		
3	インパネ・ブレーキ取付	16	1			1		
4	ブレーキ取付・配管・配線	16	1			1	ブレーキオイル圧送機	
	(前組立)カウンタウエイト前組立	-	-	クレーン移動距離の短縮	-5	-	クレーン追加	
5	カウンタウエイト取付	18	1			1	クレーン追加	
6	パイプ取付	16	1			1		
7	主回路配線	20	1			1		
8	"	20	1			1		
9	"	20	1			1		
	(前組立)ヘッドガード前組立	-	-	クレーン移動距離の短縮	-5	-		
10	フオークオイル注入・ヘッドガード取付	16	1			1		
11	アクセサリ取付・配線チェック	20	1	動作チェック工程削除	-10	0		アクセサリ取付作業 を他のステージに移す
12	走行モーターなど動作チェック	16	1	動作チェック工程削除	-16	0		
13	バッテリーカバー取付	18	1			1		
	(前組立)マスト前組立	-	-	ランイン化(5タクト)		(5)	マスト組立コンベヤ	
14	マスト取付・配管	16	1	マスト取付・ラインOFF後に		1	マスト取付用ピッ ト給油機配管延長	
15	タイヤ・バッテリー取付・コンベヤOFF	18	1	タイヤ・バッテリー取付はマスト取付前に		1		
	ライン15名(15ST)	255	15		-41	14	前組立の工数・人員は不明の為に除外	

ドライブ、リヤアクスルの取付における反転作業の廃止、マスト取付はピットの利用を行う。これにより、最短サイクルタイムに対して余裕のある作業が可能である。

(2) 部品供給方法

年間生産量3,000台、月産250台とし、3機種を合計月6回生産すると仮定する。ただし、機種内の仕様の変更はないものとする。

- (a) 中・大物部品の搬送には、専用パレットを使用し、定量をラインサイドに供給する。
- (b) 専用パレットは、各機種が共有できるものとし、異機種の生産時においても遊ばせないようにする。
- (c) 小物部品の搬送は、プラスチックコンテナ（バケット）を用いて、部品棚へ供給する。
- (d) 牽引車による台車運搬や運搬車を利用する。
- (e) 円滑な作業のために、二階への部品供給ルートとウェイトやヘッドガードの取付ラインへの供給ルートが重ならないようにする（提案計画レイアウト図参照）。
- (f) 工場外からの塗装部品の置き場を組立工場の近辺に確保し、組立ラインのサイクルタイムより、塗装工場からのトラック運搬回数の検討を行う。
- (g) 部品の床面への直置きは一切行わない。上述の専用パレット、プラスチックコンテナまたは木製パレット（1,100×1,100mm程度の大きさ）を使用する。

3) 作業の改善案

工程上の改善が必要な個々の作業における問題点と改善案を、表6-5-3から表6-5-10にまとめた。主な問題点および改善点は以下である。

(1) 前工程（フレーム投入）

: 表6-5-3

アームクレーン2基によるフレームの移動、反転作業にムダがある。ローラコンベアを使用することにより、アームクレーンを1基とし、工程数も現状

の5工程から3工程に削減できる。

- (2) ドライブアクスル、リヤアクスル取付作業 : 表6-5-4
フレームにドライブ、リヤアクスルを取付ける1工程のなかに反転作業が2回あるが、レール式台車を使用することにより反転作業を省略させる。
- (3) アームクレーン作業 : 表6-5-5
- (4) サブ組立および取付ステージ : 表6-5-6
- (5) 南側通路および部品組立、マスト組立エリア : 表6-5-7
生産量の増加に対応するためには、マスト組立のライン化が必要であり、そのための作業場所を確保する。
- (6) 二階への部品供給 : 表6-5-8
- (7) マスト取付およびラインオフ : 表6-5-9
タイヤを取付ける前にライン上でマストを取付けているが、自走するまでの車体組立をライン上で行い、ライン外に設けたビットでマストの取付を行う。これにより、車体完成後のマストの交換にも容易に対応出来る。
- (8) その他 : 表6-5-10
 - (a) チェックステージ
 - (b) オイル給油機
 - (c) プレーキオイル圧送機
 - (d) エア、電源の取出口
 - (e) 締付トルク管理
 - (f) 錆び、ほこり対策
 - (g) 品質保証部門

表6-5-3 前工程（フレーム投入）の問題点と改善案

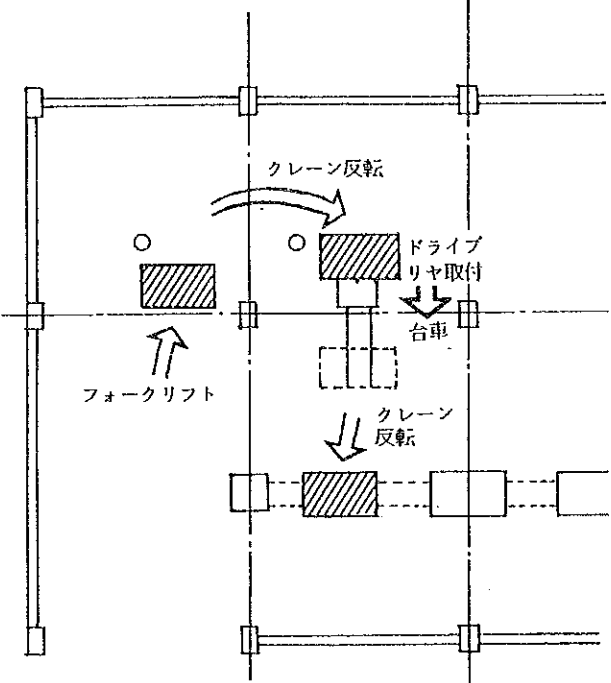
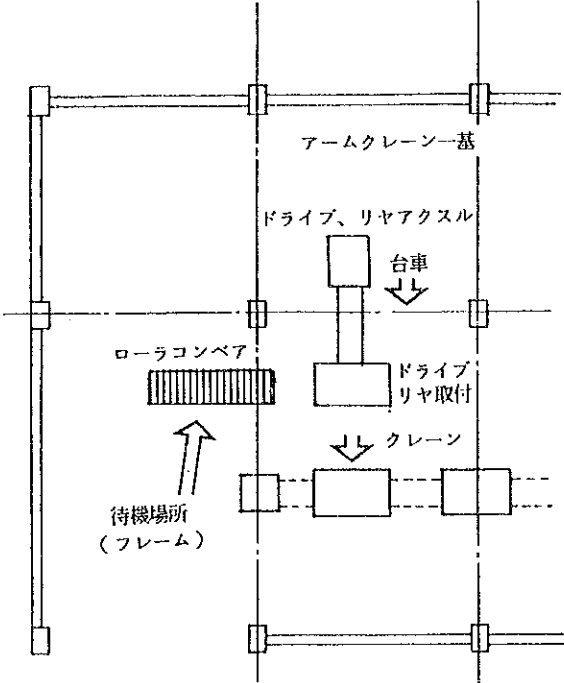
問 題 点	改 善 案
 <p>問題点：フレームのアームクレーンによる移動、反転作業がムダである。</p> <p>工程数：5工程</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) フレーム搬入 2) フレーム反転 3) ドライブ、リヤアクスル取付 4) フレーム反転 5) ラインオン 	<p>ラインに作業を組込む</p>  <p>工程数：3工程</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) フレーム搬入 2) ドライブ、リヤアクスル取付 3) ラインオン

表6-5-4 ドライブアクスル、リヤアクスル取付作業の問題点と改善案

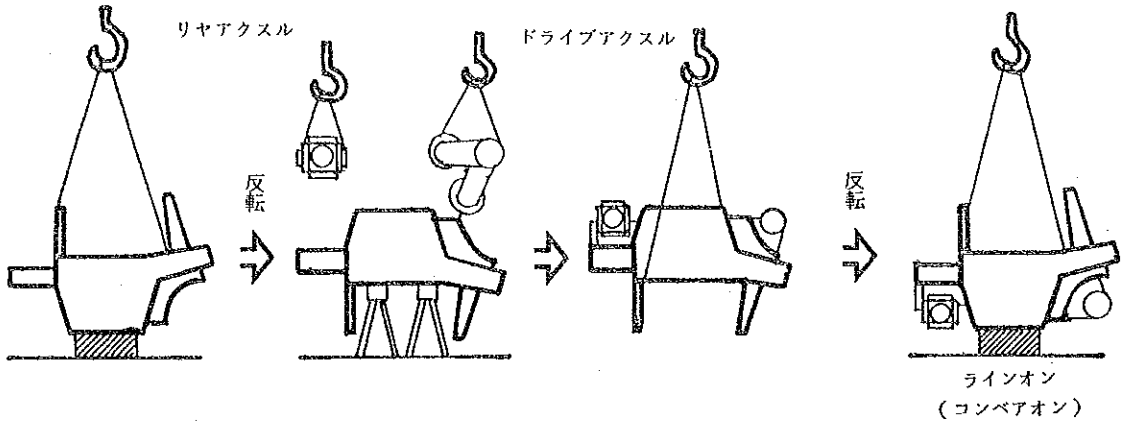
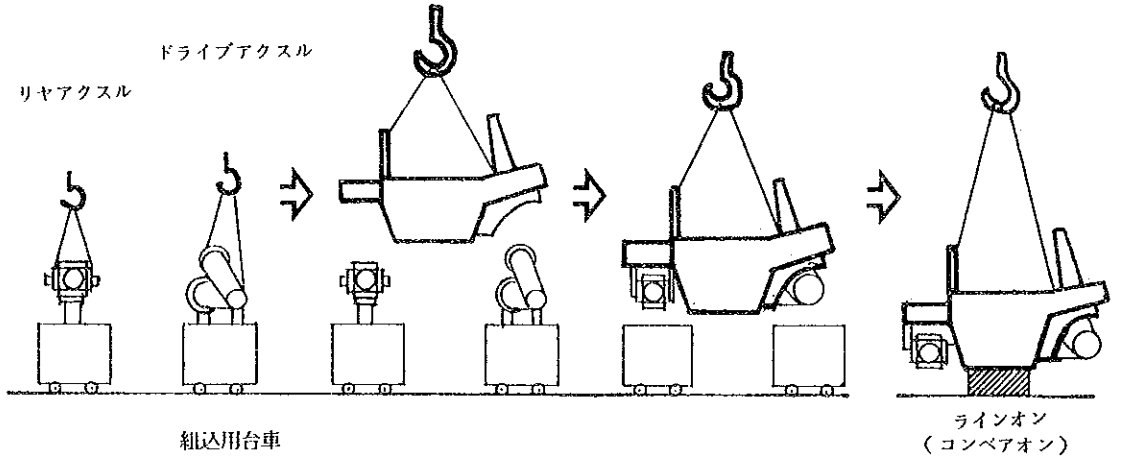
問題点	改善案
<p><工場案></p> 	<p>問題点：反転作業は、工数、安全性品質面からも問題がある。</p> <p><改善案></p> 
<p>(注) 組込用台車への搭載方法は2階との搬送方法により種々の設定ができる。 ドライブ、リヤアクスル取付時の微調整 クレーンエリア外への移動</p>	

表 6 - 5 - 5 アームクレーン作業の問題点と改善案

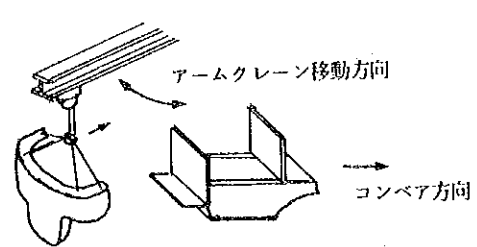
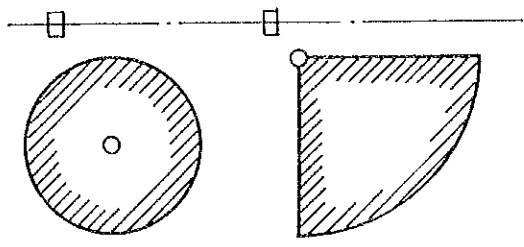
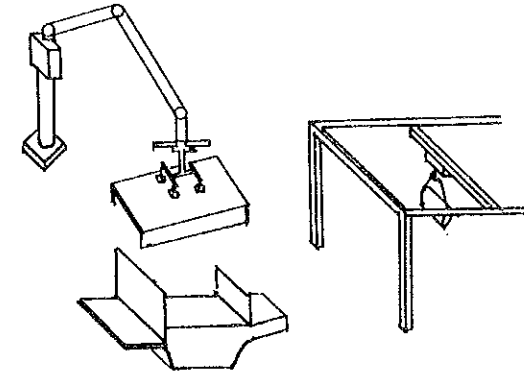
問 題 点	改 善 案
<p>カウンターウエイト、ヘッドガード、マスト等の大型部品の取付には使いにくい。</p> 	<p>(1) アームクレーンが必要な場合、支柱をなるべく建屋の柱によせる（柱のデッドスペースが減る）</p>  <p>(2) バッテリーカバー、シート取付時に作業補助用のバランスャーを使用する。（操作性の良い無重力型）</p>  <p>(注) 1～2トン程度の天井クレーンの方が使いやすい。エアー、電源の柱と兼用にした小型ホイストのヤードを使用する。</p>

表 6 - 5 - 6 サブ組立ステージおよび取付ステージの問題点と改善案

問 題 点	改 善 案
<p>ウエイト、ヘッドガード等、天井クレーンで吊って何ステージも移動し、さらにアームクレーンで取付というのはムダである。また通路上の移動は部品搬入のじゃまになる。</p>	<p>(1) 組立手順を変更して、サブ組立と取付ステージを近づける。ウエイトは、配線順序を変更し、なるべく後でつけることとする。</p> <p>(2) サブ組立の場所を移動させて、ラインの位置に近づける。</p>
<p>The diagram illustrates a production line layout. At the top, a horizontal track with a trolley (台車) is shown. A crane (クレーン) is positioned above it. Below the track, a series of numbered boxes (5-13) represent assembly stages. A dashed line indicates an elevator (エレベータ) path. A shaded area labeled 'ウエイト サブ組立' (Weight Sub-assembly) is located above stage 10. A vertical shaded area labeled 'ヘッドガード' (Head guard) is to the right. Arrows indicate movement: 'クレーン移動(天井クレーン)' (Crane movement), 'エレベータへの通路' (Path to elevator), 'アームクレーン' (Arm crane), and 'クレーン移動' (Crane movement). A '搬入' (Loading) arrow points to stage 10.</p>	

表 6 - 5 - 7 南側通路および部品組立・マスト組立エリアの問題点と改善案

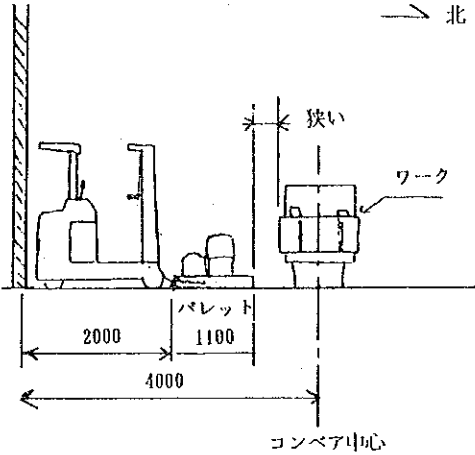
問 題 点	改 善 案
<p>(1) 南側通路</p>  <p>(2) 北側部品組立エリア 部品組立の場所と通路の区別がつけにくい。</p> <p>(3) マスト組立エリア 生産量が増加してサイクルタイムが短くなった場合、計画の面積では枠の保管、組立に必要な作業場所が確保できない。 20分サイクルとすると、組立には4～5ステージが必要となる。</p>	<p>(1) 通路巾がせまい為、リーチ式フォークリフトか、けん引車によるパレット台車搬入となる。 パレット寸法を制限するか、パレット以外での搬入を考えると通路がつかいにくい。</p> <p>(2) 通路は一方通行とする。</p> <p>(3) 小物部品はバケット搬入とし、パレットはおかないという方法を考える。</p> <p>・レイアウト図参照</p> <p>・マスト組立のライン化が必要となる。 レイアウト図参照</p>

表 6 - 5 - 8 2階への部品供給の問題点と改善案

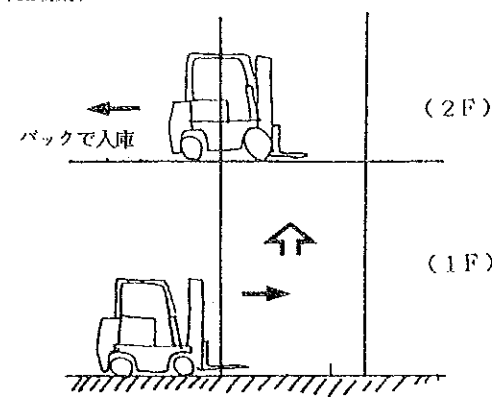
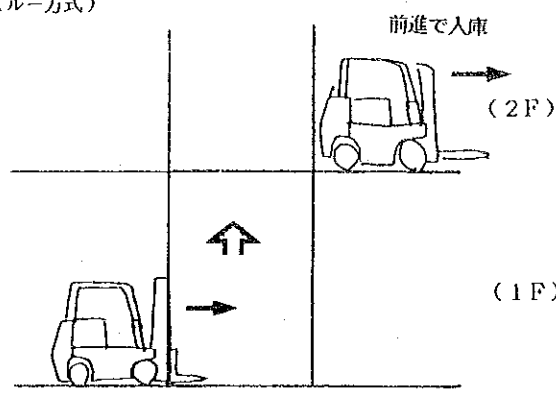
問 題 点	改 善 案
<p>(工場案)</p> 	<p>(スルー方式)</p> 
<p>問題点</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 2Fへの供給部品点数の割に部品搬送通路が確立されていない。 (2) 現行のエレベータ位置では、組立ラインへの供給の邪魔になる。 	<p>改善点</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) エレベータはスルータイプ(通り抜け型)の方が使いやすい。 (2) 荷姿は、パレット、専用パレットを利用して、エレベータでの積みかえがないようにする。 専用パレットは別紙。

表 6-5-9 マスト取付、ラインオフの問題点と改善案

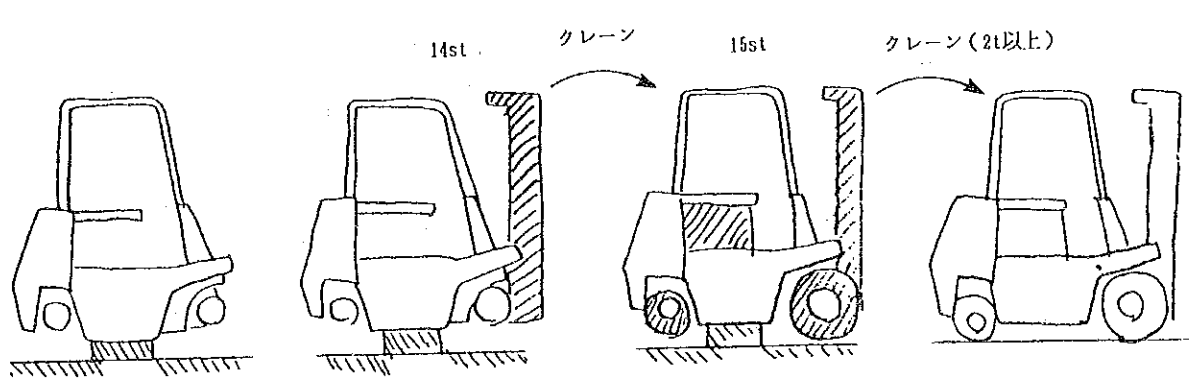
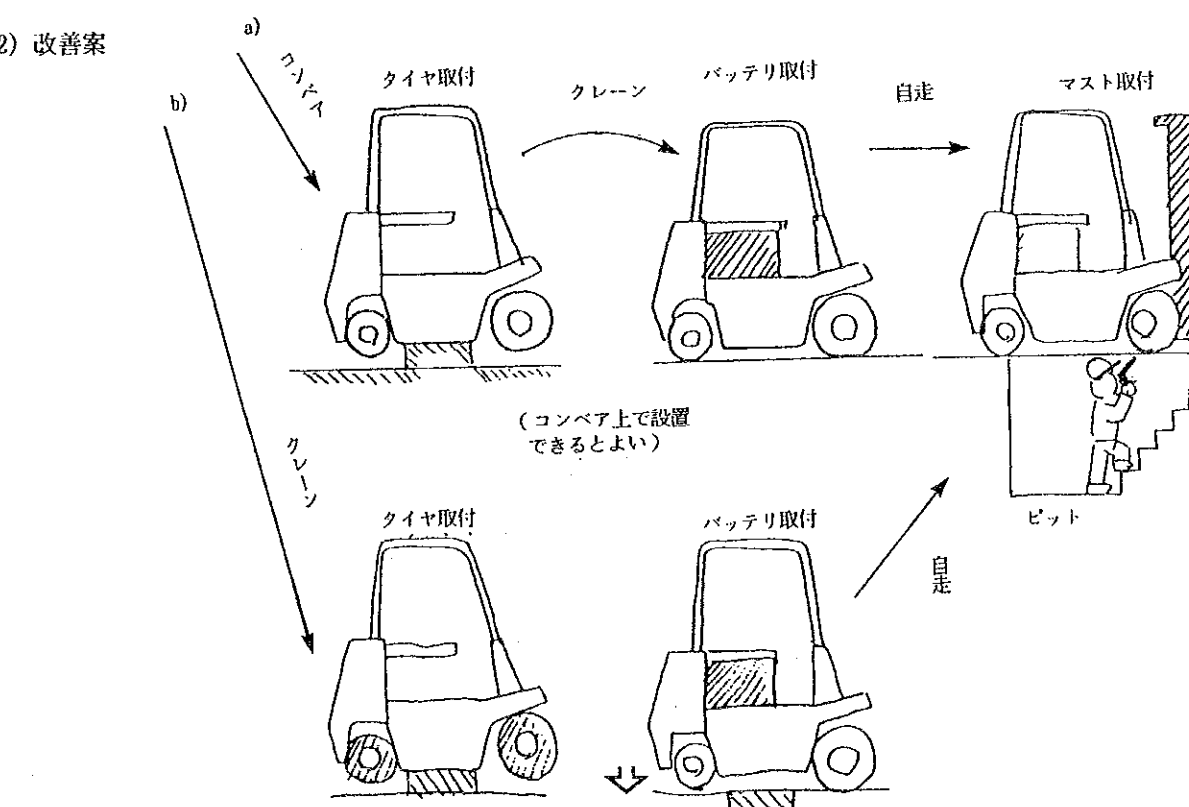
問 題 点	改 善 案
<p>コンベア上でのマスト取付は、作業性（移動コンベア上の安全性、バランス、作業場所の広さ）からも得策ではない。又、コンベア耐荷重も大きくなる。クレーン吊り作業が多すぎる。</p>	<p>タイヤ取付、接地、バッテリー、マストの順でとりつげるとコンベアの車体受けも軽くてすむ。 ピボットキャップの締付を下方から行う場合にはピットを設置する。</p>
<p>(1) 工場案</p> 	
<p>(2) 改善案</p>  <p>ピットを計画する場合の留意点</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 照明設備 2) 作業工具置き場の設置 3) エアー工具用のエアー配管 	

表 6 - 5 - 10 その他の問題点と改善案

問 題 点	改 善 案
<p>(1) チェックステージは不要である。</p> <p>(2) オイル給油機の追加</p> <p>(3) ブレーキオイル圧送機の使用</p> <p>(4) エアー、電源の取り出し口</p> <p>(5) 締付トルクの管理</p> <p>(6) 錆、ほこり等の防止対策を実施しないと、精度を出して品物を加工した意味がなく、完成後の手直しや製品トラブルにつながる。</p> <p>(7) 品質保証部門の整備</p>	<p>11stでの配線チェック、12stでのモータ及びコントローラチェックは不要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 品質保証上のチェック コントローラ、モータ単体での検査を各部品工場で行い電装品単品の精度を上げる。 • 組立工程上のチェック 配線作業内で接続のチェックを行う。接続をまちがえないよう作業要領の用意を行う等の対策をとる。 <p>以上のように各肯定で品質を確保するチェックをもりこめば、チェック作業のステージは不要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> • マスト取付後、フォークオイルの補給が必要（継ぎ足し用） • ブレーキオイルの圧送機を用いて、ブレーキのエア抜き作業の時間短縮を計る。 <p>エアー、作業用電源は、工場建屋やクレーンの支柱等を利用し、床にホース、コードをはわさないようにする。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 図面指示箇所及び重要締付部は、トルクレンチによりトルクを確認するか、オイルパルスレンチを使用する。 • 部品（仕掛）の在庫納期を縮める。 • 保管方法の改善 • 油圧部品の密栓 • 加工部分の防錆油塗布 • 防錆の指示 部品塗装 メッキ指示 <p>トラブルの原因調査と対策指示、外作部品の品質検査等を行い、部品、製品の品質を上げて工程内でのムダな検査を減らす。</p>

6-5-3 専用パレット

現在専用パレットは使用されていないが、生産ロット数が大きくなれば物の搬送が増大し、専用パレットが必要となる。専用パレットには、物の管理、搬送中の荷崩れ防止、取扱いの容易性などの多くの利点がある。以下に専用パレットの利点と欠点を列記する。

利点

- (1) 次工程の作業のし易さを考慮した積み方が可能である。
- (2) 乗せ替えせずに次工程へ移動できる。
- (3) 部品の床への直置き、搬送中のキズを防止できる。
- (4) 運び易さ、荷崩れの防止ができる。
- (5) サイクルタイムに合わせた供給管理ができる。

欠点

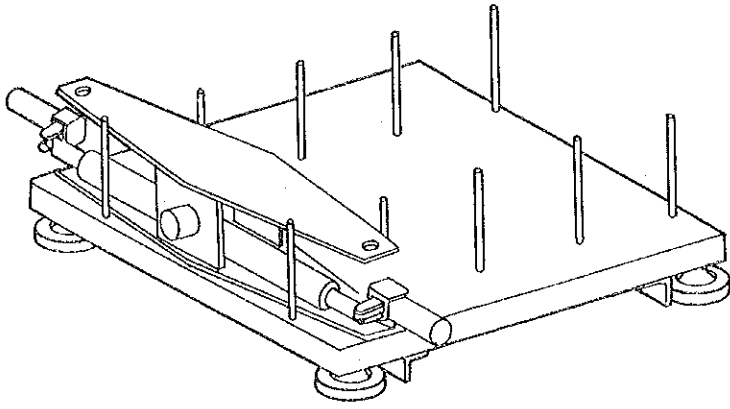
- (1) 専用パレットの他への転用ができない。
- (2) 大量の空パレットの搬送ができない。

これらの点および当工場の現状を考慮して、専用パレットの製作、使用を提案する。

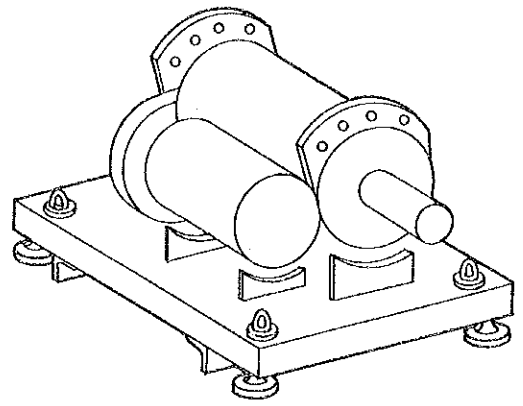
1) 製作に当たっての留意点

主要部品のための専用パレットを図6-5-6に示す。製作に当たっての留意点は以下である。

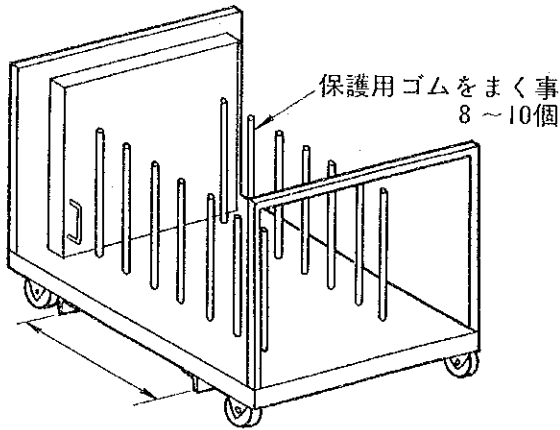
- (1) 塗装面がパレットのエッジ部などでキズが付かないように必要に応じ保護ゴムを用いる。
- (2) パレットの底面に二等辺山形鋼を溶接し、フォークリフトによる搬送時にガイドを設ける。
- (3) 空パレットを多段積みできるようにする。



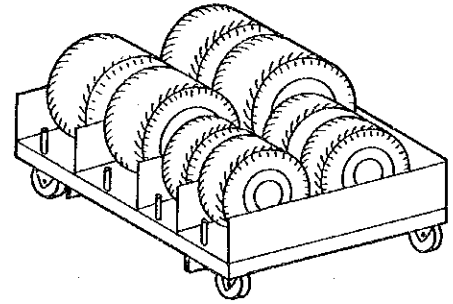
(1)リアアクスル



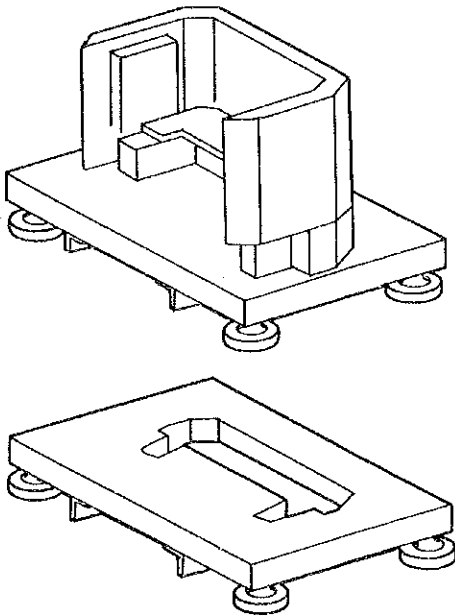
(2)ドライブアクスル



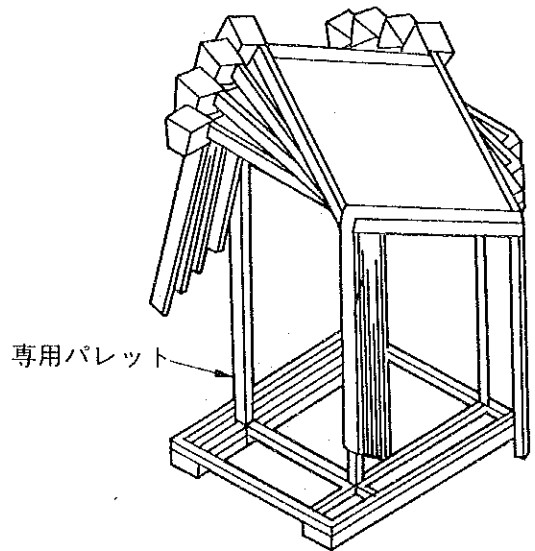
(3)バッテリーカバー



(4)タイヤ

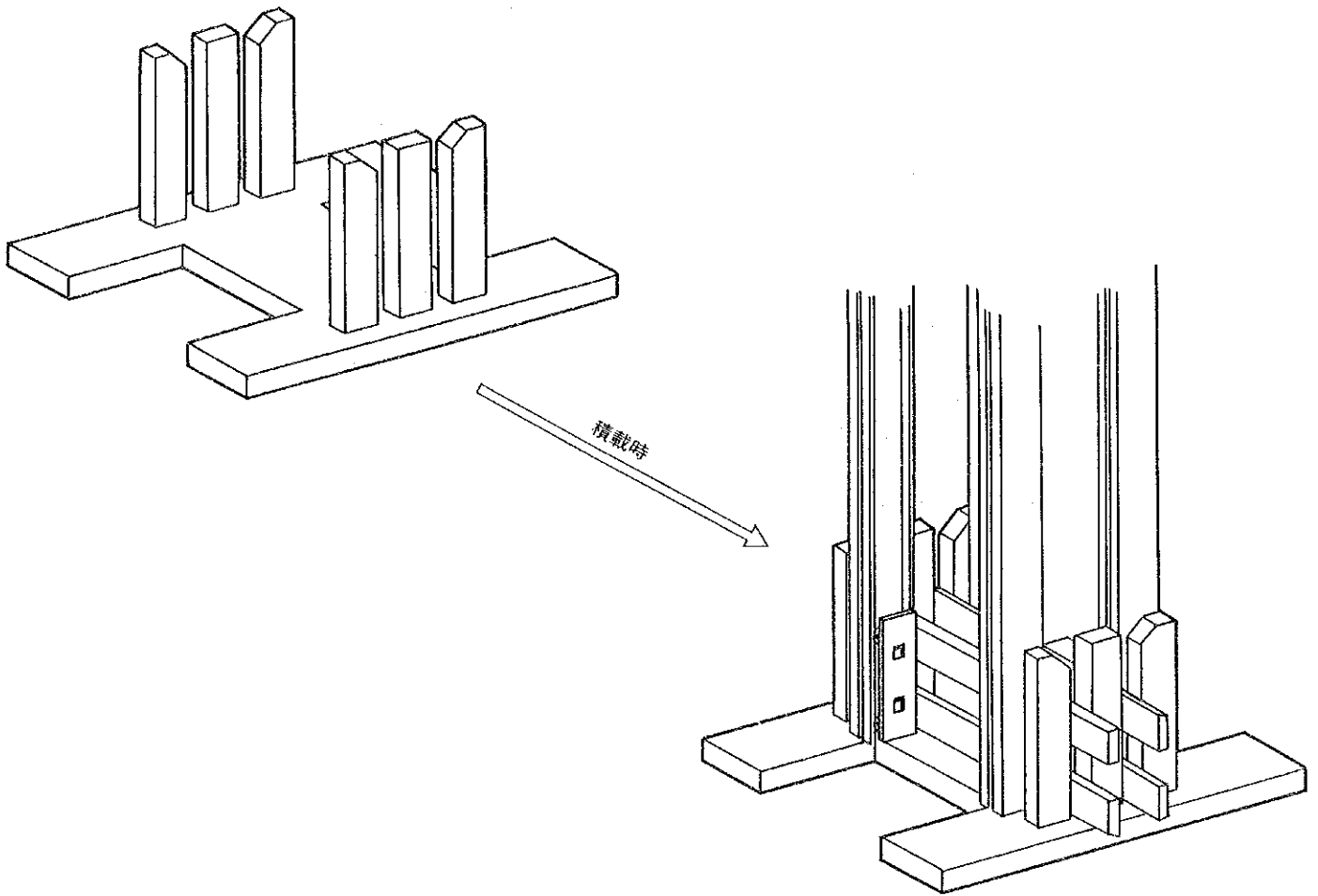


(5)ウェイト



(6)ヘッドガード

図 6-5-6 専用パレット図(1)



(7)マストAssy専用パレット(2個/P)

図6-5-6(続き) 専用パレット図(2)

2) 専用パレット数の算定

専用パレットの必要枚数の算定に当たっては、以下の基準を用いる。

$$\frac{\text{生産量}}{\text{積載量}} \times \text{作業場所数} \div \text{運搬回数}$$

生産量 : 1日当たりのロット数

積載量 : 1パレット当たりの積載台数

運搬回数 : 1日当たりの運搬回数 (注: パレット当たりの運搬回数ではない。)

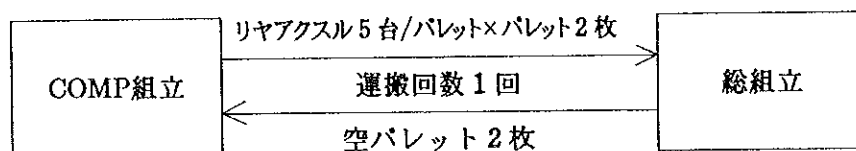
(例) リヤアクスル

生産量 : 10台/日

積載量 : 5台/パレット

運搬回数 : 1回/日

作業場所 : 2ヶ所



この場合の必要パレット枚数は4枚となる。生産量が増加する場合には、パレット枚数を増やすか、運搬回数を増やし対応する。

6-5-4 設備投資額

総組立工程の改善に要する投資額を表6-5-3に示す。

表6-5-11 設備投資額(総組立工程)

(単位:円)

項 目	単 価	数 量	小 計
クレーン(ホイスト・ガーター・サドル)	2,000,000	2台	4,000,000
マスト組立コンベア	30,000,000	一式	30,000,000
ビット(マスト取付用)	1,000,000	一式	1,000,000
リヤ・ドライブアクスル取付台車	500,000	2台	1,000,000
エレベーター	10,000,000	一式	10,000,000
ブレーキオイル圧送器	300,000	一式	300,000
給油機配管延長工事			範囲外
リーチ型フォークリフト(1t)	2,000,000	1台	2,000,000
牽引車	600,000	1台	600,000
専用パレット		一式	3,580,000
・リヤアクスル	50,000	4	200,000
・ドライブアクスル	50,000	10	500,000
・バッテリーカバー	50,000	6	300,000
・マスト	50,000	4	200,000
・ヘッドガード	40,000	12	480,000
・ウェイト	50,000	30	1,500,000
・タイヤ	50,000	8	400,000
合 計			52,480,000

注) 上記価格は日本における価格の概算見積である。