

第 110 研 究 部 会
造船所における省力化に関する調査研究
報 告 書

(その3 船 殻 工 作 部 門)

昭 和 4 7 年 3 月

社 団 法 人
日 本 造 船 研 究 協 会

は し が き

本報告書は日本船舶振興会の昭和46年度補助事業「造船所における省力化に関する調査研究」の一部として日本造船研究協会が第110研究部会船殻工作分科会（足場、曲げ加工、ブロック仕上、曲りブロック、の各小委員会）においてとりまとめたものである。

本研究の委員は次のとおりである。（部会、幹事会委員はその1に記載）

第110研究部会船殻工作分科会委員名簿（敬称略、順不同）

分科会長	宮田 貞一（三菱重工業）	
委員	家永 学（佐世保重工業）	市川 弘（川崎重工業）
	猪又 忠弘（日本鋼管）	岡田 重陳（住友重機械工業）
	西岡 富二雄（日立造船）	南崎 邦夫（石川島播磨重工業）
	森口 茂（三井造船）	小貫 熙彦（運輸省船舶局）

船殻工作分科会足場小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

主査	黒瀬 久門（石川島播磨重工業）	
委員	阿比留 英明（三菱重工業）	井谷 充男（三井造船）
	乾 一郎（日本鋼管）	黒岩 純人（佐世保重工業）
	小林 将成（川崎重工業）	船尾 洋二（日本造船技術センター）
	小貫 熙彦（運輸省船舶局）	

船殻工作分科会曲げ加工小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

主査	西岡 富二雄（日立造船）	
委員	石津 康二（石川島播磨重工業）	田中 武（川崎重工業）
	西牧 興（日立造船）	安川 度（川崎重工業）
	小貫 熙彦（運輸省船舶局）	

船殻工作分科会ブロック仕上小委員会名簿（敬称略、順不同）

主査	猪又 忠弘（日本鋼管）	
委員	内村 寛（佐世保重工業）	岡田 重陳（住友重機械工業）
	川原 幸敏（川崎重工業）	萩原 友男（日本鋼管）
	小貫 熙彦（運輸省船舶局）	

船殻工作分科会曲りブロック小委員会委員名簿（敬称略、順不同）

主査	寺井 清（川崎重工業）	
委員	小沢 耕作（都島製作所）	栗岡 辰巳（川崎重工業）
	関根 和郎（日本鋼管）	田辺 勇（都島製作所）
	中村 春雄（住友重機械工業）	元山 登雄（三井造船）
	山田 祥克（日立造船）	小貫 熙彦（運輸省船舶局）

目 次

3. 船殻工作部門に関する調査研究	1
概 要	1
3.1 足場の改善	2
3.1.1. ブーム式足場装置	2
(1) 足場装置の使用目的	2
(2) 設計の前提条件	2
(3) 仕様および設計	2
(4) 実験および実験結果	4
(5) 実用上の問題点	8
3.1.2. 曲り外板自動足場装置	8
(1) 装置の仕様と設計	8
(2) 実 験	11
(3) 実用上の問題点	14
3.2. 鋼板の曲げ加工の自動化	20
3.2.1. 多点プレス模型による曲げ実験	20
(1) まえがき	20
(2) 実験装置および試験方法	20
(3) 実験結果および考察	21
(4) む す び	21
3.2.2. N C ハードウェアの試作実験	34
(1) まえがき	34
(2) 実験装置および実験方法	34
(3) 実験結果	49
(4) 結 言	50
3.2.3. ユニバーサル多点プレスの仕様	63
(1) まえがき	63
(2) 全体見取図の各装置の概略説明	72
(3) 各部仕様	72
(4) 補助装置の構造および機能の概略	81
(5) N C 装置と N C システム	84
3.3. ブロック接手の搭載前仕上方式	91
3.3.1. 目 的	91
3.3.2. 装置の改良（皮切り装置）	92
(1) 倣い装置の改良	92
(2) 新センサーの製作	93
(3) 制御回路の変更	94

3.3.3. 試験結果	97
(1) 自動倣いの試験方法	97
(2) 倣い運動の原理	98
(3) 補正信号の変化	119
(4) 総合的な倣い性の確認	123
(5) ガス切断実験	123
3.3.4. 骨切り装置の概要と試験結果	133
(1) 装置の概要	133
(2) 制御方式	136
(3) 試験方法	137
3.3.5. 考察	141
(1) 倣い性	141
(5) 皮切り装置	142
3.3.6. むすび	143
3.4. 曲りブロック自動組立方式	144
3.4.1. まえがき	144
3.4.2. 準水平スミ肉溶接の自動化に関する問題点	144
3.4.3. 問題点に対する対策	144
3.4.4. 水平スミ肉自動溶接装置（試作機）の概要	144
(1) ポジショナー	145
(2) 準水平スミ肉溶接装置	145
3.4.5. あとがき	145

3. 船殻工作部門に関する調査研究

概 要

船殻工作分科会の昭和46年度研究項目としては、昭和45年度よりの継続研究として下記の4項目について研究を行なった。

1. 足場の改善
2. 鋼板曲げ加工の自動化に関する研究
3. 曲りブロック自動組立方式に関する研究
4. ブロック接手の搭載前仕上方式に関する研究

1. 足場の改善

本研究では45年度に引続き、上甲板裏面の足場装置として、クロスタイ上を走行するブーム式足場装置の研究と将来の予備研究として曲り外板用足場装置の外板曲面への自動倣い装置の研究を行なった。

前者は甲板裏のスポット工事を主として目指したもので、試作機を製作し、実験した結果、2・3問題点はあるも、一応の実用化の目途を得た。

後者については、下部作業床、ブーム迄の試作機により研究を行なった結果、実用上の問題点を把握でき、この解決が今後の課題である。

2. 鋼板曲げ加工の自動化に関する研究

昭和45年度よりの継続研究として、46年度には

- (1) 加圧順序が成型効果に及ぼす影響
- (2) N/C装置とするためのハードウェア（スクリュージャッキ）の試作実験
- (3) ユニバーサル多点プレス仕様決定

の3項目について行なった。

以上により実現可能な装置の概要仕様を求め得た。

3. 曲りブロック自動組立方式に関する研究

継続研究として、昭和46年度は曲りブロックの板、枠が結合された後の水平隅肉自動溶接装置の設け、試作を行なった。

水平隅肉溶接は、溶接線が3次元的な曲線であり、この曲線に正しくフォローし、適正な隅肉をうるために、被溶接物の接手線が水平もしくは上り勾配になるようブロックをポジショニングし、その上でトーチが適正なラインに沿い、しかも適正な角度を保持するよう制御装置に工夫を加えた。

4. ブロックの搭載前仕上方式に関する研究

45年度からの継続研究として、46年度は前年度より曲りの大きいブロックを対象として、仕上切断の実験を行なった。曲りの大きいブロックの場合は、仕上切断線の精度を上げるため、新しい方式のセンサーを開発、実験の結果は、良好な精度を得た。

以上により46年度の研究を終り、各項目それぞれに一応の成果を収め得た。

しかし、造船現場へ導入するについては、なお、詳細につめるべき面も残されており、この研究が呼び水となってそれぞれの場でさらに積極的な研究が進められることを望むものである。

3.1 足場の改善

3.1.1 ま え が き

船舶の大型化に伴って必要とする足場資材並高所作業量は著しく増大しつつあるが、一方足場作業者の確保は労働事情その他の面から極めて困難となっており今後益々その度を増すことは明らかである。

このような情勢に対処することを目的に足場の機械化について研究し実用化への前段階として実験的研究を昭和45年度に引続いて行なったものである。

昭和45年度には上甲板裏面の足場の機械化を重点項目として採り上げ下記の足場装置について研究を行なった。

- 1) タンク内を前後に移動する縦移動式
- 2) タンク内を左右に移動する横移動式
- 3) 上甲板から挿入して油圧で展開するバランス型
- 4) 上甲板から挿入して空気圧で展開するエアーマット式

昭和46年度には

- 1) 昭和45年度に引続いて上甲板裏面の足場装置としてブーム式の足場装置の研究
- 2) 将来の足場機械の無人化に対処するための予備研究として、曲り外板用足場装置を採り上げ、外板曲面への自動食い装置について研究する。

ことにした。

以下その詳細について述べる。

3.2.2 ブーム式足場装置

(1) 足場装置の使用目的

タンカーのカーゴオイルタンク内の足場工事において、最も足場材料の使用が多く、架設・解体時の危険性が高いタンク内の足場を機械化し足場材料の節減と環境の整備、諸作業の容易化により、省力と工数の低減を目的とする。

(2) 設計の前提条件

- (a) 足場装置を分解することなく、搬出搬入できる開口部(2,500mm×2,500mm)が上甲板上に設けられること。
- (b) 走行用レールは足場装置と同時に撤去するものとする。
- (c) タンク内の特殊塗装を考慮し、動力は工場エアによるエアモーター駆動とする。

(3) 仕様および設計

(a) 装置の概要

本装置はタンカーの上甲板開口部(2,500mm×2,500mm)を利用しタンク内に搬出搬入可能なコンパクト構造で、クロスタイ上に架設したレール上を走行し、上下左右に伸縮する足場装置である。

(b) 用 途

主として、タンク内のスポット工事に使用する。

- (i) タンク内の塗装作業
- (ii) タンク内ファイナル清掃工事

- (iii) タンク内船款工事および検査工事
- (iv) その他タンク内のスポット工事全般

(c) 機 構

(i) 走行レール

タンク内クロスタイ上に架設する台車移動用のレールで、接続はボルト・ナットおよびノックにて連結する。

(ii) 走行台車

ブーム、マストを設備し、走行用動力として 0.8 HP ブレーキ付エアーマーター 1 台およびブーム起伏用 0.8 HP ブレーキ付エアーマーター 2 台を装備し、台車上部に各種機構の操作盤を有する。

(iii) マ ス ト

先端にブーム起伏用滑車を装置し、ラック機構にて伸縮する角型構造で伸縮用動力として 0.8 HP、ブレーキ付エアーマーターを取付け、ピニオンによりラックと連結する。

(iv) ブ ー ム

ラック式機構により伸縮する角型構造で先端に作業用ケージおよびゴンドラを装備する。
伸縮用として 0.8 HP ブレーキ付エアーマーターを取付けピニオンによりラックと連結する。
角型 2 本構造の中間補強を通行用梯子とし手摺は入れ込み式のスライド構造とする。

(v) 作業用ゲージ

ブーム先端に装備され重力により水平を保ち、バンドブレーキにより固定する。
 $1.3\text{ m} \times 0.7\text{ m}$ (L × B) にて積載荷重 150 Kg とする。

(vi) 作業用ゴンドラ

ブーム先端に吊下げられ壁面および立上り部の作業用として 6.59 m/min の速度にて昇降する。

(d) 型式および機能

(i) 作業可能範囲

(a) 先端ケージ

ウイングタンク中央より 77.5% 左右へクロスタイ上部より 130.0% を中心とする最大 700.0% の円弧で作業角度は水平より垂直までの範囲である。

(b) ゴンドラ

上記ケージ下より船底までの範囲。

(ii) 全 高

- (a) 最大展張時 8,400 %
- (b) 最小セット時 6,900 %

(iii) 全 巾

- (a) 最大展張時 15,550 %
- (b) 最小セット時 2,350 %

(iv) 重 量

- (a) 本 体 4,840 Kg
- (b) ゴンドラ (2 台) 200 Kg
- (c) 総重量 5,040 Kg

(Ⅳ) 機 能

- (a) 空気圧力 最小 3 Kg/cm² 最大 5 Kg/cm²
- (b) ブーム起伏速度 19°/min ~ 29°/min
- (c) ブーム伸縮速度 1.27m/min ~ 1.61 m/min
- (d) マスト伸縮速度 0.62m/min ~ 0.9 m/min

(Ⅴ) 設 計 図

図 3. 1. 1 参照

(4) 実験および実験結果

(a) 実験要領

下記の実験を行なった。

- (i) 重量測定および重心測定
- (ii) 安 定 度
- (iii) ブームの伸縮、起伏速度および時間測定
- (Ⅳ) マストの伸縮速度および時間測定
- (Ⅴ) 足場装置の展張セット試験および手順

(b) 重量測定および重心位置

(ケージに吊り下る Gondola は含まない)

ブロック	重 量	数 量	備 考
先 端 ゲ ー ジ	2 0 0 Kg	2	ブーム上部ブレーキを含む
伸 縮 ブ ー ム	1 8 0	2	
ブ ー ム	4 0 0	2	駆動装置含む
伸 縮 マ ス ト	4 5 0	1	
マ ス ト	6 0 0	1	駆動装置踊場含む
走 行 台 車	5 3 0	1	駆動装置含む
マ ス ト 架 台	4 0 0	1	
起伏ウインチ	6 5 0	2	

計 4,840 Kg

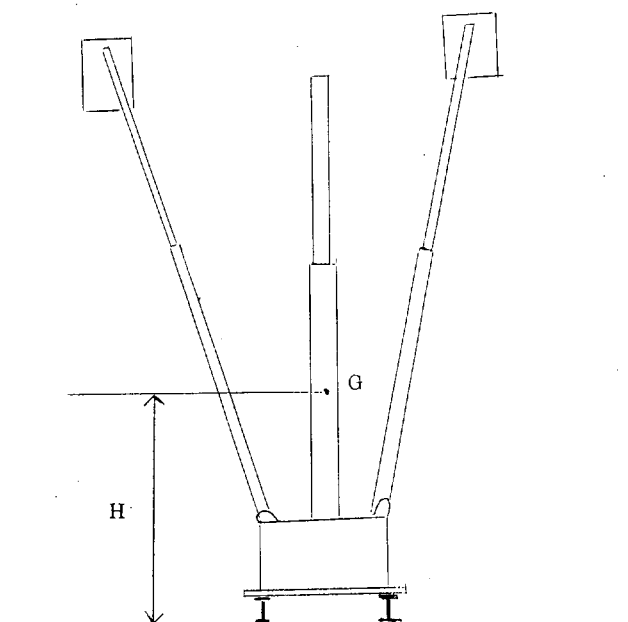


図 3. 1. 2

“註” ブームは最大展張左右対象角度
の場合 (セット時を除く)

G位置 ブーム 角度	H %	
	無荷重時	荷重時
0°	1,710	1,760
45°	2,677	2,887
75°	3,050	2,725
90°		3,135
セット時(90°)	2,970	

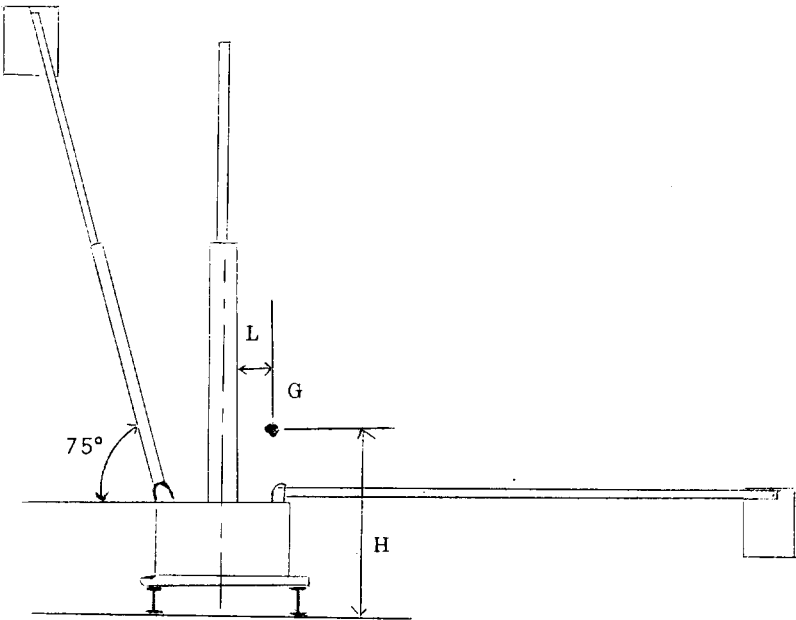


図 3. 1. 3

G位置 区 別	無荷重時	荷 重 時
H %	2,390	2,356
L %	475	902

(c) 転倒に対する安定度

図 3.1.3 の場合の安定度（ケージに吊り下るゴンドラを含む）は次の通りである。

安全率：無負荷時	1.74
荷 重 時	1.28

上記の数値は若干低い転倒防止用のローラーが装備されているので安定度は高くなっている。

(d) ブームの伸縮速度および時間測定

ブーム 角度		空気圧力 区 別		3.0 Kg/cm ²		4.0 Kg/cm ²		5.0 Kg/cm ²	
		速 度	時 間	無 荷 重	荷 重	無 荷 重	荷 重	無 荷 重	荷 重
0°	v m/M			1.27	1.19	1.45	1.38	1.62	1.56
	t MIN			1.73	1.85	1.51	1.59	1.35	1.41
30°	v m/M			1.29	1.23	1.48	1.42	1.66	1.63
	t M			1.71	1.79	1.48	1.55	1.33	1.39
45°	v m/M			1.28	1.23	1.47	1.42	1.65	1.58
	t M			1.71	1.8	1.49	1.56	1.33	1.38
60°	v m/M			1.28	1.23	1.46	1.41	1.66	1.6
	t M			1.71	1.79	1.55	1.56	1.33	1.38
75°	v m/M			1.28	1.23	1.46	1.42	1.65	1.67
	t M			1.71	1.79	1.54	1.54	1.33	1.25

(e) ブームの起伏速度および時間測定 (0° ～ 75°)

速度 時間 区 別 ブーム 角度		空気圧 力		3.0Kg/cm ²		4.0Kg/cm ²		5.0Kg/cm ²	
		無 荷 重		荷 重		無 荷 重		荷 重	
縮 時 ブーム長さ 4.7m	v °/min	23°		21°		27°		27°	
	t min	3.59		3.59		3.08		3.06	
伸 時 ブーム長さ 7.0m	v °/min	20°		19°		23°30'		21°30'	
	t min	4.41		4.73		3.78		4.06	

(f) マストの伸縮速度および時間測定

速度 時間 区 別	空気圧 力	3.0Kg/cm ²	4.0Kg/cm ²	5.0Kg/cm ²
v m/min		0.62	0.75	0.9
t sec		220	184	154

- 註 1. ブーム長さ=4.7 m
2. ブーム角度=45°
3. 無荷重時

(g) 足場装置の展張セット試験

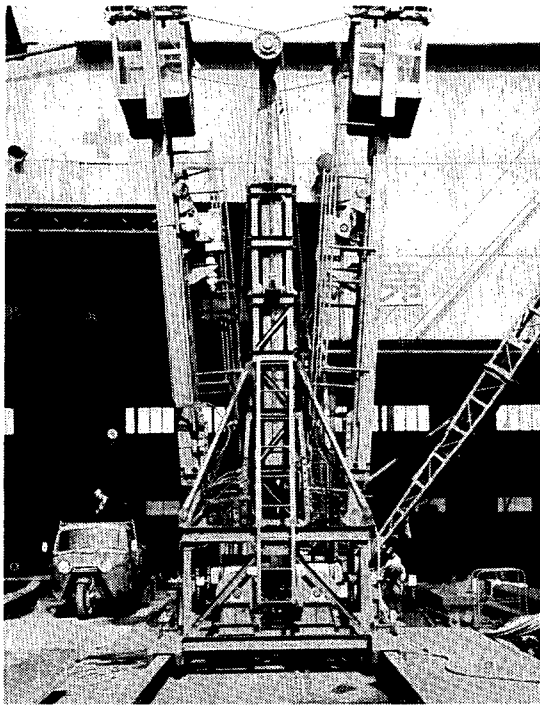


図 3. 1. 4

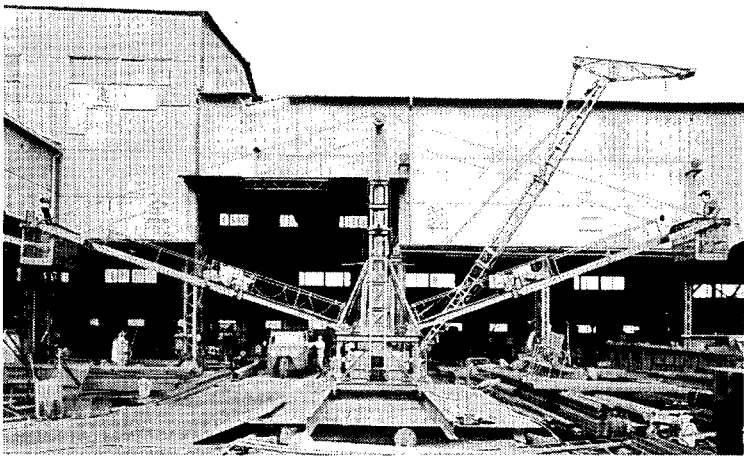


図 3. 1. 5

(h) 足場装置の展張手順

- (i) 各モーターのブレーキ状態を点検し、ブレーキ状態を確認の上、空気弁を開く
- (ii) ブーム・トップのケージをフリー状態とする。
- (iii) ブーム固定安全装置を外しブームの起伏を可能状態にする。
- (iv) ブームを45°程度まで倒す
- (v) マスト伸縮固定用歯止めを外す
- (vi) マストを所定の高さまで伸し、歯止めラックをピニオンに噛み込ませピンを差し込み固定する。
- (vii) ブーム伸縮安全装置を外しブームを必要長さまで伸す。同時にブームを起伏させ先端ケージを所定の位置に設置させる。
- (viii) ブーム各部の固定安全装置をかける。
- (ix) 先端ケージを水平に固定させる。
- (x) ケージ端部のフックをロックさせケージおよびブームを支持する。
- (xi) 手すりを引き上げピンにて固定する。

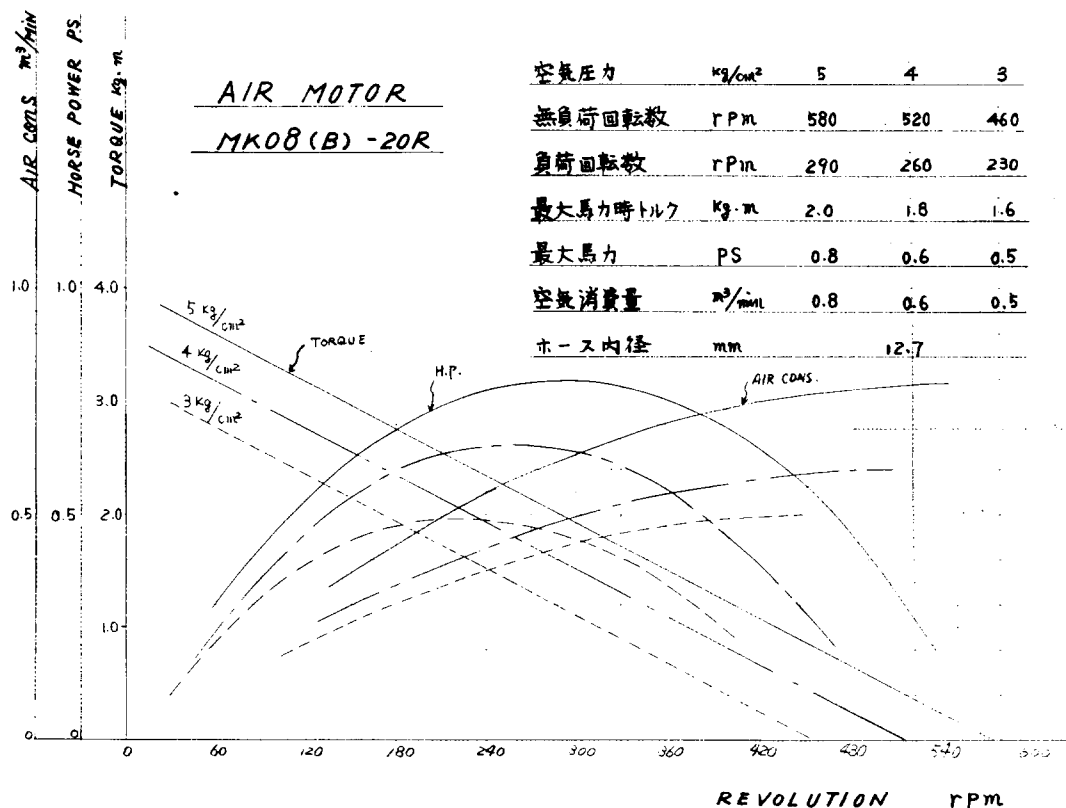
(i) 足場装置のセット手順

展張手順を逆行行なう。

(j) エアーマーター各種性能

表 3. 1. 1 参照

表 3. 1. 1



(5) 実用上の問題点

- (i) 本装置の寸法決定はタンの大きさやデッキトランスの深さ、クロスタイより上甲板迄の高さ等によりマスト・ブームの伸縮量を検討する必要がある。
- (ii) 本装置は上甲板の開口を 2500 ㎜ × 2500 ㎜ として設計したものであるが、開口の大きさによっては仕様を変更し分解式等を考慮する必要がある。
- (iii) 本装置はスポット作業を主として設計したものであるが、裏装備することにより充分主工事にも使用できる。
- (iv) 本装置の保守保全はクレーンまたはゴンドラと同程度の保守保全が必要である。
- (v) チェーンなど動く部分にカバーするなどの安全対策が必要であり、またショットブラストなどを行なうときにはラックピニオンなどにもダスト対策が必要になる。
- (vi) 動力にエアーを使用するため操作盤が大型化し操作が複雑であるため防爆型電磁弁等を使用し簡単化する必要がある。
- (vii) 本装置はワイヤーが各所に配置展張されるので安全の面からも実用機では照明には特に留意する必要がある。

3. 1. 3 曲り引板自動足場装置

(1) 装置の仕様と設計

(a) 装置の概略

本装置は船台上または渠底を船首尾方向に目走しながら曲り外板の形状の変化に応じて自動的に作業床と外板の間隔を一定に保つ機構を有する足場装置であり、船首尾部の足場の完全な自動化を目的としたものである。

本装置は図 3. 1. 6 で示すように台車とメインブーム、作業床ブーム、パイロットローラー、油圧シリンダー等で構成されており、パイロットローラーが外板と作業床ブームの間隔を読みとってそれをパイロットバルブに伝えてシリンダーを動かし、メインブームおよび作業床ブームを俯仰させて、外板の曲り形状に対応させる構造となっている。(図 3. 1. 7)

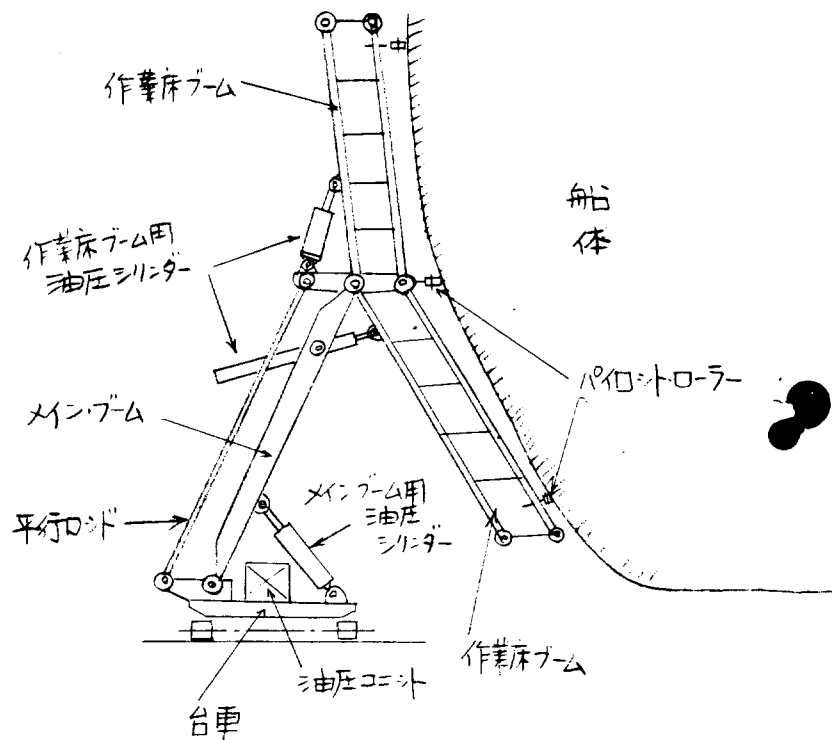
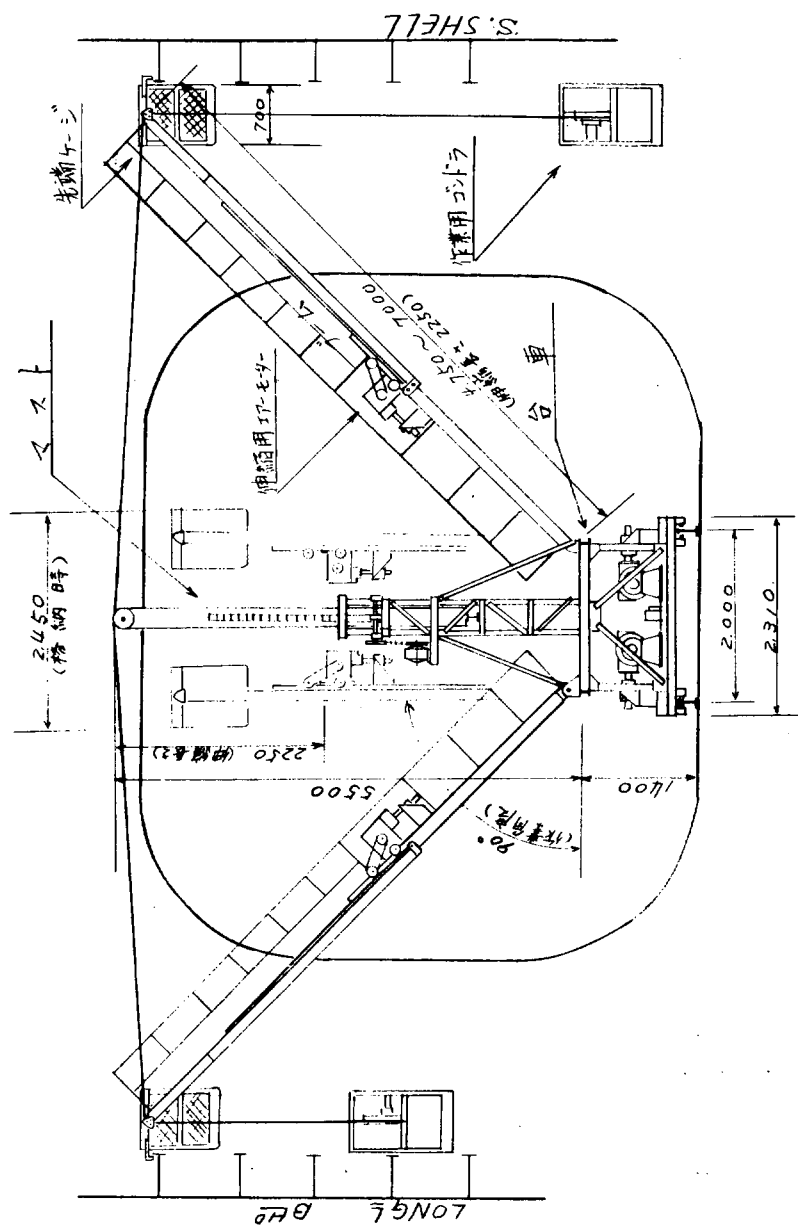
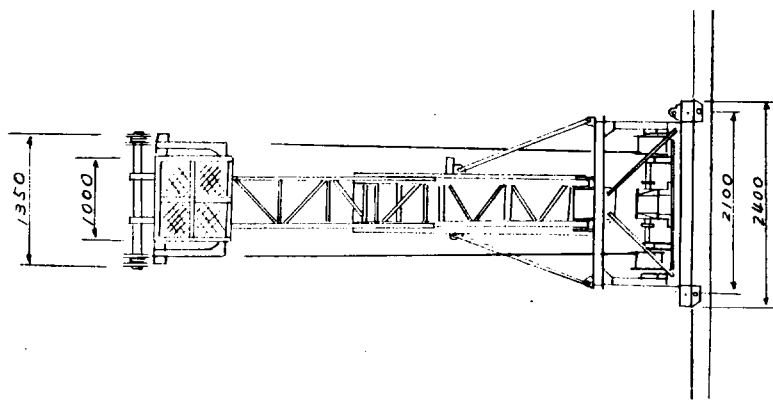


図 3. 1. 6



仕様

起状速度	90°/MIN ~ 23°/MIN
" エア-モーター	0.8 HP フレキ付
ブーム伸縮速度	107°/MIN ~ 125°/MIN
" エア-モーター	0.8 HP フレキ付
マスト伸縮速度	3.7°/MIN
" エア-モーター	0.8 HP フレキ付
走行速度	8.9°/MIN
" エア-モーター	0.8 HP フレキ付
先端ケーシング積載荷重	150 kg

図 3. 1. 1 ブーム式足場装置

(b) 用 途

主に船首尾部の外板工事用の足場装置として用いる。

- (i) 現場継手のガス切断作業
- (ii) 継手の仮付本溶接、ガウジング作業
- (iii) 検 査
- (iv) 塗装工事
- (v) その他外板面作業

(c) 機 構

(i) 構 成 (図 3. 1. 8 参照)

① 台 車

船台上または渠底に敷設されたレール上(またはガイドレールに沿って)を走行する台車で上部にメインブーム・油圧シリンダー・油圧ユニット、平行ロッド制御盤等を備えている。走行は制御の関係から電動ブレーキモーターで行なう。

② メインブーム

上下の作業床を遊動レバーを介して保持するブームで船体と台車の間隔に応じてこのブームを俯仰させて、作業床と船体の間隔を一定に保つ。

なお、このメインブームは平行レバー先端のパイロットローラーからの情報により、メインブーム用の油圧シリンダーが働き俯仰する。

③ 平行ロッド

メイン・ブームと平行に台車と遊動レバーを結ぶロッドでメイン・ブームの俯仰にかかわらず常に平行レバーおよび作業床を水平に保つ。

④ 作業床ブーム

平行レバーから上下に設置されているブームで作業床とそれを連結するロッドから構成されている。このブーム内に作業者が搭乗して外板面の作業を行なう。ブーム先端に取付られたパイロット・ローラーからの情報により作業床ブーム用の油圧シリンダーが働き、このブームを俯仰させ外板と作業床ブームの間隔を定距離に保つ。

⑤ 操 作 盤

台車上に取付られており、油圧・電動関係の制御を行なうための装置である。

各種計器、手動切替バルブ等を設けており、また緊急の際の手動ポンプもある。

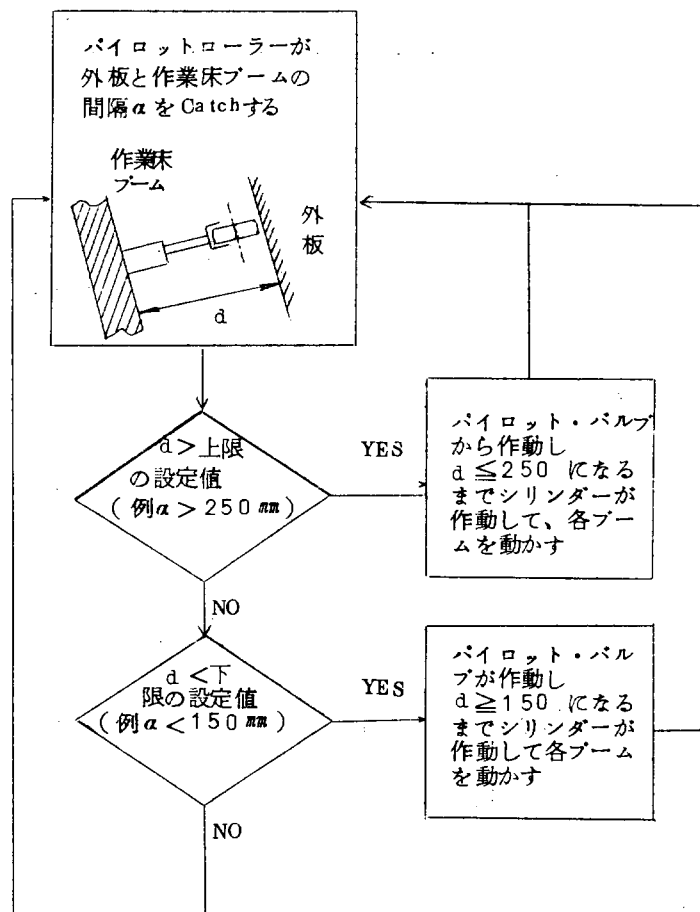


図 3. 1. 7

(ii) 油圧回路（図 3.1.9 参照）

図 3.1.9 に示すようにパイロット・ローラーの情報でパイロット・バルブが働いて、各シリンダーが作動する。

表 3.1.2 に各パイロット・ローラーとシリンダーの関係を示す。

表 3.1.2

パイロット・ローラー	上部作業床ブーム のパイロット・ローラー	下部作業床ブーム のパイロット・ローラー	平行レバー先端の パイロット・バルブ
油圧シリンダー	上部作業床ブーム用 油圧シリンダー	下部作業床ブーム用 油圧シリンダー	メイン・ブーム用 油圧シリンダー
機能	上部作業床ブームと外 板の間隔を一定に保つ ように作動する。	下部作業床ブームと 外板の間隔を一定に 保つように作動する。	メイン・ブームを俯 仰させて、平行レバ ーと外板の間隔を一 定に保つ。

(d) 計画図

図 3.1.8 および図 3.1.9 参照

(2) 実験

(a) 実験の目的

曲り外板自動足場の外板追従機構を開発することを目的とした。

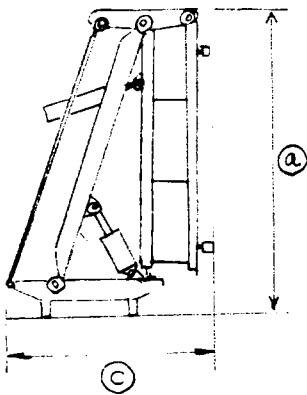
従って、実験機は作業床ブームは下部のみとして、上部作業床ブームは省略した。

（図 3.1.10、図 3.1.11 参照）

(b) 実験機の諸元

- (i) 重量 4,225kg
- (ii) 積載重量 各段 60kg 240kg
- (iii) 寸法（図 3.1.12）
- ① 全高（格納時） 6m016（レール上）
 - ② 全高（最大展張時） 5m500（レール上）
 - ③ 全巾（格納時） 2m800
 - ④ 全巾（最大展張時） 7m500
 - ⑤ 車長 3m010

格納時



最大展張時

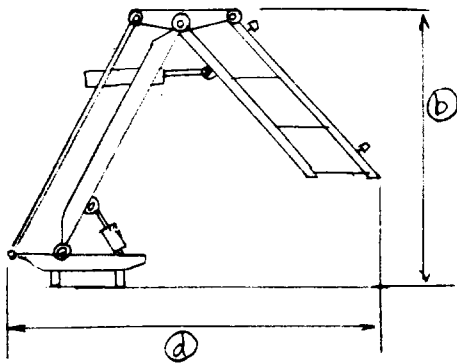


図 3.1.12

(Ⅳ) 重心位置 (計算値)

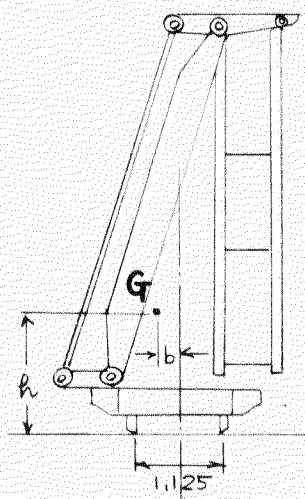


図 3. 1. 13



図 3. 1. 14

表 3. 1. 3

荷 重	ブーム状態		格 納 時	最大展張時
	b	h		
無 負 荷 時	b		+234 mm	+180.7 mm
	h		1,190	1,298
各段1人 60Kg 計 240Kg	b		-45	-269
	h		1,160	1,279

注：b の値が+の場合は重心が 〇 から左側にあることを示す。
 “ - ” “ ” 右側 “ ”

(Ⅳ) 実験機の機能

㉑ メインブーム俯仰範囲

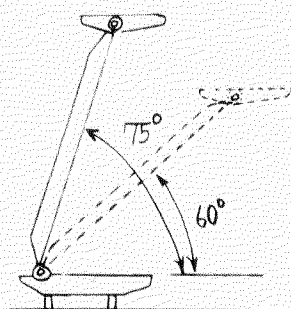


図 3. 1. 15

㉒ 作業末ブーム俯仰範囲

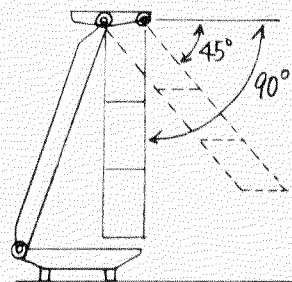


図 3. 1. 16

㉓ 走行速度 5 m/min (電動機 0.75 kW)

- ④ 油圧シリンダー速度 3 m/min
- ⑤ 油圧ユニット能力
 - ① ポンプ吐出量 6.8 l/min
 - ② 回路圧 最大 70 kg/cm^2
静定圧 30 kg/cm^2

(c) 実験要領

26,000 D.W T型のバルク・キャリアの船尾部分のライン図から高さ方向は現尺、長さ方向は $\frac{1}{10}$ 縮尺で、外板模型を製作し、実験機の曲り形状に対する追従性能、制御性能等を調べた。なお、外板および実験機のレールは船台勾配に従って $4.5/1000$ の傾斜をつけた。

(d) 実験項目

(i) 手動制御によるブーム俯仰テスト（操作盤上での操作）

無負荷および負荷（ 240 kg ）状態で、台車操作盤のバルブを手動操作し、ブーム格納状態で、台車操作盤のバルブを手動操作し、ブーム格納状態から外板セット状態までを繰返しテストした。

（図 3. 1. 17）

(ii) 手動制御によるブーム俯仰テスト（作業床上で操作）

作業床上に作業員が搭乗し、パイロットバルブを手動操作して、ブーム格納状態から外板セット状態までを繰返しテストした。（図 3. 1. 17）

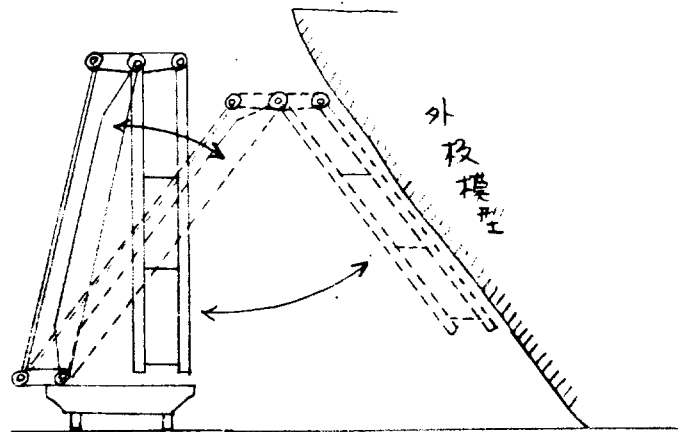


図 3. 1. 17

(iii) 自動制御によるブーム俯仰テスト

無負荷および負荷（ 240 kg ）状態において、自動制御によりブーム格納状態から、外板へセットする状態までをテストした。

(iv) 走行テスト

ブーム格納状態で走行テストを行なった。

走行の操作は台車操作盤上で行なった後、各作業床でリモート・コントロールで行なった。

(v) 外板追従テスト

自動制御で曲り外板の形状に合わせ各ブームを俯仰させながら走行させた。



図 3.1.18



図 3.1.19

(e) 実験結果

- (i) 手動制御によるブーム俯仰テスト（操作盤上での操作）..... OK
- (ii) 手動制御によるブーム俯仰テスト（作業床上の操作）..... OK
- (iii) 自動制御によるブーム俯仰テスト..... OK
- (iv) 走行テスト..... OK
- (v) 外板追従テスト..... OK

(3) 実用上の問題点

- (a) 本装置の寸法、特にメインブーム、作業床ブームの寸法、パイロットローラーの位置等は充分船首尾部のボディプランを検討して決定すべきである。
- (b) 実験機は設置されたレール上を走行する形式にしたが事情が許せば実用機は車輪の替りにソリッドタイヤを用いて、ガイド・レール式かまたは船体をガイドする方式にした方が、レールの架設の手間が楽になるのではさそうである。
 - (i) ガイド・レール式
船台または渠底に船首尾外板に沿ってガイド・レールを設置してそれをトレースして走行させる。
 - (ii) 船体ならい方式
船体をならいながら舵を切って走行させる。
- (c) パイロット・ローラーは実験機ではスプリングで作動する型式であるが、スプリングが弱いとパイロット・バルブの切替に支障があるし、またスプリングが強すぎると塗装作業時等塗膜に傷をつけるのでその点を考慮してバネ定数を決めねばならない。
- (d) 走行速度に比べて各シリンダーの作動速度が遅い場合は構造を破壊する恐れがあるので、ポンプ容量は十分余裕を見て決定せねばならない。
また、パイロット・ローラーに限界以上の力がかかった場合は自動的に走行を停止する機構を付けることが望ましい。
- (e) 本実験機の操作は台車上の操作盤で行なえるが、作業床上の作業者が直接走行を操作できるようにリモ

コン用のコンセントを設けている。

なお、操作盤とリモコンの二重作動を行なえないように操作箱を携帯式とし、それぞれのコンセントはプラグを差し込まないと作動しないようにしている。

このような配慮が実用機には絶対必要である。

- (f) 本装置は船首尾部の外板を二直線で Cover する Type であるが、20 万 ton 型タンカー等の大型船では図 3. 1. 20 のように作業床と外板面の間隔が大きくなる恐れがあるので、各作業床にスライドデッキを設けることが望ましい。
- (g) 本装置の発展型としてさらに節点数を増した Type も考えられる。振動や金額がかさむ点で問題があるが外板と作業床間の間隔は狭くなるので作業には便利である。(図 3. 1. 21)

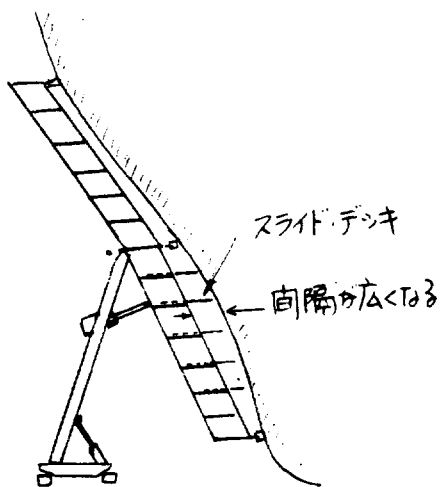


図 3. 1. 20

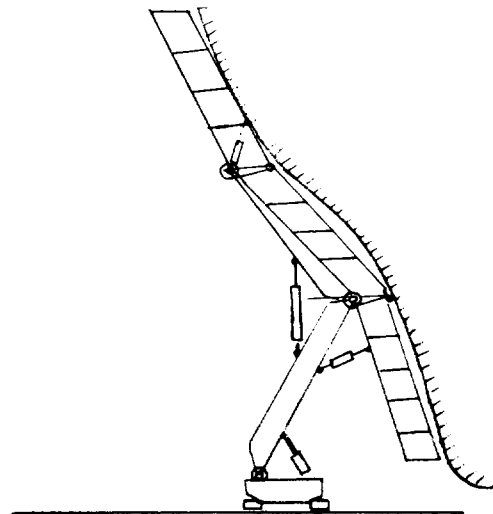
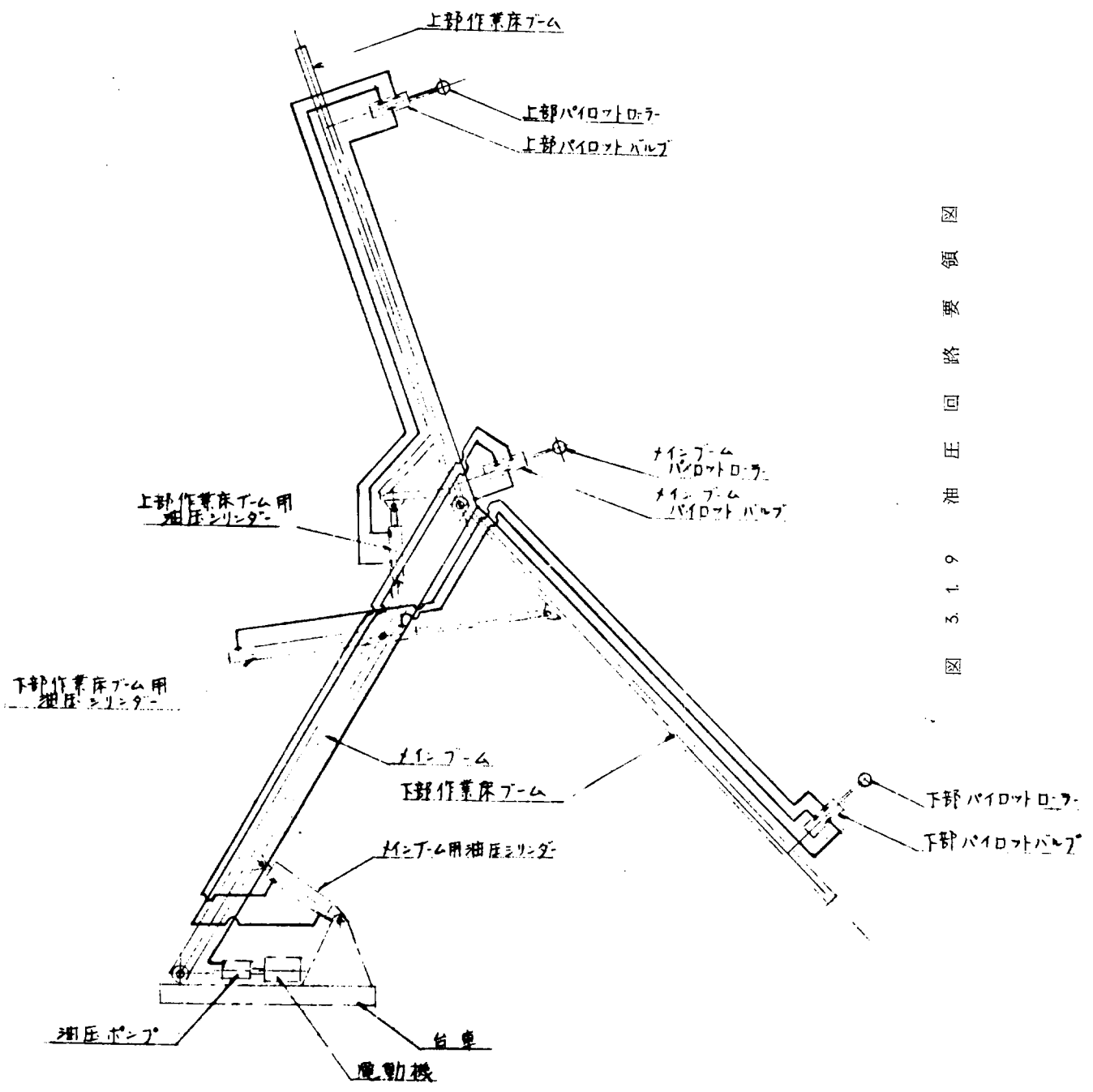


図 3. 1. 21

図 3. 1. 9 油 圧 回 路 要 領 図



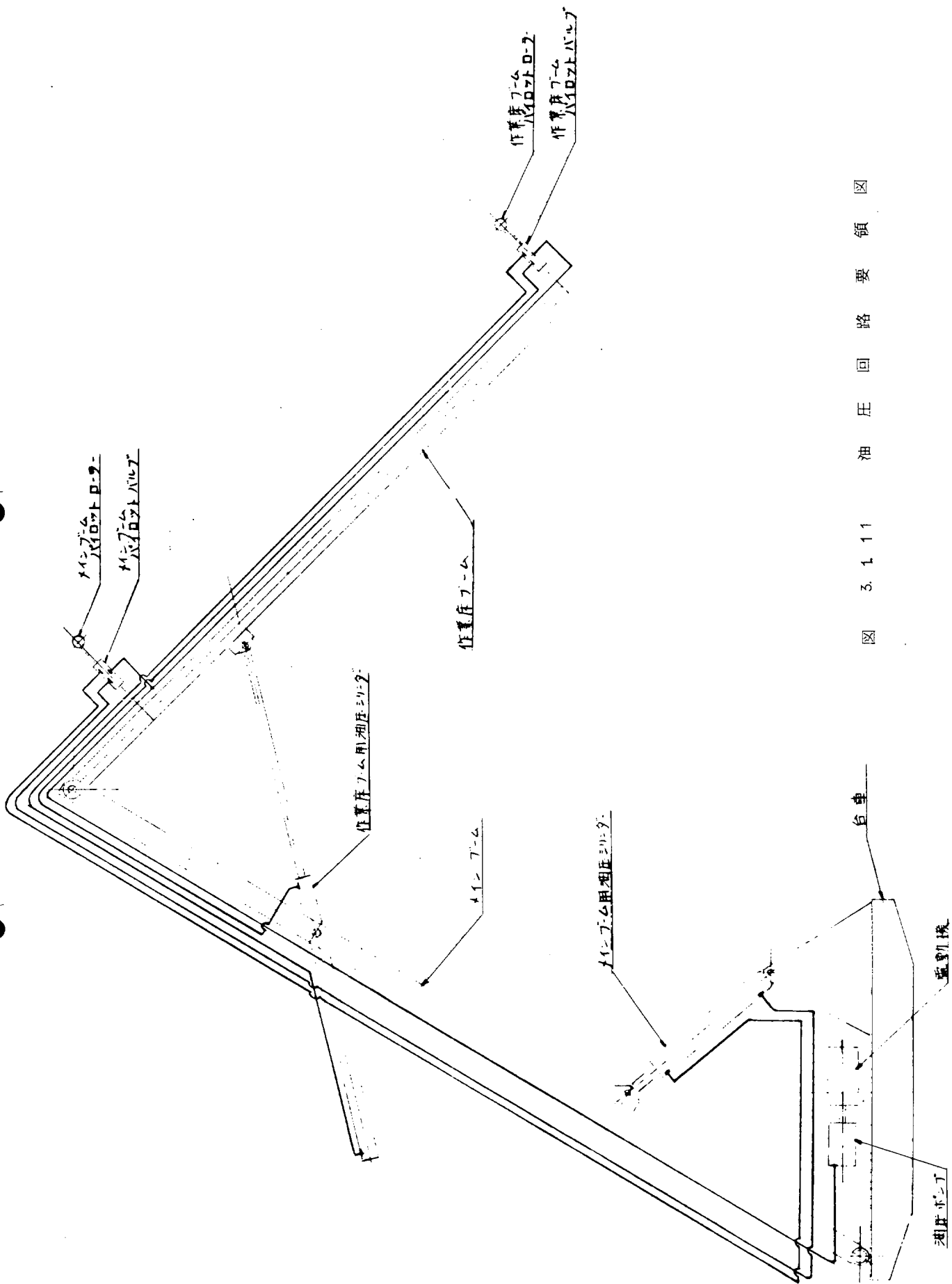


図 3. 1. 11 油圧回路要領図

3.2 鋼板曲げ加工の自動化に関する研究

造船用鋼板曲げ加工の自動化に関して、昭和44年度には、(1)代表的な船種を選んで曲り外板の曲率の範囲についての実態の検討、(2)NCに最も適すると考えられる板曲げ加工法の選択の2項目についての調査検討が行なわれた。その結果、外板の板曲げ作業に関しては、多点プレスによる曲げ加工法が加工精度、再現性、NC化の難易度などの点で最適であろうとの結論に達したので、これに引続いて、昭和45年度には、小型の模型装置によって多点プレス加工法に関する基礎的な実験を行ない、これを基に大型模型を製作して、成形された曲面のフェアネスの状況、ジャッキ配列ピッチの影響、曲面の種類とスプリングバック量の関係の定量的把握の可能性、プレス荷重等について精度を上げた系統の実験を実施した。また加熱加工の可能性に関する実験も行なった。

この結果、多点プレスの実用化の見通しが得られたので、昭和46年度には引続いてその実用化に対する具体的な問題点の検討を行なった。すなわち、

(1) 加工様式が成型に及ぼす影響に関する実験

NC機構を簡略化し、また加圧効率を向上する目的で負荷油圧機構を改良した7行7列のユニバーサル多点プレス実験装置を試作し、加圧順序と成型精度などに関する系統の実験を実施した。

(2) プレスのハードウェア決定のための試作実験

プレスハードウェア決定のために、NCジャッキ本体、ジャッキ位置決め機構、およびスプリングバック検出装置を設計試作し、この特性調査のための実験を行ない、採用すべき方式を選定した。

(3) プレス装置の全体計画の検討

このようにして得られた各資料を基に(2)ユニバーサル多点プレスの機構の全体および各部仕様、NC装置と加工システム、NC曲げ加工のソフトウェアなどの検討を行ない、総合的計画をとりまとめた。

3.2.1. 多点プレス模型による曲げ実験

(1) まえがき

ユニバーサル多点プレス方式を実用化するにあたってNC機構を簡単化するために改良型のユニバーサル多点プレス装置を製作した。その場合の問題は加圧順序が成形効果に及ぼす影響の究明である。

そこで、上部ピストンが油圧ジャッキ、下部ピストンがスクリーージャッキで構成されるユニバーサル多点プレスを新たに製作し、加圧順序が成型効果に及ぼす影響を検討する。

(2) 実験装置および試験方法

多点プレスの加圧順序が成型効果に及ぼす影響を調査するためのユニバーサル多点プレスの実験装置の全体図および要目をそれぞれ図3.2.1および表3.2.1に示す。図3.2.2に示す上部油圧ジャッキおよび図4.4.3に示す下部スクリーージャッキはそれぞれ図3.2.4に示すように200mmピッチで7行、7列に配置した。上部油圧ジャッキは加工順序を制御するために、図3.2.4および表3.2.2に示すように3ブロックに分割した。本装置では下部スクリーージャッキの高さのみを制御すれば、上部油圧ジャッキは鋼板を下部ジャッキ群で構成される曲面にプレスする。

実験装置の油圧系統図は図3.2.5に、電気系統図は図3.2.6に示すが、1組の油圧ユニットを用いて、各ブロックを順番に作動させる。1例として、ブロックの加圧順序がA、B、Cの場合の圧力状態を表3.2.3に示す。

ユニバーサル多点プレスによる曲げ加工後の試験片の曲面形状は図3.2.7に示す計測装置を用いて行なった。

電気的変位計により曲面形状を検出し、得られたアナログデータをA-D変換器にてデジタルデータに変換し、紙テープ上のデジタルデータは小型電子計算機HITAC10で処理し、試験片の曲面形状を解析する。

実験装置の写真は図 3.2.8～11 に示す。図 3.2.8 はユニバーサル多点プレス全体写真、図 3.2.9 は変位計測台車および電気的変位計の写真、図 3.2.10 は増幅器、カウンター、A-D 変換器、紙テープせん孔機の写真、図 3.2.11 は油圧ユニットの写真である。

(3) 実験結果および考察

ユニバーサル多点プレスの加圧順序が成型効果に及ぼす影響を調べるために、A、B、C 全ブロックを同時に加工した場合、A→B→C ブロックの順に加工した場合および C→B→A ブロックの順に加工した場合の 3 種類の加圧順序を選んで実験を行なった。

試験片の寸法は $1,350\text{ mm} \times 1,350\text{ mm} \times 2.2\text{ mm}$ 、降伏応力は 24.8 Kg/mm^2 であった。実験に用いた曲げ型はシリンダー型 ($R=5,000\text{ mm}$) および球型 ($R=5,000\text{ mm}$) であった。

プレス後の試験片の形状は、いずれの加圧順序の場合にも非常に滑らかであり、曲面のフェアネスは良好であった。

曲げ加工後の試験片の曲面は、試験片を 200 mm ピッチで縦、横各 7 分割した 49 点の変形を、試験片の中央を零とした相対高さと整理記録した。シリンダー曲げの場合の曲面形状を表 3.2.4～3.2.6 に、球型曲げの場合を表 3.4.7～8 に示す。これらの表に示された計測結果から、最小 2 乗法を用いてスプリングバック後の曲率半径を計算し、その結果を同表に示した。

シリンダー曲げの場合は、スプリングバック後の曲率 ($1/m$) の大きさは

- ① A→B→C ブロックの順に加圧する場合
- ② A、B、C 全ブロックを同時に加圧する場合
- ③ C→B→A ブロックの順に加圧する場合

の順位になっている。

一方、球型曲げの場合には、A、B、C 全ブロックを同時に加圧した場合と C→B→A ブロックの順に加圧した場合とではプレス後の曲面形状は殆んど同じである。

これは、油圧ジャッキのブロック分けが同心円状になっているので、球型曲げの場合ピストン高さが同心円状だから、加圧順序を変更しても負荷中の試験片の変形状にはあまり差がない。一方、シリンダー曲げの場合加圧順序によって負荷中の試験片の変形状が全く異なり、特に A→B→C ブロックの順に加圧する場合、試験片は最初ドーナツ外型状に変形し、変形量が大きめになる。C→B→A ブロックの順に加圧する場合、試験片は最初ドーナツ内型状に変形し、変形量が小さめになる。

実船の曲り外板では、一般に、横曲り量が大きく、縦曲り量は小さくて横曲り量の $1/10$ のオーダーである。従って、ユニバーサル多点プレスの実用機では上部油圧ジャッキのブロック分けは図 3.2.12 に示すように板幅方向にブロック分けすると、プレス負荷中の抵抗が少くなり、プレス容量が少くて済むと考えられる。

(4) む す び

加圧順序が成型効果に及ぼす影響を検討した結果、以下の事が明らかになった。

- (a) 改良型のプレスでは NC 機構の簡易化が可能になり、かつ加圧順序を変えてもプレス後の曲面のフェアネスは良好である。
- (b) 本研究で採用した同心円状のジャッキのブロック分けの場合、球面曲げでは成型曲面は加圧順序に関係なくほぼ一定であるが、シリンダー面曲げでは加圧順序によって成型曲面は相当変化する。
- (c) 実船の曲り外板の曲げ加工を行なう場合には、板幅方向に油圧ジャッキのブロック分けをすればプレス負荷中の抵抗が最も少くなり、プレス容量が少くなると考えられる。

表 3.2.4 シリンダー型の計測データー (mm)

板 厚	曲率半径	加圧順序	テストピース寸法
2 2	5,0 0 0	A→B→C	1,3 5 0×1,3 5 0

成形曲面の形状

2 4.0 0	1 3.2 6	5.5 4	2.1 0	5.1 8	1 2.9 0	2 3.0 9
2 3.4 0	1 2.6 1	4.8 2	1.1 1	4.4 5	1 2.3 3	2 3.1 4
2 3.0 6	1 2.0 0	4.0 6	0.1 6	3.5 4	1 1.8 7	2 2.9 7
2 2.8 8	1 1.9 3	3.8 8	0.0 0	3.3 6	1 1.9 3	2 2.8 8
2 2.5 5	1 1.8 0	3.9 1	0.2 5	3.7 4	1 2.1 5	2 2.9 5
2 2.4 8	1 1.9 1	4.6 6	0.9 7	4.5 9	1 2.4 8	2 3.4 7
2 3.0 2	1 2.5 3	5.5 0	2.1 0	5.3 8	1 3.5 0	2 4.4 7
曲率半径計算値	6,9 4 3	6,7 0 2	6,6 2 4	6,7 3 6	6,9 9 7	

平均曲率半径 6,8 0 0 mm

表 3.2.5 シリンダー型の計測データー (mm)

板 厚	曲率半径	加圧順序	テストピース寸法
2 2	5,0 0 0	C→B→A	1,3 5 0×1,3 5 0

成形曲面の形状

1 6.8 6	8.7 8	1.7 6	−1.0 7	1.0 3	8.1 5	1 7.3 6
1 6.7 1	9.1 1	2.3 9	−0.0 7	1.7 6	8.4 2	1 7.0 0
1 6.5 1	9.1 0	2.5 1	0.1 0	2.0 1	8.2 7	1 6.7 3
1 6.4 9	8.9 0	2.2 4	0.0 0	1.8 3	8.4 2	1 6.4 9
1 6.4 7	8.7 4	2.4 2	0.1 4	2.0 7	8.2 1	1 6.4 7
1 6.3 8	8.6 8	2.0 6	−0.3 6	1.7 1	8.3 3	1 6.3 6
1 6.3 6	8.2 1	1.4 3	−1.0 7	1.0 6	7.8 5	1 6.0 9
曲率半径計算値	9,0 7 2	9,3 0 9	9,2 7 2	9,5 9 9	9,0 1 1	

平均曲率半径 9,2 5 3 mm

表 3.2.6 シリンダー型の計測データー (mm)

板 厚	曲率半径	加圧順序	テストピース寸法
2 2	5,0 0 0	A, B, C同時	1,3 5 0×1,3 5 0

成形曲面の形状

1 9.6 4	1 1.4 7	3.5 4	0.7 3	3.1 9	1 1.1 7	1 9.8 5
1 9.7 1	1 1.0 4	3.4 1	0.0 2	2.9 1	1 1.0 6	1 9.7 1
1 9.4 7	1 1.0 8	3.3 1	－0.0 3	2.9 0	1 0.8 7	1 9.3 6
1 9.2 4	1 0.7 1	3.0 2	0.0	2.4 7	1 0.4 2	1 9.2 4
1 9.1 1	1 0.9 3	3.2 6	－0.0 8	3.0 5	1 0.4 8	1 9.4 8
1 9.0 1	1 0.7 9	3.2 0	0.4 0	3.6 0	1 1.3 7	2 0.0 9
1 9.2 9	1 0.8 8	3.2 8	0.7 3	3.5 2	1 1.2 8	2 0.0 0
曲率半径計算値	7,1 9 4	7,2 1 1	7,5 5 5	7,3 3 2	7,4 3 5	

平均曲率半径 7,3 4 6 mm

表 3.2.7 球型の計測データー (mm)

板 厚	曲率半径	加圧順序	テストピース寸法
2 2	5,0 0 0	C→B→A	1,3 5 0×1,3 5 0

成形曲面形状

4 7.9 1	3 3.6 0	2 5.2 2	2 1.0 2	2 4.8 6	3 4.1 8	4 8.1 9
3 2.7 8	2 0.1 0	1 1.2 6	7.9 3	1 0.0 0	1 8.8 2	3 2.7 4
2 2.1 2	1 0.6 9	4.3 9	1.7 1	2.4 1	9.6 2	2 2.2 6
1 9.0 5	7.4 6	2.7 0	0.0 0	1.1 3	6.6 9	1 9.0 5
2 1.9 5	9.9 8	4.0 7	1.9 6	0.4 8	9.8 5	2 1.6 5
3 0.5 5	1 8.4 0	1 0.4 7	7.4 2	1 0.4 3	2 0.2 9	3 2.7 8
4 5.2 0	3 2.5 0	2 4.2 5	2 1.0 2	2 4.5 2	3 3.8 5	4 8.1 3

曲率半径計算値 9,1 4 9 mm

表 3.2.8 球形の計測データ (mm)

板 厚	曲率半径	加圧順序	テストピース寸法
2.2	5,000	A, B, C 同時	1,350×1,350

成形曲面形状

4.4.5.1	3.2.4.7	2.4.7.3	2.0.8.9	2.3.9.0	3.1.9.4	4.3.2.7
3.2.1.1	2.0.2.4	1.2.2.6	8.9.4	1.0.5.2	1.8.8.3	3.1.0.4
2.2.6.7	1.1.6.9	4.2.3	1.6.2	3.3.2	1.0.4.8	2.2.1.3
1.9.4.7	8.3.2	1.8.4	0.0.0	1.3.0	7.9.5	1.9.4.7
2.1.7.9	1.0.7.7	3.6.3	2.0.9	3.7.7	1.1.3.5	2.1.9.5
2.9.3.1	1.8.5.3	1.1.4.4	9.2.5	1.2.5.1	2.0.6.4	3.1.6.6
4.1.6.4	3.1.1.6	2.3.6.0	2.0.8.9	2.4.4.4	3.2.6.7	4.3.4.1

曲率半径計算値 8,593 mm

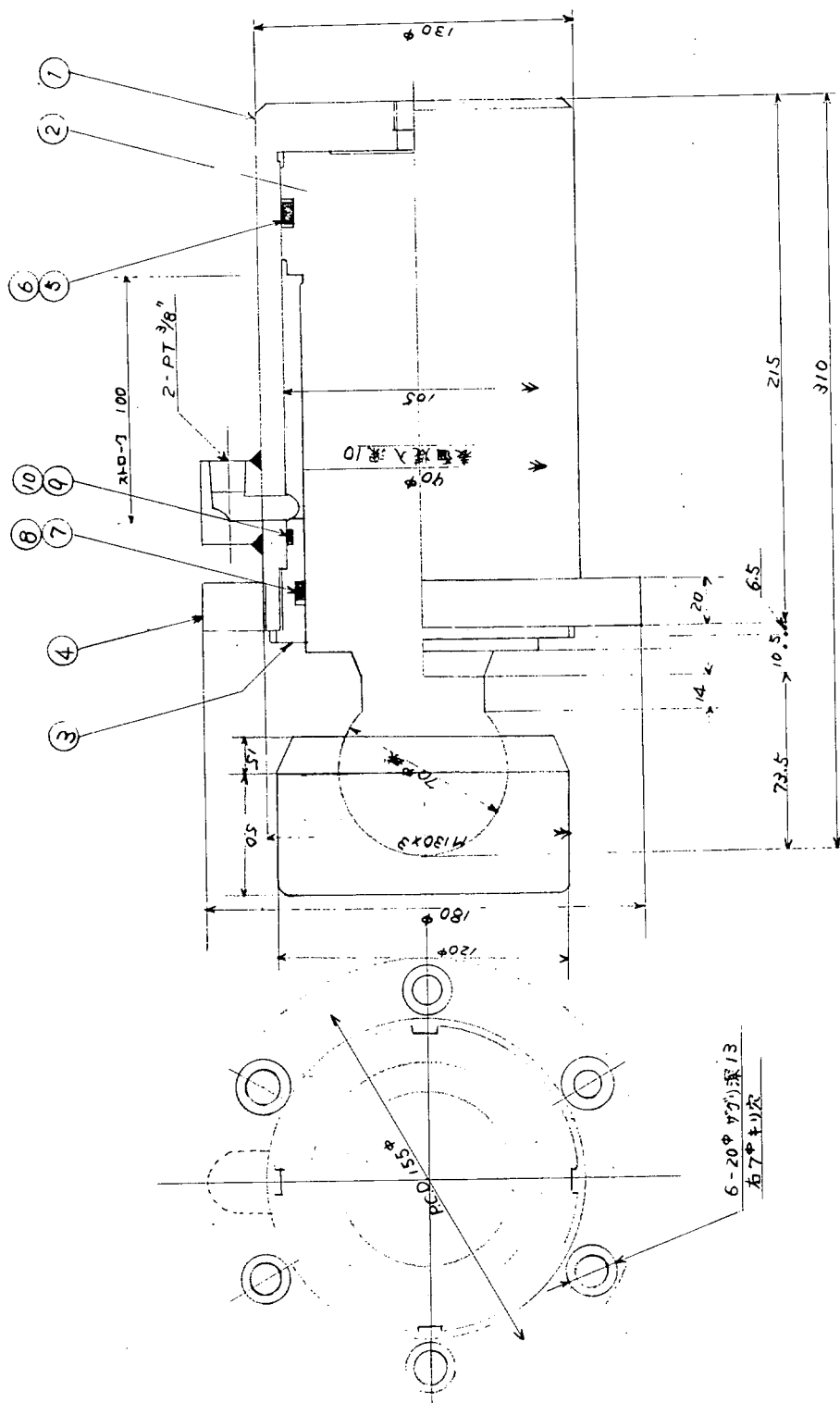


図 3 2 2 上部油圧シヤッキ

部番	部品名	材質	個数	摘要
10	バツワリ	皮	1	JIS B 2407 G100
9	O リング	合金	1	JIS B 2401 G100
8	バツワリ	皮	1	JIS B 2407 G100
7	O リング	合金	1	JIS B 2401 G100
6	バツワリ	皮	2	JIS B 2407 G100
5	O リング	合金	1	JIS B 2401 G100
4	ワシ	S45C	1	
3	ワシ	SCM-3	1	鋼管 70mm 径
2	ワシ	SS0C	1	鋼管 70mm 径
1	シリンダ	S45C	1	鋼管 70mm 径
	部番	部品名	材質	個数

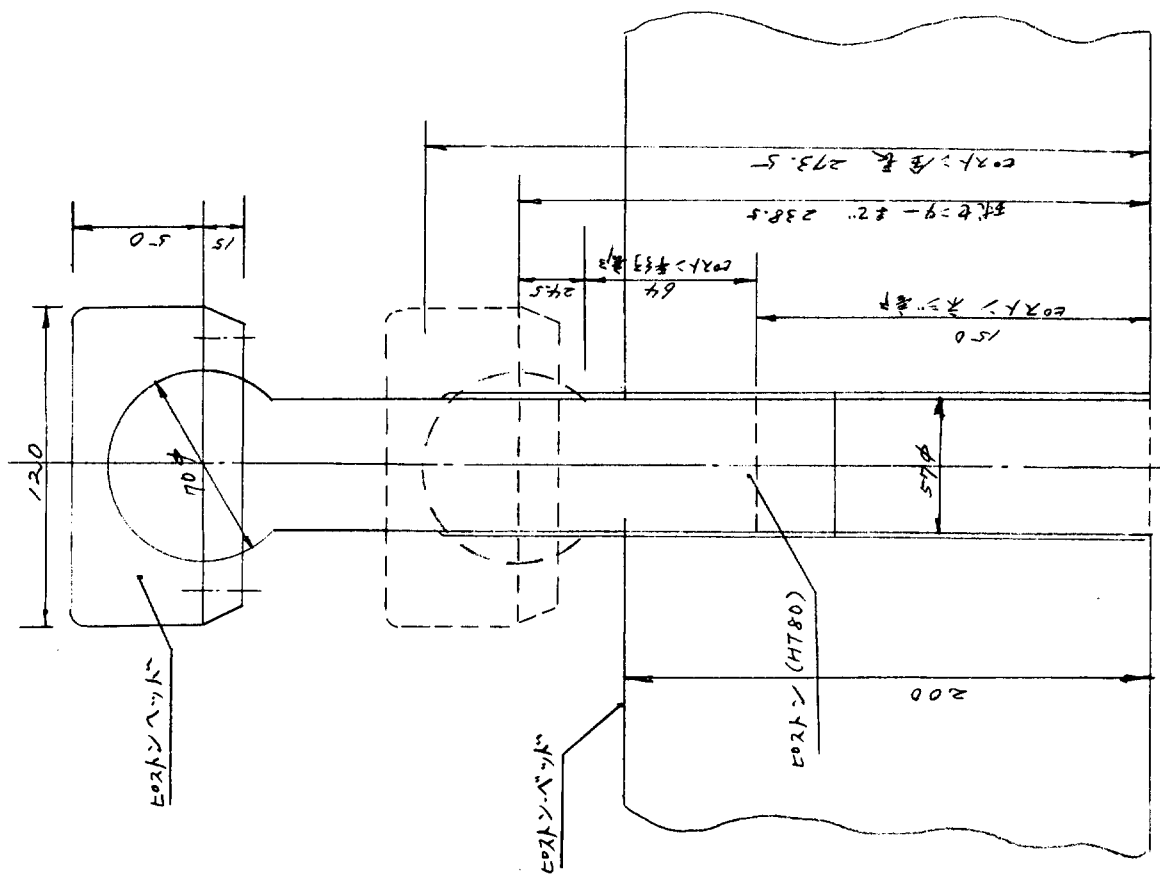


図 8 2 3 下部スクリュージャッキ

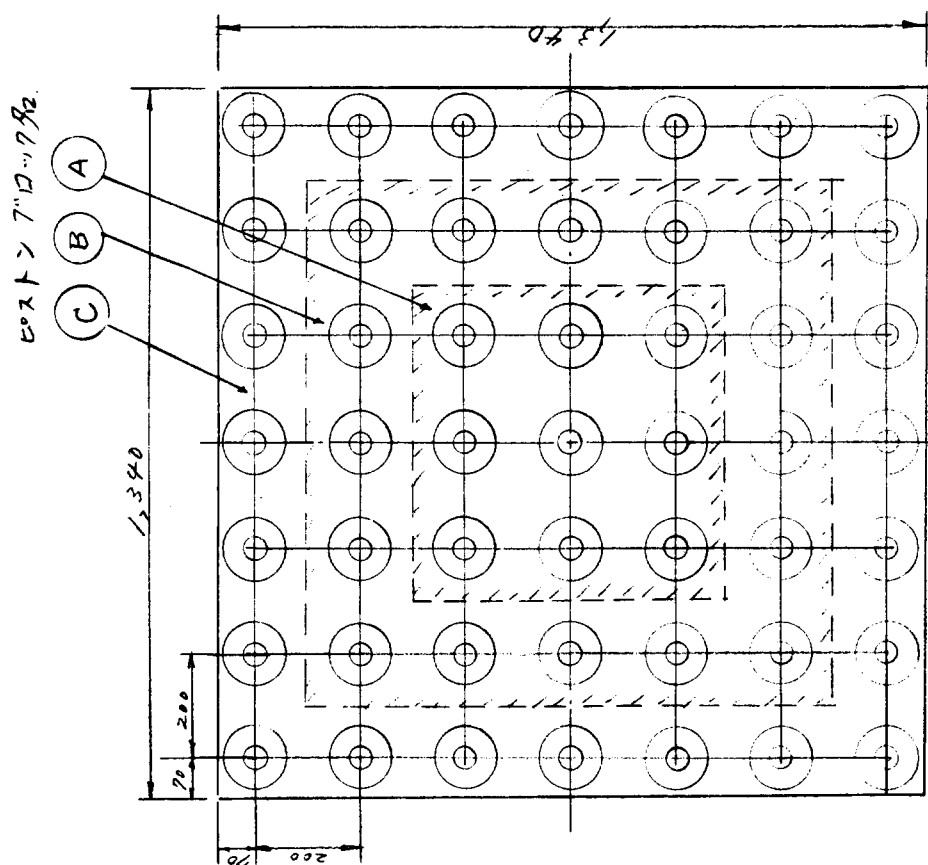


図 8 2 4 多点ピストン配置図

1	タンク
2	ストレーナー
3	ポンプ
4	モーター
5	カップリング
6	リリーフバルブ
7	ゲージバルブ
8	圧力計
9	インライン4ウェイバルブ
10	ソレノイドバルブ
11	パイロット4ウェイバルブ
12	スロットル4ウェイバルブ
13	注油口兼エヤーフィルター
14	オイルホットライン
15	吊り金具
16	圧力計
17	スロットルバルブ
18	レギュレーティングバルブ
19	ソレノイドバルブ
20	7.5kWモーター
21	回転モーター
22	ゲージバルブ

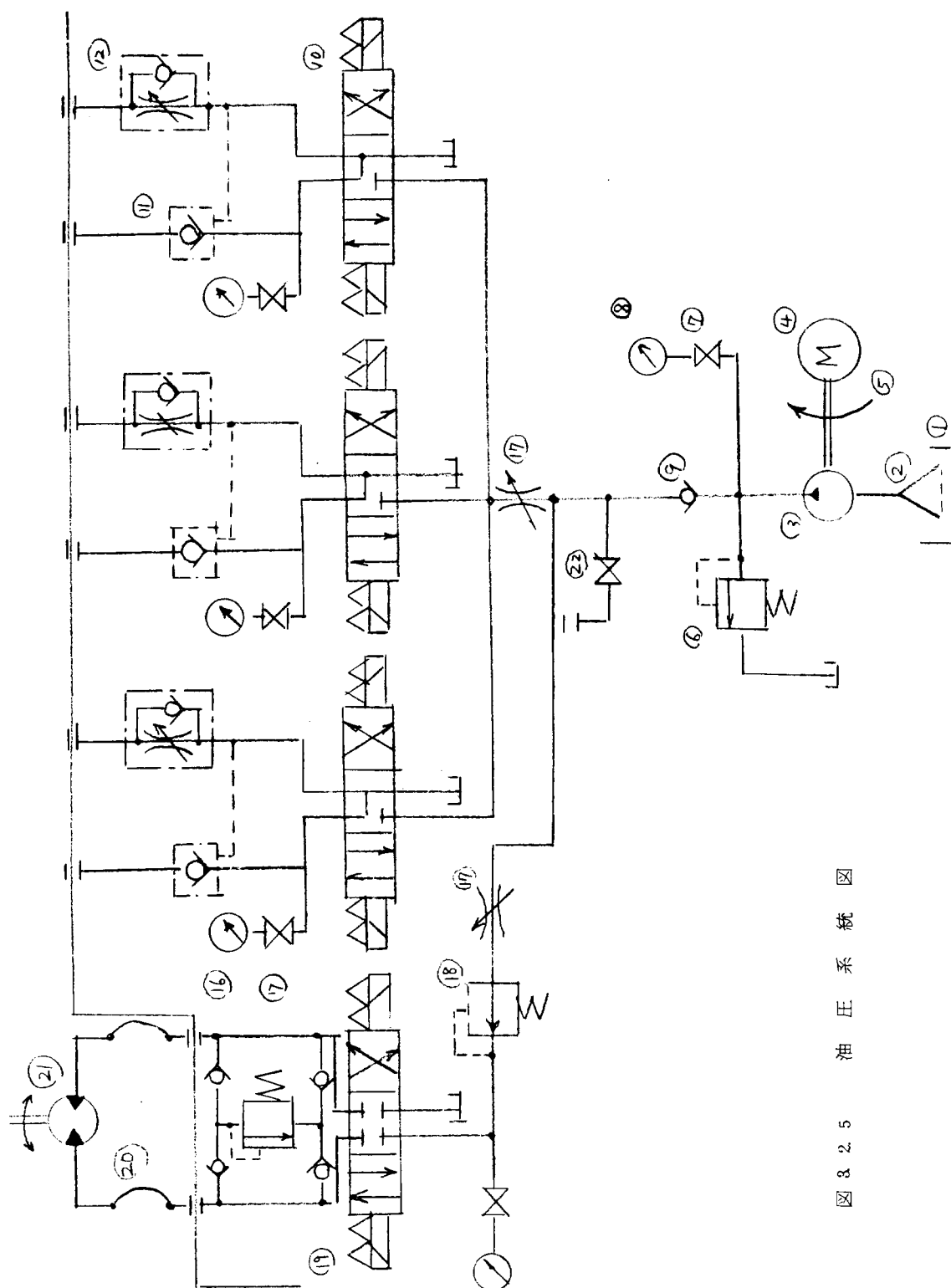
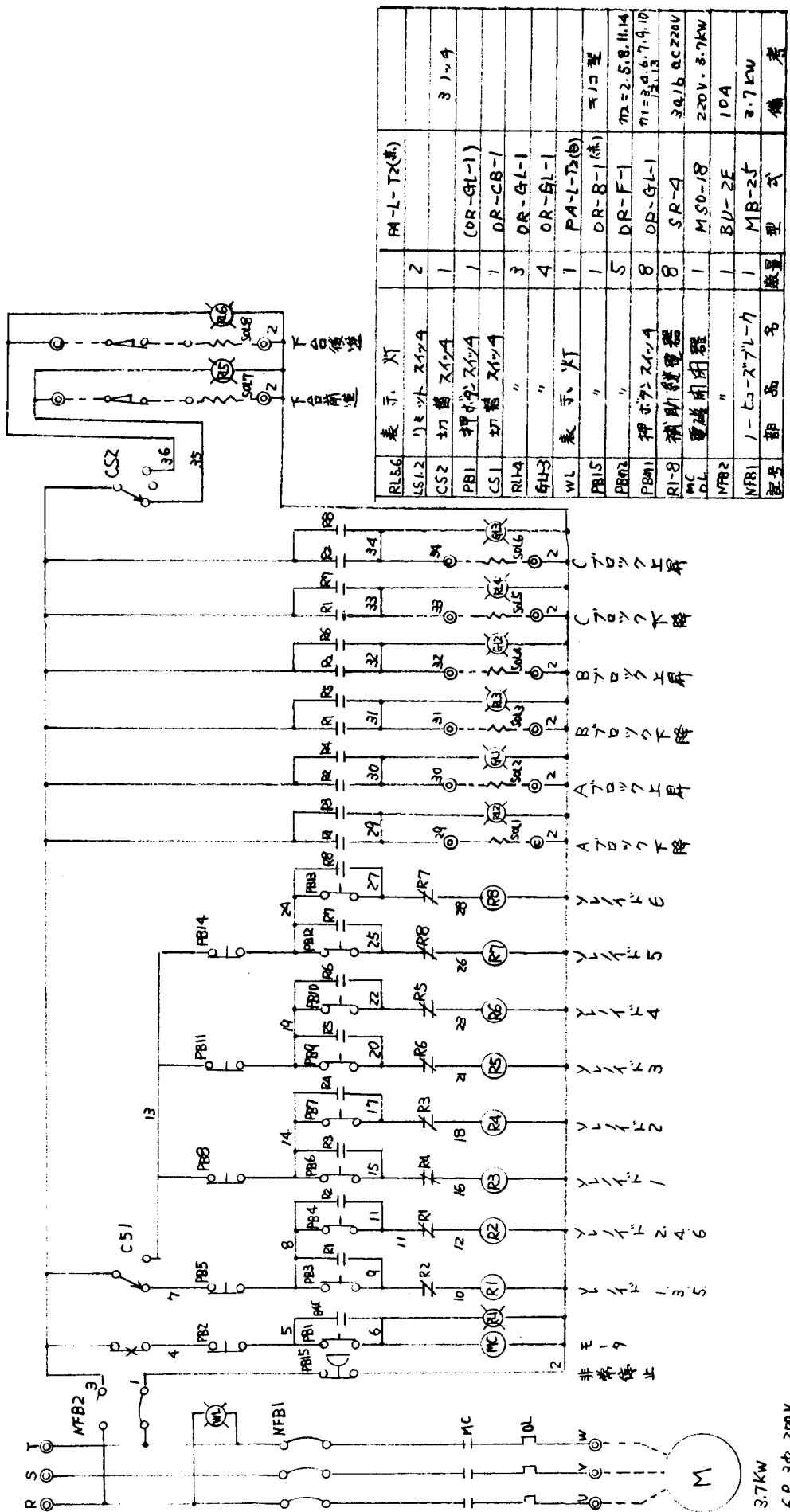


図 8.2.5 油圧系統図



記号	部品名	数量	型式	備考
RL56	表示灯	2	PA-L-TX(赤)	
LS12	リミットスイッチ	1		3.7kW
CS2	切替スイッチ	1		
PB1	押しボタンスイッチ	1	(OR-GH-1)	
CS1	切替スイッチ	1	DR-CB-1	
RL4	"	3	DR-GH-1	
GH3	"	4	OR-GH-1	
WL	表示灯	1	PA-L-TX(白)	
PB15	"	1	OR-B-1(赤)	≒10型
PB12	"	5	DR-F-1	η2=2.5, 8, 11, 14
PB11	押しボタンスイッチ	8	DR-GH-1	η1=2.5, 6, 7, 9, 10
RL8	補助继电器	8	SR-4	30, 16, 0C220V
MC	電磁閉鎖器	1	MSO-18	220V・3.7kW
DL	"	1	BU-2E	10A
NFB2	1-ヒューズブレーカ	1	MB-25	3.7kW
NFB1	部			
注	部			

図 3.2.6 電気系統図

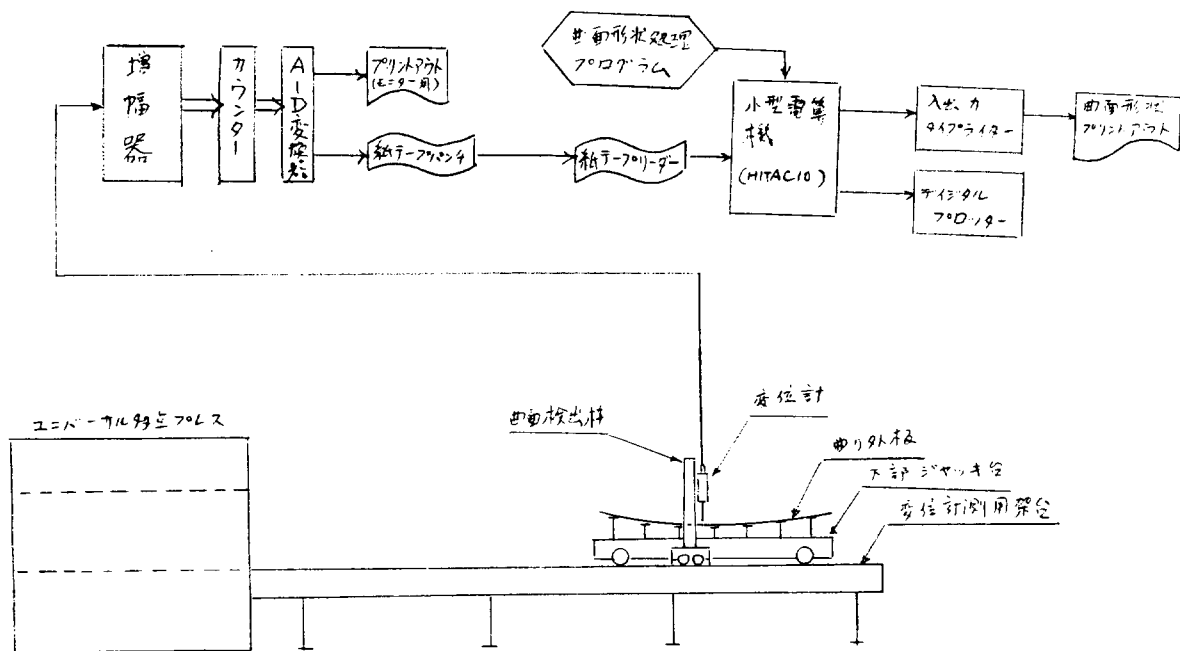


図 3 2 7 曲面形状計測装置

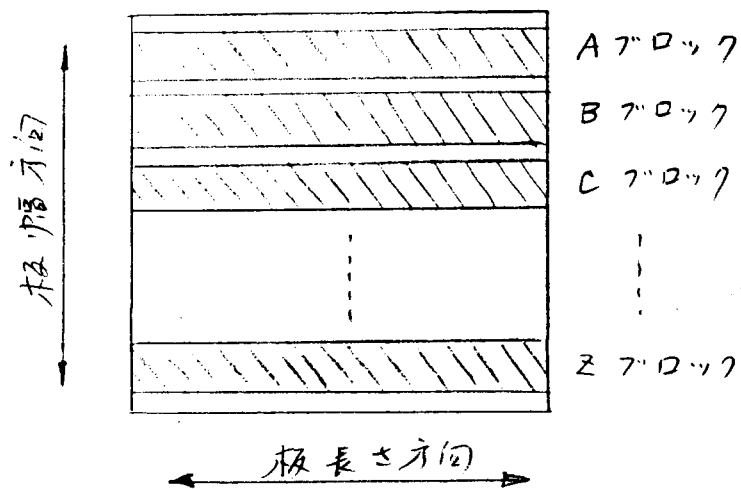


図 3 2 12 ブロック分け図

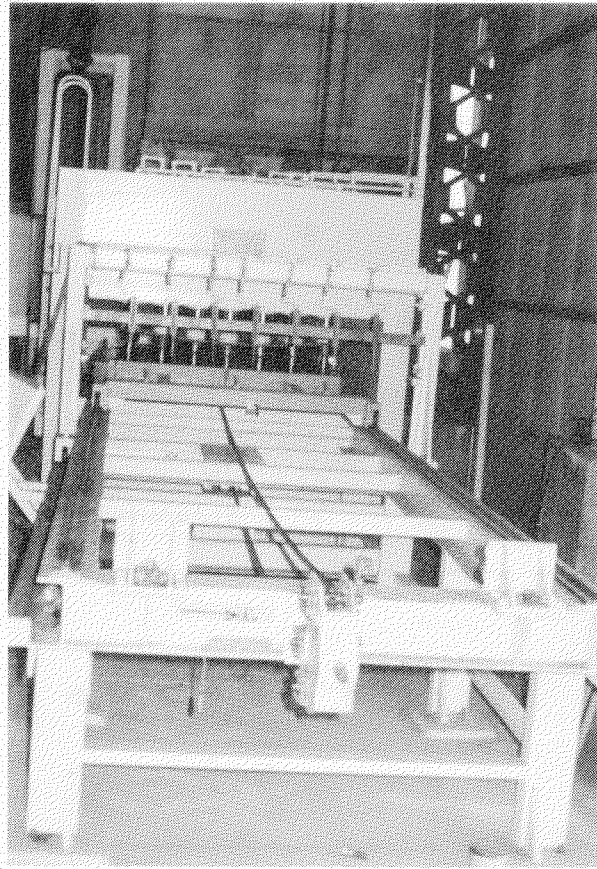


図 3.2.8 ユニバーサル多点プレス

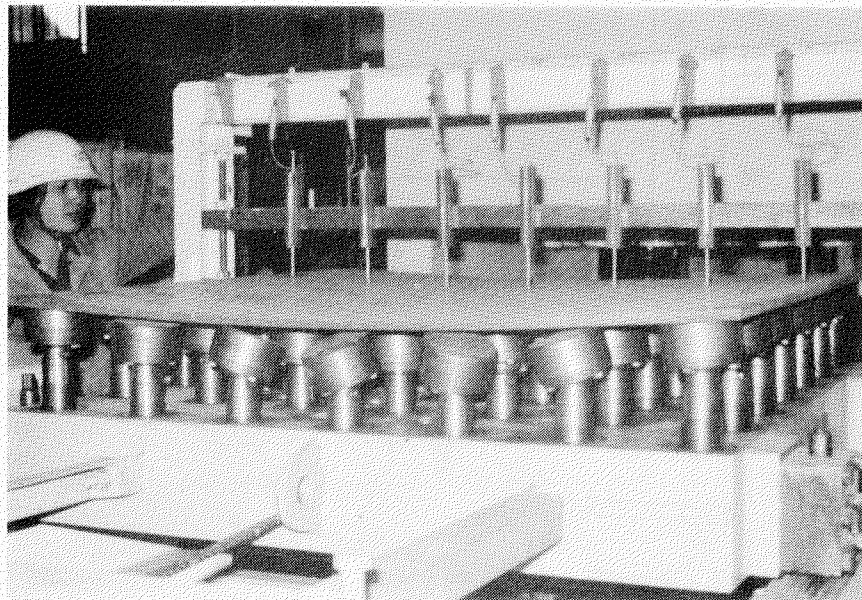


図 3.2.9 学位計測装置

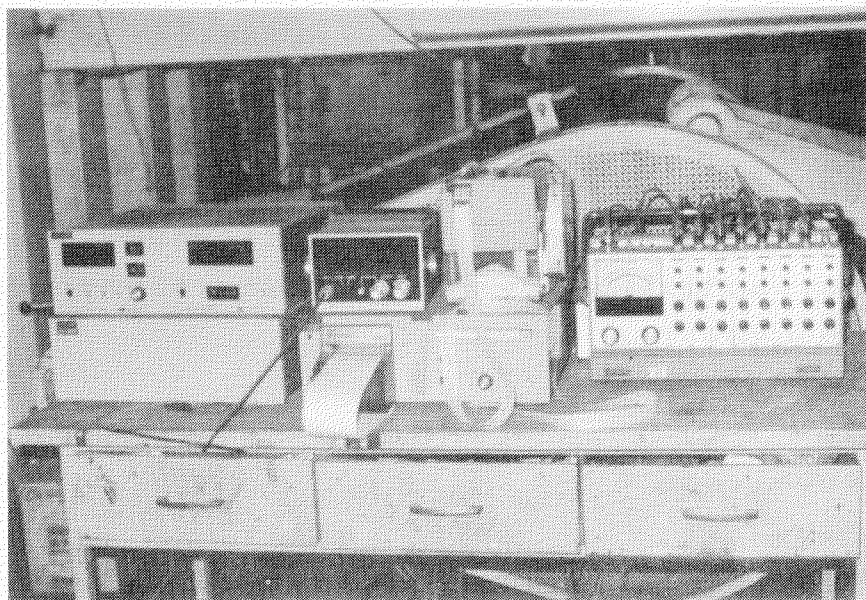


図 3.2.10 記 録 計

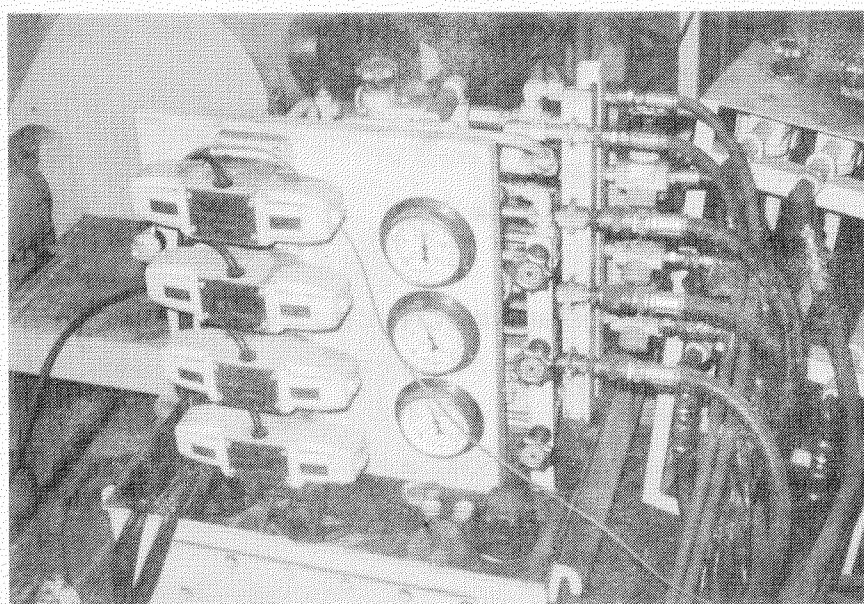


図 3.2.11 油 圧 ユ ニ ッ ト

3.2.2 N C ハードウェアの試作実験

(1) まえがき

ユニバーサル多点プレスを実用化するために、下型用 N C ジャッキ、ジャッキ位置決め機構ならびにプレス後の曲面形状検出装置の開発が必要である。ここでは、これらの N C 装置を試作し、その性能特性を調べるための試作実験を行なった結果について述べる。

(2) 実験装置および実験方法

(a) 実験装置

実験装置は図 3.2.13 の全体図に示されるように、3 種の N C による高さ設定用ジャッキを装備した最大負荷々重 4 5 T 0 N の門型フレームに、プレス曲荷重負荷用油圧ジャッキおよび各種の計測装置を付設したものでその概要は次の通りである。

(i) 実験装置門型フレーム

形 式	4 5 T 門型フレーム実験装置	
N C ジャッキ装備数	3 組	
門型フレーム荷重	公称 1 5 T	最大 4 5 T
門型フレーム剛性	最大撓	0.5 mm / 1 5 T
ジャッキ取付ピッチ	2 5 0 mm	
荷重負荷装置	1 6 0 φ × 5 5 0	油圧シリンダー

(ii) 実験用 N C ジャッキ

実験用 N C ジャッキ構造と制御方式

- | | | |
|---------------|----------------|-----|
| (1) スクリュージャッキ | 特殊パルスモーター制御装置付 | 1 組 |
| (図 3.2.14) | | |
| (2) スクリュージャッキ | エンコーダー制御装置付 | 2 組 |
| (図 3.2.15) | | |

(iii) 制 御 方 式

- | | |
|----------------------|-----|
| (イ) 特殊パルスモーターによる制御方式 | 1 組 |
| (ロ) エンコーダーによる制御方式 | 2 組 |

(b) 実 験 方 法

実験項目は大別して N C ジャッキの機械的構造、性能に関するものと数値制御によるジャッキの高さ設定制御及びスプリングバック検出に関するものの 2 項目である。

(i) 機械的性能に関する実験

高さ設定用 N C ジャッキの基本構造としては、スクリュージャッキ方式、油圧ジャッキ方式の 2 方式につき検討したが、多点プレス用としての特性上油圧ジャッキの採用はメリットがないとの結論に達し、スクリュージャッキ構造のみを実験の対象とした。

(イ) N C ジャッキの強度、剛性の実験

機械的強度、剛性に関する実験としては、プレス曲加工時に生ずる最大負荷特許として、圧着用油圧シリンダーにより垂直方向に最大 1 5 T 0 N 負荷、更に水平方向に最大 6 T 0 N 負荷してジャッキ高さを 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 mm に設定した場合の N C ジャッキヘッド部に生ずる撓みを 1 / 1 0 0 ダイヤルゲージにて測定し、ジャッキラム部に生ずる応力を動歪計により計測記録した。尚垂直荷重 1 5 T 0 N

水平荷重 6 T O N の負荷条件は略ヘッドに対して、25 度傾斜面に対して垂直荷重を負荷した場合に匹敵するが、荷重負荷量を的確に把握するための傾斜面での分力をとって単独に負荷したものである。

(ロ) ヘッド追従性

傾斜面に対する N C ジャッキのユニバーサルヘッドの追従性を確認するためジャッキヘッドの回転抵抗をロードセルにより測定記録した。

ヘッドの径は 180, 200, 220 φ の 3 種につき実験した。

(ハ) N C ジャッキ駆動トルク

N C ジャッキ高さ設定駆動用モーターは 0.2 K W 3 φ 220 V のものを使用した。ジャッキ駆動時の実動負荷トルクを測定し、駆動モーターの容量決定の資料とした。

(ニ) 制御方式

N C 制御方式については、N C ジャッキの高さ設定精度および設定時間に関するものとスプリングバックをジャッキ自体で行う場合の検出性能に関するものの二項目につき実験した。

制御に関する実験としては、各 N C ジャッキの必要高さは外板の加工曲面に適合して電子計算機により設定量が計算されているものとして、それ以後の高さ指令値に対するジャッキの応答特性につき行ない、従って実験装置の制御盤と曲面設定用電子計算機との運動は行なわず、ジャッキ高さ指令はデジタルスイッチによる手動設定によった。

(イ) 高さ設定精度 (位置決め精度)

高さ設定制御方式に関しては特殊パルスモータによる方式とエンコダールによる方式の 2 方式に付き行なった。

設定精度に関する実験は設定高さ 0 から 350 mm の間で 50 mm 間隔で行ない、それぞれの設定値に対する実動量を 1/100 ダイヤルゲージ、バーゲージにて測定し、また、設定に要する時間はストップウォッチにて測定した。

N C ジャッキの制御機能としては、最初 900 mm/min の高速にて指令位置に接近し、指令値と一定値手前にて低速 90 mm/min に切り換り最終的に低速状態にて指令値と合致して停止し、電磁ブレーキが作用するものであるが、実験においては高速より低速にて停止とし、ブレーキを動作させない場合、高速より一挙にブレーキ停止の条件についても精度実験を行なった。

なお、エンコーダ制御の場合は低速域設定はデジタルスイッチにより調整可能であるので、0.5 ~ 5 mm の間で低速域設定をして実験した。

(ロ) スプリングバック検出方式

スプリングバック検出方式は N C ジャッキ本体による場合にのみ実験した。

スプリングバック検出方式として、ジャッキヘッド上面に 3 点共検知棒が押された時点で板面を検知する 3 点検知方式、ジャッキヘッドをパネルで受けて浮動状態にして板面に接した時点でヘッドの負荷により検知する浮動ヘッド方式につき、実験を行なった。

板面接触時の駆動モーターの負荷電流の増加を検出して検面を検知する電流検出によるスプリングバック検出方式はモーター特性上電流値の増加現象が得られなかったため実験は行なわなかった。スプリングバック量の設定はジャッキヘッドがユニバーサルに傾斜するための、板面とヘッド面の直接計測設定は困難なため、最初ヘッド加板面に密着している場合を基準とし、スプリングバック相当量だけ N C ジャッキを下降させてその時点を計測原点として測定した。

(ii) 制御装置の安定性

数値制御装置の動作安定性に関しては、溶接アーク等の外乱に対する制御器のミスカウント誤動作等が問題となるが実験においては外乱の定量的発生が困難なため今回は電源電圧の変動による動作状態の確認にとどめた。

電圧変動に動力用 220 V，制御用 110 V，共 0～30 % 低下まで 5 % 間隔で設定給電し，NC 制御装置の位置動作を 100 宛繰り返し，動作状態を観察した。

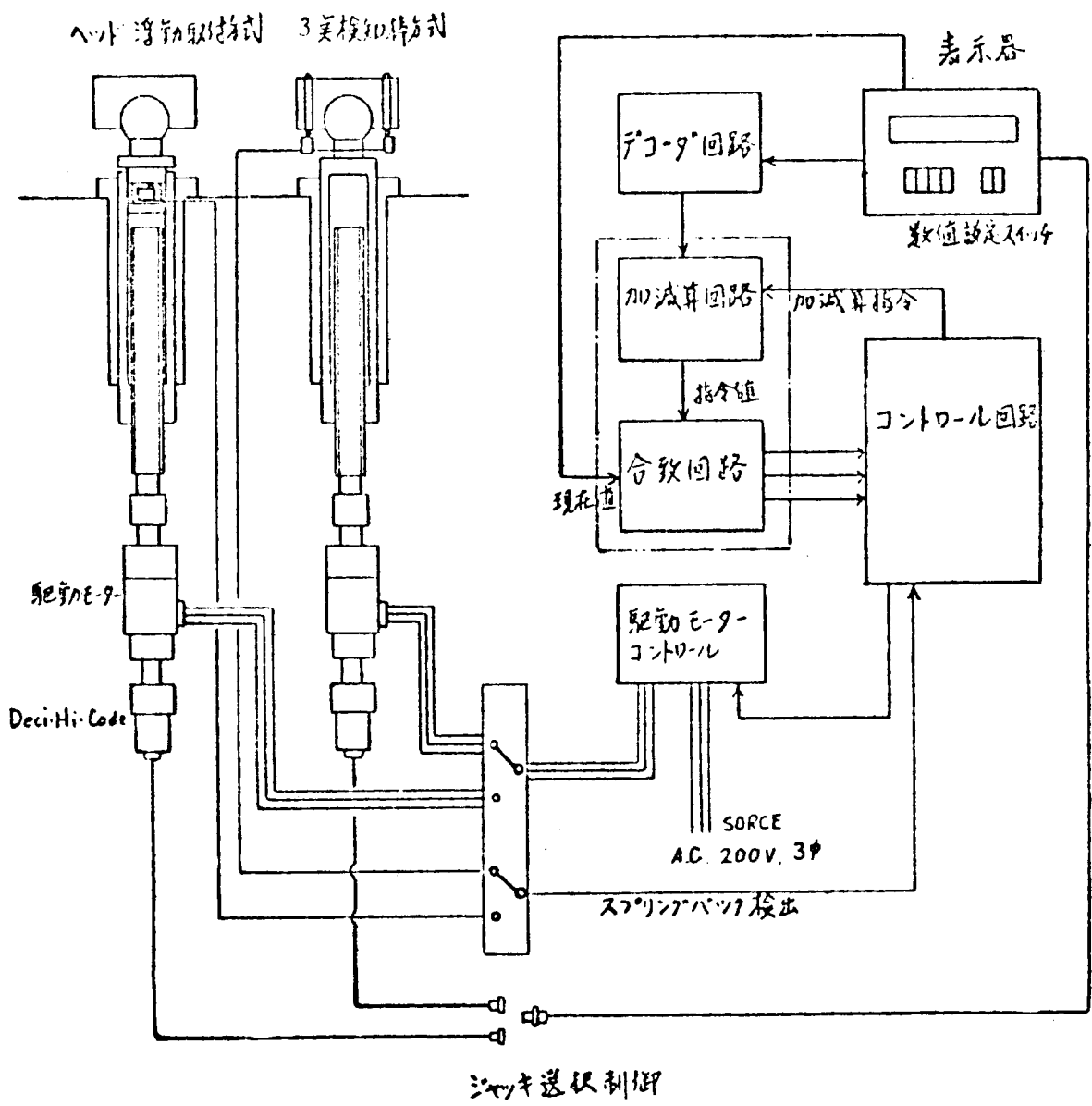
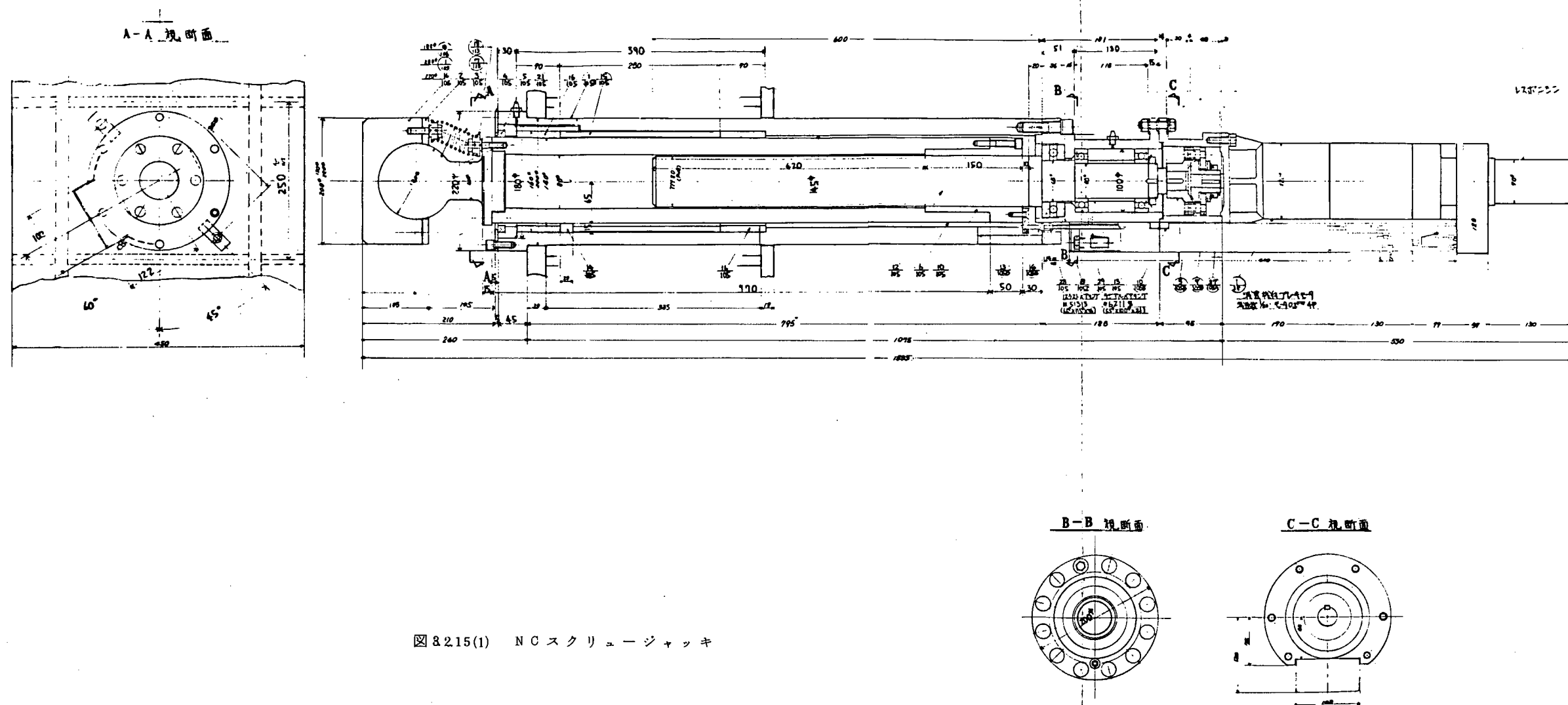
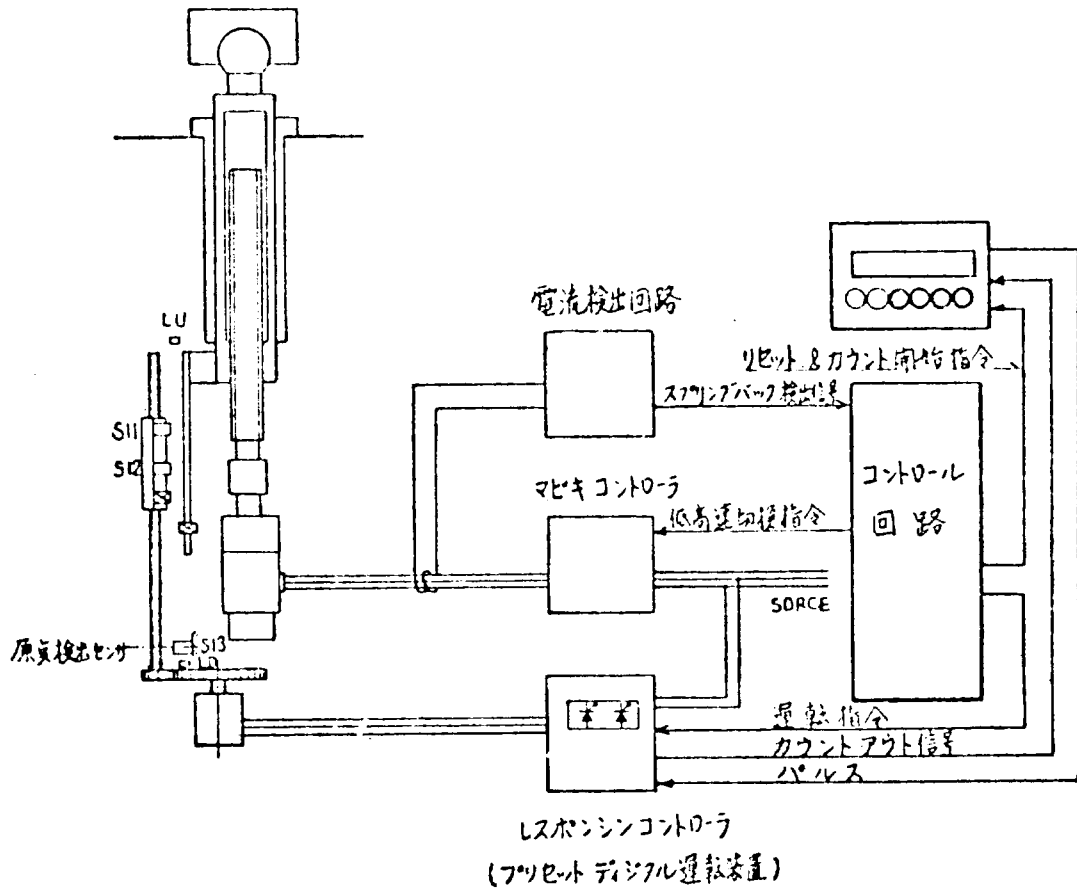


図 3.214 (2) エンコーダ制御方式ブロック図



NC ジャッキ



- S 11 NCジャッキ 低速切替指令スイッチ
- S 12 ・ 停止指令スイッチ
- S 13 ・ 原反検出スイッチ
- LU 高:設定パルスモーター 上限停止スイッチ
- LD ・ 下限停止スイッチ

図 3.2.15 (2) 特殊パルスモーター制御方式ブロック図

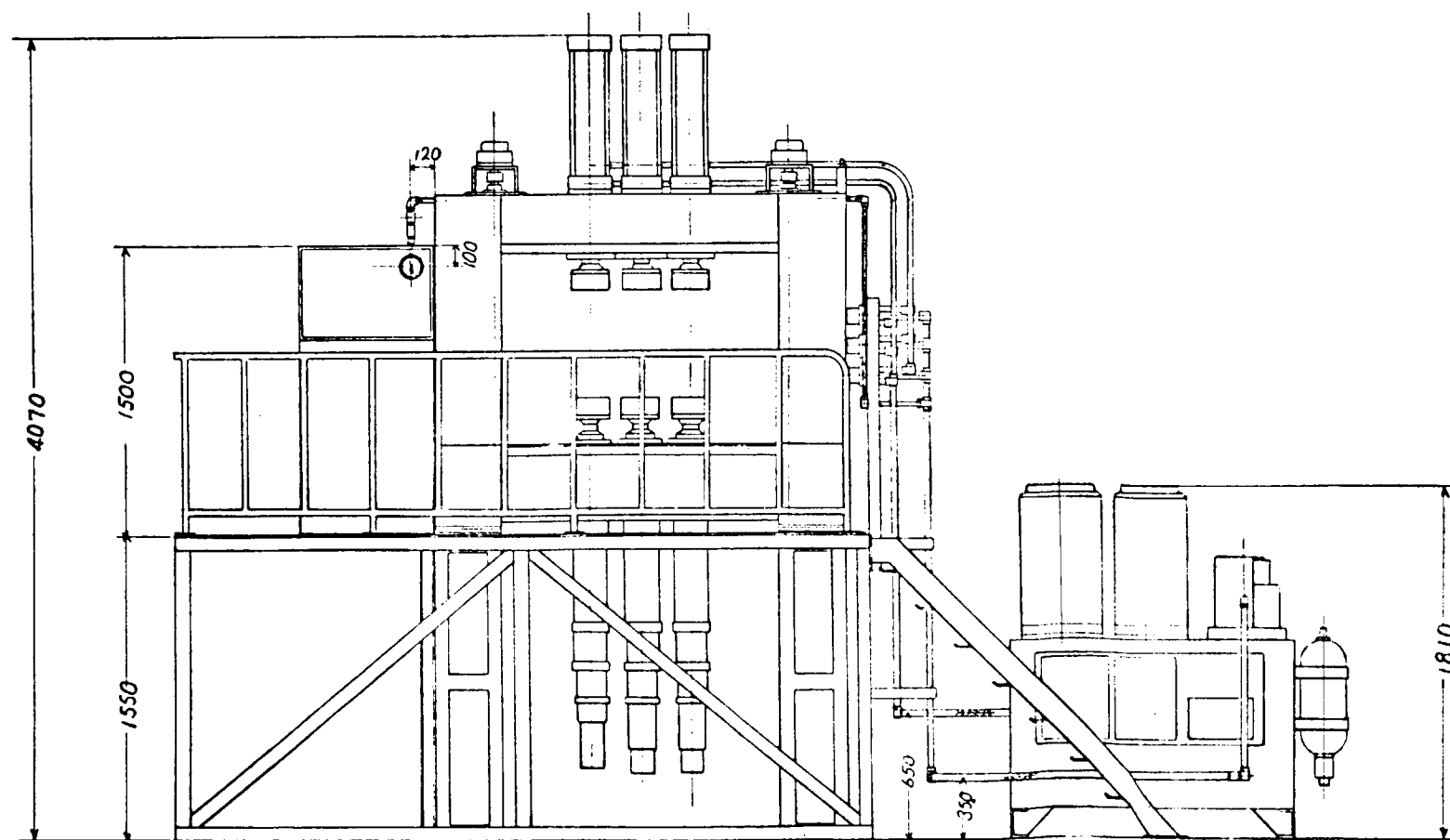
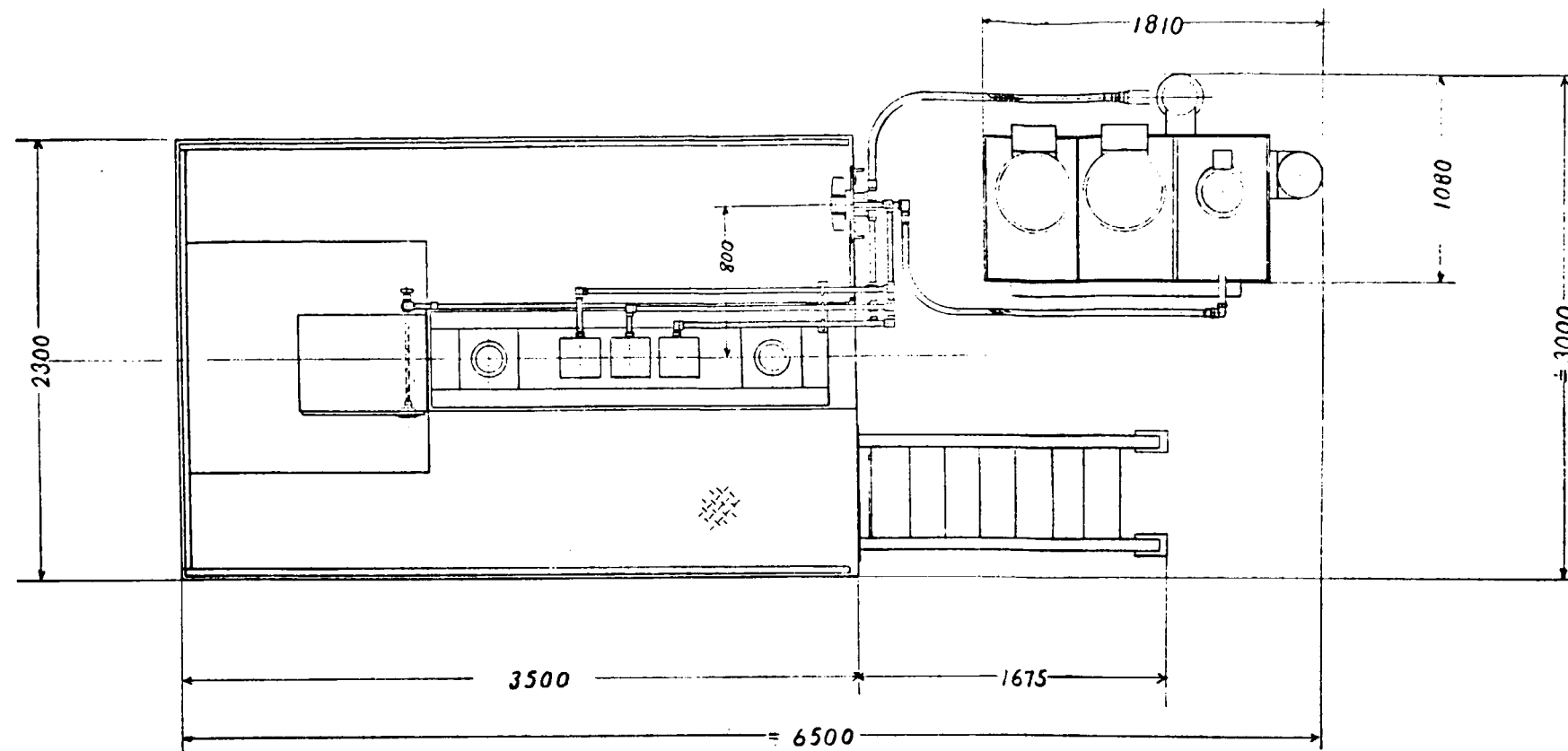
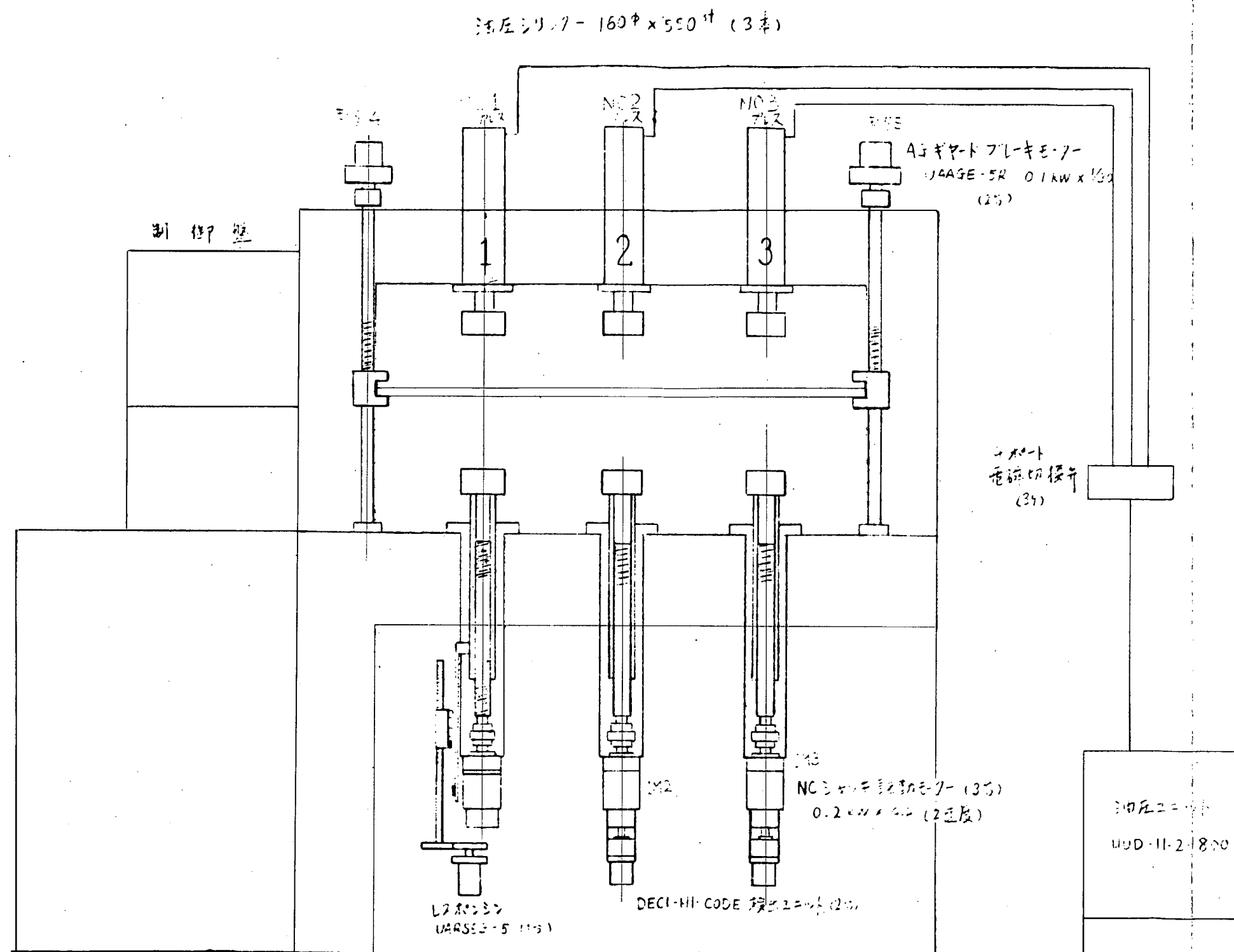


図 3.2.13 (1) 装置全体図

NCプレス実験装置諸元	
NC ジャッキ	最大荷重 15000 kg ストローク 400 mm
NC ジャッキ装置数	3 組 (スライダジャッキ 3 種)
圧着用油圧ジャッキ	160 φ × 550 ストローク 3 組
使用電源	200 V 60 Hz
使用空気源	圧力 5 kg/cm ²
油圧ユニット	I 機用標準ユニット HUD-11-2-800
実験装置重量	約 6000 kg
油圧ユニット重量	約 500 kg



NCプレス実験装置要目		
項	目	仕 標
NC シ ャ フ ト キ	シャフト駆動モーター型式	(220V) EELIQ-5, 0.2kW x 4P, R=1/30
	回転数	高速 1800, 低速 180 RPM
	シャフト昇降速度(最大)	900 mm/min
	シャフト最大荷重	15 T x 400 mm φ
高 速 制 御 装 置	DECI-HI-CODE 方式	PE-4-1-AH 型 モーター 1/200 減速倍率 1パルス → 0.1mm 設定
	Response, M/S SW 方式	Response - UAGSE-5 マフネススイッチ 位置決め制御 1パルス → 0.1mm 設定
プ レ ス シ リ ン ダ	シリンダ 径 x 行程	160φ x 550φ
	プレス力	15 T (70 N/cm ²)
	プレス速度	37 mm/sec (10 T ^{1/2} /400)
油 圧 ユ ニ ツ ト	型式, 出力	HUD-11-2-800 11kW 1台使用
	ポンプ吐出量	常用 45 l/min (最大 27 l/min)
	圧 力	常用 70 N/cm ² (最高 150 N/cm ²)
	タンク容量	800 l

図 3.2.13 (2) 装 置 全 体 図

(3) 実験結果

(a) NC ジャッキの機械的性能

(i) NC ジャッキの負荷荷重に対する撓みを図 3.2.16～18, 応力を図 3.2.19 に示す。

高さ設定 400mm の時, 水平負荷々重 6TON の場合に於ける模撓みは実測値において, 4.95mm 生じ, 計算値の 2.31mm に対し相当大きな結果を示した。また, ラム根本部の応力は 14.7 Kg/mm^2 で計算値の 1434 Kg/mm^2 と良い一致を示した。また, 垂直荷重負荷によるジャッキラムの沈下現象が生じ, 15TON 荷重に対して 0.25mm 沈下した。この原因についてはラム本体, ネジ部, 軸受部等の強性変形によるものと考えられる。

(ii) ジャッキヘッドの追従性

ジャッキヘッドの追従性に関する実験結果は図 4.4.20 に示される通り $-25^\circ \sim 25^\circ$ の範囲でのヘッドの傾斜に要する力を測定し, その結果は傾斜状態より水平状態に至るまでは略無抵抗で復元し $5^\circ \sim 25^\circ$ の傾斜過程において傾斜に要する力が 1.5～3.5Kg 要し, モーメントに換算した値が 0.4～0.8Kgm である。

ジャッキヘッドの追従性は球面部の摺動部状態により大きく変動し, 馴みが充分であれば極めて小さな力で追従させることができる。

なお, ヘッド径による追従抵抗の変化は極端に現われなかった。

(iii) ジャッキの駆動トルク

NC ジャッキ駆動軸回転に要する実測モーメントは 1.5Kgm で使用駆動モーターの発生トルク 5.85Kgm に対し充分余裕のある結果となった。

(b) 制御方式

(i) 高さ設定精度

高さ設定精度の各種条件での測定結果を図 4.4.21～図 3.2.23 に, また, 位置決め時間を図 3.2.24 に示す。

高さ設定精度は高速→低速→ブレーキ作用による場合は, 特殊パルスモーターによる制御方式で $0 \sim 0.09 \text{ mm}$, エンコーダー方式の場合で $0 \sim 0.48 \text{ mm}$ にあり何れも目標値 $\pm 0.5 \text{ mm}$ に対し充分な精度に入っている。

また, 高速, 低速, 位置決めでブレーキを作用させない場合は, 制御方式自体はブレーキの有無に無関係であるため, 精度に対する有意差は認められない。

高速→ブレーキ停止の場合の高さ設定精度は高速駆動によるオーバーランが約 7.0mm 生じ, 所要精度は得られない結果となった。

各高さ設定に要する時間については, 図 3.2.25 に示されるように特殊パルスモーターによる場合は, サミットスイッチの動作と駆動モーターの動作時間が附加されるため, エンコーダー方式に対し 2 倍以上の位置決め以内が必要である。

(ii) スプリングバック検出方式

ジャッキ自体によるスプリングバックの検出の測定精度を図 3.2.25～28 にスプリングバック検出時の板面負荷荷重を図 3.2.29 に示す。

スプリングバック検出は, 低速の場合と高速の場合につき行なった。

3 点検知方式の検出精度は低速において極めてよく 1 パルスすなわち 0.1mm 程度という結果で, また高速においても 1.0mm 程度という結果が現われ目標値 $\pm 2.5 \text{ mm}$ に対し充分な精度に入っている。板面検出時の荷重測定結果は図 3.4.25 に示す様に 40Kg 程度あり所要, 動作荷重 3Kg 程度に比し極めて大きな値となった。

これは本検出方式を採用する場合の大きな問題点である。浮動ヘッド方式の検出ヘッドは、板面傾斜角度が10°度以上になるとヘッド板面に完全に密着する前に板面検知用リミットスイッチが動作し所期の検出精度が得られない結果となった。

(4) 結 言

(a) 結果のまとめ

表 3. 2. 9

項 目	実 験 結 果	要 点
ジャッキ機械的性能		
◎ 強 度	最大応力 14.7Kg/m ²	強度は充分である
◎ 剛 性	水平撓 4.95mm	予想値より相当大きい
(最大荷重時)	垂直撓 0.25mm	実用機の場合には取付部の構造上の留意が必要
◎ ヘッド追従性	1.5Kg～3.5Kg	
(D=180, 200 220)		傾斜時所要抵抗は少ない径による差は余りない
制 御 方 式		
◎ 位置決め精度		
(1) 高, 低速ブレーキ	0 ～ 0.48	充分な精度が得られる
(2) 高, 低速	0 ～ 0.25	"
(3) 高速, ブレーキ	+0.83～+1.15	精度が得られない
◎ 位置決め時間		
(1) 特殊パルスモーター	108sec/350mm	時間が長過ぎる
(2) エンコーダー	26sec/350mm	時間は目標値に入る
◎ スプリングバック検出		
(1) 3点検知方式	0 ～ 2mm	精度は極めてよいが検出時負荷々重が大きすぎる
(2) 浮動ヘッド方式	0 ～ 12mm	精度不良 確実性がない
◎ 制御安定性	0～30%の電圧変動に対して誤動作なし	電圧変動による誤動作は生じない

(b) む す び

以上板加工用NCユニバーサル多点プレスのNCジャッキ機械的性能, NC制御方式, ジャッキ自体によるスプリングバック検出方式に関して行なった実験結果について述べた。

これらの実験結果から次のことが結論づけられる。

- (i) NCジャッキとしては、本実験に使用した二速度モーター駆動によるスクリュウジャッキ駆動方式のもので充分性能的に実用機に採用可能である。
- (ii) 駆動モーター出力としては、位置決め速度を実験機と同様900mm/minとするならば、0.1KWモーターで充分である。
- (iii) 位置決め制御方式としては、ネジ軸回転量をデジタルに検出するエンコーダ方式のもので充分の位置決

め精度および所要速度が得られる。

- (iv) 駆動モーター軸のブレーキ装置，精度保持の目的としては必要でない。
- (v) 垂直荷重によるジャットラムの沈下量，水平荷重によるヘッド部の模撓みは予想より大きな値となって居り，従って実用機に製作に際してはジャッキ固定部構造上の留意が必要である。
- (vi) スプリングバック検出方式に関しては，3点検知方式で充分確実な検出が行なわれるが，検出時の負荷荷重が大きく，本方式の採用に際しては検出時の荷重によるプレス板面の押し上げ変形に対する数値的検討が必要である。

更に今後研究すべき問題点として

- (vii) 実用機に於いては，プレス機械自体の設置環境が悪い状況におかれると思われ，各部の防塵，防水対策を検討する。
- (ix) 実用機に於いては，NCジャッキ本数が225本という数になるので，保守点検に対して充分なる留意が必要である。

(設定条件)

• 水平荷重 LH

2T ~ 6T

• 垂直荷重

5T ~ 15T

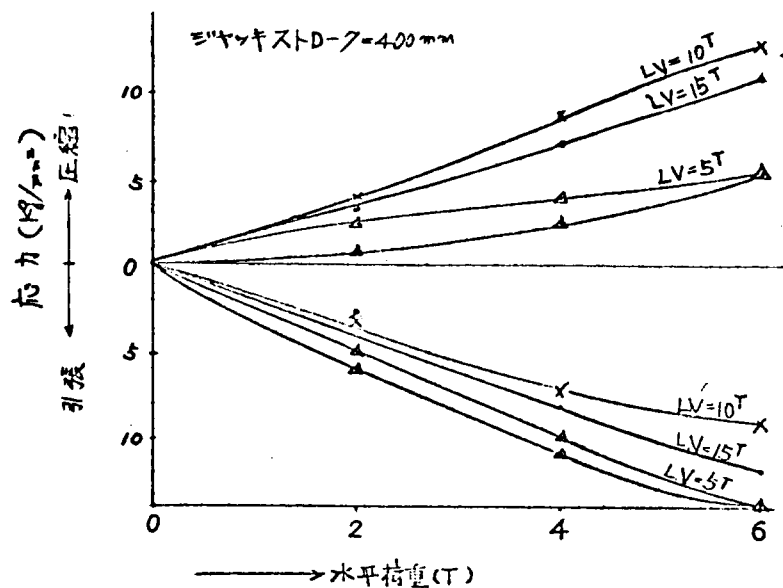
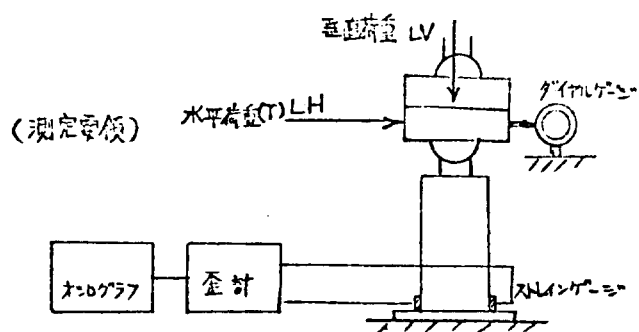


図 3.2.16 ジャッキラム部強度 (ジャッキストローク 400mm)

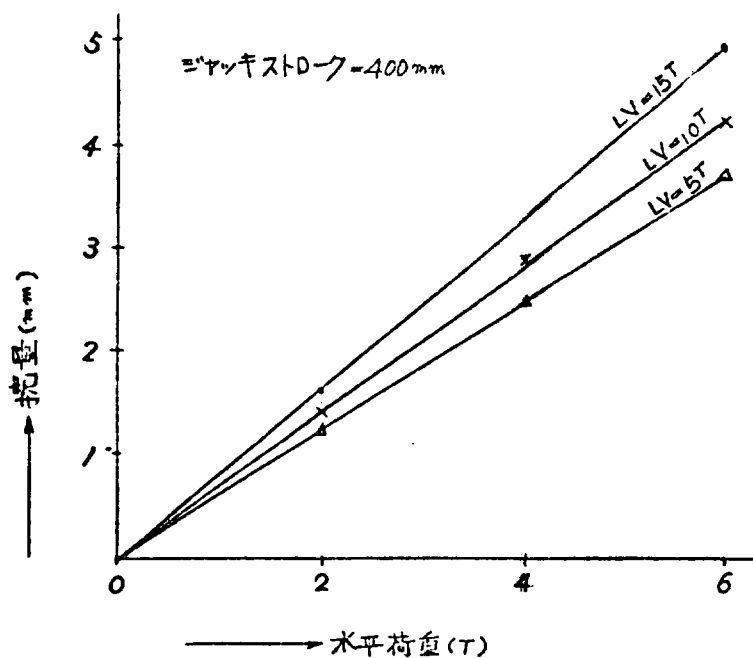


図 3.2.18 ジャッキラム部剛性 (ジャッキストローク 400mm)

(規定条件)

・ 水平荷重 LH

$2^T \sim 6^T$

・ 垂直荷重 LV

$5^T \sim 15^T$

(測定要領)

・ ジャッキストローク

200~400mm

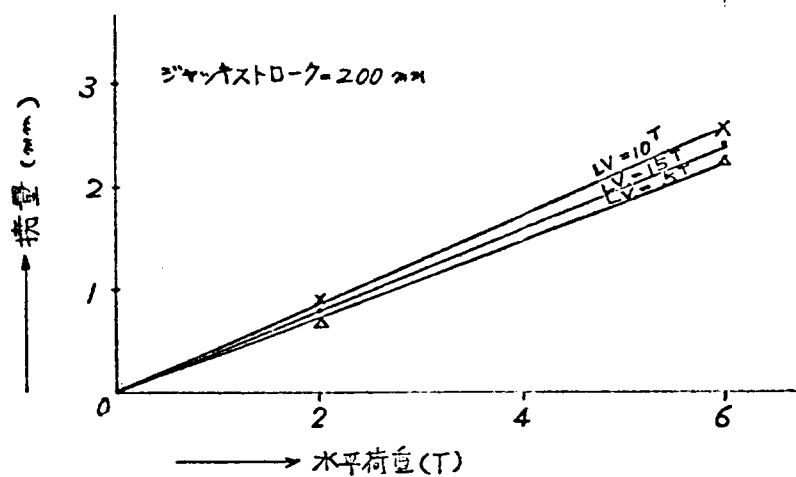
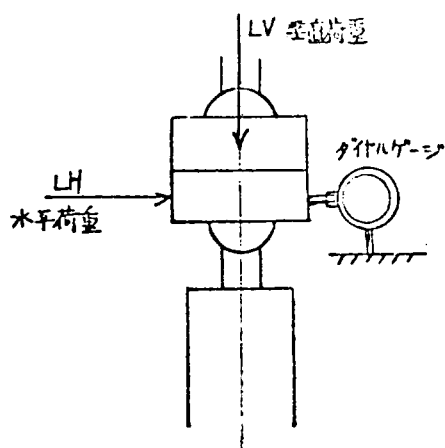


図 3.2.19 ジャッキラム部剛性 (ジャッキストローク 200 mm)

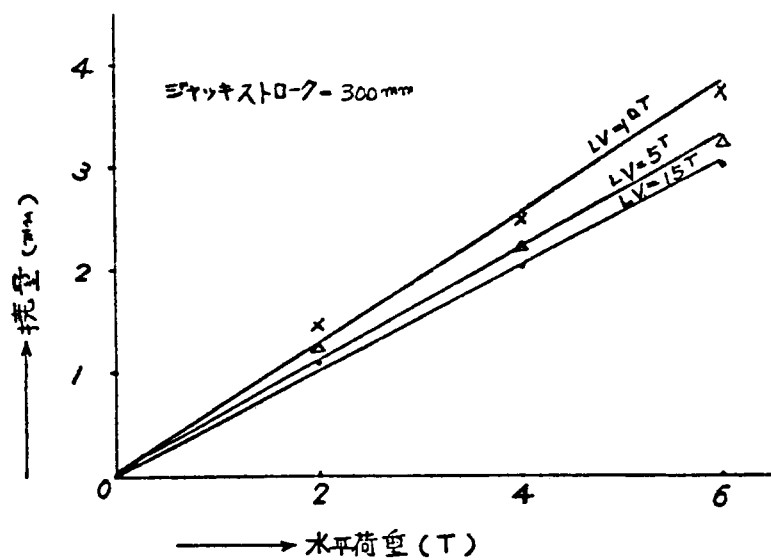


図 3.2.20 ジャッキラム部強度 (ジャッキストローク 300 mm)

(設定条件)

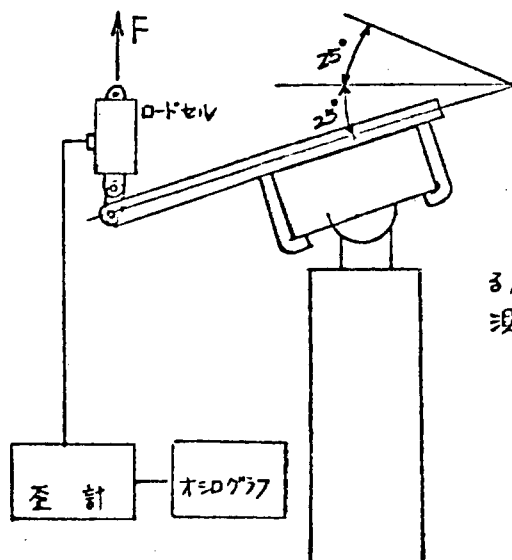
• NCミラッキヘッド径

180°, 200°, 220°

• ヘッド傾転角

25° ~ -25°

(測定要領)



ヘッド傾斜に要する力をロードセルにて測定。

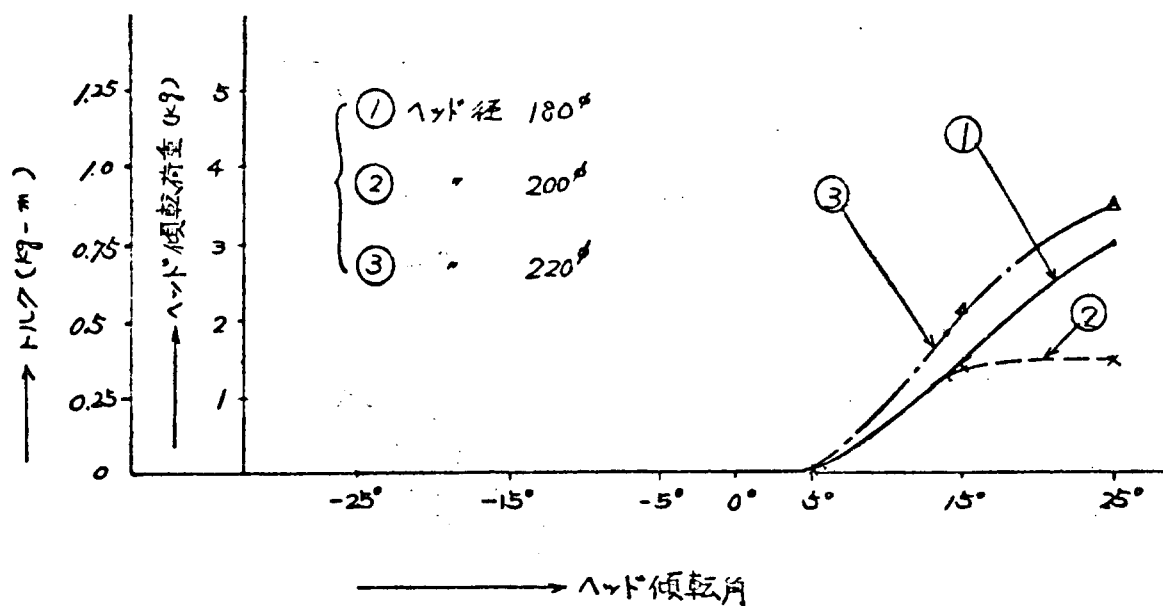


図 3.2.20 ヘッド追従性

(設定条件)

・NCシヤッキストローク
50〜350 mm

・低速域指令値

0.5〜5 mm
(特殊Pulse Motor制御
は一定量である)

・制御方式

1) Pulse Motor 制御

2) Encoder 制御 2種

(測定要領)

シヤッキストローク指令値に対する
実移動量の誤差をダイヤルゲージ
にて測定。

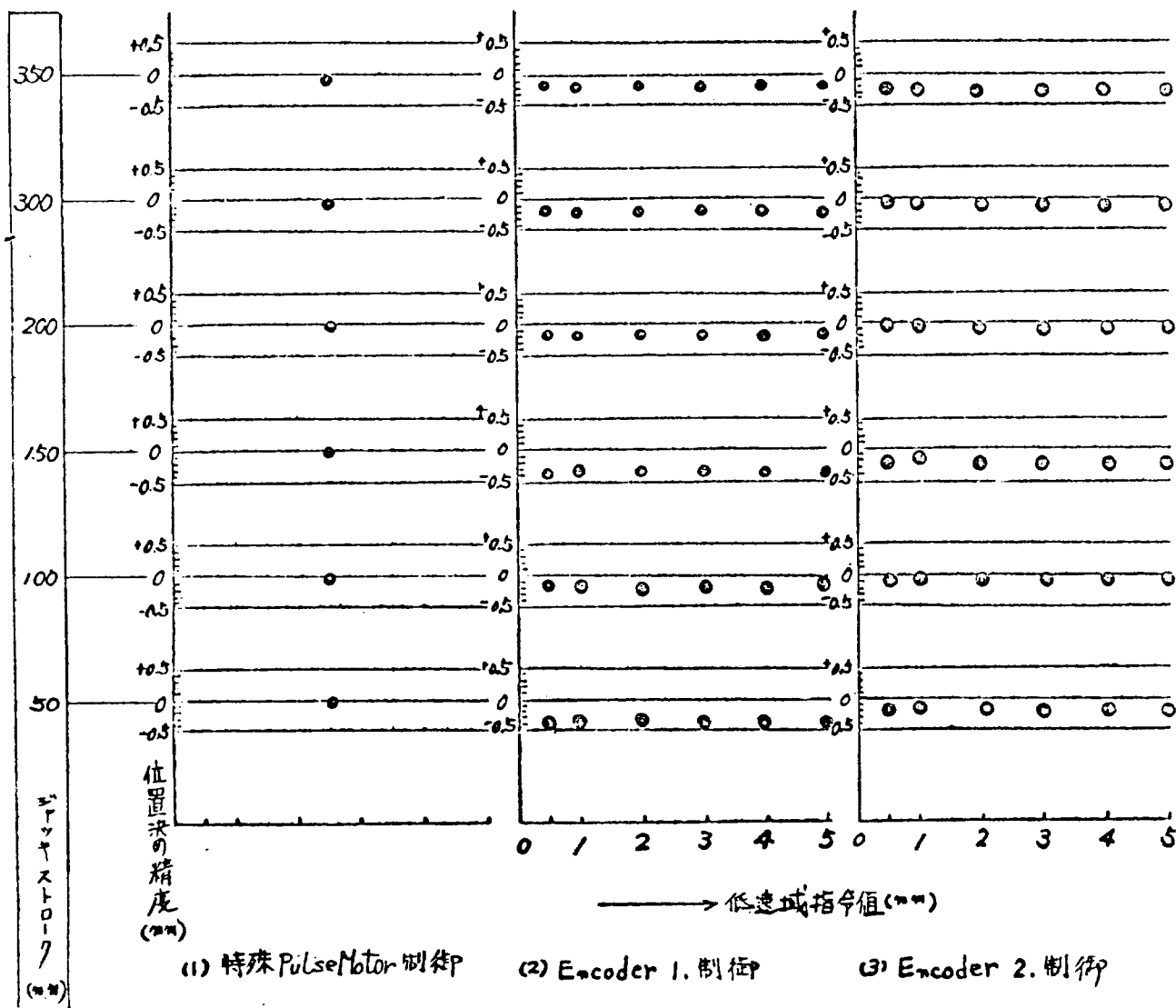
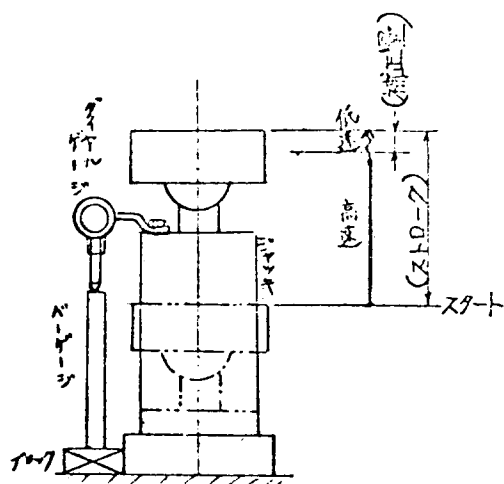


図 3 2 2 1 位置決め精度 (1) (駆動装置機能 …… 高速 → 低速 → ブレーキ)

(設定条件)

- NCジャンクストローク
50 ~ 350 mm
- 低速域指令値
0.5 ~ 5 mm
(ただし Pulse Motor 制御
は一定量である)
- 制御方式
Pulse Motor 制御
Encoder 制御 2種

(測定要領)

ジャンクストローク指令値に対する
実移動量の誤差をダイヤルゲージ
にて測定。

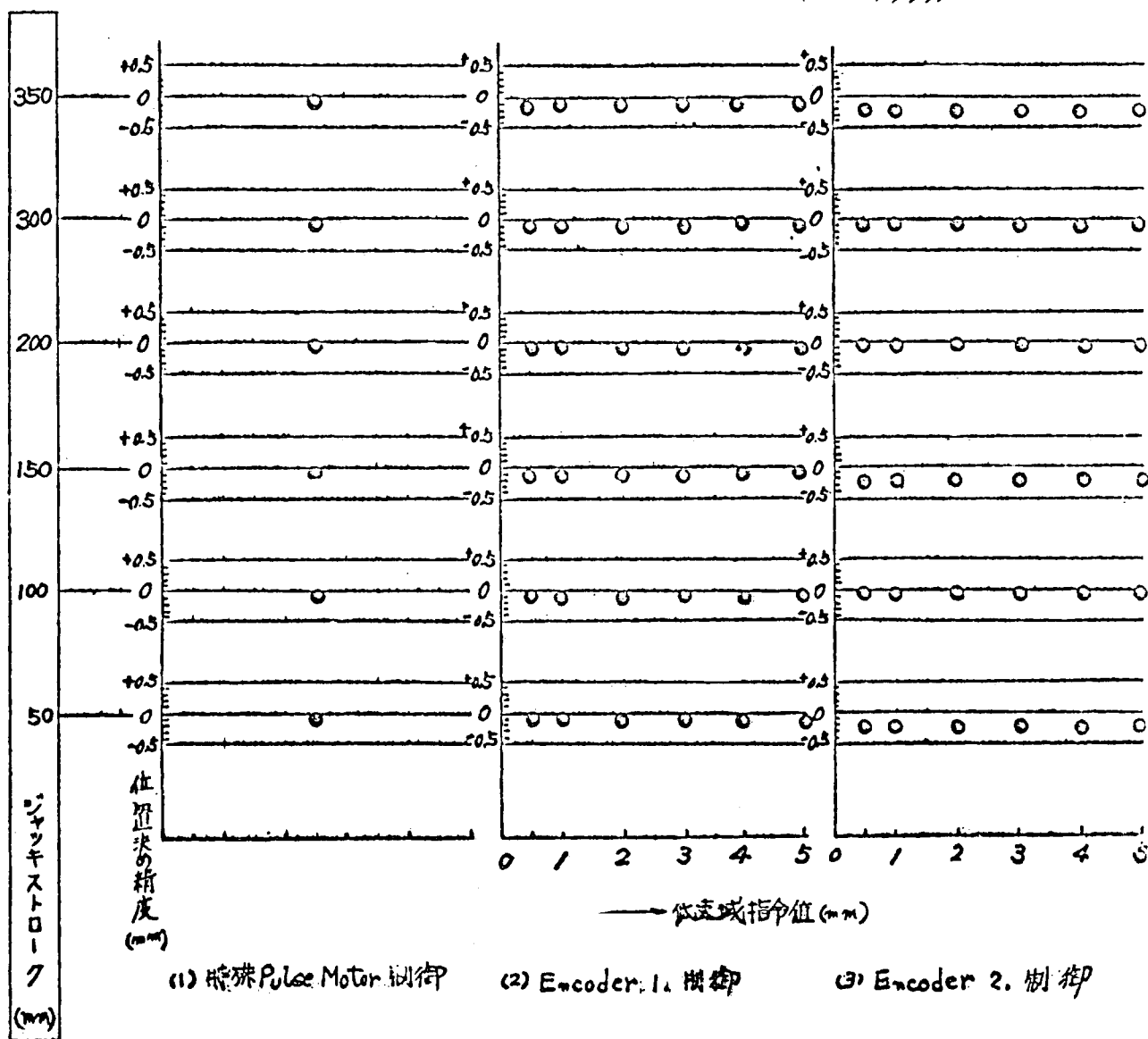
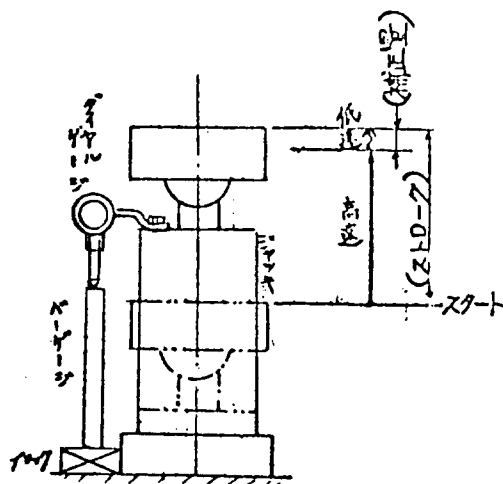


図 3.2.22 位置決め精度 (2) (駆動装置機能 …… 高速 → 低速 → ブレーキ)

(設定条件)

・NCジャッキストローク
50〜350 mm

・低速域指令値

0.5〜5 mm
(ただしPulse Motor制御
は一定量で可)

制御方式

1 Pulse Motor 制御
1 Encoder 制御 2種

(測定要領)

ジャッキストローク指令値に対する
実移動量の誤差をダイヤルゲージ
にて測定

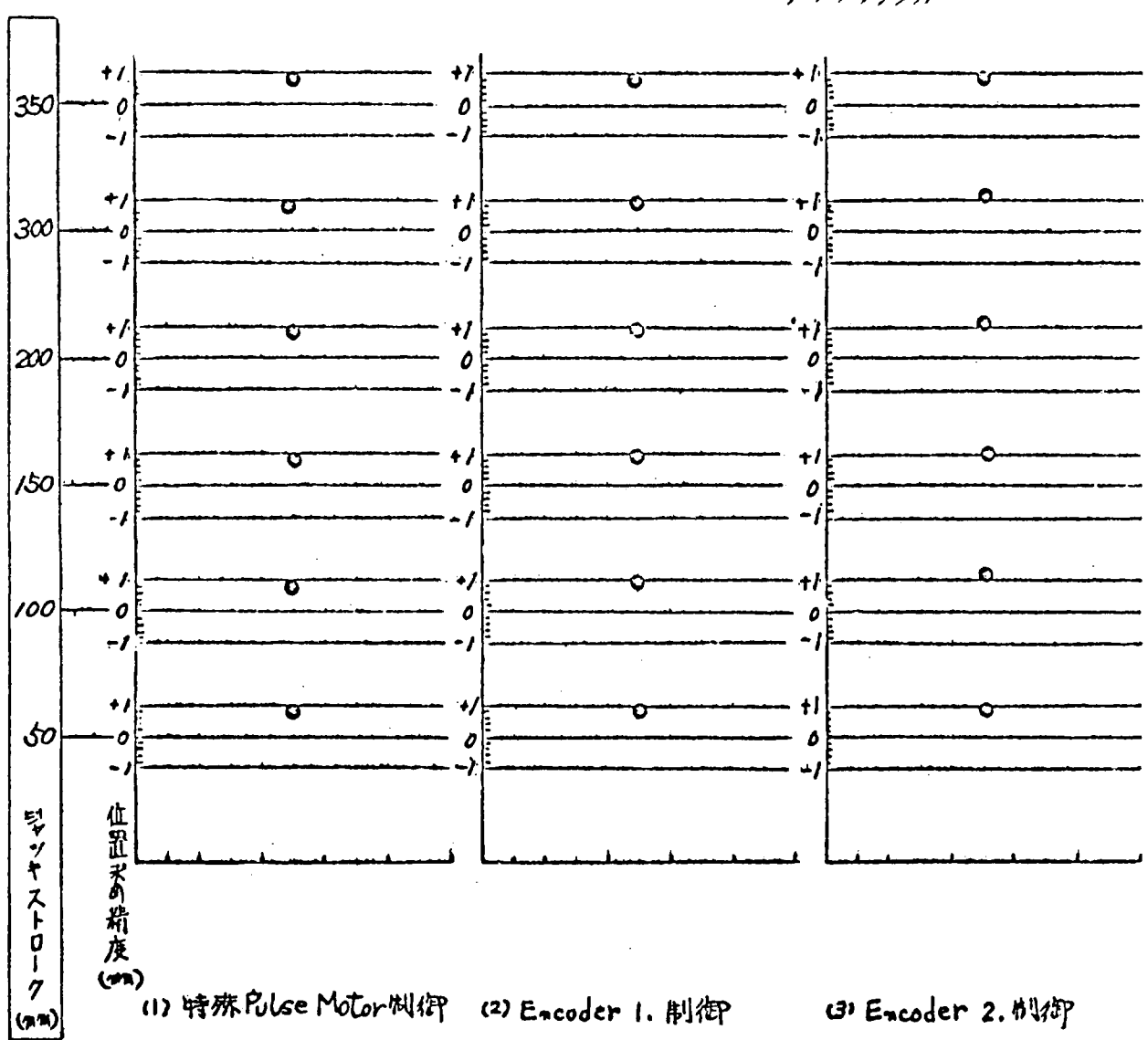
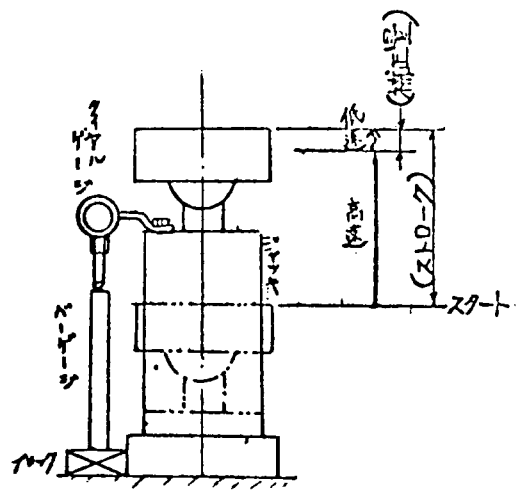


図 3 2 2 3 位置決め精度 (3) (駆動装置機能 …… 高速→低速→ブレーキ)

(設定条件)

• NCジャッキストローク
50 ~ 350 mm

• 低速域指令値

0.5 ~ 5 mm
(ただし Pulse Motor 制御は
一定長である)

• 制御方式

{ 特殊 Pulse Motor 制御
Encoder 制御 2 種

(測定方法)

自動位置決めサイクルの
位置決め時間を各条件に
て 2 回 ストップ・ウォッチにて測
定

※ Encoder 制御方式

{ 高速→低速→ブレーキ --- 低速域指令値 1 mm の時
高速→低速 --- 2 mm

Encoder(2) は Encoder(1) とほぼ同じ。

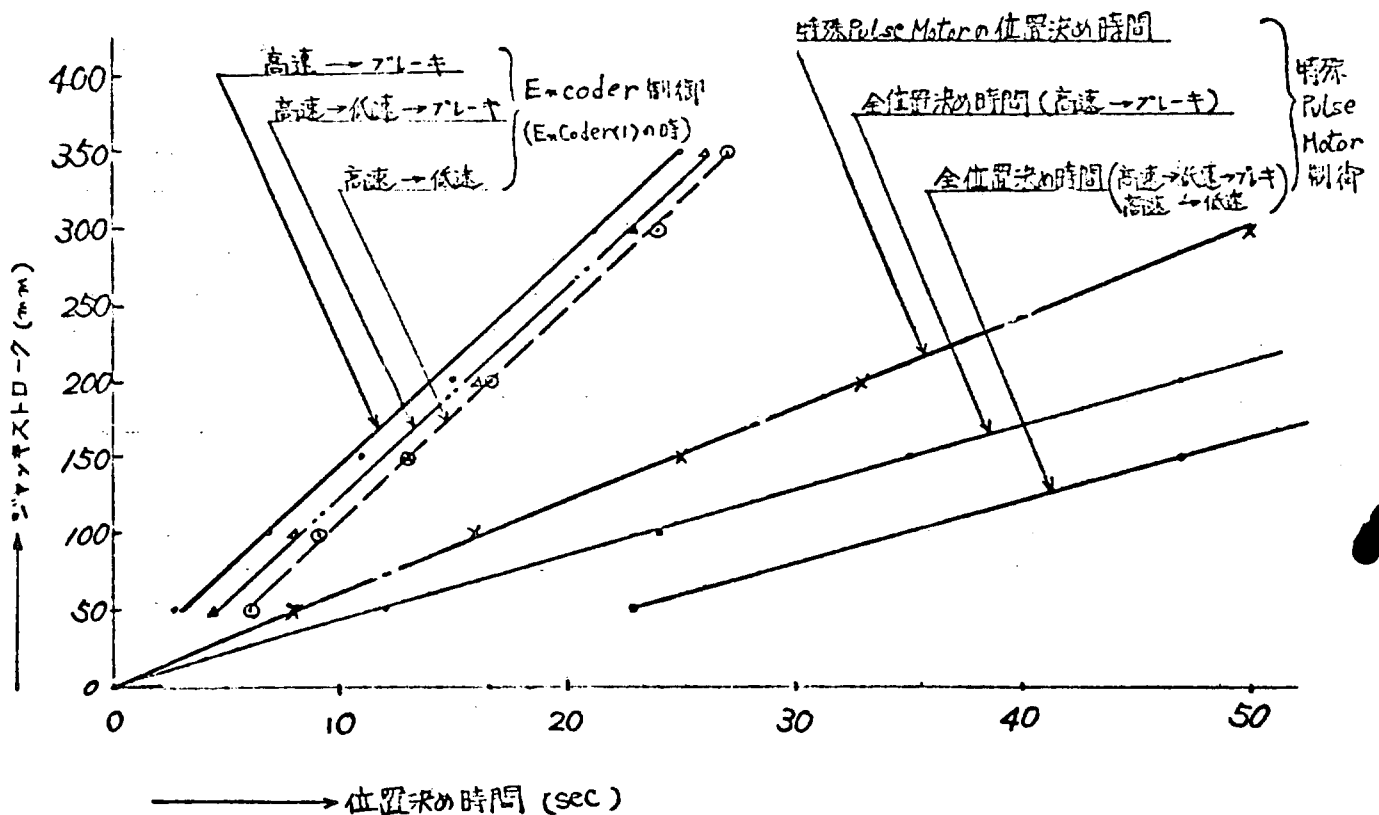


図 3.2.24 位置決め時間

(設定条件)

• スプリングバック量

5~50 mm

• 板面角度(θ)

0~25°(5°ビッチ)

• 検出速度

高速 --- 900 mm/min

低速 --- 90 mm/min

• 検出方式

(1) 3点検知棒方式

(2) ヘッド浮動取付方式

(測定要領)

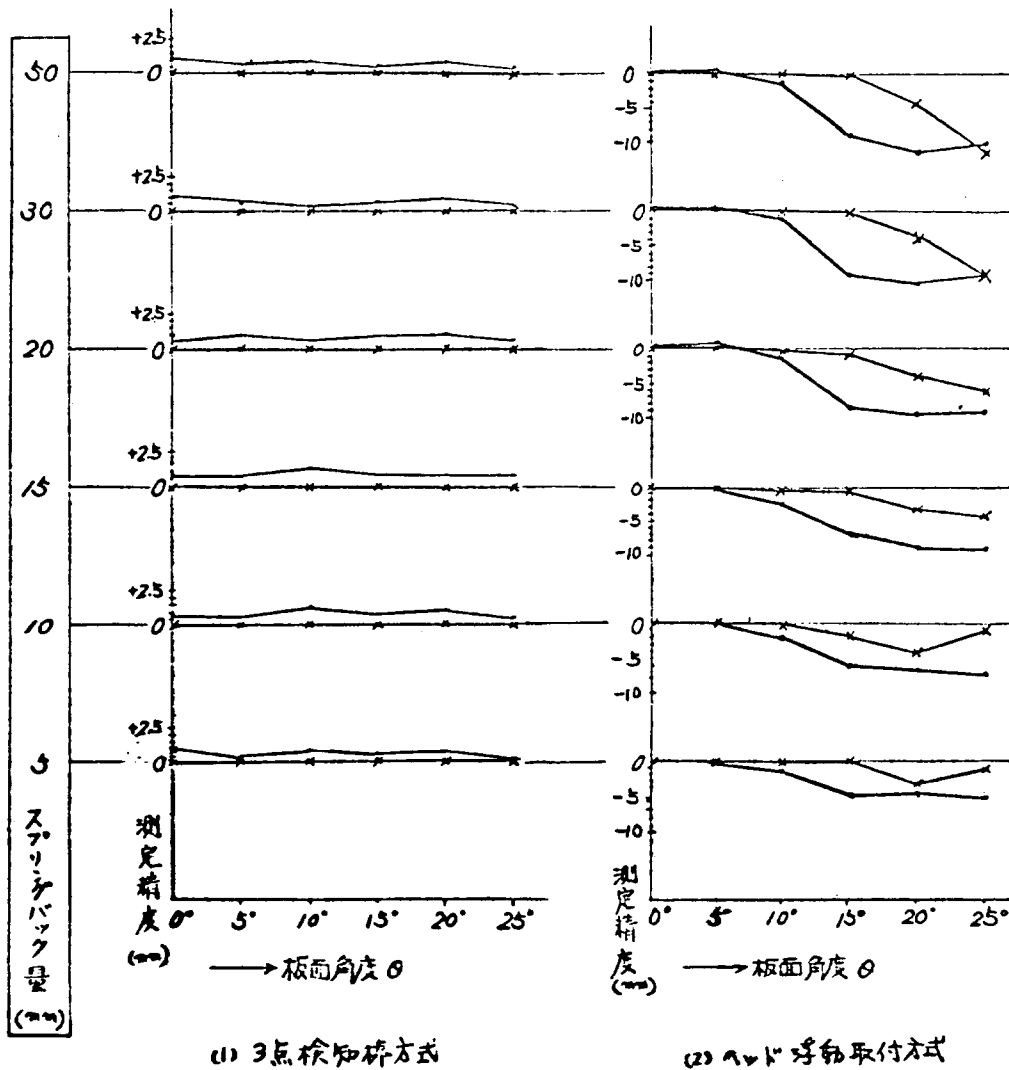
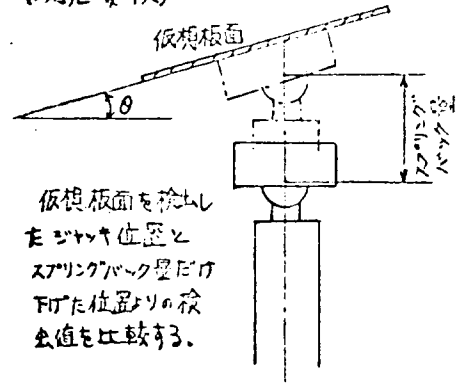


図 3.2.25 スプリングバック測定精度

(設定条件)

• スプリングバック量

5~50 mm

• 板面角度(θ)

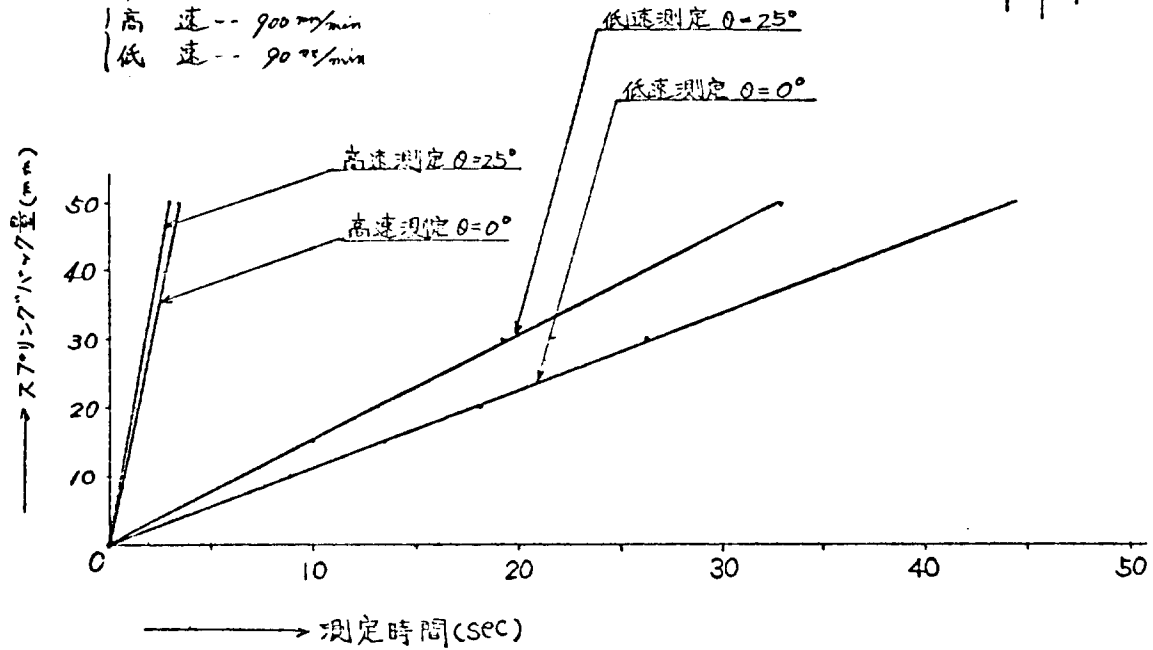
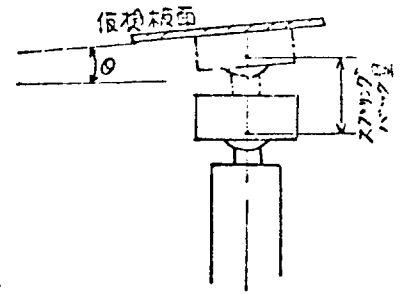
0~25° (5°刻)

• 検出速度

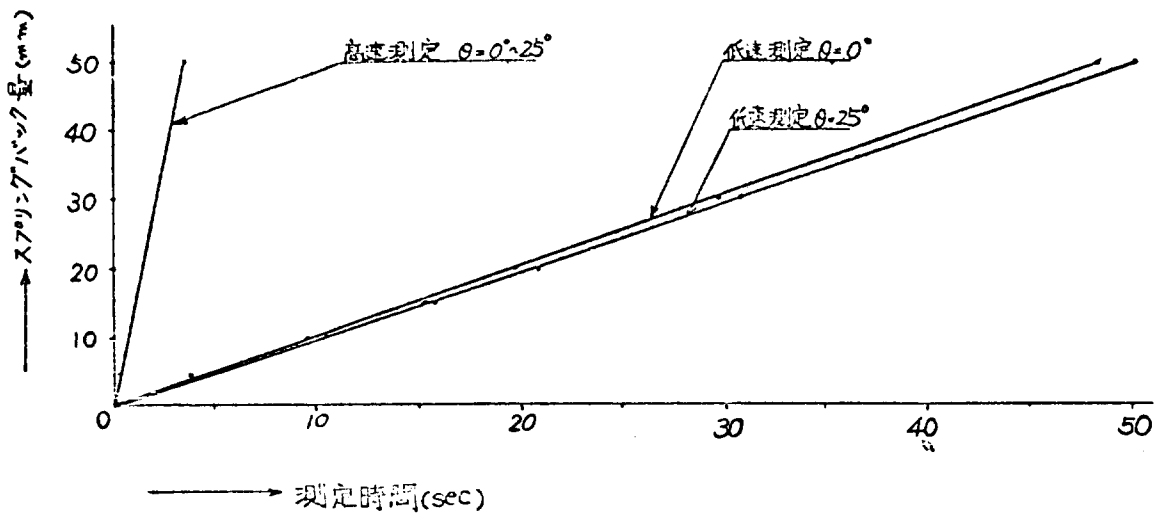
高速 -- 900 mm/min
低速 -- 90 mm/min

• 検出方式

- (1) ヘッド浮動取付方式
- (2) 3点検知棒方式



(1) ヘッド浮動取付方式



(2) 3点検知棒方式

図 3.2.26 スプリングバック検出時間

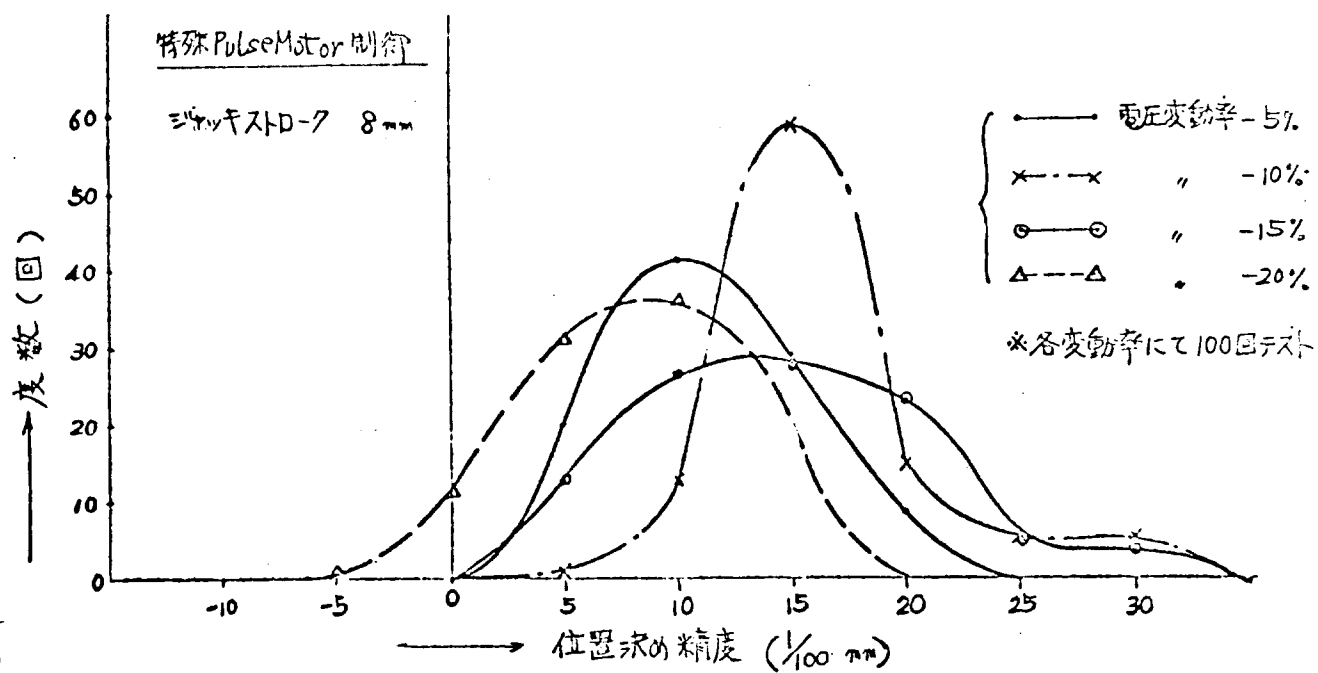


図 3.2.27 制御装置動作の安定性 (特殊 Pulse Motor 制御)

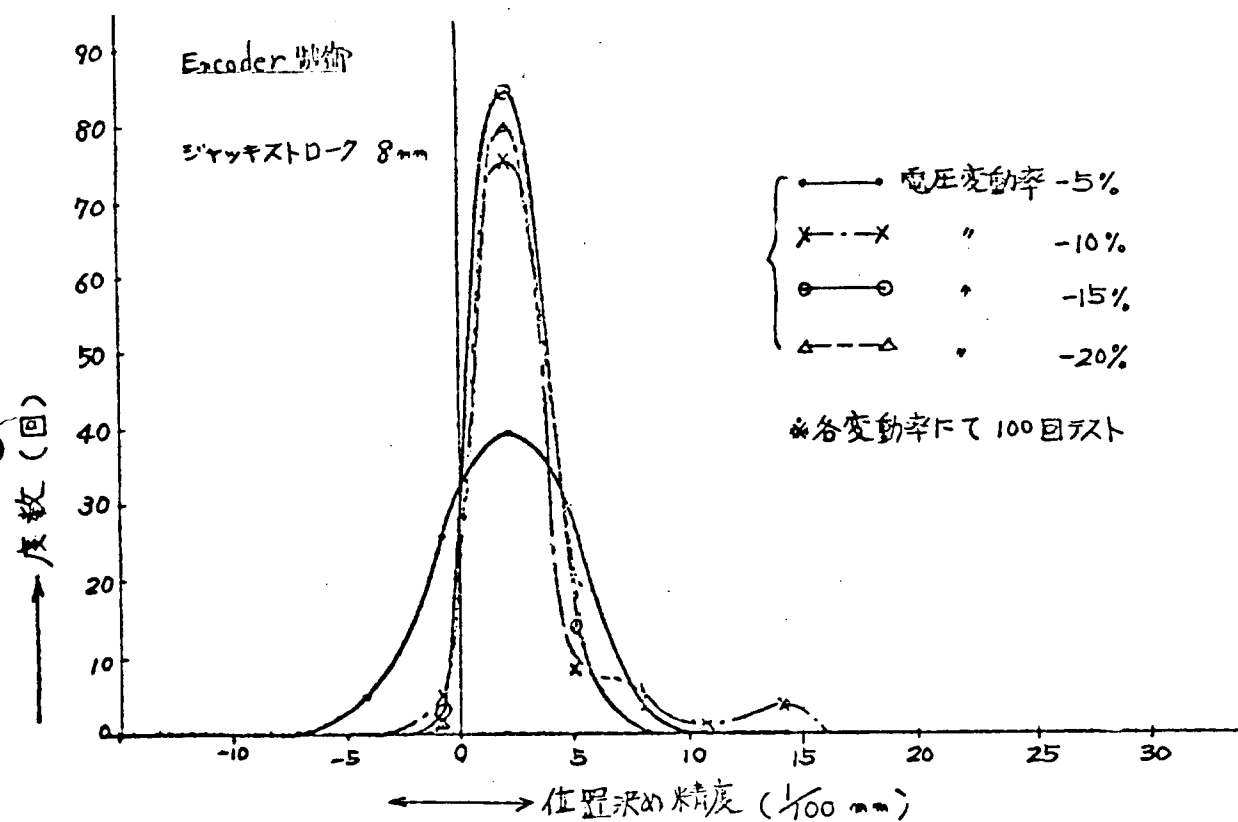


図 3.2.28 制御装置動作の安定性 (Encoder 制御)

(測定要領)

スプリングバック測定時
ロードセル A, B により測
定荷重を測る。

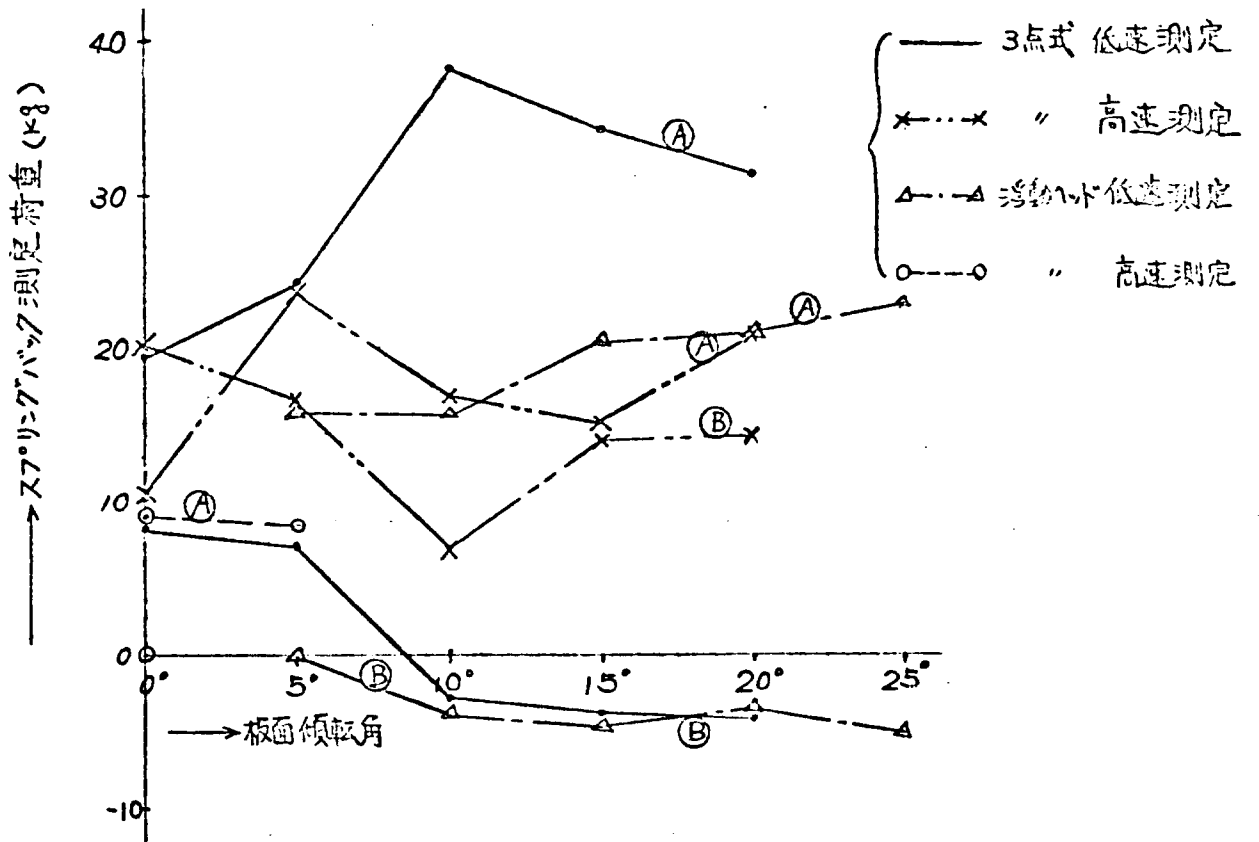
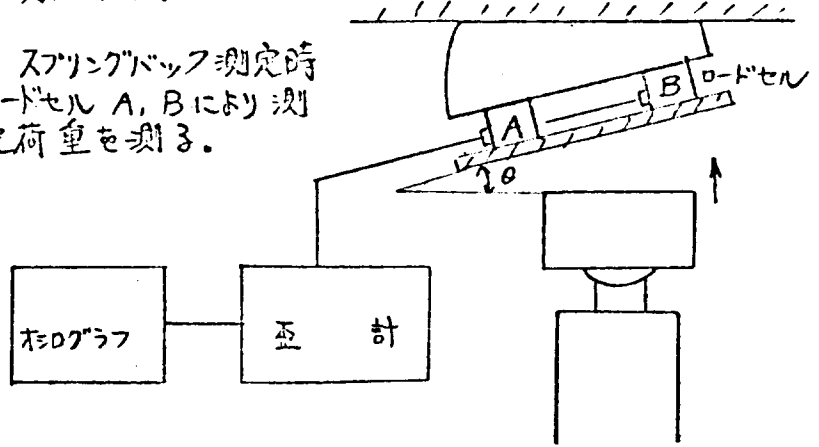


図 8.2.29 スプリングバック測定荷重

3.2.3 ユニバーサル多点プレス仕様

(1) ま え が き

船殻構造鋼板の曲げ加工に用いるユニバーサル多点プレスの全体仕様および各部仕様，NC装置と加工システムの検討を行なって，実現可能と考えられるユニバーサル多点プレス装置の仕様を検討し，決定した。

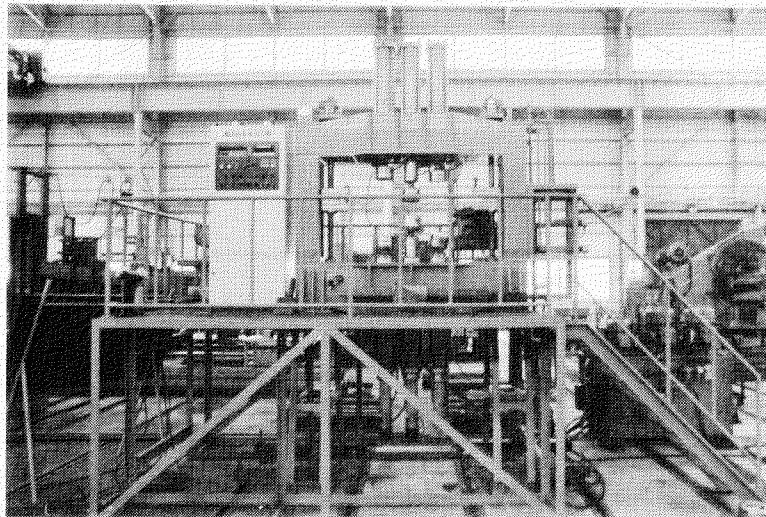


図 3.2.30 (1) 装 置 全 体 図

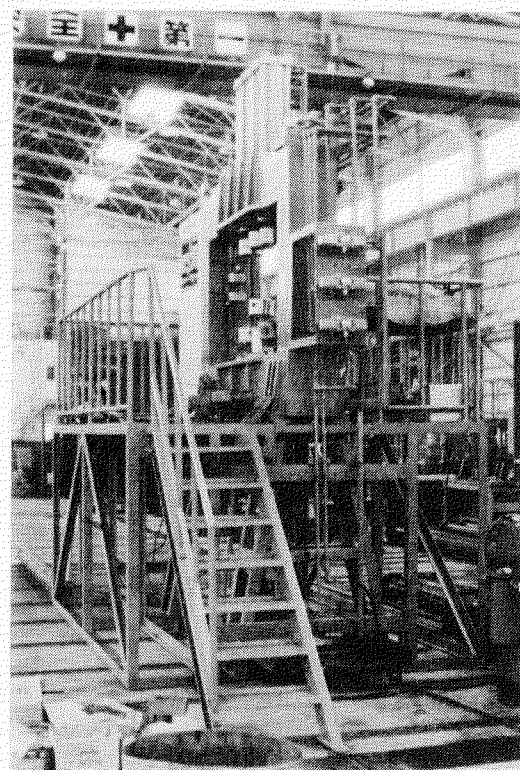


図 3.2.30 (2) 装 置 全 体 図

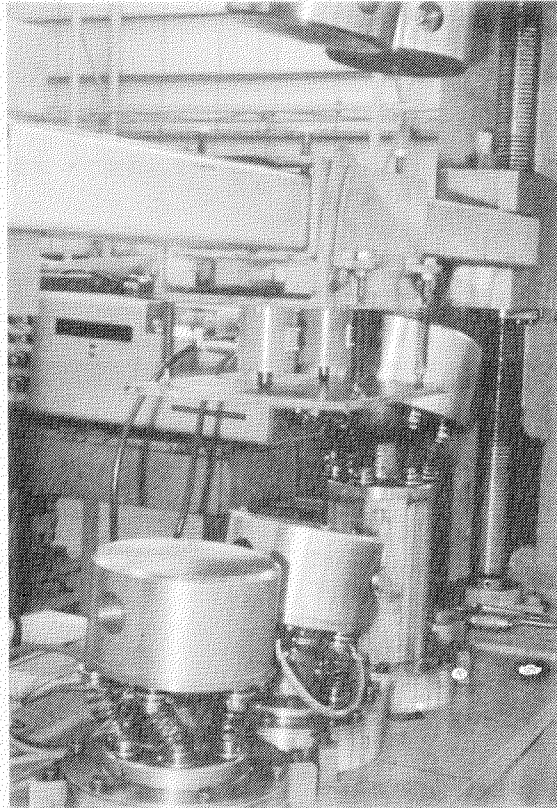


図 3.2.31 N C ジャ ッ キ 頂 部

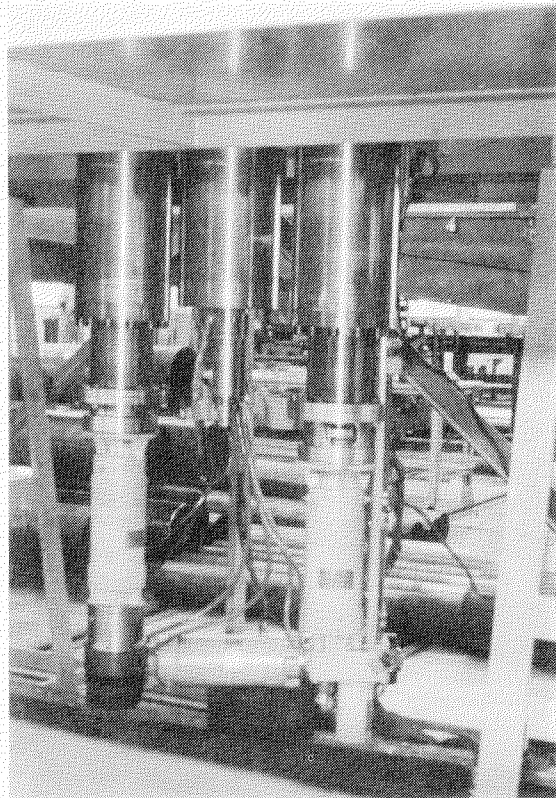


図 3.2.32 N C ジャ ッ キ 下 部

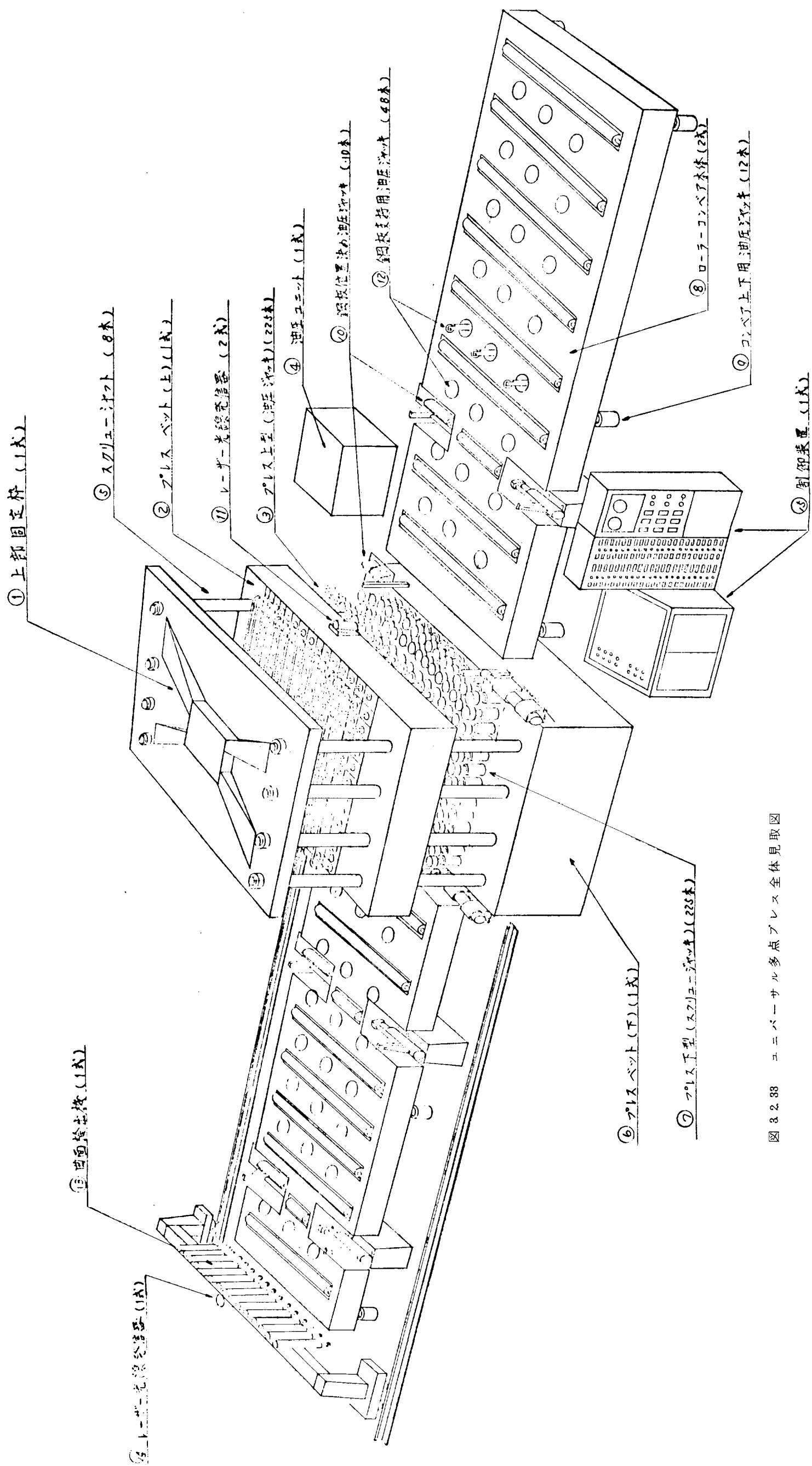


図 3 2 33 ユニバーサル多点プレス全体見取図

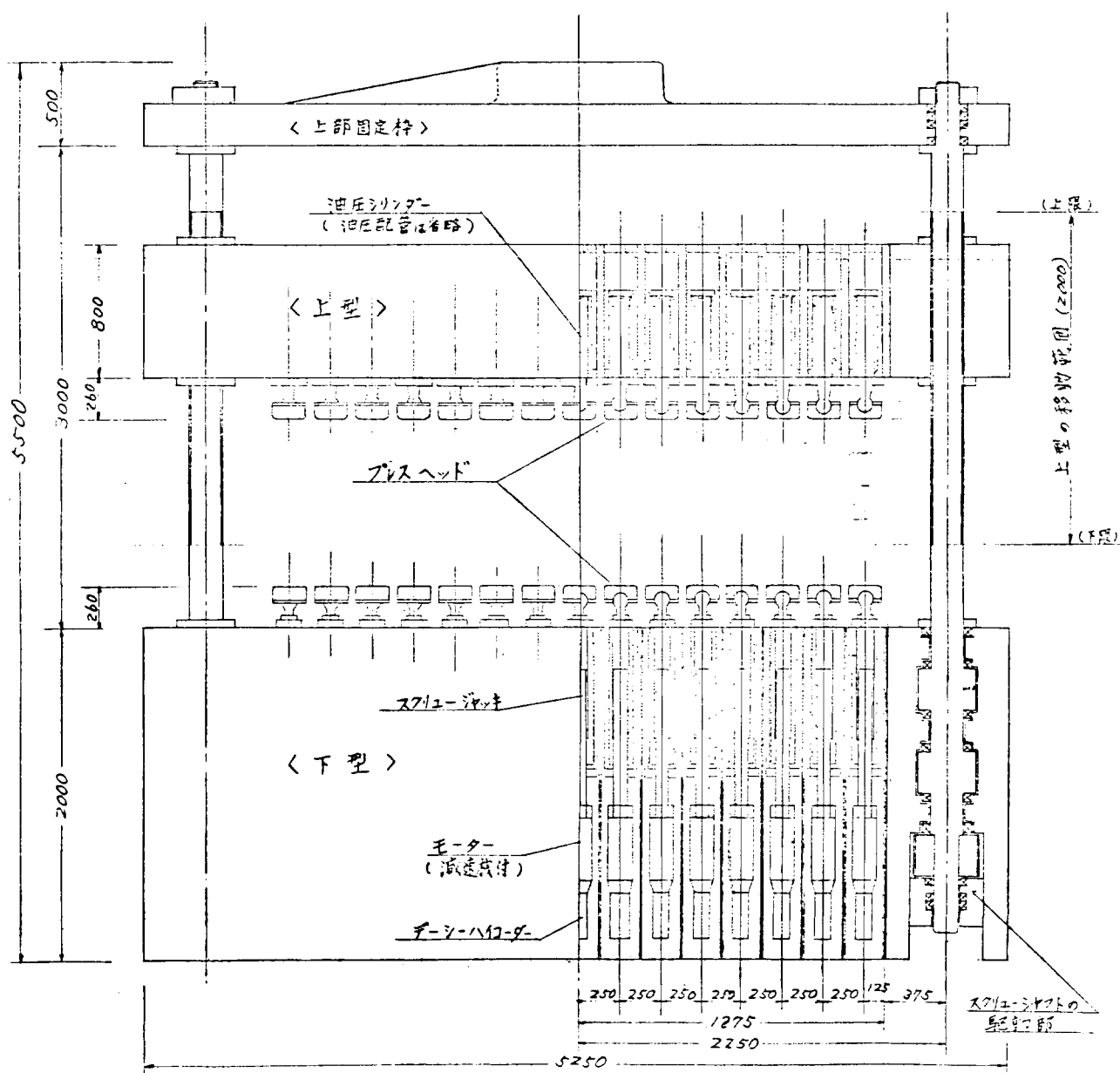


図 3 2 3 4 N C 多点プレス正面図

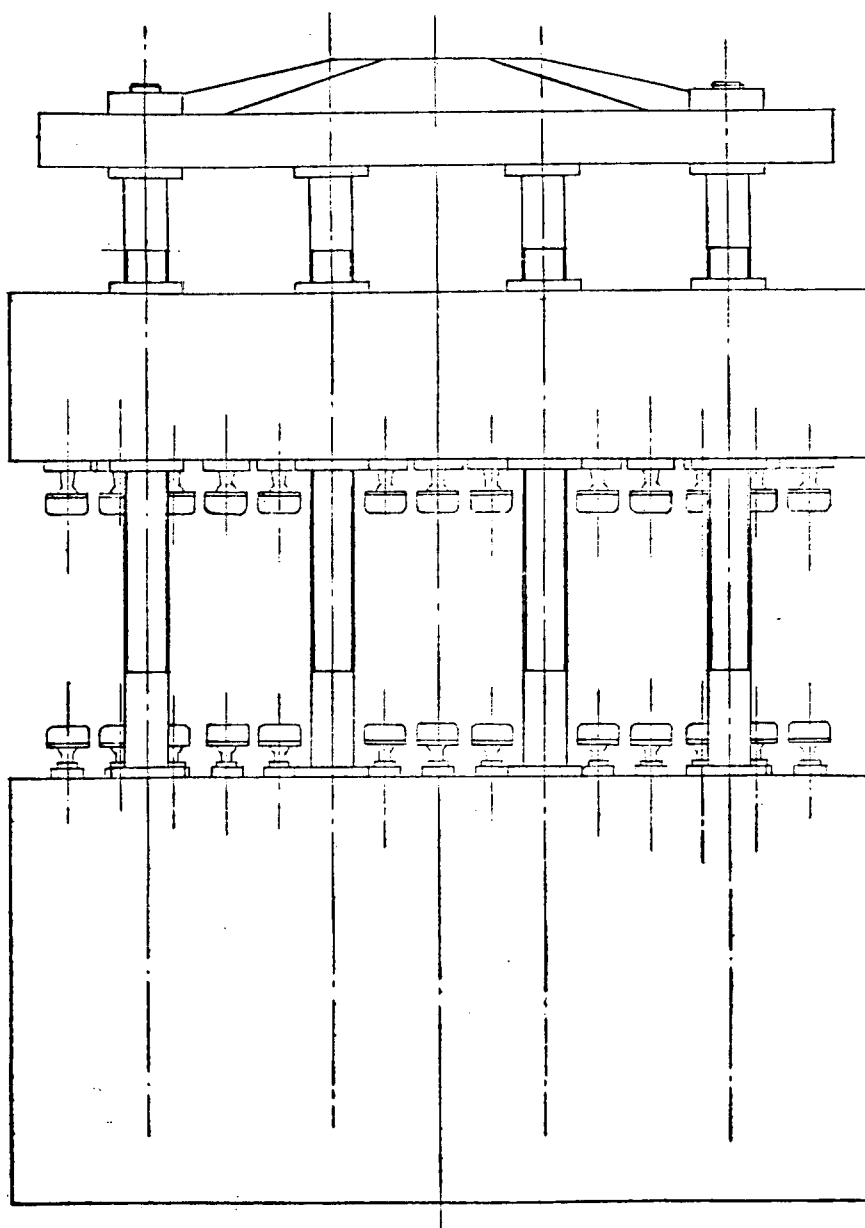


図 3 2 35 N C 多 点 プ レ ス 側 面 図

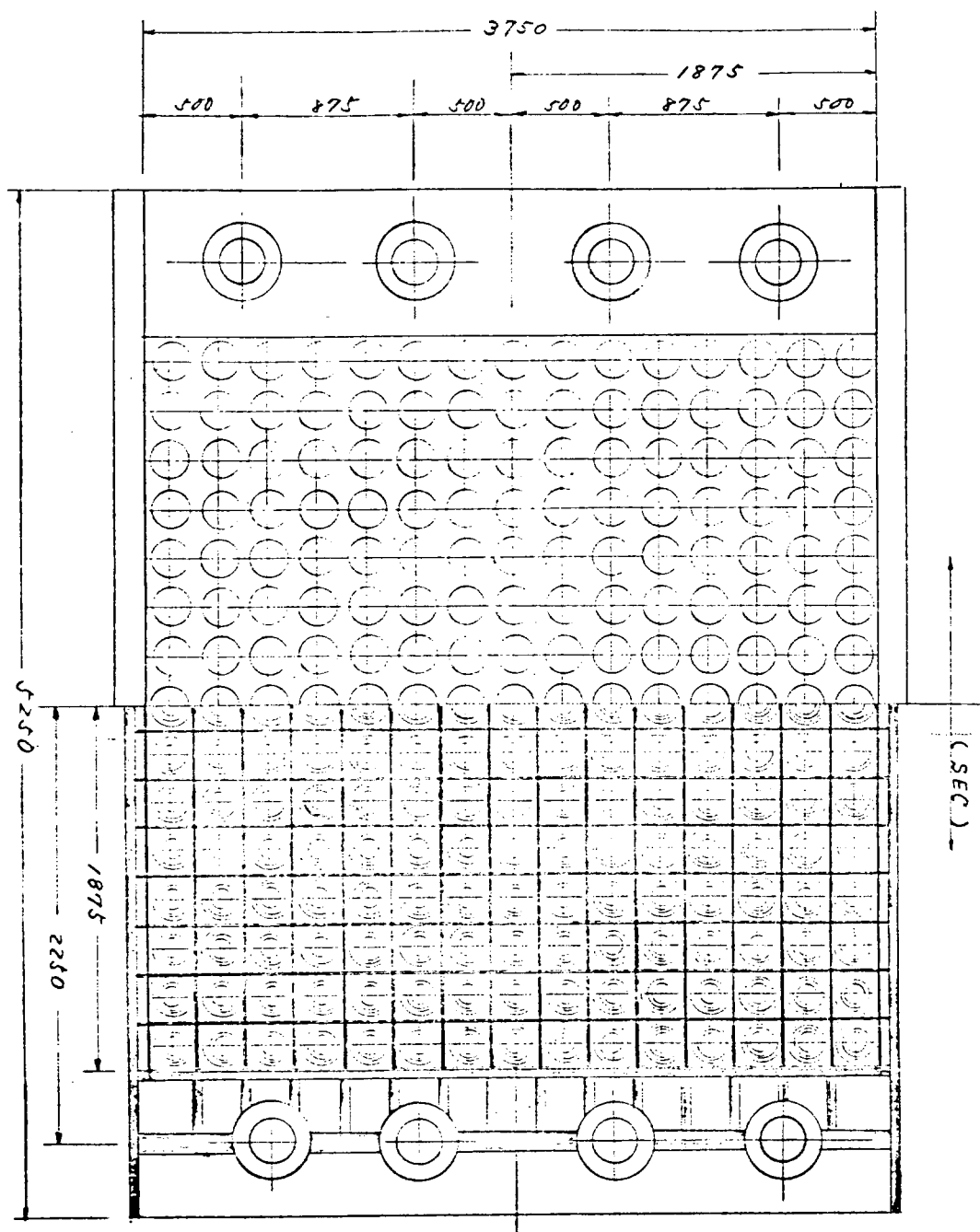


図 3 2 36 N C 多 点 プ レ ス 下 型 平 面 図

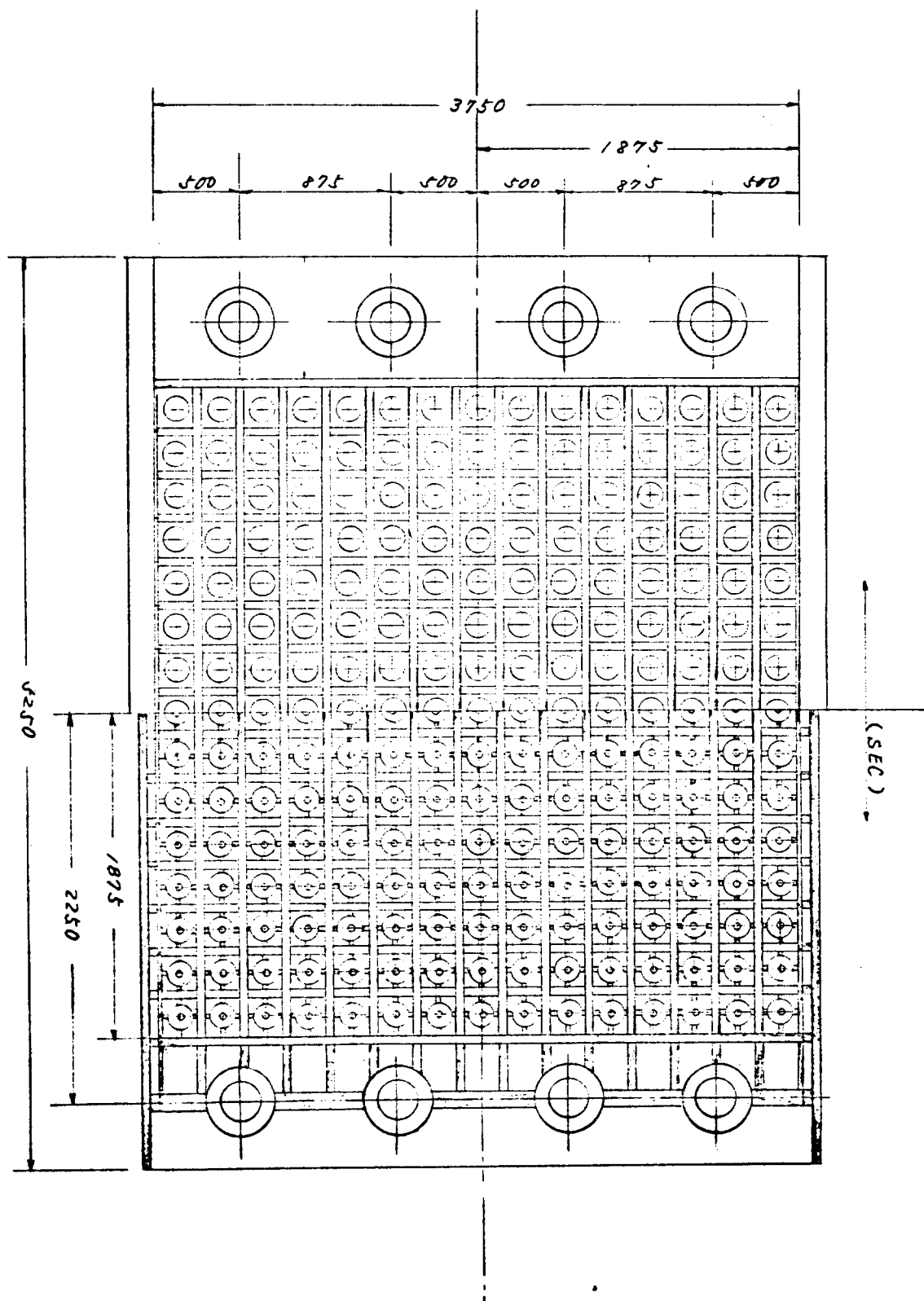


図 3 2 37 N C 多 点 プ レ ス 上 型 平 面 図

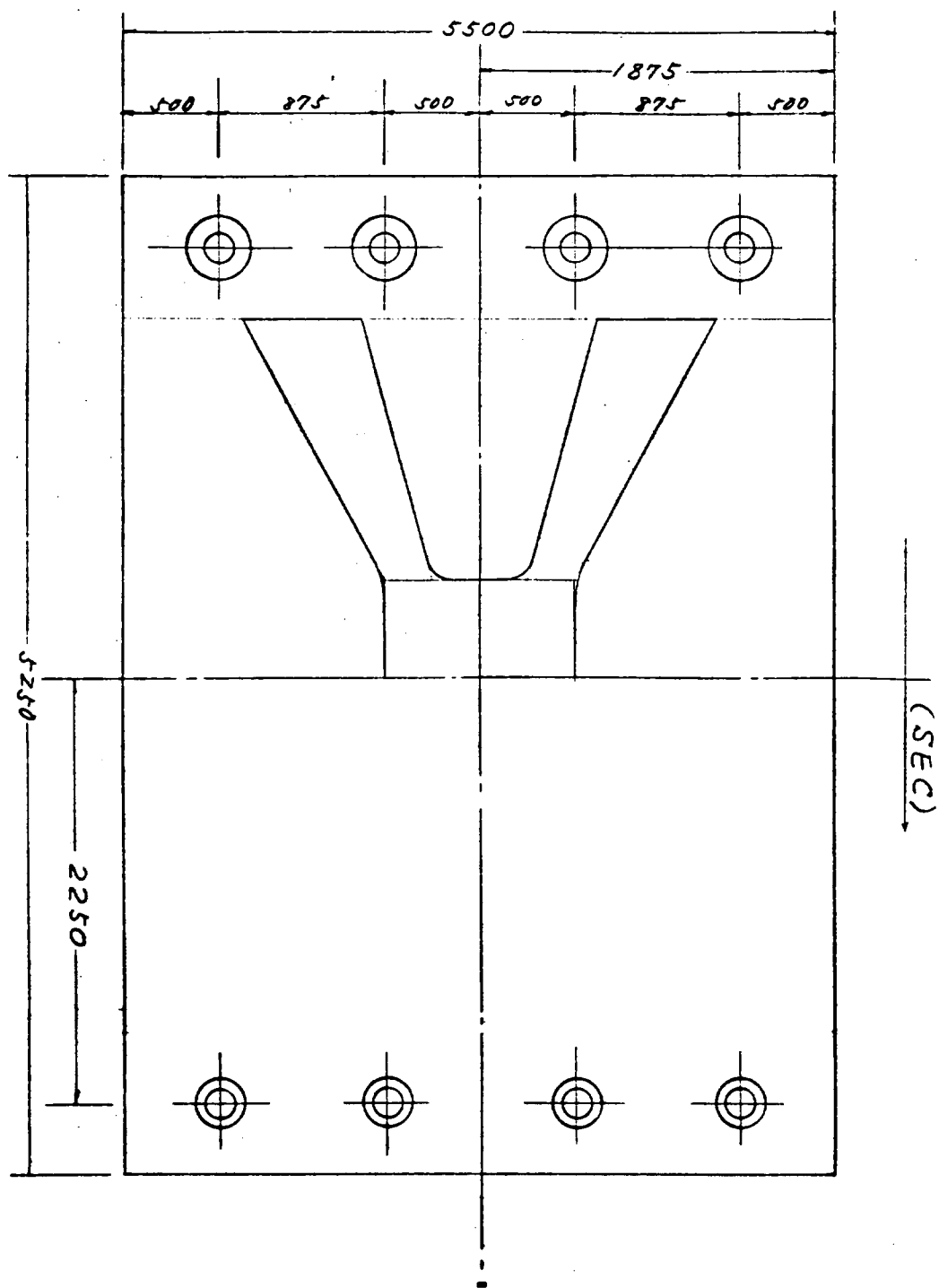


图 3.238 NC 上部固定枰平面图

(2) 全体見取図の各装置の概略説明

図 3.2.3 3 において①上部固定枠は⑤のスクリーシャフトを固定化する部分である。

②プレスベツト（上）はプレス上型（油圧ジャッキ）を内蔵し、配管等を取付ける。また強度部材でもある。

③プレス上型は 2 2 5 本の油圧ジャッキ（1 5 T / 本）の集合体である。

④油圧ユニットは③⑨⑩⑪の油圧ジャッキに油圧を供給する大型油圧ユニットであり、常用圧力は 175Kg/cm^2

⑤スクリーシャフトは②のプレスベツト（上）を上昇下降させる目的の 8 本のスクリーシャフトである。

⑥プレスベツト（下）はプレス下型（スクリージャッキを内蔵し、また⑤スクリーシャフトの駆動部分、減速部分も内蔵している。

⑦プレス下型は 1 本毎にスクリージャッキ、駆動用小型モーター、減速機、エンコーダー（DECI-HICORDER）を備え、複雑な構造をもった NC 制御スクリージャッキ 2 2 5 本の集合体である。

⑧ローラーコンベア本体は鋼板送りのためのローラー式コンベアであり、⑨の油圧ジャッキで上昇下降する型式である。

⑨コンベア上下用油圧ジャッキは押釦操作によりコンベア本体を上昇下降させて任意の高さに固定できる。

⑩鋼板位置決め用油圧ジャッキはプレス加工時および曲面検出時に鋼板の幅方向の位置決めを行なうものである。

⑪レーザー光線発信器はプレスベツト（上）のセンターの搬入側、搬出側に各一式備え、予め鋼板にマーキングされたポイントにレーザービームの赤いスポットが合致した位置をもって鋼板の位置め完了とする。

⑫鋼板支持用油圧ジャッキはプレス加工時また曲面検出時に鋼板の曲り形状が鋼板自重の影響で変形するので、油圧ジャッキによって支持するためのものである。

⑬曲面検出機は所定の位置に置かれた鋼板の曲面形状を計測する装置であり、ラックとピニオンとエンコーダーから成っており、これを 1 5 本備えている。レール上を定速度で滑らから自走し、計測信号を制御装置へ送る。

⑭レーザー光線発信器は曲面検出機の一部品であり、曲面検出開始に先立って鋼板の位置決めを行なう時に、予め鋼板にマーキングされている線上をレーザービームが走るようになった鋼板の位置をもって鋼板の位置め完了とする。

(3) 各部仕様

(a) 下型の構造と機能

図 3.2.3 9 によって下型（NC スクリージャッキ）の構造および機能の概略を述べる。①は特殊小型インダクションモーターであり、②はエンコーダー（DECI-HICORDER）。本章第 2 節第 1 項に述べるように、①のモーターは指令値になるまで回転する。①のトルクは③の減速機、④のカップリングを介して⑤のスクリー軸を回転させる。その結果⑥の雌ネジを介して⑦のスクリージャッキの位置決めがなされる。⑦の先端には⑧のプレスヘッドが装着しており、プレス加工時の圧縮荷重（約 1 5 T / 本）は⑦のスクリージャッキを介して、⑩のジャッキ外筒の引張荷重となって⑪の構造部材に支持される。

⑧のプレスベツドはボールジョイントの構造を備えており鋼板の曲げ剛性により曲面の傾斜に沿って傾斜状態で荷重を支持するので、⑦のスクリージャッキには圧縮荷重と曲げモーメントが作用する。

⑫のスプリングは門型の曲面検出機を用いなくて、プレス下型の NC スクリージャッキの機構により曲面検出を行なう場合にのみ必要なものである。⑬のスプリングは非負荷時にプレスヘッドが任意方向に傾斜してしまうのを防止するものである。

⑪の構造部材は総荷重 3,500 T を支持点間距離 4,500 mm で支持する必要がある。

3. 2. 2 (3) に述べたようにジャッキの配列のピッチは 250 mm が上限であり、⑩のジャッキ外筒の外径が 200 mm となるため、構造部材の占めるスペースは極めて狭くなるが本章第 3 節の構造概略図のような構造にすれば四周支持の構造となって、縦方向部材、横方向部材（スパン方向）を有効に強度部材に活用出来るので設計可能である。

(b) 上型の構造と機能

多点プレス上型は 225 本の油圧ジャッキおよびこれらを内蔵する碁盤目状の構造部分より成る。

構造部分については、下型の場合と同様であるが、その深さが下型に比べ小さいため、板厚の増加によって補うことが出来る。

図 3. 2. 4 0 は油圧ジャッキの構造詳細図

図 3. 2. 4 1 は油圧ジャッキの油圧系統図

図 3. 2. 4 2 は油圧ジャッキの配置の平面図

油圧ジャッキは容量 15 T、正味ストローク 400 mm である。しかし、ジャッキのブランジャーには軸力と曲げモーメントが作用するので、径が 125 mm ϕ とし油圧の使用圧力を 122 kg/cm² 程度に設定する。プレスヘッドの構造は下型のスクリージャッキのプレスヘッドに倣う。油圧系統については、No. 1 ~ No. 3 ブロックに分け、No. 1、No. 2 は 90 本、No. 3 は 45 本、油圧ジャッキより成り各ブロック内の油圧ジャッキは油圧運動で作動するものとする。下型の NO スクリージャッキで押型を設定済なので、上型の油圧ジャッキのストロークを制御する必要はない。

例えばシリンダー状の曲面の場合には、最初に No. 2 ブロックのジャッキで加圧する。次にその状態で、No. 1 と No. 3 ブロックのジャッキで加圧する順序でプレス加工する。これは 3 ブロック同時に加圧すると、No. 1 と No. 3 ブロックで鋼板をプレスした状態で、No. 2 ブロックでは更に加圧することになり、No. 1、No. 3 のジャッキに大きい横荷重が作用するのを防止する目的である。

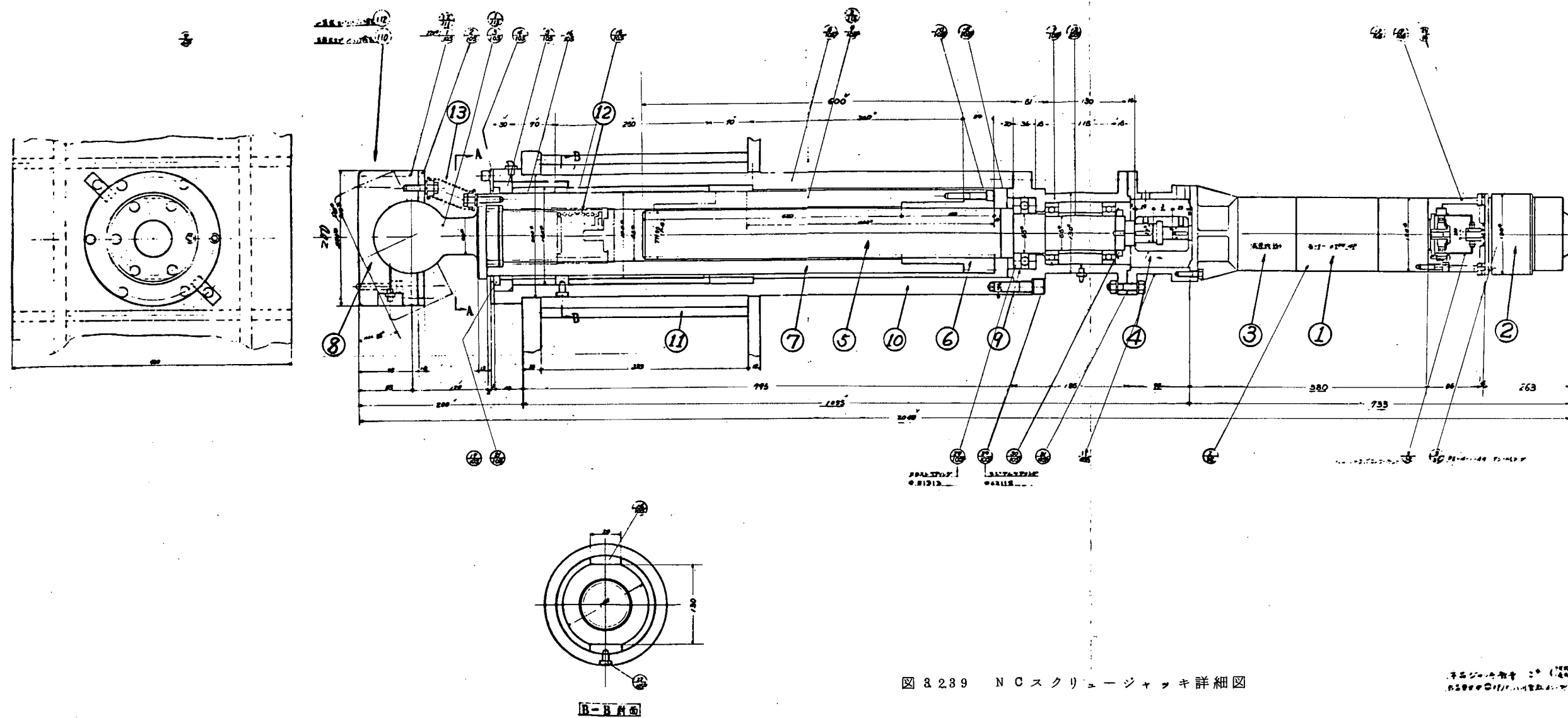


図 8.239 NCスクリージャッキ詳細図

本図は、本機（NCスクリージャッキ）の構造を示す。

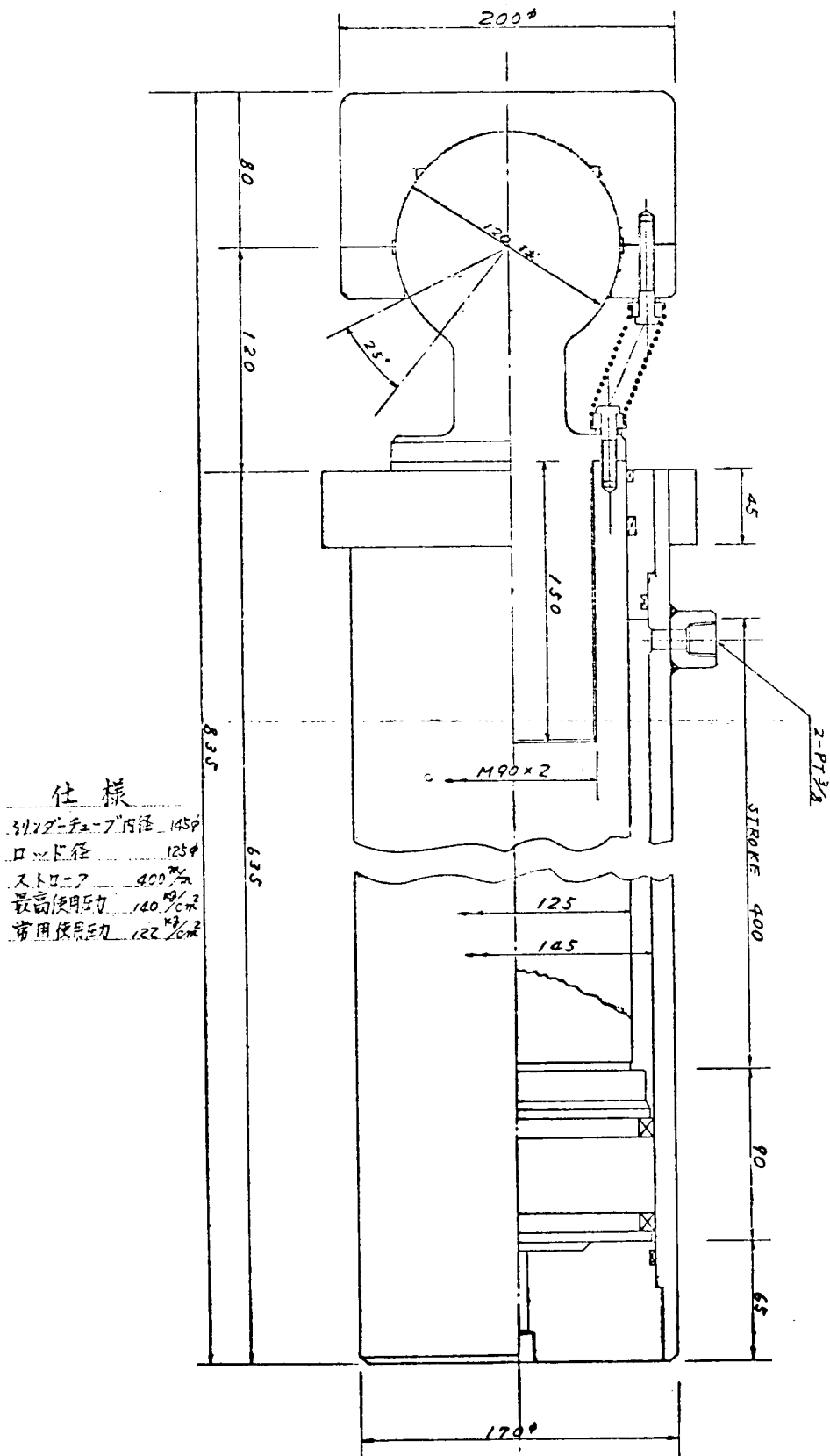


図 8.2.40 ユニバーサル多点プレス上型油圧ジャッキ詳細図

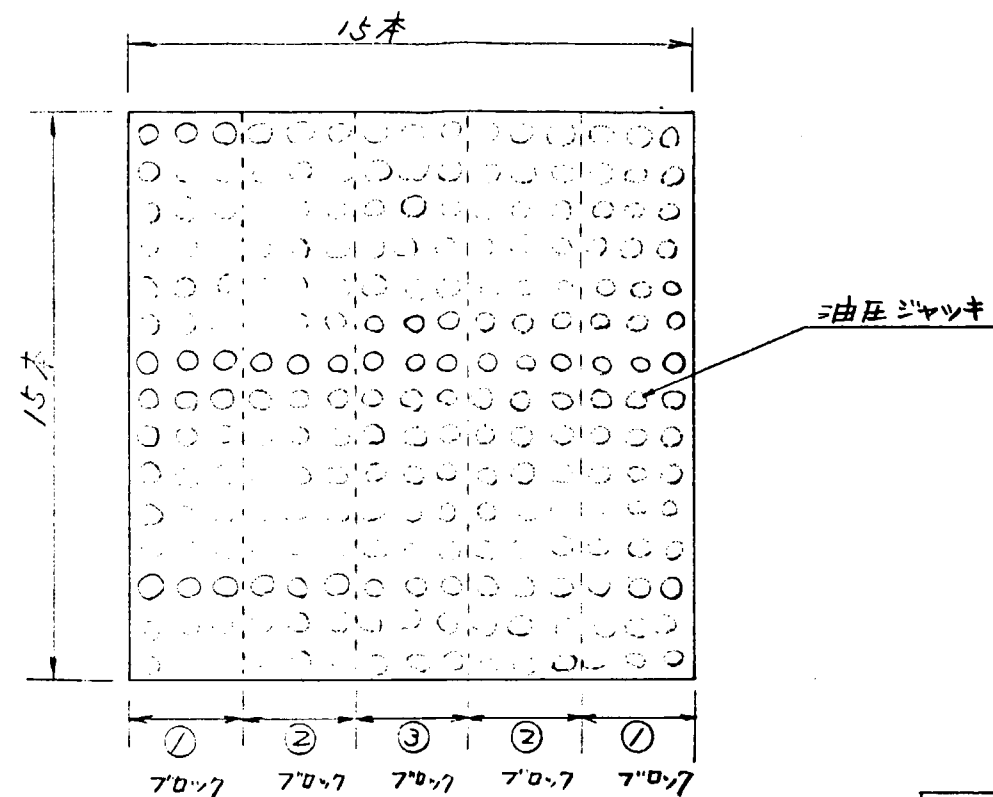
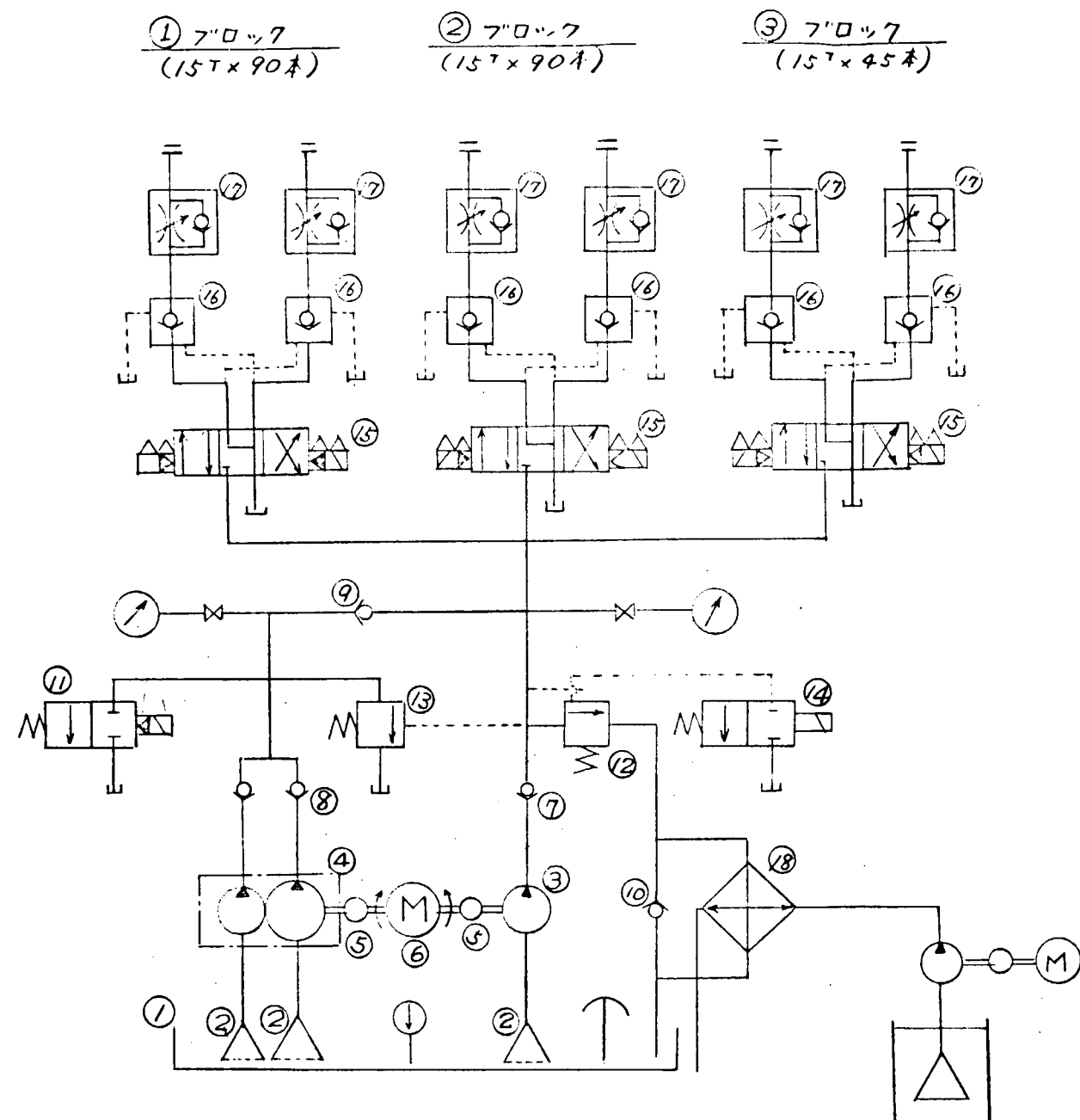


図 3.2.41 上型油圧ジャッキ油圧系統図

18	クーラー	1	
17	スロットルチェックバルブ	6	
16	パイロットチェックバルブ	6	
15	ソレノイドハイドロバルブ	3	
14	ソレノイドバルブ	1	
13	アローバルブ	1	
12	リリーフバルブ	1	
11	ソレノイドハイドロバルブ	1	
10	〃	2	
9	〃	2	
8	〃	2	
7	インラインチェックバルブ	1	
6	電動モーター	1	
5	カップリング	2	
4	ベーンポンプ	1	
3	ギヤーポンプ	1	
2	ストレーナー	3	
1	タンク	1	

(4) 補助装置の構造および機能の概略

図 3.2.4.3, 図 3.2.4.4 によってユニバーサル多点プレス補助装置の構造および機能の概略について述べる。

(a) 鋼板送り装置

様々な装置案が考えられるが、曲外板形状は一般に横曲りが大きく、縦曲りが小さくシリンダー状に近いためにローラーコンベアで十分である。鋼板送り時とプレス加工時で鋼板の高さが異なるため、コンベア本体は従来のプレス用コンベアのように、油圧ジャッキによって上昇下降させる必要がある。

またプレス加工時にプレス区間と非プレス区間の不連続部で鋼板自重によって折れたり、縦曲りがついてしまうのを防止する必要があるため、油圧ジャッキのストロークを十分大きくして、押釦可動によって適当な高さにコンベアを設定してからプレス加工する必要がある。

プレス加工時の縦方向の鋼板位置決めをローラーコンベアで行なうため、コンベアの送り速度は高速と微低速の2段速度切換が必要である。

(b) 鋼板位置決め装置

加工する鋼板上の点と、所定の高さに設定されたプレスヘッドの位置関係は厳密に1対1に対応しなければならないので、プレス加工時に鋼板の位置決めを精度良く行なう必要がある。鋼板の幅方向の位置決めは、両側10本の小型油圧ジャッキで行なう。3.2.2に述べたように、鋼板の長方向、幅方向に関して位置決め用のポイントが予め鋼板にマークされているので、全体見取図に示すレーザー光線発信器のビームの赤いスポットがマークポイントに合致するまで、ローラーコンベア（微低速）、または油圧ジャッキで鋼板を動かして位置決めを行なう。

(c) 鋼板支持装置

(a)に述べたように、プレス加工時にプレス区間と非プレス区間の不連続部で鋼板自重によって折れたり、縦曲りがついてしまうのを防止するために、多数の小型油圧ジャッキ（24本×2）をコンベア部分に、独立固定に備えておく必要がある。また門型曲面検出機によって曲面を計測する際に、鋼板自重により曲面形状が変形してしまう。曲面計測後そのデータを用いてスプリングバック量の計算を行ない、再プレス加工のオフセットを算出する必要があるため、ある程度まで真の曲形状を計測しなければならない。このため真の曲面形状になるように、24本の油圧ジャッキのストロークを適当に押釦操作で加減してから曲面計測を行なう必要がある。

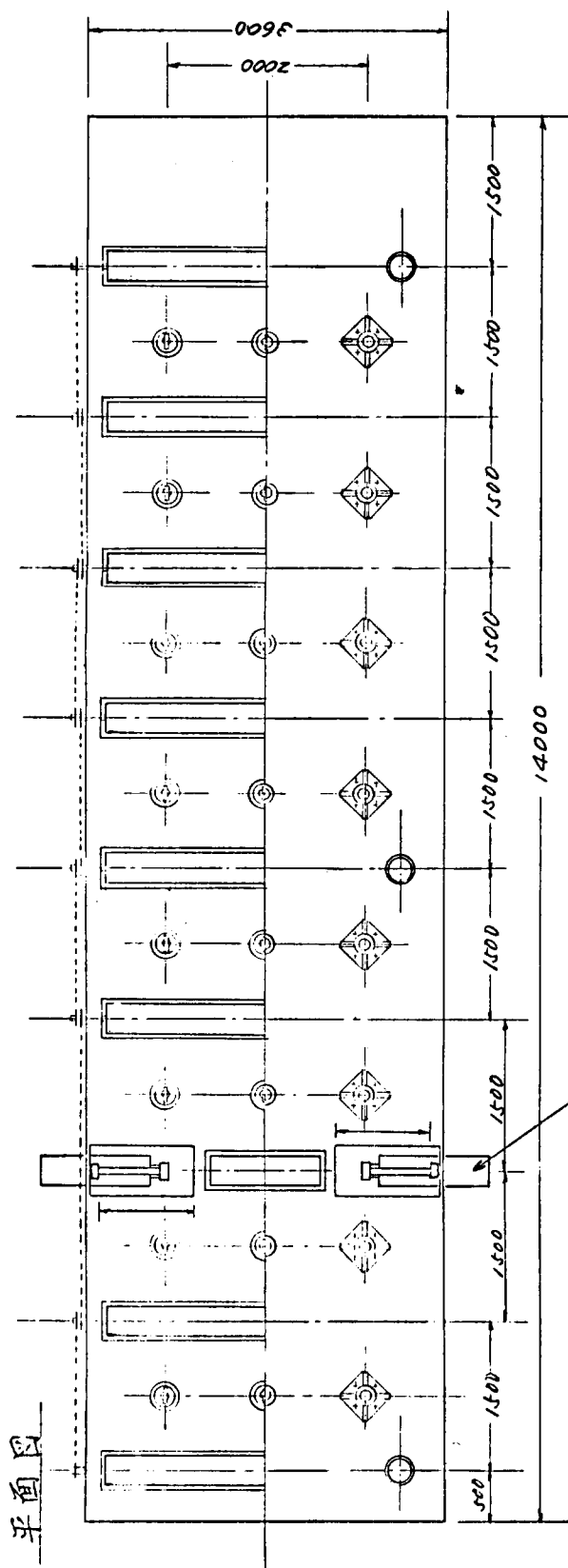
(d) 曲面検出機

3.2.2に述べたように曲面検出の方法としては、N Cジャッキを使用する方法と独立の門型自走式曲面検出機による方法があるが、後者について述べる。

門型自走式であり、門型ガーターに、プレスジャッキ1列分（15本）の高さ検出機を備えている。（詳細は3.2.2参照）曲面検出時には鋼板の位置決めは幅方向だけで十分である。これは油圧ジャッキと門型のガーターに取付けたレーザー光線発信機によって行なう。

曲面計測に先立ってレーザービームを発しながら門型を定速度で自走させ、予め鋼板にマーキングされた線上をビームが走るようになるまで鋼板を幅方向に動かし、また油圧ジャッキで上下方向に動かして位置決めを行なう。

位置決め完了後、曲面検出機を鋼板端のマークされたポイントに合致させ、走行および曲面検出を開始する。



鋼板位置決め装置
(油圧ジャッキ 1.0T x 5 x 2)

鋼板
(Max 10T)

ローラーコンベア

側面図

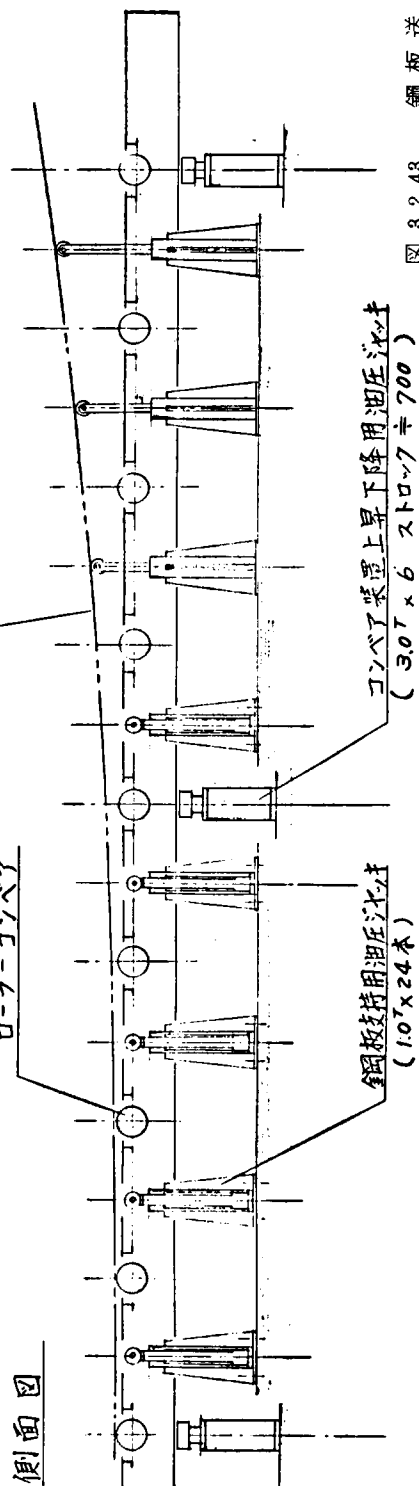


図 8.2.43 鋼板送り支持装置の概略

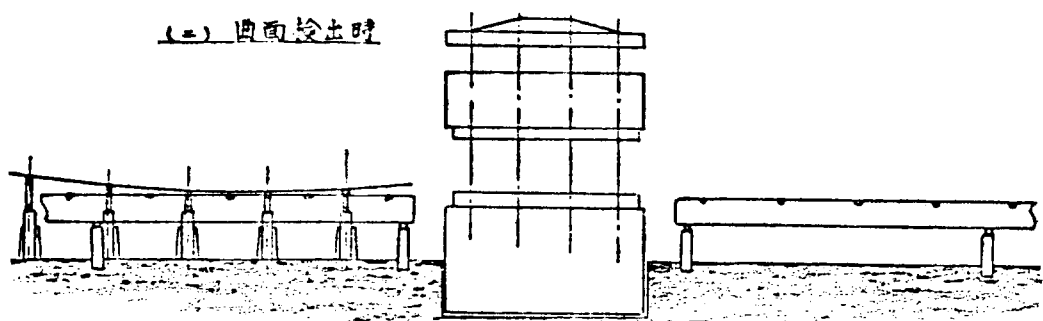
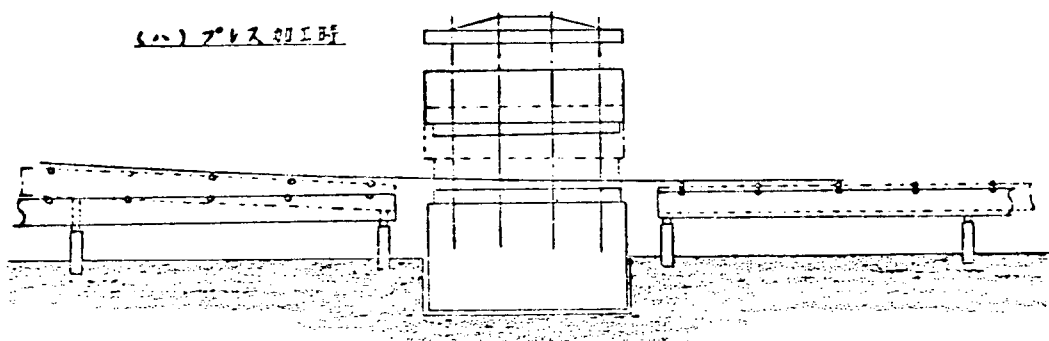
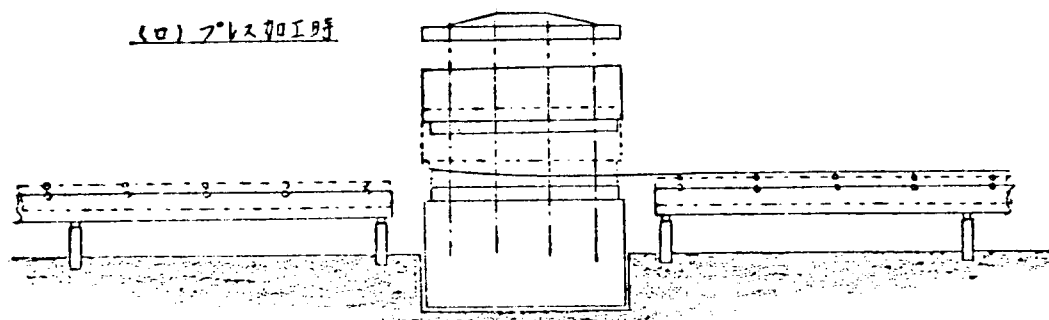
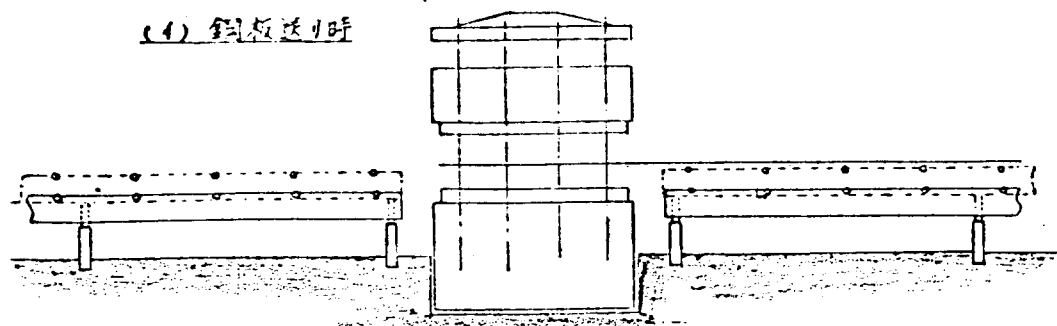


図 3.2.44 補助装置の機能説明図

(5) N C 装置と N C システム

(a) 多軸数値制御系の時分割制御方式について。

一般の N C 工作機の場合、N C 軸数は 3 ～ 1 0 軸程度であるが、N C 多点プレスの場合、2 2 5 本のジャッキを、数値制御により位置決めすることを前提としている。この多軸数値制御装置はすでに開発済の曲外板自動組立装置の制御装置に倣って設計し、製作することができる。N C 多点プレスを工作現場に実用化する場合、2 2 5 本のスクリュージャッキを制御することが必要であり、数値制御装置のコストダウンが要請され、同時に、安定性および信頼性の高い装置であることが必要である。本装置の特徴は次の(i)(ii)(iii)の 3 項目に要約できる。

(i) エンコーダーによりジャッキの絶対摩擦を、フィードバックする閉ループ方式を採用し、誤差の累積および電氣的雑音による誤動作を防止している。

(ii) デジタル減算回路および、D - A 変換回路に時分割制御方式を採用することにより、数値制御装置の簡単化と大幅なコストダウンを図っている。

(iii) 情報の伝達には、パルス信号の使用を避け、電氣的雑音による誤動作の防止には十分注意を払っている。

次に、図 3. 2. 4 5、図 3. 2. 4 6、図 3. 2. 4 7 によって装置の概要を述べる。図 3. 2. 4 5 に制御軸数が、2 2 5 本の場合の本装置の概略構成を示す図 3. 2. 4 6 のように、X 番地、Y 番地をつけ、指令磁気テープには、図 3. 2. 4 7 のように記憶しておく。本装置の場合の X 番地、Y 番地は 2 桁となり、ジャッキ高さは、4 桁となる。図 3. 2. 4 5 により本装置の動作原理を簡単に説明する。電算機により作成された、図 3. 2. 4 7 のごとき指令、紙テープはテープリダーによって読取られ、その信号は波形整流を行なった後、デコーダーを介して、軸番地レジスタ、および数値レジスタに送られる。

デコーダーは、テープリダーからの信号が、X、Y、N、C R のいずれであるかを判別し信号が X の場合は、X 番地レジスタの内容をリセットし、それに続いて読取られる数値を X 番地レジスタに記憶させ、Y および Y の数値についても同様の操作を行なう。信号が N の場合、数値レジスタの内容をリセットし、それに続いて読み取られる数値を数値レジスタに記憶させる。信号が C R の場合は、1 軸分の軸番地およびストローク指令値の読み取りが完了したことを表わしているから、軸番地レジスタに記憶されている番地に相当する指令値記憶回路に、数値レジスタの内容を記憶させ、以下同様の操作を繰り返して、2 2 5 個の指令値記憶回路に、それぞれのストローク指令値を分配記憶させる。一方ジャッキのストロークは、ジャッキの駆動電動機の軸に連結されている。3 進 1 0 進出力のエンコーダーから、ダブルブラシ選別回路を介して、フィードバックされる、本装置では、各軸の指令値と帰還値とを比較しその結果により、それぞれのジャッキを駆動するための、デジタル減算回路および D - A 変換回路を、各々 1 組しか備えていないため、各ジャッキの指令値と帰還値とは、走査信号発生回路からの信号によって走査される指令値スキャナーおよび帰還値スキャナーにより時間的に分割選択されてデジタル減算回路に加えられた信号は、同一の走査信号によって制御される。D - A 変換回路を介して対応する駆動信号記憶回路である所のアナログホールド増巾回路に記憶させる。従って走査期間を、ジャッキの最小指令単位移動時間に比べ十分短かく設定しておけば、各軸に専用のデジタル減算回路 D - A 変換回路を設けた場合と同様の効果を有する。

なお、デジタル減算回路は各軸の指令値と帰還値との差を減算し、差の極性及び絶対値に応じて、極性ホールドを介して、駆動電動機に対して、正転、逆転および高速、低速信号を送達し、またジャッキストロークが前以って設定された制御位置に到達すれば、駆動電動機および電磁ブレーキに対して、停止信号を送

達する。なお上記高低速信号の切換位置および制動位置は、デジタルダイヤルによって設定できる。また指令値表示部には、指令値記憶回路の作動の on-off の表示および指令値の表示を行なうため、回路の損傷を早急に発見することができる。帰還値表示部についても同様である。

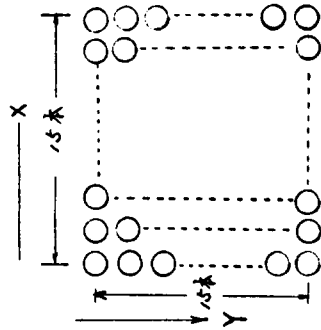


表1 數值設定法

例 X12Y15N3268CR=12キヤラクダ

※2 表示部は1軸のみ。切換により全軸可

注：() はプリント板枚数

- 86 -

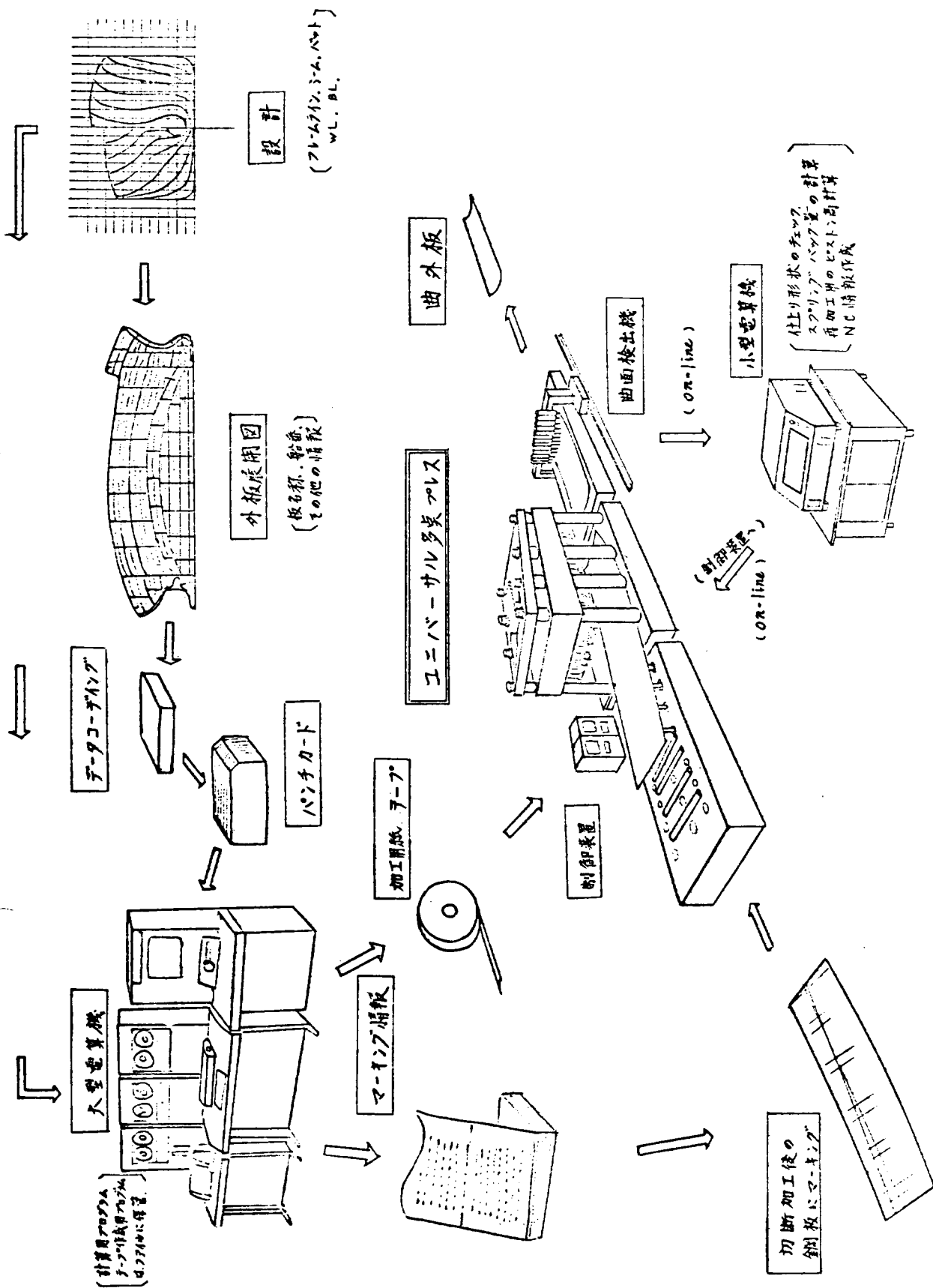


図 3 2 48 ユニバーサル多点プレス加工システムの略図

表4.4.10 ユニバーサル 多突プレス全体仕様一覧表

項目 番号	名 称	数	機 能	主要構成部分	数量	諸 元	備 考
①	NCスクリージャッキ部 (下型)	225式	プレスヘッド位置設定 荷重支持 トルク発生 回転数検出 及フィードバック	スクリー 部分 駆動部分 DECI-HICORDER OR (シャフト・エンコーダ)	st 225 st 225 st 225	スクリー軸 80×560 ストローク 400 ピッチ 上昇速度(高速) $900 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$ ・ (低速) 90 スクリー外軸 $85 \times 160 \times 820$ ジャッキ 外筒 $60 \times 200 \times 820$ モーター出力 0.2 kW 回転数(高速) 900 ・ (低速) 90 位置決めの精度 $\pm 0.5 \text{ mm}$ 絶対座標方式	減速機付 減速比 = $1/30$
②	油圧ジャッキ (上型)	225式	上型油圧シリンダに油圧を 供給する 油圧の伝達 プレスヘッド位置追従 荷重支持	油圧ユニット 油圧配管 油圧シリンダー	st 1 st 1 st 225	圧力(低圧) = $30 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 圧力(高圧) = 122 ポンプ出力 = $900 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$ (低圧) = 300 (高圧) モーター = $74 \text{ kW} \times 6 \text{ P} \times 3 \phi \times 200 \text{ V} / 220 \text{ V}$ オイルタンク 3000 L (12.70 m^3) シリンダー内径 = 145 mm ・ 外径 = 170 mm 加圧力 = 15 T ストローク = 400	全加圧力 $3,500 \text{ T}$
③	上型上昇下降用 装置	2式	上型上部固定枠を支持 荷重支持 スクリーシャフトの回転トルク発生 (シャフトの回転数検出フィードバック)	スクリーシャフト スクリーシャフト 駆動部分 (スクリーシャフト) 制御部分	8* st 2 st 2	谷径×全長×スクリー部分 = $(250 \sim 300) \times 6250 \times 2000$ ピッチ 上昇下降速度 = $8000 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$ (NC制御も可能) 最小ストロークでプレス出来るので上型油圧ジャッキの耐圧性向上に有効	

項目 番号	名 称	数	機 能	主要構成部分	数 量	諸 元	備 考
④	上部固定枠	1式	③のスクリーンシャフトの固定化	枠	1	$5500 \times 3750 \times 250$ (500)	(推定)
⑤	鋼板送り装置	2式	鋼板を長さ方向に送る	枠本体 ローラー 油圧ジャッキ	ST 2 18 本 12	$B \times L \times H$ $3600 \times 1400 \times 500$ $U-7-250 \times 3200$ 送り速度 (高速) 10000 $\frac{mm}{min}$ (低速) 500 $3.0 \frac{T}{本}$ 圧力 = $122 \frac{kg}{cm^2}$ ストローク = 700 mm	上昇下降式 ローラーコンベア式 油圧ユニットは、プレス上型の 油圧ユニットを、共用する。
⑥	鋼板支持装置	48本	プレス時又は、計測時に鋼板を支持する。	油圧ジャッキ	本 (推定)	(推定) $\frac{T}{本}$ 圧力 = $122 \frac{kg}{cm^2}$ ストローク = 800	押釦寸動方式 油圧ユニットはプレス上型の 油圧ユニットを、共用する。
⑦	鋼板位置決め装置 (長さ方向)	2式	鋼板の長さ方向位置決めに関して、鋼板上に前もってマーキングされた線をレーザービームの位置に合致させる方法で鋼板の位置決めを行う。	レーザービーム発信器	SC 2	出力 ビームのスポット 3 ϕmm ・ 最小 0.1 ϕmm 出力 $\leq 1 mW$	小型 He-Ne レーザー 価格 約 20 万円 赤色の班点になる レーザービーム発信器は、上型の ベットの挿入側と挿入側に 装置する。
⑧	鋼板位置決め装置 (幅方向)	2式	プレス及びコンベア部分の両側に小型油圧ジャッキを設け、押釦操作により鋼板を押し、鋼板方向の位置決めを行う。	油圧ジャッキ	SC 4	油圧シリンダー $5.0 \frac{T}{本}$ 圧力 = $122 \frac{kg}{cm^2}$ ストローク = 1000 mm	油圧ユニットはプレス 上型の油圧ユニットを 共用する。

項目 番号	名 称	数	機 能	主要構成部分	数量	価 元	備 考
⑨	曲面形状 検出装置	1式	レール上を連続的に走行する 内型の枠に於て本のセンサーを 装着してセンサーの変位をシヤ フトエンコーダーにて検知する方 法により曲面形状を計測する	内型 本体 センサー	st 1 st 15	レール間スパン 674500 mm レール全長 16000 mm 走行速度 200 mm/min ストローク ≒ 700 mm シヤフトエンコーダー 計測精度 ± 0.5 mm	ラックピオン機構 (推定)

3.3 ブロック接手の搭載前仕上方式

3.3.1 目的

空圧を利用してON, OFF, 制御のサンプリング方式で、ブロックの皮材外面を、3次元に倣いながら、ガス切断を精度よく行なうための試作機は、45年度に試作されて、試験研究、解析デモンストレーションと一応の成果が挙ってはいるが、試作機の段階で複雑なガス溶断の現象を左右する諸因子に敏感に反応し、その結果産出されるガス切断精度を論ずるには倣い精度の粗さが不可避な問題として残ることがはっきりしている。まづ倣い運動の精度を高めることの追求を主眼として装置に改良を加え、倣い運動の挙動から、ガス切断精度に及ぼす影響と、その決め手となる因子を探り出すことを当面の目標とした。

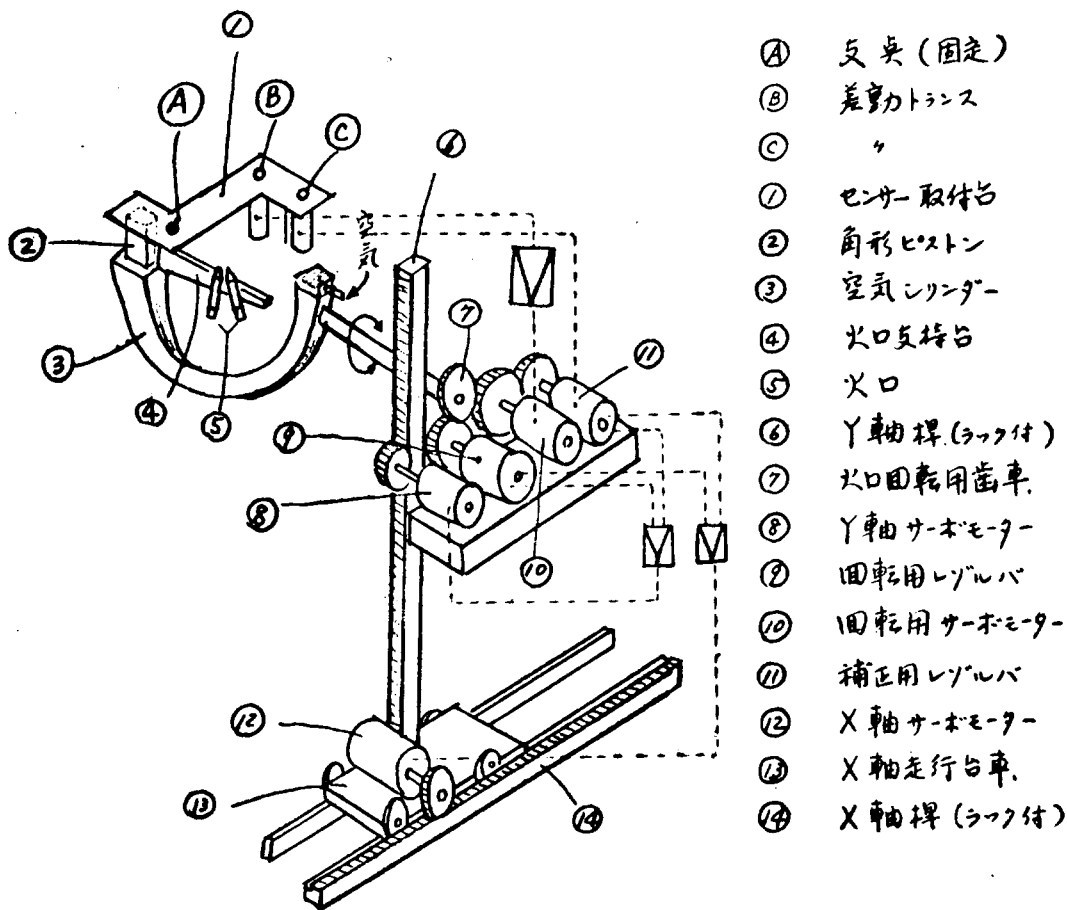


図 3.2.1 装置概念図

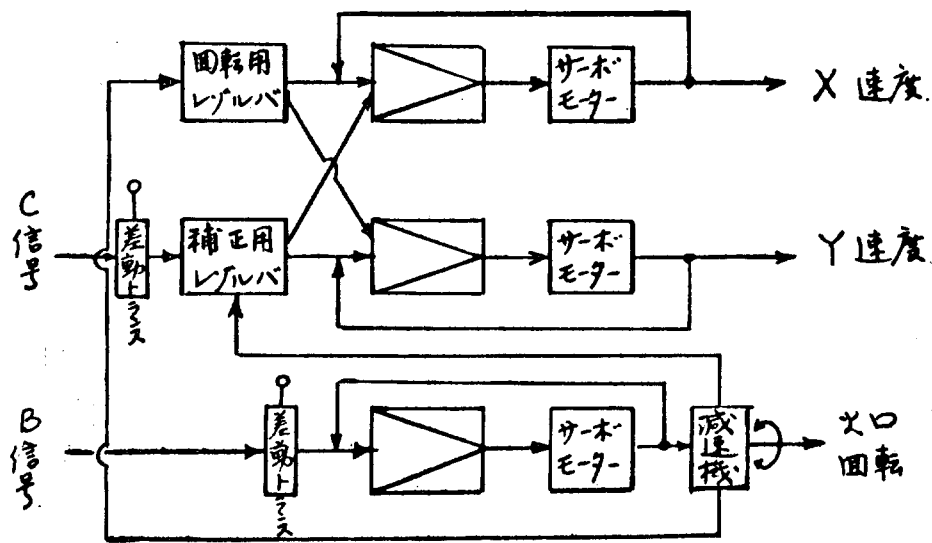


図 3.2.2 制御係ブロック線図

3.3.2 装置の改良(皮切り装置)

長期実験結果から得られた結論よりその試作機に試作機としての改良を加えた。要旨の下記の通り

(1) 倣い装置の改良

図 3.3.3 (6 ページ) において A, B, C は倣い運動のパターンを定める基準点であり, A は支点 (固定点) B, C は平面に対して直交する 2 平面内に現われる傾きを検出する検出器 (差動トランス), D は火口である。図 3.3.1 および図 3.3.2 (2 ページ) に示す通り, これ等 B, C 2 点からの信号入力 はブロック線図に示される経路で, x, y 方向への運動を制御しかつ高さ方向に常に押し付けている空気圧力と相俟って倣い面に接触し B, C 検出器の信号入力が何れも 0 となるように 0 位置制御をしながら火口回転用のサーボモーターを火口方向が常に切断面に対して法線方向を向くように回転させ, かつその回転量に応じた x, y 方向の分電圧を補正, レゾルバ, 主レゾルバよりとり出し, x, y のサーボモーターの速度を規定している。その装置図を図 3.3.1 に示す

各差動トランスの要目は第 1 表の通り

表 3.3.1

項 目	LT ₁ (B 点)	LT ₂ (C 点)
直 線 範 囲	± 6 mm	± 8 mm
標 準 用 波 数	50/60 Hz	1 0 0 0 Hz
標 準 一 次 電 圧	6.3 V	1 0 V
減 度	0.35 V/mm	1.3 V/mm
直 流 抵 抗 1 次	6 0 Ω	6 Ω
2 次	1 1 0 Ω	2 2 0 Ω
インピーダンス 1 次	9 5 Ω	7 5 Ω
2 次	1 1 0 0 Ω	3 3 0 Ω
2 次 電 圧 位 相 角	4 0 °	0 °

また、倣い制御装置，新，旧方式の原理的な差異を結線で示する図 3. 3. 2(a)，図 3. 3. 2(b)のごとくなる。

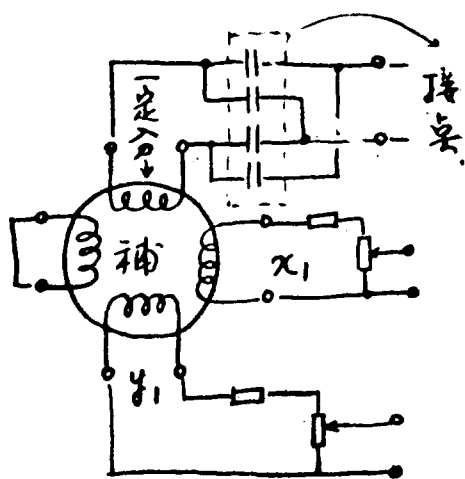


図 3. 3. 2(a) 旧方式

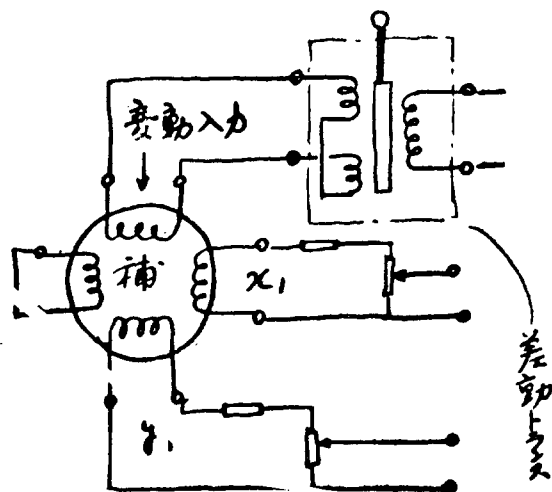


図 3. 3. 2(b) 新方式

信号に直交し，かつ倣い方向に 90° 進む補正信号の加わり方を説明したもので旧方式では補正レゾルバが一定電源からクレー接点を通じてサンプリング状に，主信号に加わり合成信号となっている。

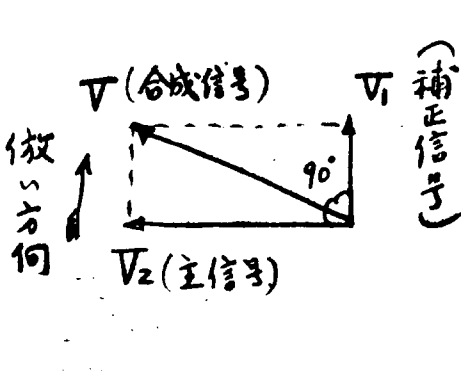


図 3. 3. 3(a) 旧方式

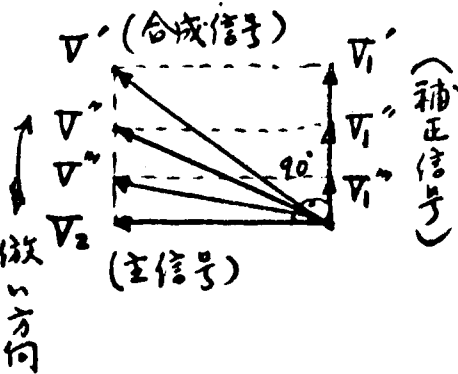


図 3. 3. 3(b) 新方式

新方式では音位に比例した補正信号が差動トランスより発生し，アナログ的に主信号に加わって合成信号となっている。

(2) 新センサーの製作

前回の報告書に触れているように旧形のセンサーでは船体ブロックの倣い面における曲率半径によって構造上，不可避な幾何学的誤差が火口と部材の空隙に発生するので，これをなくする為に図 3. 3. 4.(b)に示すような新センサーを試作し改良した。

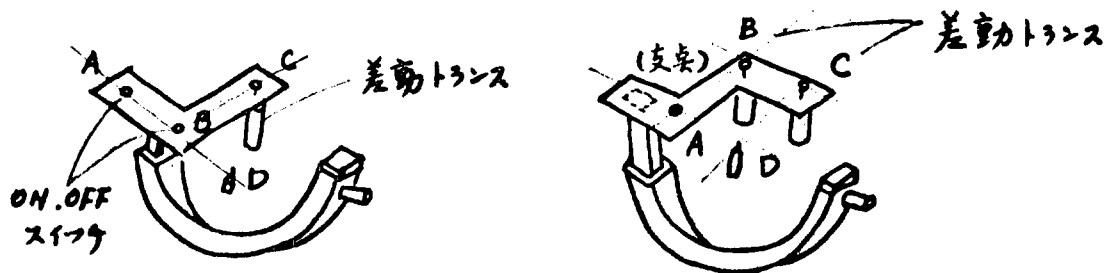


図 3. 3. 4(a) 旧形センサー

図 3. 3. 4(b) 新形センサー

図 3. 3. 4 に明らかなように旧形センサーでは、火口は A B を結んだ延長上にある。併し B D の距離が存在する以上 A B 面の曲率如何により火口と部材との間隔が微少変化することは明らかである。この寸法誤差を 0 にするためには図 3. 3. 4 (b) に示す如く、四辺形 A B C D を短形または正方形にする必要がある。故にこの四辺形を曲面または平面に倣う基準面となるよう改良した。

(3) 制御回路の変更

補正レゾルバ、主レゾルバの信号はそれぞれ x_1 , y_1 , x_2 , y_2 の分電圧に分解され、更に x , y 両方が合成、重量されて、結果的には $x_1 + x_2$, $y_1 + y_2$ の信号となり、 x 軸、 y 軸のサーボモーターを駆動させる。併し、これ等を合成する電気回路の定数の選び方が不適当であると、重量する過程において、各信号が干渉し合い、談信号が生じて、制御系を乱す結果となる。これは明らかに倣い精度の低下を意味している。従って干渉がなく、かつ負荷インピーダンスの高い I C による演算増幅器を回路の途中に入れ、倣い性の向上を図った。図 3. 3. 5 (b) に改良点の結線図を示す。

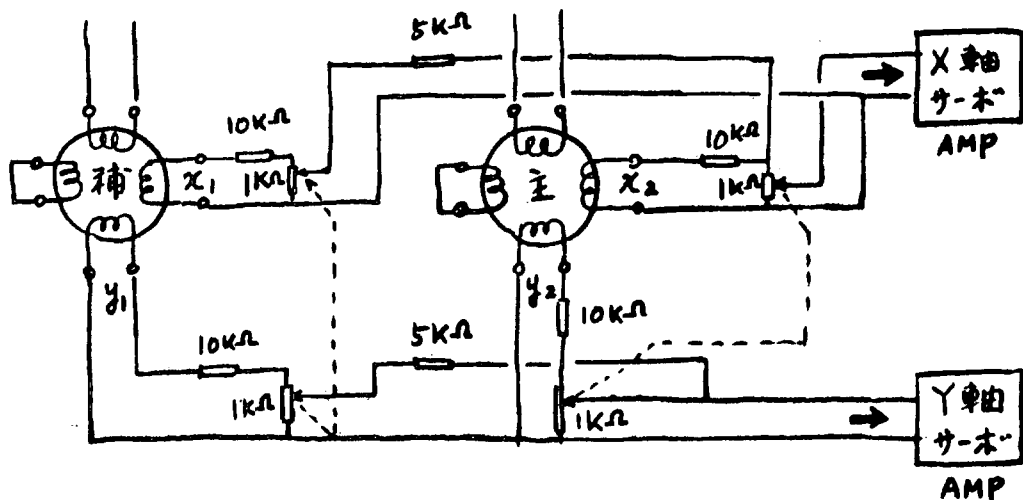


図 3. 3. 5(a) 旧信号重畳回路

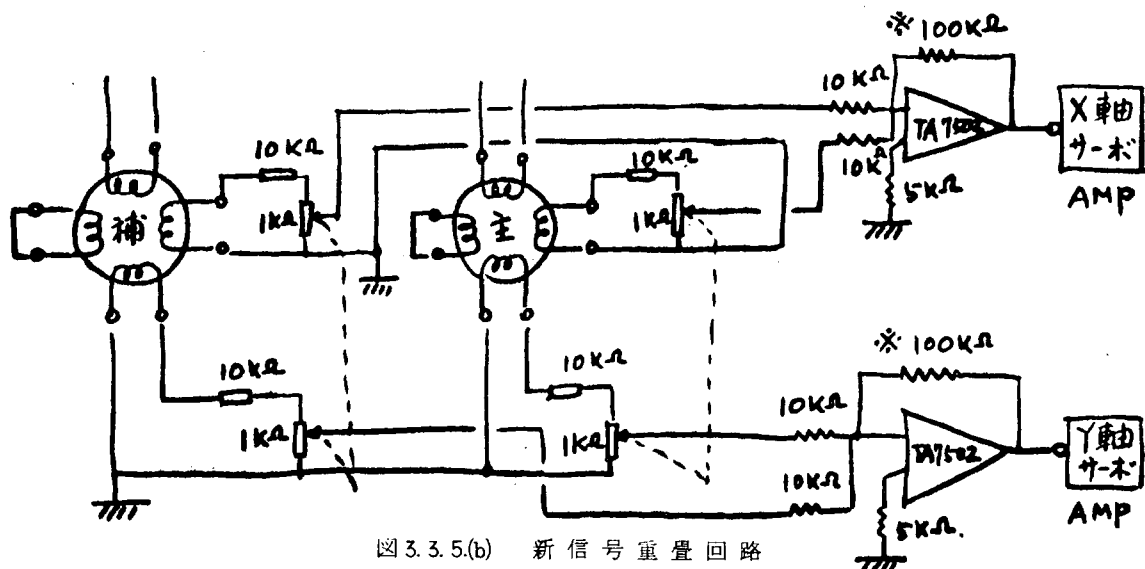


図3.3.5(b) 新信号重畳回路

演算増幅器は東芝製シリコンモックシクリニア集積回路用、TA-7502Mを採用している。

この電気的特性を表2に示す。

表3.3.2 TA-7502M 電気特性表

東芝技術資料より

項 目	記 号	条 件	最 小	標 準	最 大	単 位
入力オフセット電圧	V _{lo}	R _s =100Ω	—	—	1	mV
入力オフセット電流	I _{lo}	—	—	50	150	nA
入力バイアス電流	I _i	—	—	200	800	mA
入力インピーダンス	Z _{IN}	f=1KHZ	100	380	—	KΩ
出入インピーダンス	Z _{OUT}	f=1KHZ	—	150	—	Ω
電 圧 利 得	A _v	R _L ≥ 2KΩ f=1KHZ V _{OUT} =±10V	20	45	—	×10 ²
最大出力電圧	V _{oM}	R _L ≥ 10KΩ	+12	±14	—	V
最大出力振幅	V _{oMR}	R _L ≥ 2KΩ	10	±13	—	V
最大出力振幅	V _{op-p}	R _L =10KΩ f = 1KHZ	—	28	—	V
最大同相入力電圧	CMVIN	—	+ 9 — 1	+10 —13	—	V
電源電圧除去比	SVRR	R _S =10KΩ	—	25	100	μV/V
同相信号除去比	CMRR	f=1KHZ	0	90	—	db
消 費 電 力	PD	—	—	80	150	mW
入 力 雑 音 電 圧	VNP-P	R _S =10KΩ f=0~100	—	—	20	μV
入力オフセット電圧		R _S ≤ 100Ω	—	—	—	—
温 度 系 数		T _a =-30~75Ω	—	—	20	μV/℃

3.3.3 試験結果

(1) 自動倣いの試験方法

(a) 試験材は底面積の半径 4 m 、高さ 7 m の円錐側面より剥ぎとり図 3.3.6. の如き形状のものとした。

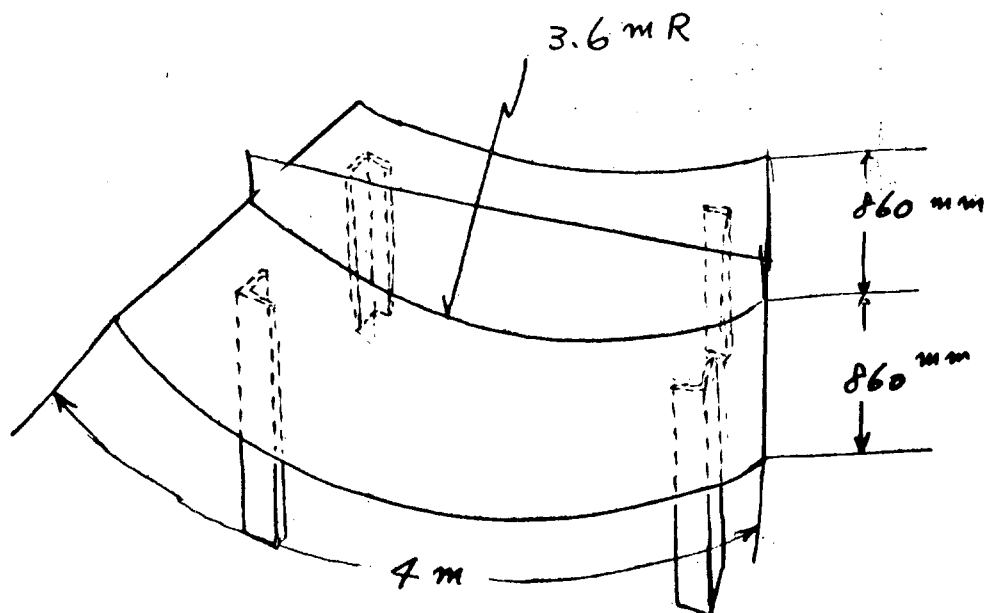


図 3.3.6 ブロック模形

- (b) ガスはアセチレンガスを使用し、酸素はポンペーより単独に供給することとした。
- (c) 圧縮空気は工場内のエア配管よりヒリ減圧弁を通し、 7 kg/cm^2 から 4 kg/cm^2 にして供給した。
- (d) 計測器は倣い運動の電氣的数値とその相関性を同時に把握し、その挙動の実態を見究める必要の為（特に火口と部材との間隔は精度よく計測記録する必要があったので）ヴィジグラフ 2 台を用意し、必要とする諸元を同時に計測記録するよう計画した。

また、制御系の諸信号は倣い性に大きく影響するばかりでなく、時々刻々と互に関連をもって変化するので、その早い移り変りの現象と把握するために、2 現象のシンクロスコープを使用して、要所々々の電氣的特性を適宜チェックし、制御系を安定化することにつとめた。

- (e) 計測器能力や計測点の問題から、ヴィジグラフによる計測方法を下記の通り計画した。

- ・ヴィジグラフ 1 号機： x_1 、 x_2 、 $x_1 + x_2$ 信号、 x 軸サーボモーター回転速度、火口と部材との距離および同期信号
- ・ヴィジグラフ 2 号機： y_1 、 y_2 、 $y_1 + y_2$ 信号、 y 軸サーボモーター回転速度、および同期信号。

とし、その記録は図 3.3.7(a)(b)のようにエレメントを割り振った。

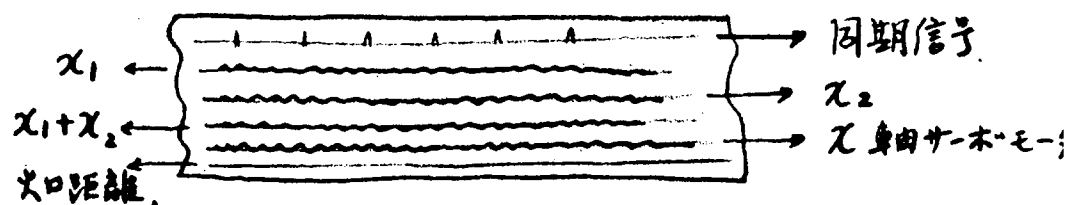


図 3. 3. 7(a) x 軸 要素

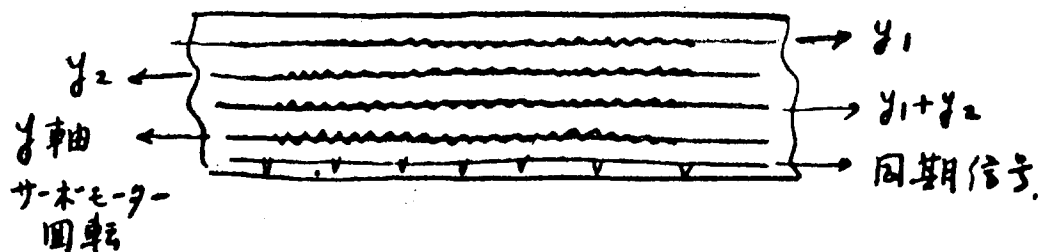
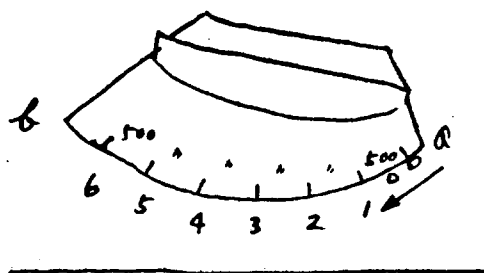


図 3. 3. 7(b) y 軸 要素

- (e) 切断条件を一定とする為に、酸素、アセチレンの圧力、流量を流量計によって定量化し、監視することとした。
- (f) 切断状態は極力撮影して記録に残し、解析の一助とした。
- (g) 図 3. 3. 8 に示すように自動倣いの実験は切断機が円弧 a, b に沿って a より b に向い進行する方向を " 往い ", b より a に向い進行する方向を " 復 " として両者の状態を計測記録することとした。



また、多点の同時計測では、計測点と計測時期が合わないとき解析時に混乱を来すので計測点と計測時期を同期させるために次の方法をとった。

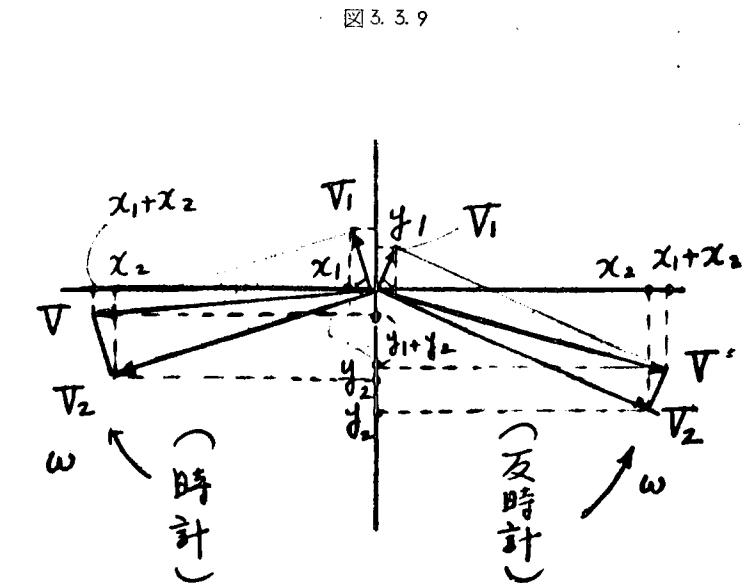
- (i) 試験材の a, b 円弧を 500 mm 間隔に分割して 6 ケ所の計測点を設ける。
- (ii) 計測時期を同期させるために、装置が各定点に来たことを確認し、外部より同期信号を入れてやることにした。

(2) 倣い運動の原理

今、下図のように a 点から b 点に向って倣い運動を行なって行く " 往路 " と、またその反対の " 帰路 " との状態を、ベクトル図を用いて解析して見ると、両者の運動のベクトル図は、図 3. 3. 9 のように表わされる。

" 往路 " のベクトル軌跡は、同図に示す。

第Ⅲ象限の領域から、第Ⅱ象限に向っての運動と見なされ、角 θ は、水平面との傾斜角、(すなわ



☒ 3. 3. 10

$$x_1 = V_1 \cos(\omega t + 90^\circ) \dots\dots\dots (1)$$

- 98 -

$$y_1 = V_1 \sin(\omega t + 90^\circ) \dots\dots\dots (2)$$

$$x_2 = V_2 \cos \omega t \dots\dots\dots (3)$$

$$y_2 = V_2 \sin \omega t \dots\dots\dots (4)$$

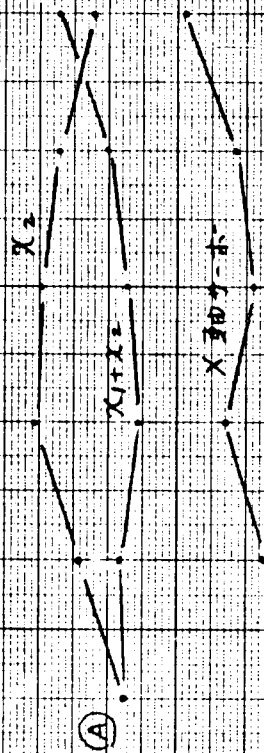
$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &= V_1 \cos(\omega t + 90^\circ) + V_2 \cos \omega t \\ &= V_1 (\cos \omega t \sin 90^\circ - \sin \omega t \sin 90^\circ) + V_2 \cos \omega t \\ &= -V_1 \sin \omega t + V_2 \sin \omega t \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_1 + y_2 &= V_1 \sin(\omega t + 90^\circ) + V_2 \sin \omega t \\ &= V_1 (\sin \omega t \cos 90^\circ + \cos \omega t \sin 90^\circ) + V_2 \sin \omega t \\ &= V_1 \cos \omega t + V_2 \sin \omega t \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

こゝで(5), (6)より明らかな如く, $x_1 + x_2$ 方向の信号は, 主信号に対して, $V_1 \sin \omega t$ が負と
なつて加わり, $y_1 + y_2$ 方向の信号は, 主信号に対して $V_1 \cos \omega t$ が正となつて加わっている。
その模様は図 3. 3. 1 1 (a)(b)(c), 図 3. 3. 1 2 (a)(b)(c), 図 3. 3. 1 3 (a)(b)(c)および, 図 3. 3. 1 4 (a)(b)(c)に現
われている。

① 走行速度 96%
補正信号 25%

x_1+x_2
 x_2
 x 軸
 y 軸
↑
30



y 軸
↑
30
20
10
0
-10
-20

y 軸

30
20
10
0

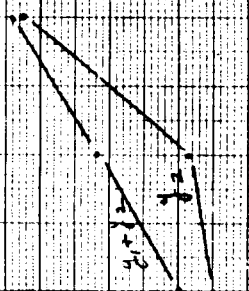
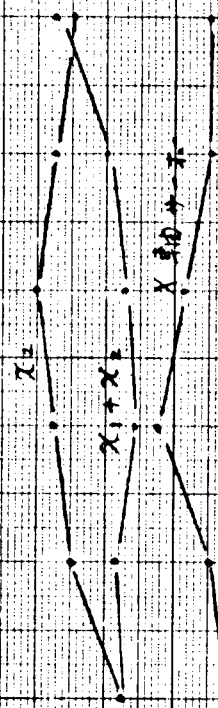


図 8.8.11(a)

計測長 (微分)

② 走行速度 96%
補正信号 50%

x_1+x_2
 x_2
 x 軸
 y 軸
↑
30



20
10
0
-10
-20

y 軸

30
20
10
0

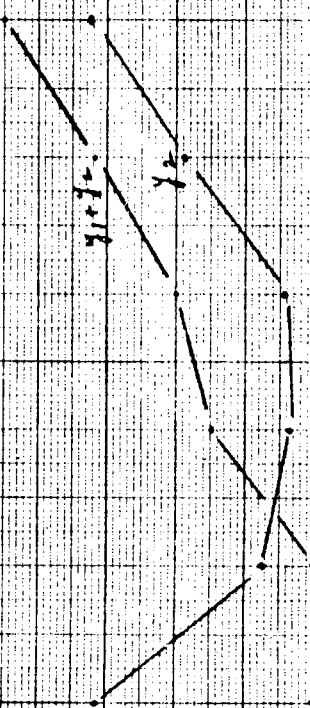


図 8.8.12(b)

計測長 (微分)

③ 走行速度 96%
補正倍率 75%

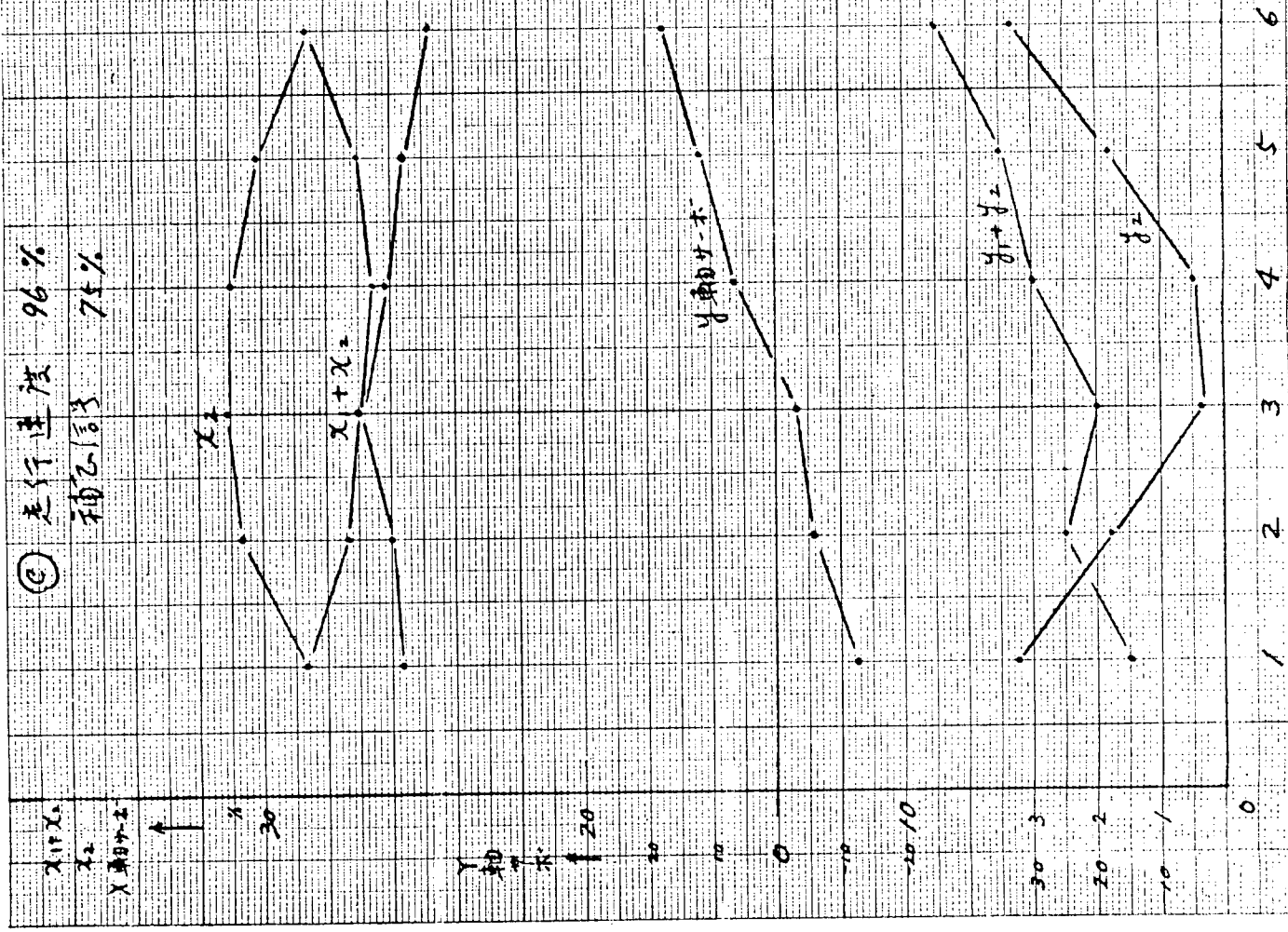


図 3.13(a) 計測値 (微分図)

④ 走行速度 96%
補正倍率 100%

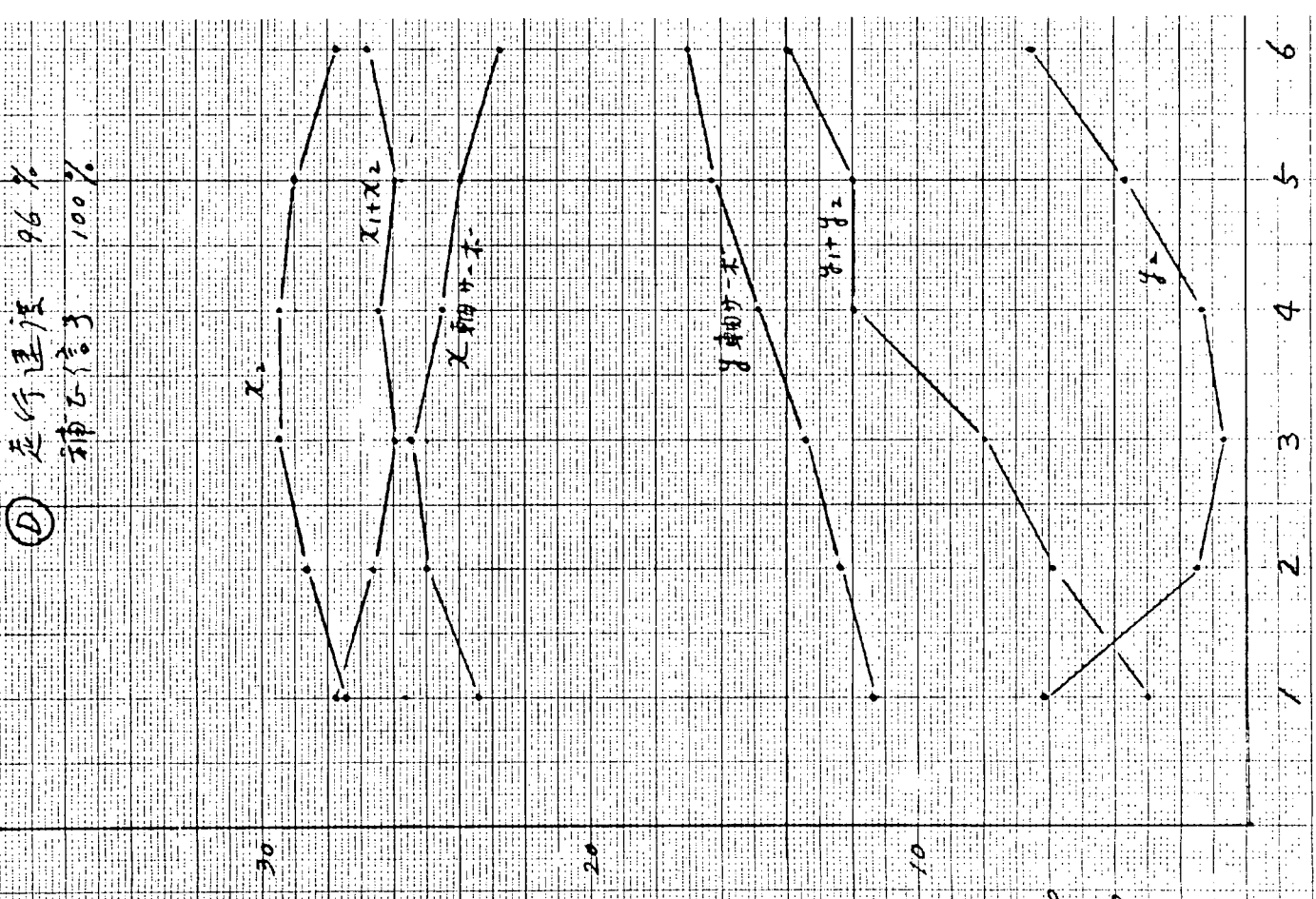


図 3.14(b) 計測値 (微分図)

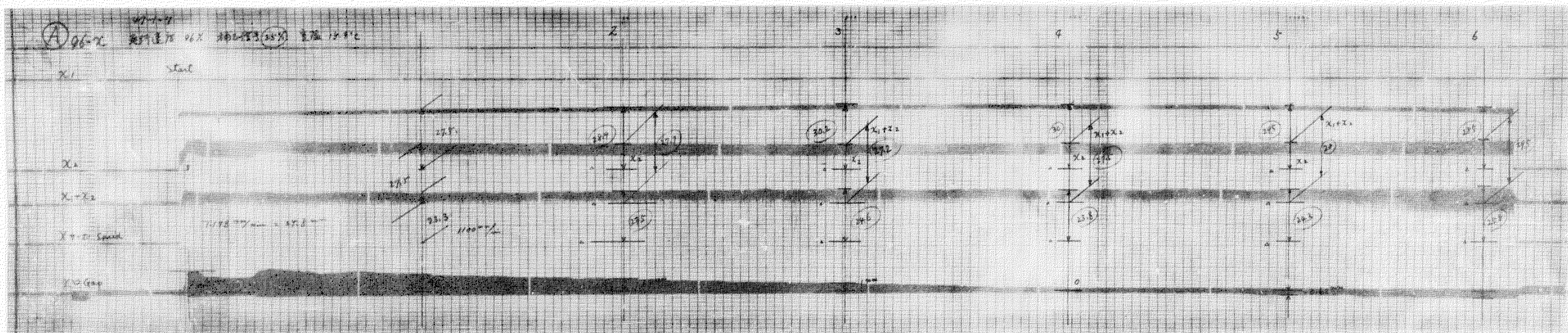


图 3 3 11 (b)

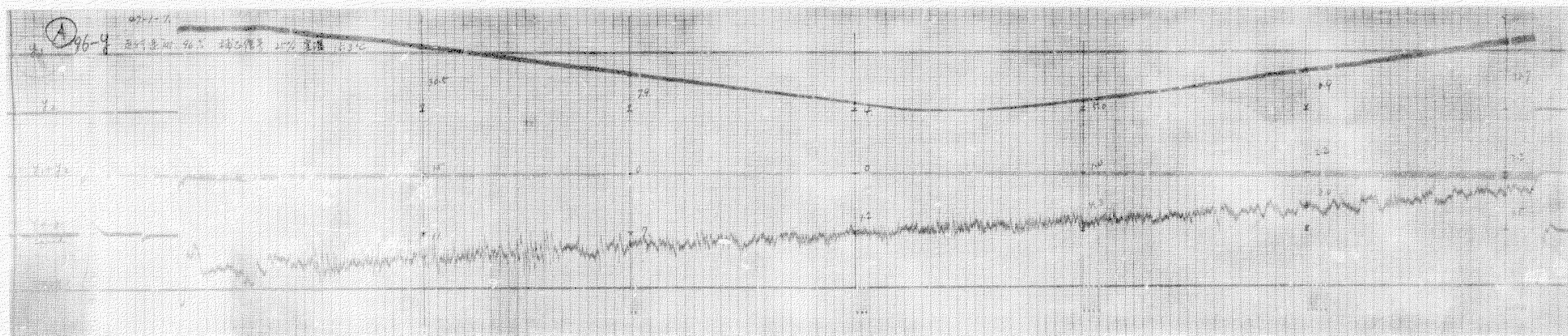


图 3 3 11 (c)

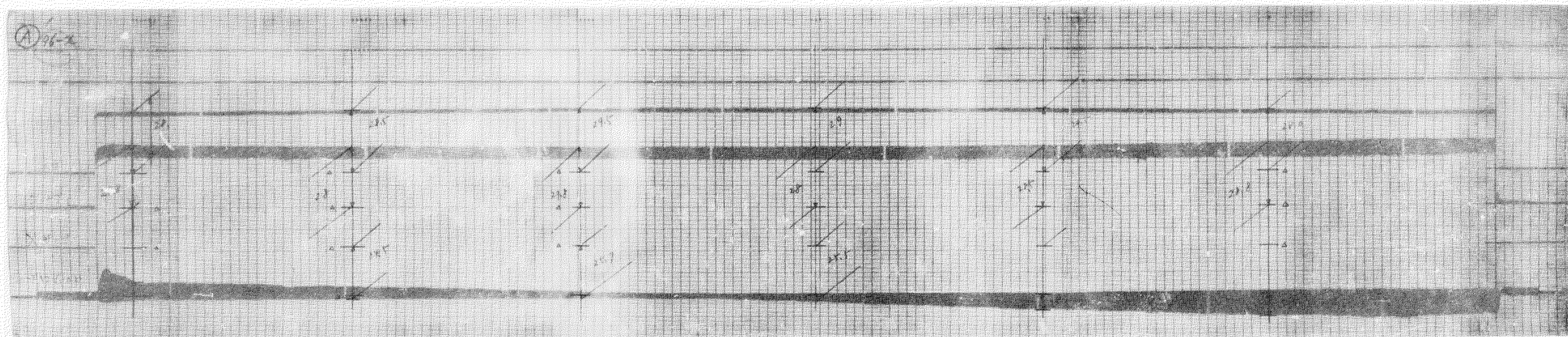


图 3.3.11 (d)

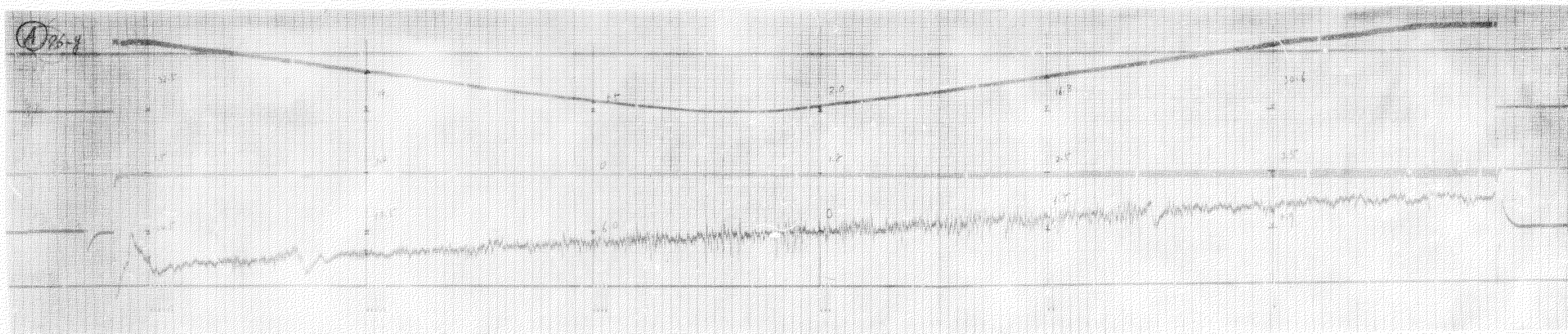
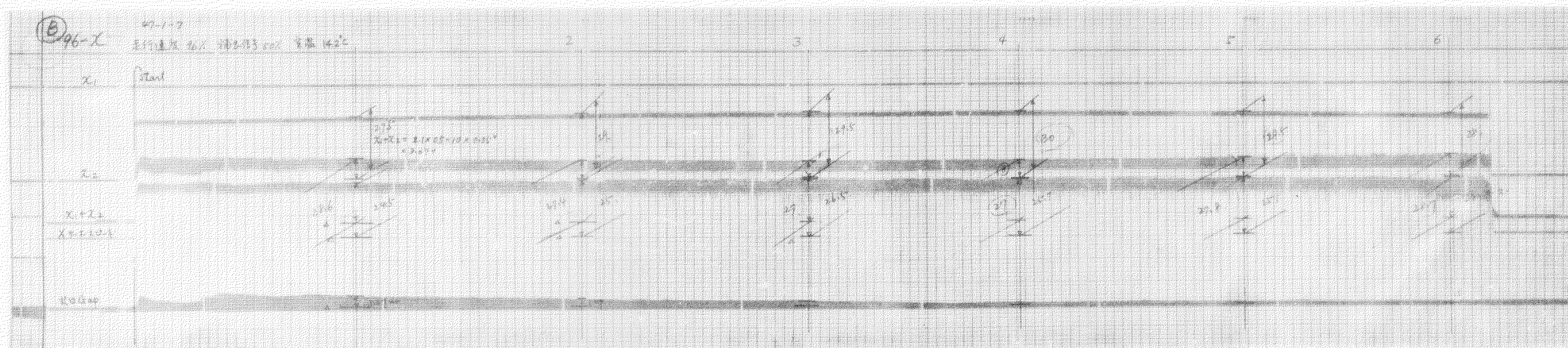
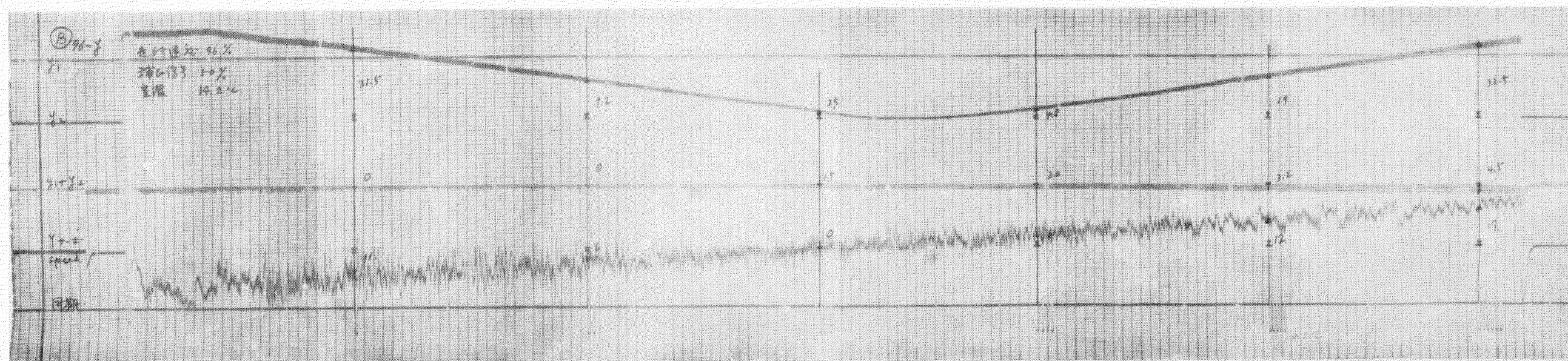


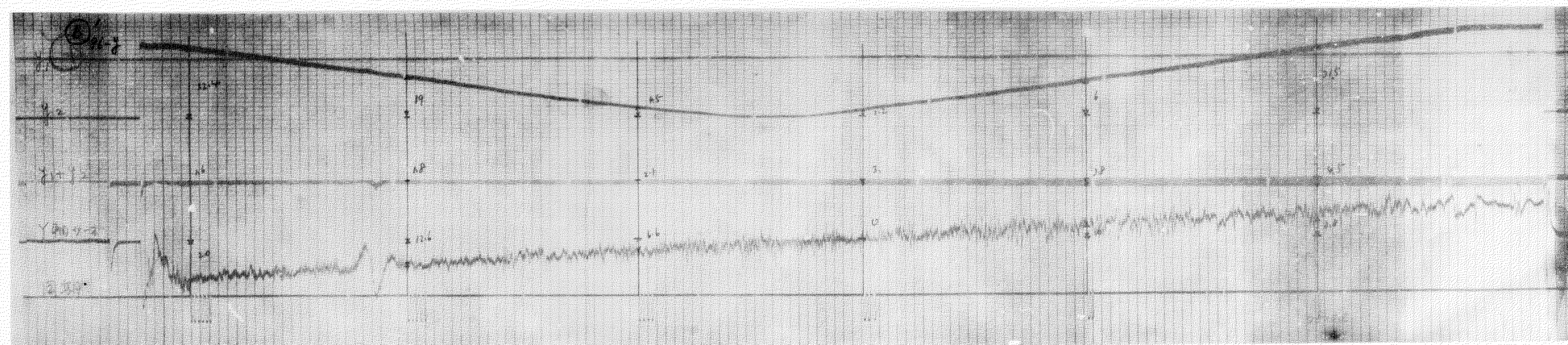
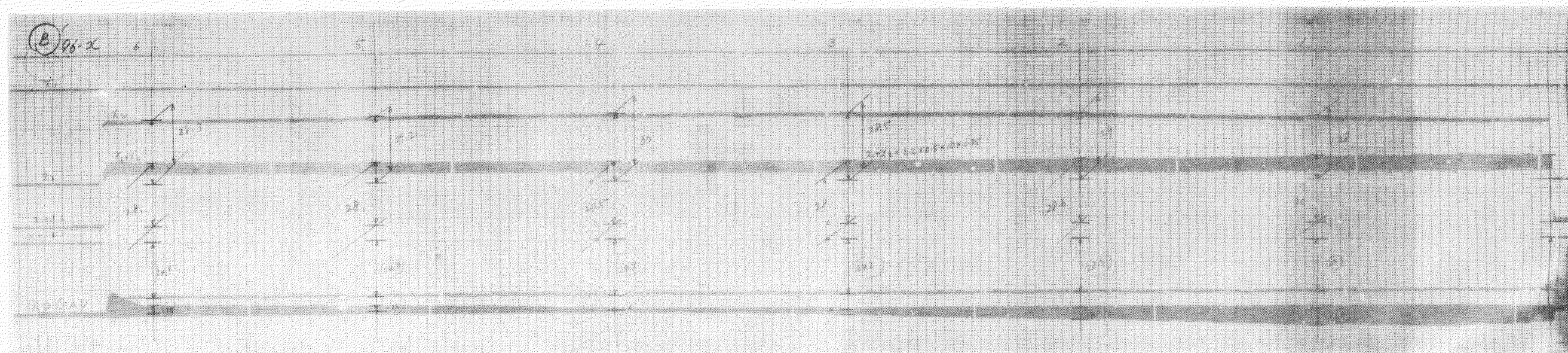
图 3.3.11 (c)'



☒ 33 12 (d)'



3 3 12 (c)



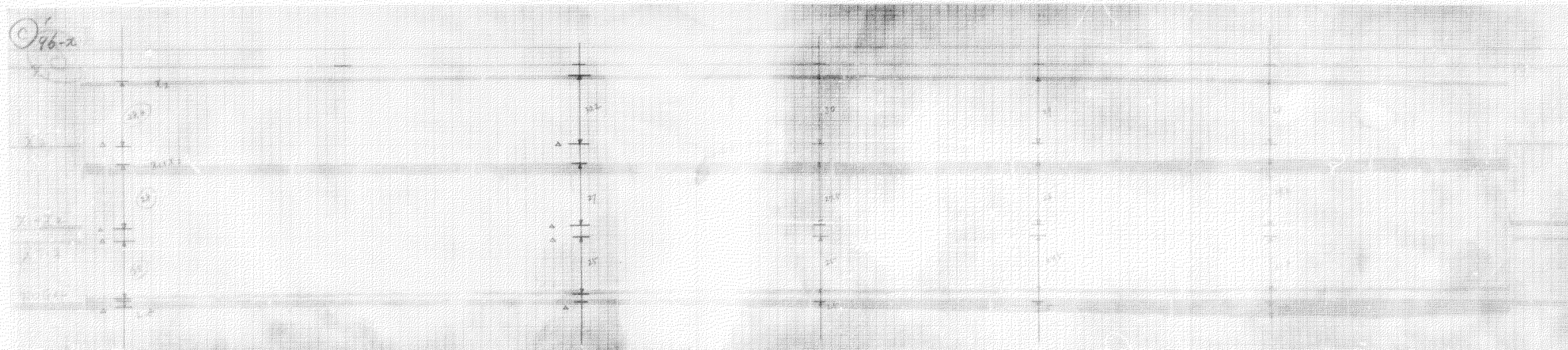


图 3 3 13 (d)'

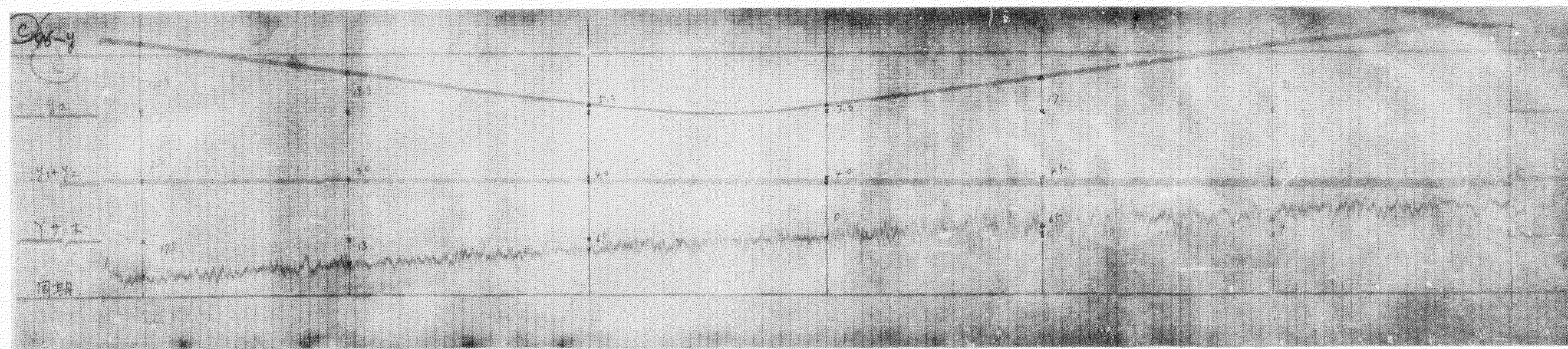


图 3 3 13 (c)'

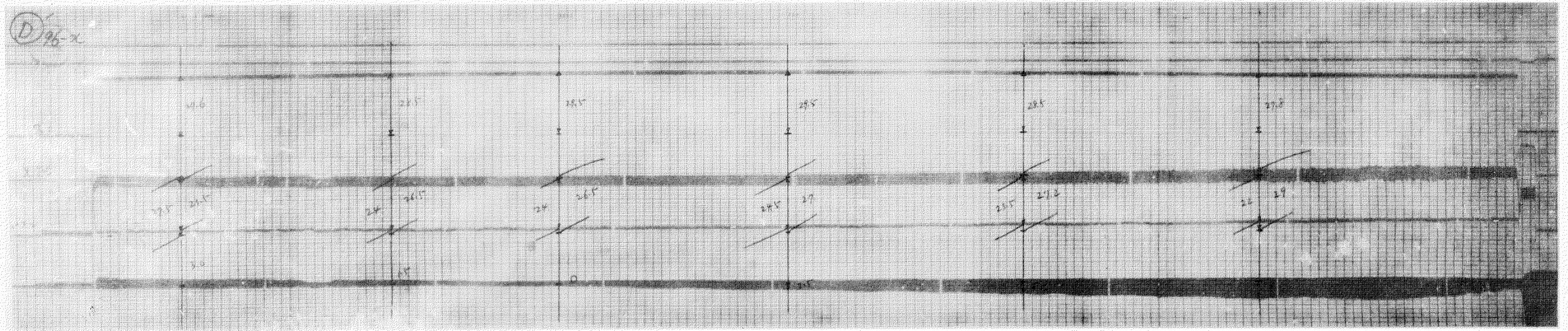


图 3 3 14 (d)'

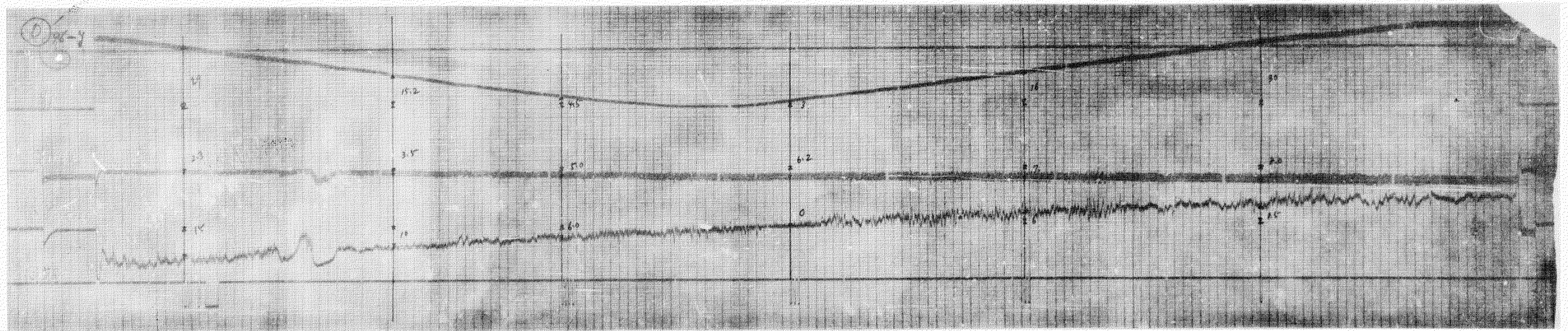


图 3 3 14 (c)'

(3) 補正信号の変化

補正信号は差動トランスの電圧からとり出し、制御系はこの量をアナログ制御して、常にゼロとするような0位置制御を行なっている。そのため、仮い運動の過程において、差動トランスから発する電圧信号は、絶えずその量に変化するばかりでなく、仮い条件、如何によってその方向は理論的に図3.3.15のように逆の方向にさえ信号を出すこともあり得るが、しかし図3.3.16, 17の結果からは、その現象は認められていない。

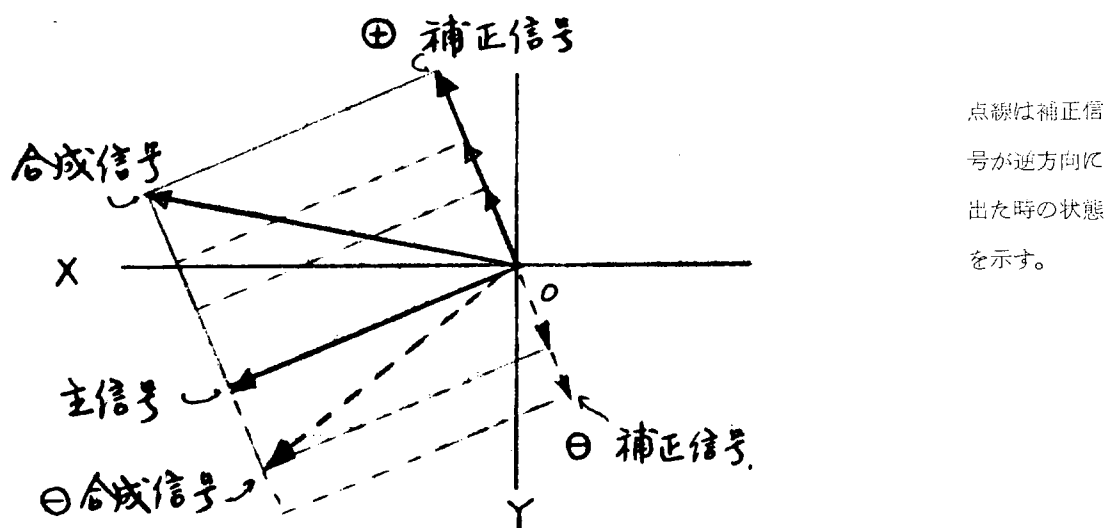
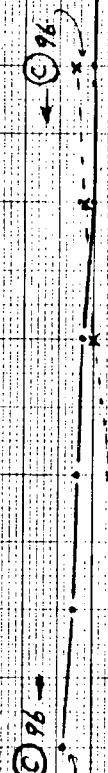
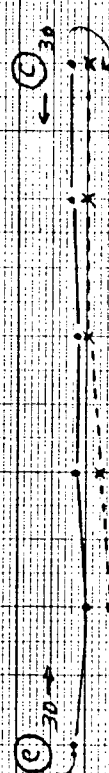
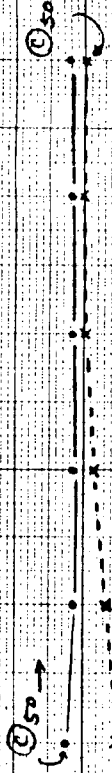


図 3. 3. 1 5 補正信号の変化

3 3 16



1 2 3 4 5 6

計測表 (縦向き)

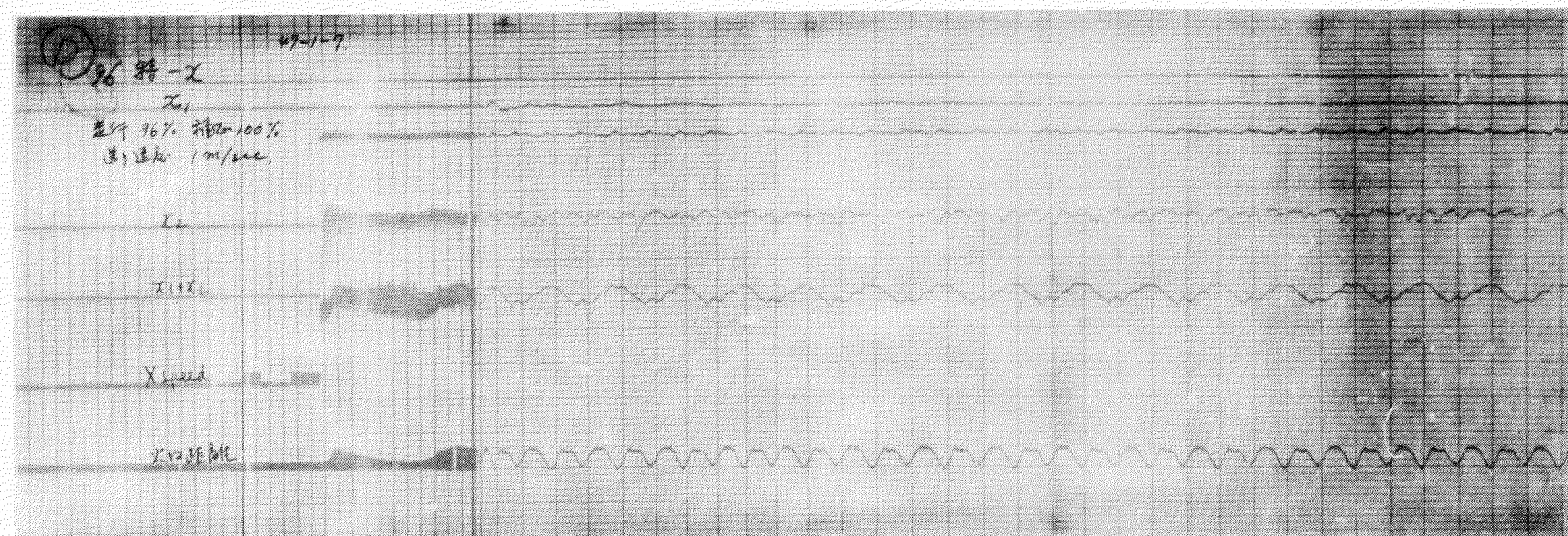


图 3.3.17

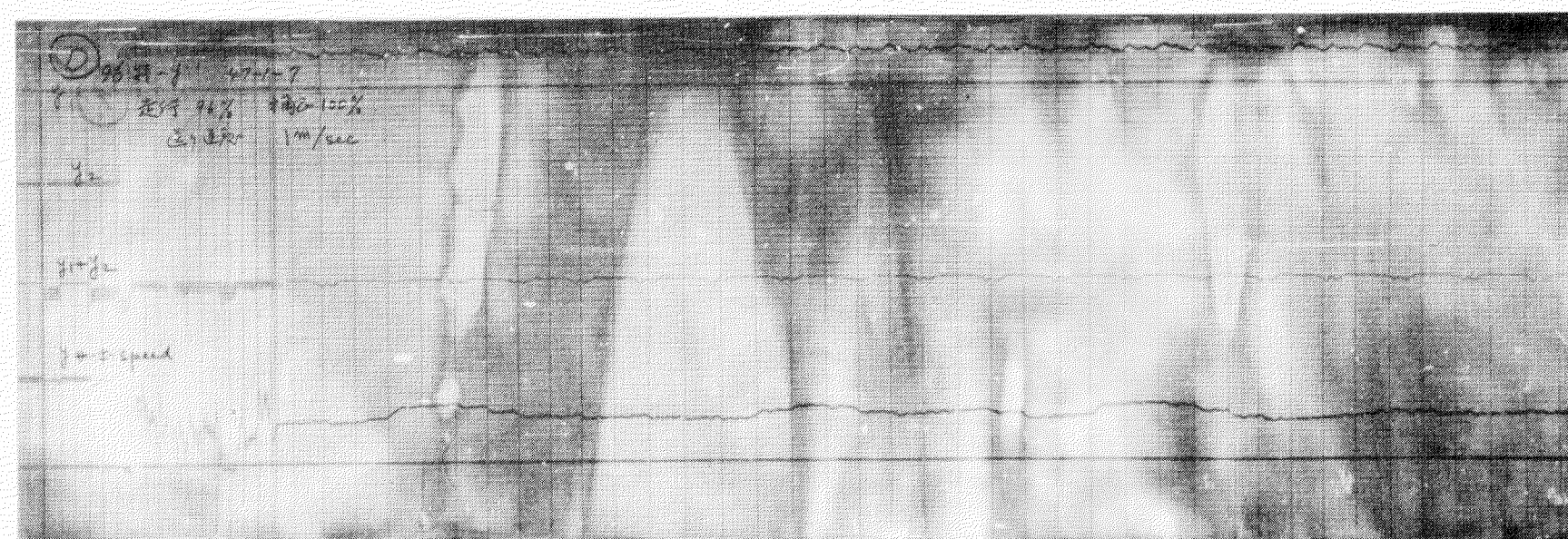


图 3.3.18

(4) 総合的な倣い性の確認

倣い生は、最終的には、火口と部材との距離の時間的変化の大きさとなって現われる。

これを掴むためには、変化量を時間的変位として、連続的にとらえる必要がある。

従って今回は、火口の部分に差動トランスを取付け、この出力をゲイジグラフの入力として、記録させることとした。

この回路図は図 3. 3. 1 9 に示す通りである。

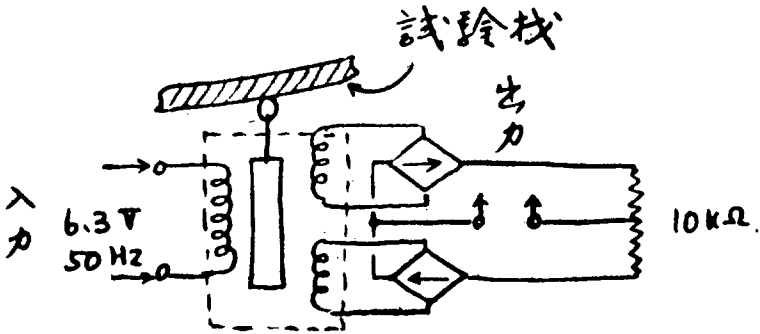


図 3. 3. 1 9 変化計接続図

この結果、この変位は、図 3. 3. 1 1 (b)、図 3. 3. 1 2 (b)、図 3. 3. 1 3 (b)および図 3. 3. 1 4 (b)の最下段に示すように記録された。

また、倣い性の優劣を論ずるには、更に細かい解析が必要であり、これを図 3. 3. 1 6、1 7、1 8 に示した。

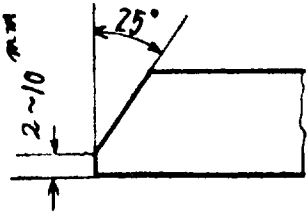
(5) ガス切断実験

(a) 実験方法

切断条件（予熱ガス、酸素の流量、圧力、火口距離、開先角度、火口番数、被切断材材質および板厚を一定にし、切断速度を変化させ、切断面の品質並びに真直度を計測した。

(b) 切断条件

被切断材材質	S S 4 1	
" 板厚	2 0 mm	
" 曲率	4 m ^R ~ 3. 6 m ^R	
" 表面処理	ショットブラスト後ウォッシュプライマ塗布	
一回の切断長	3 m	
予熱ガスの種類	溶解アセチレン	
使用火口	直切り用	1 # (普通型)
"	開先切り用	3 # (")
火口距離	8 mm	
切断形状		



注) ルートフェースは計測上 2 ~ 1 0 mm とった。

予熱ガス圧力，流量	a) 直切り用	0.1 Kg/cm ²	2 2 0 ℓ/H
	b) 開先切り用	0.1 2 Kg/cm ²	3 7 0 ℓ/H
予熱酸素圧力，流量	a) 直切り用	0.1 Kg/cm ²	6 5 0 ℓ/H
	b) 開先切り用	0.2 Kg/cm ²	1, 0 2 0 ℓ/H
切断酸素圧力，流量	a) 直切り用	2.6 Kg/cm ²	4, 3 0 0 ℓ/H
	b) 開先切り用	3.6 Kg/cm ²	6, 9 0 0 ℓ/H

注) 圧力，流量設定には試験パネルを利用した。

(c) 計測方法

(i) 計測項目

(イ) 粗 度

(ロ) 切断面上縁の溶け 図 3. 3 - 2 3

(ハ) スラグの剝離性

(ニ) 開先角度

(ホ) ルートフェース

(ヘ) 直 直 度

(イ)～(ハ)はWES 1 1 8 - 1 9 6 3 ガス切断標準片による目視判定

(ニ)は角度ゲージFIG-4 4

(ヘ)はオプティカル マイクロメーター使用 図 3. 3. 2 1

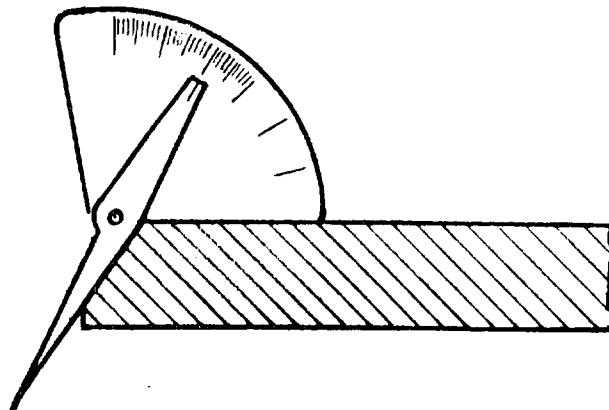


図 3. 3. 2 0 角度ゲージ

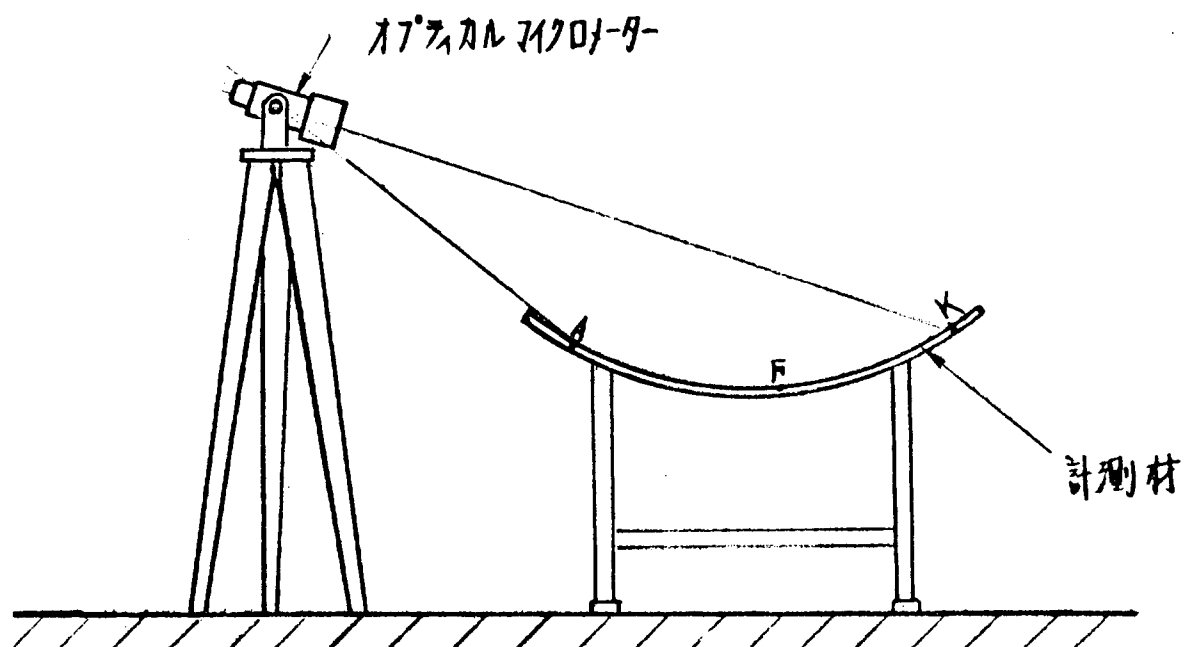


図 3.3.2 1 真直度計測

以上の計測機器を利用した。

(ii) 計測位置

切断方向を 200 mm 毎の等間隔に区切りその点に於ける切断品質を計測した。(図 3.3.2 2 参照)

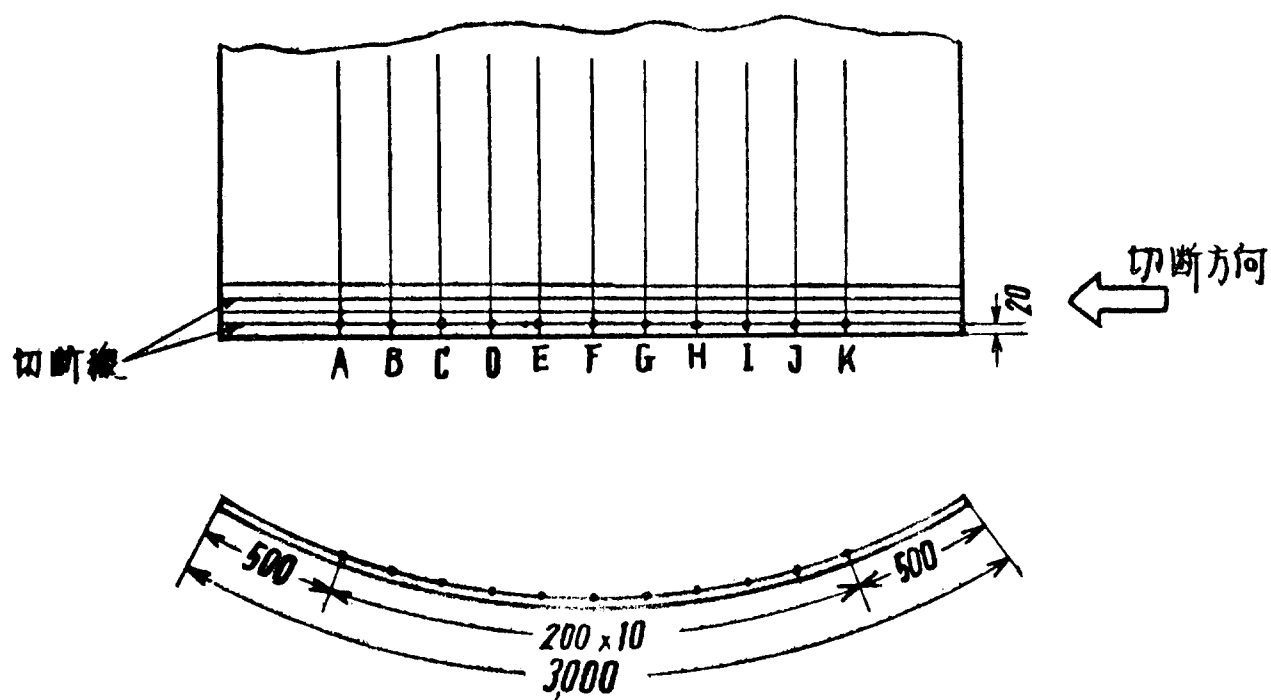


図 3.3.2 2

真直度計測は図 3.3.22 の A, K 2 点を基準とし B ~ J の点の位置を計測した。

切断面上縁の溶け, 開先角度, スラグの剝離性 (上), (下) は図 3.3.23 の如く計測した。

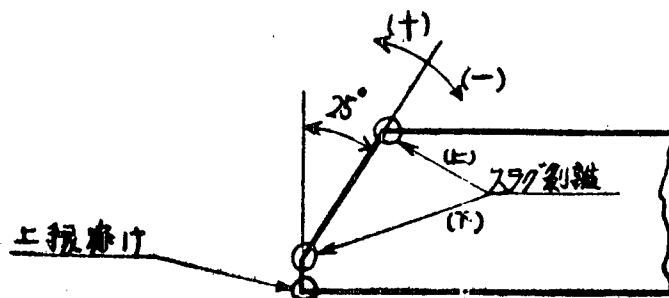


図 3.3.23

(d) 切断面品質判定基準 (WES 118 限度見本に依る)

粗 度	1 級	50 μ
	2 級	100 μ
	3 級	200 μ

上縁の溶け

- 1 級 [溶解した状態は認められないが, 僅かに丸みを帯びている。]
- 2 級 [連続的に丸みが発生し溶融性のスパッターがある]
- 3 級 比較的大きな丸みと同時にコーナー部に溶融鉄が付着し, スパッターも連続的に発生している。

スラグ剝離性

- 1 級 粗状のスラグが点々と付着するが, こん跡を残さないで殆んど自然に剝離する。
- 2 級 ハンマーで軽く叩くかあるいは少し力を入れて引っ欠けばこん跡を残さないで剝離する。
- 3 級 棒状に付着しタガネを使用しないと剝離が困難であって多少のこん跡を残す。

級外 [遊離鉄を含有して剝離性が極めて悪く除去した後にもこん跡を残す。]

真直度 (P) mm

溶接開先のすき間および自由縁の直線性を保持するために必要な数値を考慮して等級が定められており長さに対する割合をとらず 1 つの切断縁の全長にわたる最大値をとっている。

1 級	$P \leq 0.4 \text{ mm}$
2 級	$P \leq 0.8$
3 級	$P \leq 1.5$
4 級	$P \leq 4.0$

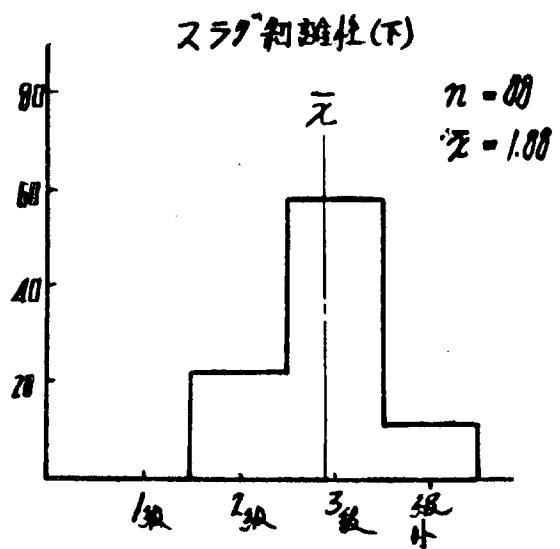
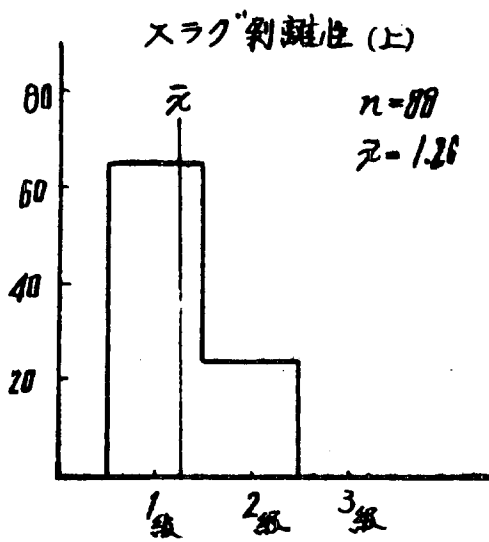
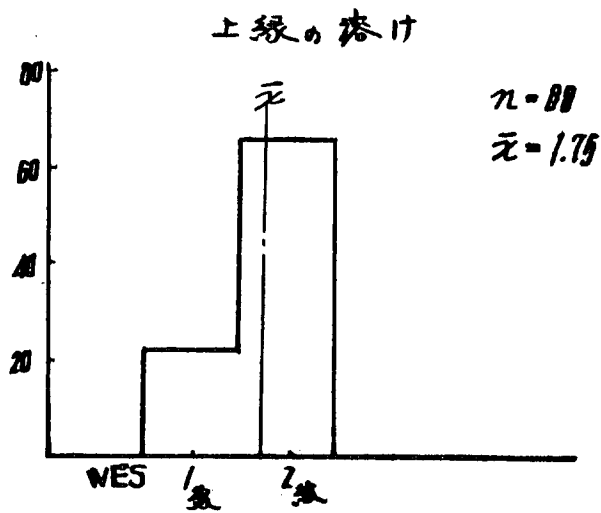
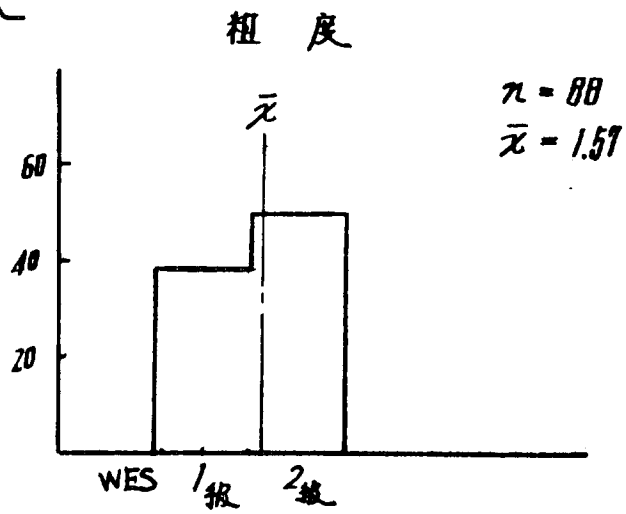
(e) 実験結果

No.	計測点	粗度 (級)	上縁溶け (級)	スラグ剝離性		開先角度 ($\pm 25^\circ$)	ルートフェース $\pm \beta$	平面度 (級)	真直度 ($\pm x$)
				上 (級)	下 (級)				
1	A	2	1	1	級外	0	0	2	0
	B	1	1	1	"	0	0	2	-0.7
	C	1	1	1	"	0	+0.5	2	-0.1
	D	2	1	1	"	+1	0	2	-2.4
	E	1	1 _G	1	"	0	0	2	-1.4
	F	2	1	1	"	0	0	2	-1.4
	G	2	1	1	"	+1	-0.5	2	-1.4
	H	2	1	2	"	0	0	2	-1.4
	I	1	1	1	"	0	0	2	-0.5
	J	1	1	1	"	0	0	2	-0.1
	K	1	1	1	"	0	0	2	0
2	A	1	1	1	3	-0.5	0	2	0
	B	1	1	1	3	-0.5	0	2	-0.5
	C	1	1	1	3	-0.5	0	2	-0.5
	D	2	1	1	3	-0.5	0	2	-0.7
	E	2	1	1	3	-0.5	+0.5	2	-0.5
	F	1	1	1	3	-0.5	0	2	-0.5
	G	1	1	1	3	-0.5	0	2	0
	H	2	1	1	3	-0.5	0	2	0
	I	2	1	1	3	-0.5	+0.5	2	-0.5
	J	1	1	1	3	-0.5	0	2	-0.5
	K	1	1	1	3	-0.5	0	2	0
3	A	2	2	2	3	+0.5	0	2	0
	B	1	2	2	3	+0.5	0	2	0.4
	C	1	2	2	3	+0.5	+0.5	2	0.4
	D	2	2	2	3	+0.5	0	2	-0.5
	E	1	2	2	3	+0.5	-0.5	2	-0.5
	F	2	2	2	3	+0.5	-0.5	2	-0.5
	G	1	2	2	3	+0.5	0	2	0
	H	1	2	2	3	+0.5	0	2	-0.2
	I	2	2	2	3	+0.5	0	2	0
	J	2	2	2	3	+0.5	0	2	+0.2

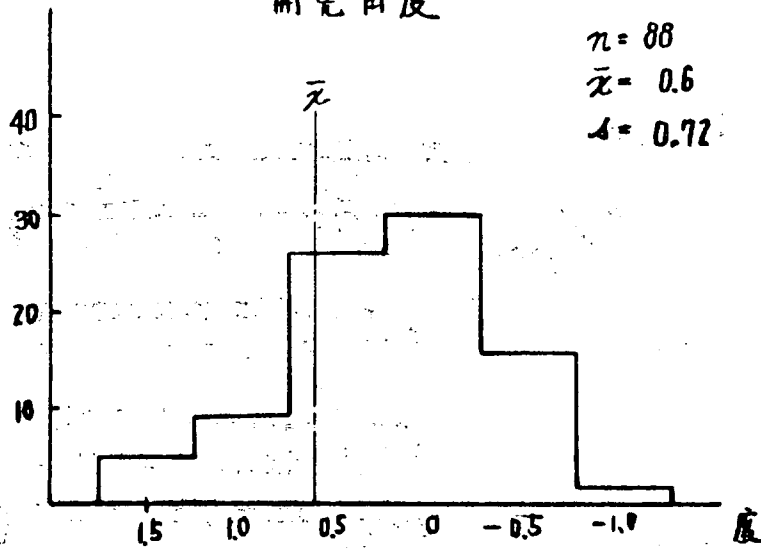
No.	計測点	粗 度 (級)	上縁溶け (級)	スラグ剥離性		開先角度 ($25 \pm \alpha$)	ルートフェース $\pm \beta$	平面度 (級)	真直度 ($\pm x$)
				上 (級)	下 (級)				
	K	2	2	2	3	+0.5	0	2	0
4	A	2	2	2	3	+0.5	+0.5	2	0
	B	1	2	2	3	+0.5	+0.5	2	-0.4
	C	1	2	2	3	+0.5	0	2	+0.5
	D	2	2	2	3	+0.5	0	2	-0.6
	E	2	2	2	3	+0.5	+0.5	2	+0.5
	F	1	2	2	3	+0.5	0	2	-0.8
	G	1	2	2	3	+0.5	0	2	-0.8
	H	1	2	2	3	+0.5	-0.5	2	+0.3
	I	2	2	2	3	+0.5	-0.5	2	+0.3
	J	1	2	2	3	+0.5	-0.5	2	+0.3
	K	2	2	2	3	+0.5	0	2	0
5	A	2	2	1	3	0	0	2	0
	B	2	2	1	3	0	0	2	-0.7
	C	2	2	1	3	+1	0	2	-0.7
	D	1	2	1	3	+1	+0.5	2	-1.0
	E	2	2	1	3	+1	+0.5	2	-0.7
	F	2	2	1	3	+1.5	0	2	-0.7
	G	1	2	1	3	+1.5	0	2	-1.5
	H	1	2	1	3	+1.5	+0.5	2	-0.8
	I	2	2	1	3	+1.5	+0.5	2	-0.7
	J	2	2	1	3	+1.5	0	2	0
	K	2	2	1	3	+1	0	2	0
6	A	2	2	1	2	+1	0	2	0
	B	2	2	1	2	+1	0	2	-0.5
	C	1	2	1	2	+0.5	0	2	-0.5
	D	2	2	1	2	+0.5	0	2	-0.7
	E	2	2	1	2	+0.5	0	2	-0.5
	F	1	2	1	2	0	0	2	-0.8
	G	2	2	1	2	0	0	2	-0.8
	H	2	2	1	2	-0.5	-0.5	2	-0.8
	I	2	2	1	2	0	0	2	-0.5

No.	計測点	粗 度 (級)	上縁溶け (級)	スラグ剝離性		開先角度 ($25 \pm \alpha$)	ルートフェース $\pm \beta$	平面度 (級)	真直度 ($\pm x$)
				上 (級)	下 (級)				
	J	2	2	1	2	0	0	2	-0.5
	K	2	2	1	2	0	0	2	0
7	A	2	2	1	2	0	0	2	0
	B	1	2	1	2	0	-1.0	2	0
	C	1	2	1	2	0	-0.5	2	0
	D	2	2	1	2	0	0	2	+0.7
	E	1	2	1	2	0	-0.5	2	+0.3
	F	2	2	1	2	0	0	2	+0.8
	G	2	2	1	2	0	0	2	+0.6
	H	2	2	1	2	0	0	2	+0.6
	I	1	2	1	2	0	-0.5	2	+0.6
	J	2	2	1	2	0	0	2	+0.6
	K	2	2	1	2	0	0	2	0
8	A	2	2	1	3	+1	0	2	0
	B	1	2	1	3	+1.5	0	2	-0.3
	C	1	2	1	3	+1.5	-1.0	2	-0.3
	D	1	2	1	3	+1.5	-0.5	2	-0.5
	E	2	2	1	3	+1.5	0	2	+0.2
	F	2	2	1	3	+1.5	0	2	+0.4
	G	1	2	1	3	+1.5	0	2	+0.2
	H	2	2	1	3	+1.5	+0.5	2	0
	I	1	2	1	3	+1.5	+1	2	0
	J	2	2	1	3	+1.5	0	2	0
	K	2	2	1	3	-0.5	0	2	0

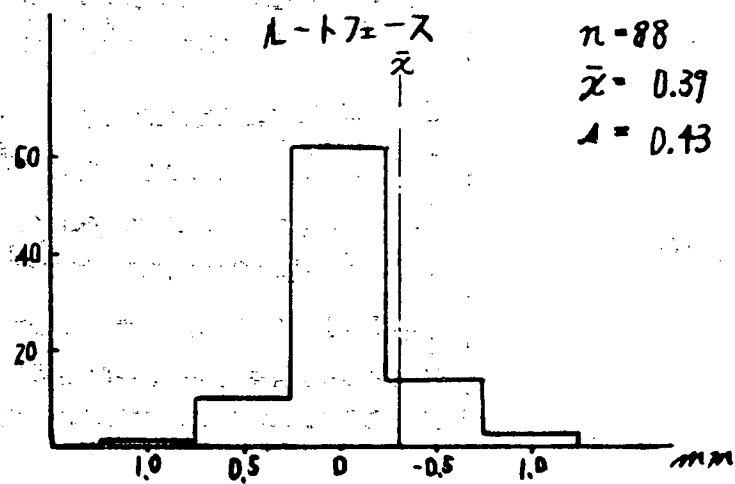
度数表



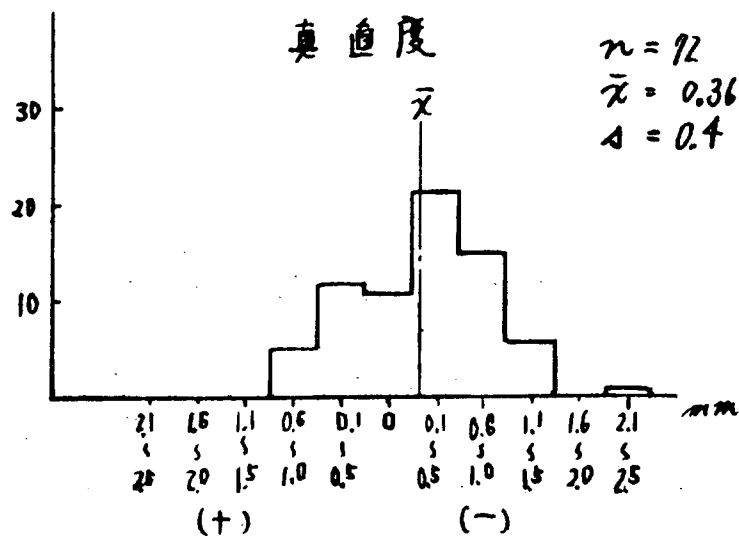
南光角度



ル-トフェース



真直度



(f) 切断品質評価

№	切断速度
2	340 mm/min
3	420
4	"
5	400
6	"
7	"
8	450

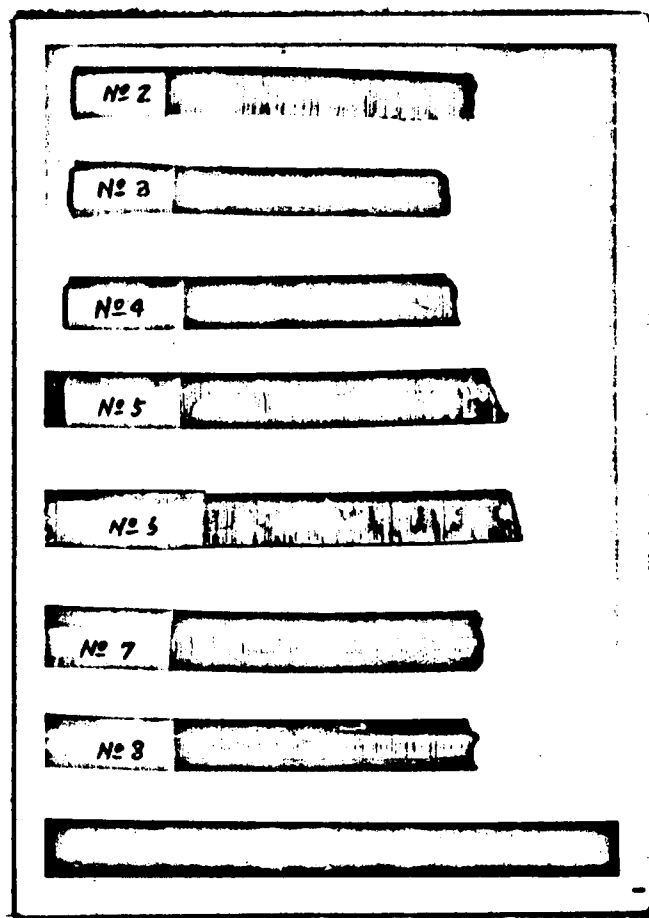


写真 3.3.1

(i) 粗 度

切断速度を340～450 mm/minに変化させても著しい違いは見られない、2級切断面である。
ドラグラインの距離も均一で特に粗度が変化しているところはない。

(ii) 上縁の溶け

可搬式自動切断機で切断したものと同程度(2級)の品質が得られた。

(iii) スラグ剥離性

板の上面・上ルートフェース上部に付着するものがほとんどであるが、板の上部に付着するものはWES 2級以上で軽くとることができる。ルートフェース上部に付着するものは、WES 2～3級でハンマーで叩かなければ取れない。なお一度とれると連続的に剥離する。

(iv) 開先角度

精度のバラツキはない。実用上問題はない。

(v) ルート・フェース

写真1では、ルートフェースの量は大小様々であるが、火口間の距離を保持していなかったため差が出た。倣い精度によりルート・フェースの量が変わるため一見して倣いの良否が判定できるが本装置は $\pm 0.5\text{ mm}$ 以上に入っているので問題はなさそうである。

(Ⅳ) 平面度

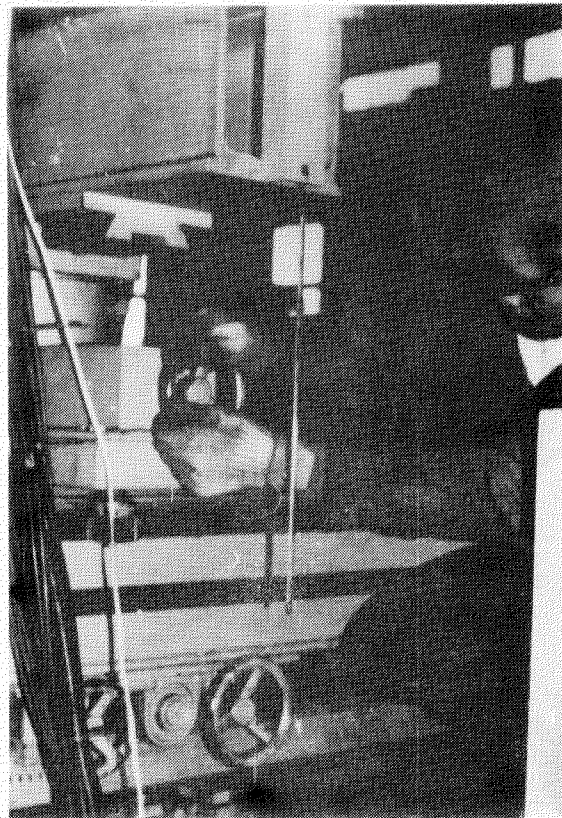
著しい変化は見られないがW E S 2 級程度である。

3.3.4. 骨切り装置の概要と試験結果

(1) 装置の概要

(a) x 軸走行台

これは図 3.3.2 4 の①に示されるもので、切断機の切断面に合わせて手動でセットする。写真2参照



この走行台の上には x 軸駆動装置②，x 軸ホーボモーター③，および y 軸 ④が組立てられており，y 軸支持ピン⑩により，x 軸走行台と y 軸 が結合されている。

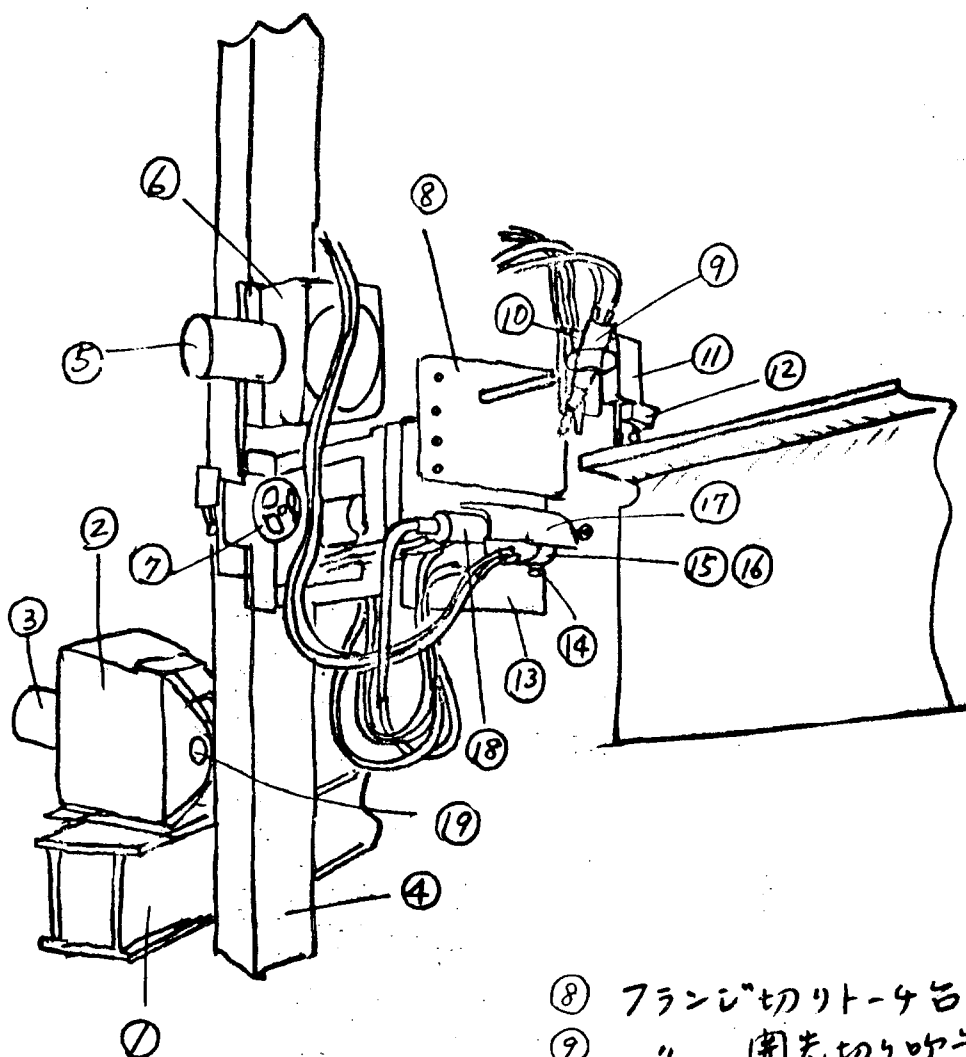
(b) y 軸 桿

x 軸走行台②と直交して組立てられ，この ④の上には y 軸駆動装置⑥と，これと同時に上下運動を行なうウェブ切りトーチ台⑬およびフランジ切りトーチ台⑧が取付けられている。

(c) 位置決め装置

位置合わせは，x 軸走行台①と y 軸 起倒装置（ピン⑩の後部にある）および切断面位置決め装置⑦で行なう。写真 3.3.4 参照

すなわち①では x 方向の位置決めをし，x，y 平面に表われる切断面の角度を⑩で調整し，更に骨材



- ① X軸走行台.
- ② X軸駆動装置.
- ③ X軸サーボモーター
- ④ Y軸桿.
- ⑤ Y軸サーボモーター
- ⑥ Y軸駆動装置.
- ⑦ 切断面位置決の装置

- ⑧ フランジ切リトケ台.
- ⑨ 〃 開光切り吹管.
- ⑩ 〃 直切り吹管.
- ⑪ フランジ面栓止器
- ⑫ フランジ切断終了リミットスイッチ
- ⑬ ウェブ切リトケ台
- ⑭ ウェブ下面栓止器.
- ⑮ 〃 開光切り吹管.
- ⑯ 〃 直切り吹管.
- ⑰ ウォータージャケット.
- ⑱ ウェブ面栓止器.
- ⑲ Y軸支持ピン

図 3 3 24 骨 切 り 装 置 図

切断点の位置決めを⑦で行なうことになる。

(d) ウェブ切りトーチ台

これは図 3.3.2 4 では⑬に示している。これにはウェブ切りトーチ⑮、⑯、検出器⑱、⑲、ウォータージャケット⑳が収納されている。 写真 3.3.3 参照

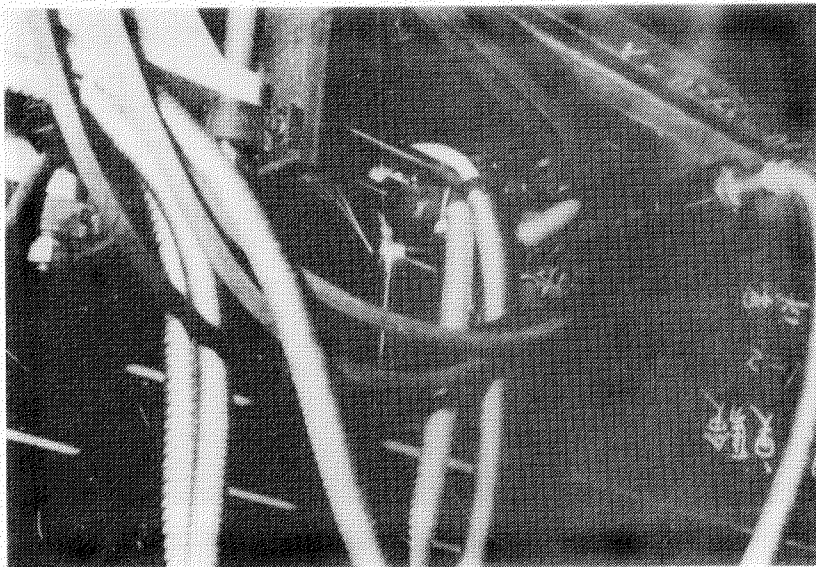


写真 3.3.3. ウェブ切りトーチ

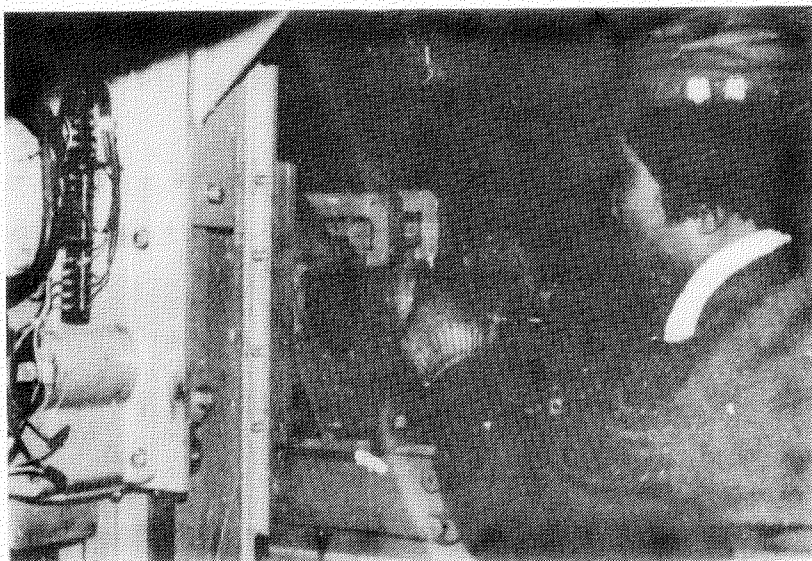


写真 3.3.4 y 軸起倒装置

(e) フランジ切りトーチ台

これは図 3.3.2.4 の⑧に示している、これには開先切りトーチ⑨、直切りトーチ⑩、検出器⑪、およびリミットスイッチ⑫が収納されている。 写真 3.3.5 参照

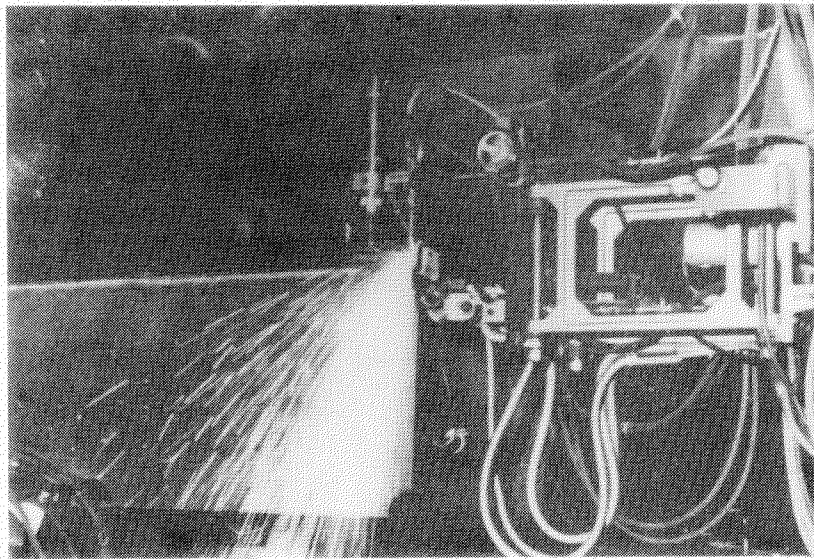


写真 3.3.5 フランジ切りトーチ

(f) ウォータージャケット

これはウエブ切りからフランジ切りにモードが変わる時、装置上やむを得ない火口の干渉を防止し、ウエブ切り装置を裸火から保護するもので図 3.3.2.4 ⑬に示されている。

(2) 制御方式

本機の制御方式はリモート、ワンマンコントロールである。その主たるものは机形の制御盤であり、盤上面に取付けられた、各種、押釦と盤内部に組みこまれた各種電気器具がコンパクトに纏められて、制御盤を形成している。

この機械を動かす時に必要なのは、位置決めであり、この動作が終了したあとでは、制御盤上の釦を押すだけで、機械はあらかじめ、電氣的に組まれたシーケンシャルな筋書き通り、自動做い、切断の運動を行なう機能を有している。

今この運転順序を図 3.3.2.5 において説明する。

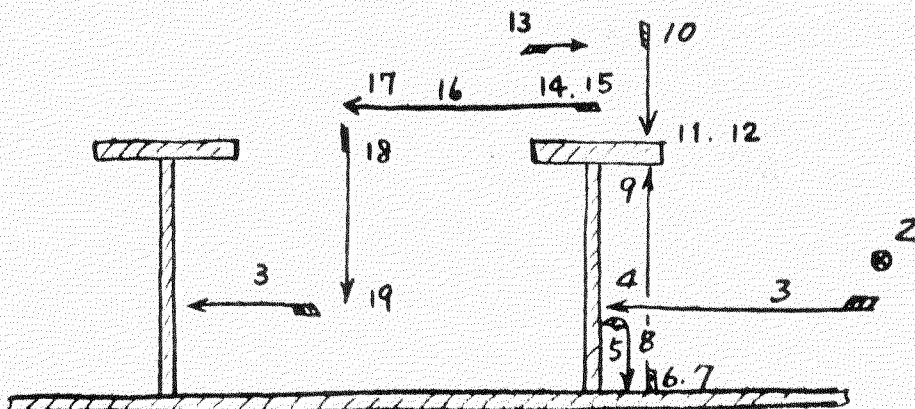


図 3.3.2.5

1. 運転釦を押す
(2 のモード) ウェブ切断用トーチが空気シリンダーによって押出される。
2. (3 のモード) 一定時間経過後、前進方向に動き出す。
3. (4 のモード) ウェブ側面を検出器 (差動トランス) がとらえて前進方向の動きは止む。
4. (5 のモード) ウェブ切断用トーチは自動的に下降し、切断点で自動的に停止する。
5. (6, 7 のモード) ウェブ切りトーチの予熱、ガス、酸素の電磁弁が自動的に開き、自動着火する。
6. (8 のモード) 一定時間後切断酸素噴出、上方向に向って溶断開始。
7. (9 のモード) ウェブ上端部で切断は自動的に停止、消火、ウェブ切りトーチが引込むと同時に、フランジ切りトーチが押出される。
8. (10 のモード) フランジ切りトーチが押出されたまま一定時間後に下降。
9. (11, 12 のモード) フランジ上面に検出器の中立点が来てトーチは自動停止、一定時間経過後空気シリンダーはフランプされ、切断点が決まる。
10. (13, 14, 15, 16 のモード) 予熱、ガス、酸素の電磁弁が自動的に開き一定時間経過してから、切断開始。
11. (17 のモード) 切断終了の検出器が作動してから一定距離を進み、停止すると同時にフランジ切りトーチは自動的に消火して、空気シリンダーは引込む。
12. (18 のモード) 一定時間経過後、2つのトーチは自動的に下降する。
13. (19 のモード) 出発点2つの高さ附近まで下降した時に停止し、改めて次の切断に入り以上のモードを連続的に繰返し行う。

(3) 試験方法

(a) 試験材

試験材はフランジ巾、150mm、板厚2.5mm、ウェブ深さ450mm、板厚1.4mmの部材を下形ロンジとして図3.3.25の如く組立てた。

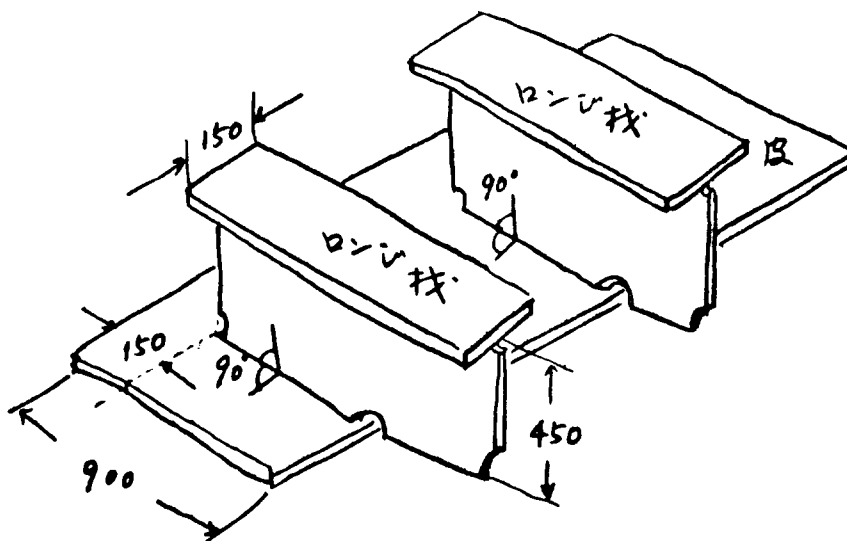


図 3.3.25 試験材

(b) 計測項目と計測方法

計測項目を下記の通り決めた。

- (i) ガス、酸素（予熱、切断共）の圧力、温度
- (ii) 上記流量（ ℓ/hr ）
- (iii) 切断速度（ mm/min or m/hr ）
- (iv) 火口距離（ mm ）
- (v) ガスの温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）
- (vi) アセチレン使用量とドラグライン（ $\ell/\text{hr}, \text{mm}$ ）

然しながら実験の過程において、ガス切断の成果は、ガスの挙動よりもむしろ倣い性に問題があることがハッキリしたので、実験は倣い性の確認とその挙動の把握に主力をおくこととし、ガス切断の精度の問題は従とした。

(c) 倣い性の確認

倣い性の確認は、先づマクロ的に一連の倣い運動を記録装置で確認することからはじめた。図 3.3.26 はその記録の一部である。

この計測には手近なところで、記録電流計を使用し、入力電流の変化を記録させて各倣いのモードを確認することとした。

図 3.3.26 に比較的ハッキリしている挙動を示してある。

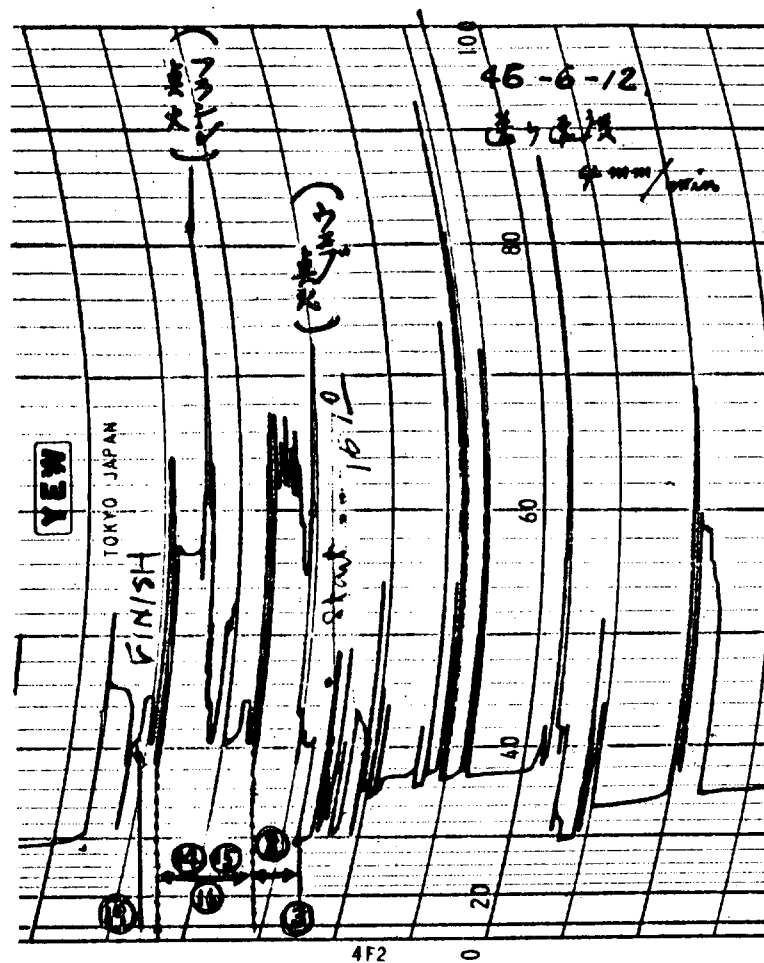


図 3.3.26 倣い性の確認

この記録では、切断に要する正味の時間がハッキリしていない。モード⑧では、ウェブ切断、モード⑭、⑮、⑯ではフランジ切断が行なわれたことには違いないが、図 3.3.2 6 の示度から考えて切断の稼働率が、やや低調の感がないではない。併し全体の行程を眺めた時、約 5 分で 1 行程を完了し得るメドが付いた。

(d) 試験結果 写真参照

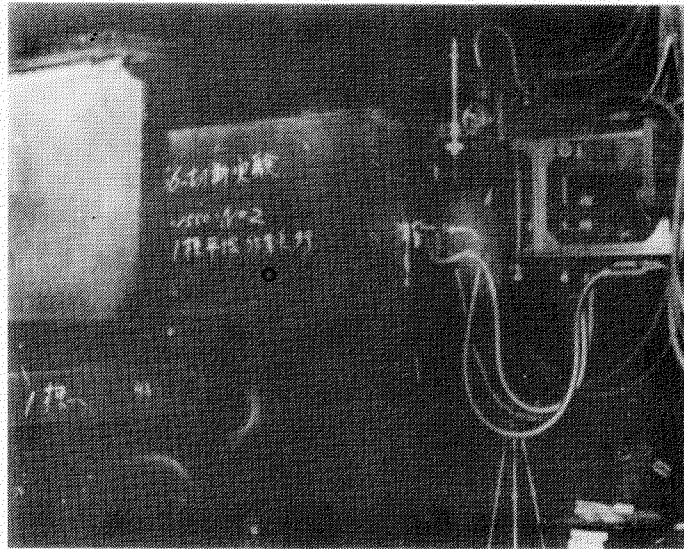


写真 3.3.6 ウェブ切断

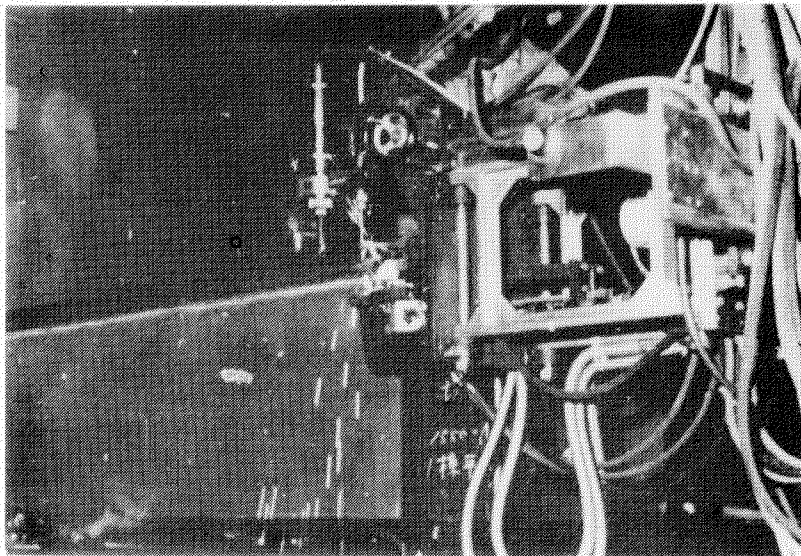


写真 3.3.7 フランジ切断中

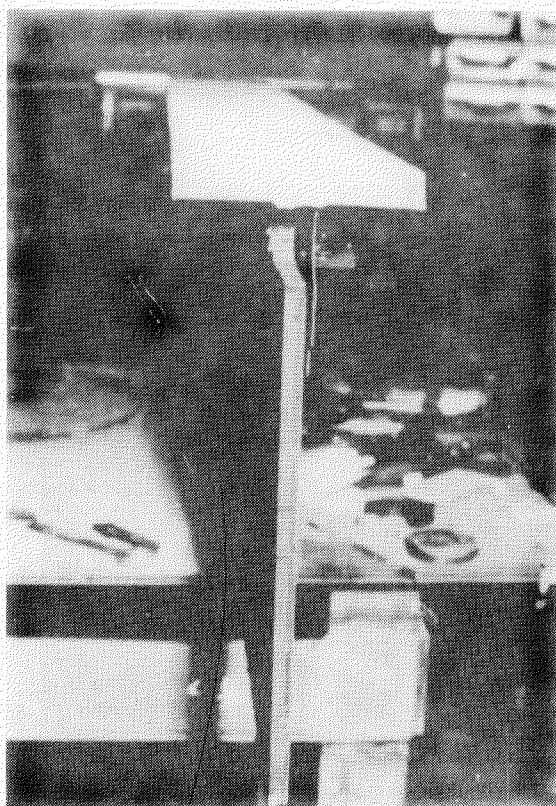


写真 3.3.8

切断面品質

(1級) WES

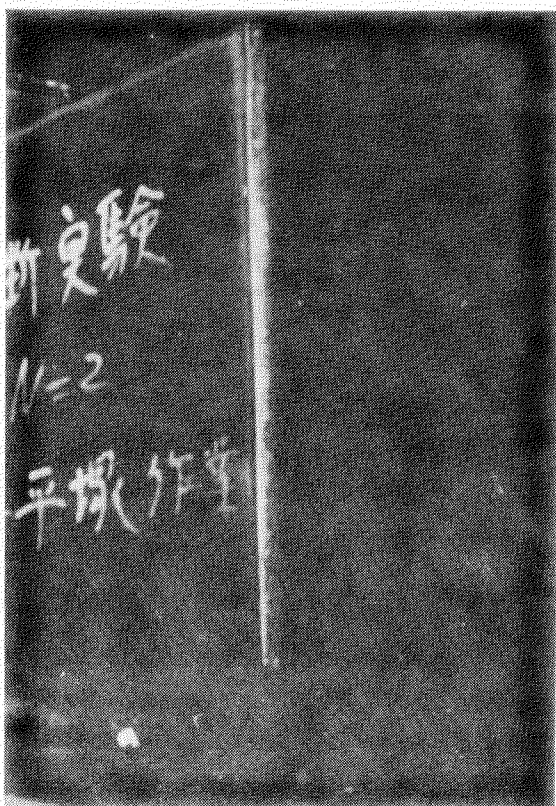


写真 3.3.9

切断面品質

(1級) WES

3.3.5 考 察

(1) 骨切り装置

(a) 倣 い 性

骨切り装置の倣い性は、原理的に皮切り装置と比べずっと、単純である。従って装置を開発するに当り、機械の倣い性に対する自由度を若甘く見過ぎた感がある。

この結果、試験材の組立精度不良による影響が、切断実験、倣い実験の過程において随所に現われ、実験を中断しなければならないことが少なかった。

平行ブロックの切断でさえ、このような問題に直面させられたので、今後、この試作機を実用機へ発展させ、曲りブロックの切断をも行なうためには、ブロックの組立精度の実体を、更に細かく、追求する必要がある、より自由度を多く持った機械が望まれると言えよう。

この意味から言へば試作機はまさに初期段階での、単能ロボットの機械として評価されるべきであろう。

(b) 切断精度

装置の滑かでない自動運転を手動で助けながら切りこみ、倣い、および走行のモードが滑らかに進行した時の切断精度は非常に良く、W E S 1 級は軽い。

また、制御方式はワンマン、リモートコントロールであり、この点では 力ある制御装置と言えよう。併しながら切断品質に大きな影響のある、機械と切断材との相対位置、両火口の相対位置と姿勢、焰の状態、およびモード変更時の不円滑性等に関しては必ずしも 力ある装置とは言えず、切断実験に際して、これ等の点の調整に苦心した。"うまく倣えば良く切れる"。……という感が深い。更に装置を改良し、より魅力的な装置の開発を期したい。

(c) 稼 動 率

試験データにも示しているように、切断機の稼動率については、必ずしも高いとは言えない。

機械は予め組まれた、シーケンシャルな筋書き通り、忠実に運転を続けて行くが、切断中、走行スピードのパターンは、モード変更のそれと、ほぼ等しく、全体として稼動率、低調という印象をまねがれない。従って切断中以外のスピードをもっと早め、各モードの運動にアクセントをつけてやるようにすれば、機械の稼動率は更に高まることとなる。

(d) 切り込み部の問題点

部材の切断品質を高めるには、ガス流体の定常的な状態を溶断中に保ち続けることが必須の条件であることは、当然のことではあるが、一方部材の切り込み部の"鋭さ"も又重要な要素である。併しこの"鋭さ"は燃焼熱を利用した溶断である以上、温度、流速、流量等、つかみ難い諸因子の複雑な挙動により、決められてしまう必然性を有していると言えよう。ガス切断機の自動化、装置化をハバム理由も、ここにあるとさえ考えられる。

今回の試験にも、ウェブ、フランジ両者の切り込み部の鋭さがシー ス制御上、大きな問題となった。

この"鋭さ"を得るために、実験中の制御方法を手動に切換え、切り込み部分を探索しながら、よけいな寸動操作を何回か繰返し行なった次第である。

この問題は、この試作機にかかわらず、瓦斯機器を装置化、自動化するための大きな 路となっていることは否めない。

今後の研究開発がまたれるものと言えよう。

(2) 皮切り装置

- (a) 旧センサーの制御方式で曲面を倣わせながら滑らかなガス切断精度を得る事は、ON, OFF制御である以上限界がある。ましてこれに連続的な倣いを強い切断精度1級の成果を期待することは所詮無理という判断から、従来のON, OFF制御のサンプリング方式をやめ、差動トランスによるアナログ制御に切換えたことは成功であった。

そしてかねて目標とする切断精度1級の目的は卒くも達せられた。併しながらその条件を適確に再現させることは依然として問題がないではなく、更に電氣的、機械的な面とガス切断の面とで倣い性とガス切断精度向上に寄与する決定的な要因を追求する事の必要性を改めて痛感した次第である。

以下皮切り試験研究と推進する段階で得られた考察を記述する。

- (b) ガス切断の精度を左右する決め手となる流体の挙動は今回の流量計による計測から比較的にみ易くなって来た。

また、部材の温度、予熱の程度も流量計の示度をベースとして感覚的に理想とする状態にまで調整することができ、また、再現性にも或程度の期待が持たので、ガス切断のモードを管理し易くなった。出来得れば、ガス切断の挙動を適確に把むことの出来るユニークな計測装置の開発を望みたい。

- (c) 使用ガスのプロパンとアセチレンとでは、予想の如くアセチレンの方に優位性が認められた。特に切りこみ部分にその傾向が顕著であった。

- (d) 試作機のy軸の支点はピン1本であり、200kg近い装置を上、下させるには如何にも貧弱な感がある。事実、y軸の平面に対する角度如何では、モーメントが大となって有害な振動が生じ、倣い性を低下させ、ひいては切断精度の障害ともなり得る。そこでy軸支持機構をリンク装置等を取り合い、強固なものとする一方、バランスウエイトによる合機構をも加えて、無理でないバランスのとれた姿勢に重心をコントロールさせる必要性が認められる。

- (e) 弓形シリンダーは倣い性を左右する重要な機能を有しているものであるが、形状が特殊であり、かつ空気圧とバランスしている。そしてその結果、シリンダーの中を滑動する角形ピストンの複雑な運動は定量化されている、故にこれ等部品の工作精度も厳しく律しなければならず、部材加工の段階で残存歪を厳格にチェックする必要がある。試作機のもものはこの点が甘く、倣い性の精度向上へのブレーキとなっていることも否めない。

- (f) 火口の位置は切断精度に敏感に利いて来るので部材との間隔、直切り、開先切り、両火口の間隔を自由に微調整し得る装置を新設する必要がある。

- (g) 倣い装置のセンサー取付台上にあり、倣いのパターンを決定づけるA, B, C各点の相対間隔を調整し、倣い性の最良点をA, B, C各点に与えるような位置調整装置の新設が望まれる。

- (h) 弓形シリンダーは約25mm中の丸棒でジャーナル部分を支えているので、空気圧力の変動や、衝撃、装置の故障等で無理な力が掛った場合、曲損してしまうことがある。実験中にも再三脅威に曝され、遂にシャフトを新替せざるを得ない事故に出合った事もあった。このような事故を防止するために弓形シリンダーの下死点で装置の運動を制限する機構が必要である。

- (i) 検出器には差動トランス2個を使用しているが、何れも機械的強度に問題があり、見るからに貧弱であった。中味の電氣的な変換部分はとに角として取付部分、部材との接触部分はより頑丈なものが必要であろう。

(j) 検出器から情報を取り出し、 x 、 y 方向の分力を電氣的に発生させる、主、補レゾルバの信号は制御系の重要なポイントであるが、この電圧信号にしばしば位相づれが生ずる現象が観察された。位相づれが進むと結果として重骨信号が乱され、 x 、 y 軸のサーボモーターの回転速度に誤差が生じて低い性は当然低下することになる。従って位相変化を自動的に矯正する位相調整器の取付けが望ましい。

(k) 制御系は各信号のよりよい精度とより早い伝達、即応性を期して5 KHzの搬送波を使用している。故に外部からの迷走電流に対して敏感に反応し、誤動作の原因ともなっている。外乱信号の防止器(帯域フィルター)を取り付け、誤動作を防止すべきであろう。

また、盤内の無計画な機器配置、並に配線に起因して生ずる相互誘導障害にも適切な防護対策が必要と考えられる。

(l) ガス流体を定量化し、ガス切断精度の向上と再現性を計るためには、切断火口に近く、適当な計器が必要である。

最小限各ラインの圧力をチェックするための圧力計を操作パネルに取付けるべきであろう。

(m) 装置上、切断火口の吹管は中圧型を使用せざるを得ないが、低圧用に比べ、ガスラインに酸素の逆流の現象が起る傾向が見られ、小さな爆発事故もあったので逆火防止器を装置化して取付ける必要が認められる。

(n) 試作機の流体配管では各火口に流量の干渉があつて、電磁弁の開閉等により、その都度焰の状態が変動する現象が見られた。

装置の管内圧力損失を極力減少するよう配管設計を変更する必要がある。

3.3.6. む す び

以上いろいろな角度からの問題点を残し、更に改良を加えなければならない試作機ではあるが、空圧を利用し、アナログ制御による3次元扱い機構を備えたガス切断機の試作品で、どうにか目標とする切断精度1級の目的を達し得た、その成果と意義は大きく、今後実用機への発展の足掛かりを掴んだと云えよう。

3.4 曲りブロック自動組立方式

3.4.1 ま え が き

近年における熟練労働者の不足の傾向からみて、船体組立工程の機械化ならびに自動化による近代化は、労働集約的な色彩の濃い造船業に課せられた重要な課題のひとつである。船体組立工程の機械化、自動化は従来からも熱心に取り組まれてきたが、これらはいずれも、船体の平行部の平坦ブロック部に限られていたといっても過言ではないであろう。

しかしながら、船体の構造からして、その前後部には必ず曲り部分が存在しており、この曲り部を構成する曲り外板ブロックは不規則な3次元曲面を有したため、曲り外板と枠組材との取合い部にできる水平スミ肉の溶接箇所も3次元曲線状をしており、そのようなスミ肉溶接の機械化、自動化にはむずかしい問題があった。また曲り外板ブロックの組立作業自体も、その構造的な形状の複雑さもある、平坦ブロックの組立作業にくらべて、高い熟練を必要とし、その結果としてブロックの組立精度のバラツキを大きくし、組立作業に直接必要な工数を増加せしめるとともに、後続の船台工程においても船体隣接ブロックとの取合い部間の精度の手直しに間接的に多くの時間と工数とを要している。

以上のような観点から自動化による省力化、熟練の移転および組立精度の向上を目的として、昭和45年の結合方法、とくに水平スミ肉についての検討を行ない、その結果にもとづいて昭和46年度にその水平スミ肉自動溶接装置の設計、試作を行なったので、その概要を報告する。

3.4.2 準水平スミ肉溶接の自動化に関する問題点

水平スミ肉溶接の場合、溶接線が3次元曲線状であり、しかもどの継手線をみても同じ曲り形状でないという点であり、それがために3次元曲線状の溶接継手線に対する溶接用トーチの溶接姿勢、すなわちトーチ角度の適正位置の設定が必要である。

また、被溶接材の溶接姿勢が下り勾配になると溶融金属のしゅうが先行して、アークの気流に吹きとばされ、十分な溶接外観が得られなくなる。さらにトーチ角度を溶接継手線の曲り具合、傾斜に応じて適正なる位置にコントロールする場合にでも、つねにアークの発生している位置が、つねにスミ肉溶接箇所の角近傍のねらい位置から大きくずれることのないように溶接トーチの駆動が必要となる。とくに今回のスミ肉自動溶接の場合、トーチのねらい位置、アークの発生位置がずれると極端に不等脚なスミ肉になったり、偏心したスミ肉溶接となったりするので、スミ肉溶接の目的をはたさなくなる。

3.4.3 問題点に対する対策

上述の問題点解決のため、曲り外板の水平スミ肉溶接については、被溶接物の溶接継手線が水平もしくははのぼりの勾配になるようにポジショニングし、さらにトーチ角度の制御・駆動機構についても、溶接継手線方向ならに開先角方向にも円弧レールをガイドとして駆動させることにより、適正な角度を保持させ、トーチのねらい位置のずれを少なくした。

3.4.4 水平スミ肉自動溶接装置（試作機）の概要

曲り外板の水平スミ肉自動溶接方式の実用性を検討するため実験用装置の設計、試作を行ない、さらに実用装置設計に当っての溶接の技術的な資料を得るための機能を持たせている。

試作装置は(1)ポジショナー、(2)準水平スミ肉自動溶接装置との2つの部分からなっている。装置全体の概要を図3.4.1に示す。

(1) ポジショナー

被溶接物の溶接継手線を水平もしくは昇り勾配に姿勢制御するための治具で、外枠、内枠の2種構造になっており、内枠には高さ調整のできるマグネット付治具で被溶接物の固定ができるようになっている。設計設計したポジショナーの外観を図3.4.2に示す。また主な仕様を表3.4.1に示す。

本装置の特徴は次のとおりである。

- (a) 傾斜面の設定角度は、X軸、Y軸とも $\pm 15^\circ$ まで任意の角度に調整できるようにしている。
- (b) X軸、Y軸の回転にはパワーシリンダーによる駆動方式を採用している。

(2) 準水平スミ肉溶接装置

板継ぎされた曲り外板と枠組された内部構造材とを結合する工程で足元の水平スミ肉を自動溶接する装置である。

- (a) トーチ保持のヘッド周りを 180° の旋回ができるようにし、溶接線の両側（ロンジ材の両側）の溶接を可能にした。
- (b) アーク発生位置の変動をなくすため、円弧レールをトーチ角度制御用ガイドに適用しており、溶接線方向ならびに開先角方向の運動ならびに検出に用いている。
- (c) 溶接用トーチ部全体の駆動としては、前後方向、左右方向、上下方向の運動機構と、その検出機構とをそなえている。

以上のような機構をもつ水平スミ肉溶接装置にて、曲り外板ブロックの水平スミ肉を開先面近傍を倣いながら自動溶接を可能にしている。

各軸方向の駆動機構、その溶接用トーチ周りの駆動機構ならびに制御操作盤の外観については図3.4.3、図3.4.4ならびに図3.4.5に示す。

また、水平スミ肉溶接装置の制御システムについてはトーチの高さ（Z軸）方向および左右方向の制御の系統図は図3.4.6に、トーチの角度の制御機構図については図3.4.7に、さらに溶接速度についても周連をつねに一定に保つようにしておりその制御機構図は図3.4.8に示すとおりである。

3.4.5 あとがき

以上、曲り外板ブロックの水平スミ肉溶接装置の設計、試作を行なって、本装置ではサイドビーム移動型にしているが実際にはガーダー型にするか、ハンガー式の自走マウント型にして、ロンジ材両側のスミ肉溶接を同時に自動溶接のできる装置にする必要があろう。

表 3. 4. 1 準水平スミ肉自動溶接装置の主な仕様

(1)	ボ ジ シ ヨ ナ ー	外径寸法 $2,600 \times 4,350 \times 1,200 \text{ mm}$ (たて×よこ×高さ) X軸回転テーブル $2,260 \times 3,950$、 Y軸テーブル $2,600 \times 4,350$ (内側) (外側) トランス方向 (Y軸) 傾き角度 $\pm 15^\circ$ (水平より) ロング方向 (X軸) " $\pm 15^\circ$ (水平より) 保持許容荷重 約 3 ton 駆動機構 パワーシリンダーによるテコ式回転方式 駆動電動機 X・Y軸ともカップ型プリントモーター (安川電機製) 0.75 kW 1750 RPM 移動速度 38 mm/sec (シリンダー)
	準 水 平 ス ミ 肉 溶 接 装 置	サイド・ビーム寸法 $6,680 \times 3,050 \text{ mm}$ 機械装置 駆動可能範囲 (X軸方向) 約 $6,000 \text{ mm}$ (Y軸方向) 530 mm (Z軸方向) 約 $1,000 \text{ mm}$ 駆動機構 (X軸方向) ラック・ピニオン駆動方式 (モーニック減速機付) (Y軸方向) スクリュー・ネジ方式 (減速機モーター付) (Z軸方向) ラック・ピニオン駆動方式 (ウォーム減速機付) 駆動電動機 (X軸方向) D.C.サーボモーター 400W、1500 RPM $0 \sim 500 \text{ mm/min}$ 無段変速 駆動電動機 (Y軸方向) プリントモーター 200W 1/10 減速機付 (3000 RPM) $0 \sim 1,800 \text{ mm/min}$ 無段変速 (Z軸方向) プリントモーター 200W 1/10 減速機付 $0 \sim 1,410 \text{ mm/min}$ 無段変速 トーチ周り駆動機構 溶接継手線方向 } ともに、円弧レール4輪クランプ駆動方式 スミ肉開先方向 } セクターギヤーとピニオン組合せ駆動 駆動電動機 (溶接線方向) D.C.サーボ・モーター 50W 1/90 減速機付 (3500 RPM) (開先方向) D.C.サーボ・モーター 10W 1/90 " " 駆動範囲 (溶接方向) $-30^\circ \sim +30^\circ$ (精度 $\pm 1^\circ$) (開先方向) $30^\circ \sim 55^\circ$ (") 制御機構 X軸方向 磁器増巾器による電機子制御方式 Y軸方向 } SCR増巾器による制御方式 (差動トランス検出) Z軸方向 } トーチの俯仰精度 (Z・Y軸とも) $\pm 0.5 \text{ mm}$ トーチ角度 (溶接方向) シンクロ自動制御 精度 $\pm 1^\circ$ 速度 $3.9^\circ/\text{sec}$ (開先方向) ツマミによる調整 シンクロ制御 精度 $\pm 1^\circ$ 速度 $3.2^\circ/\text{sec}$ 溶接速度制御 シンクロ制御変圧器と発信機との電圧差のフィード バック・コントロール、周速一定制御

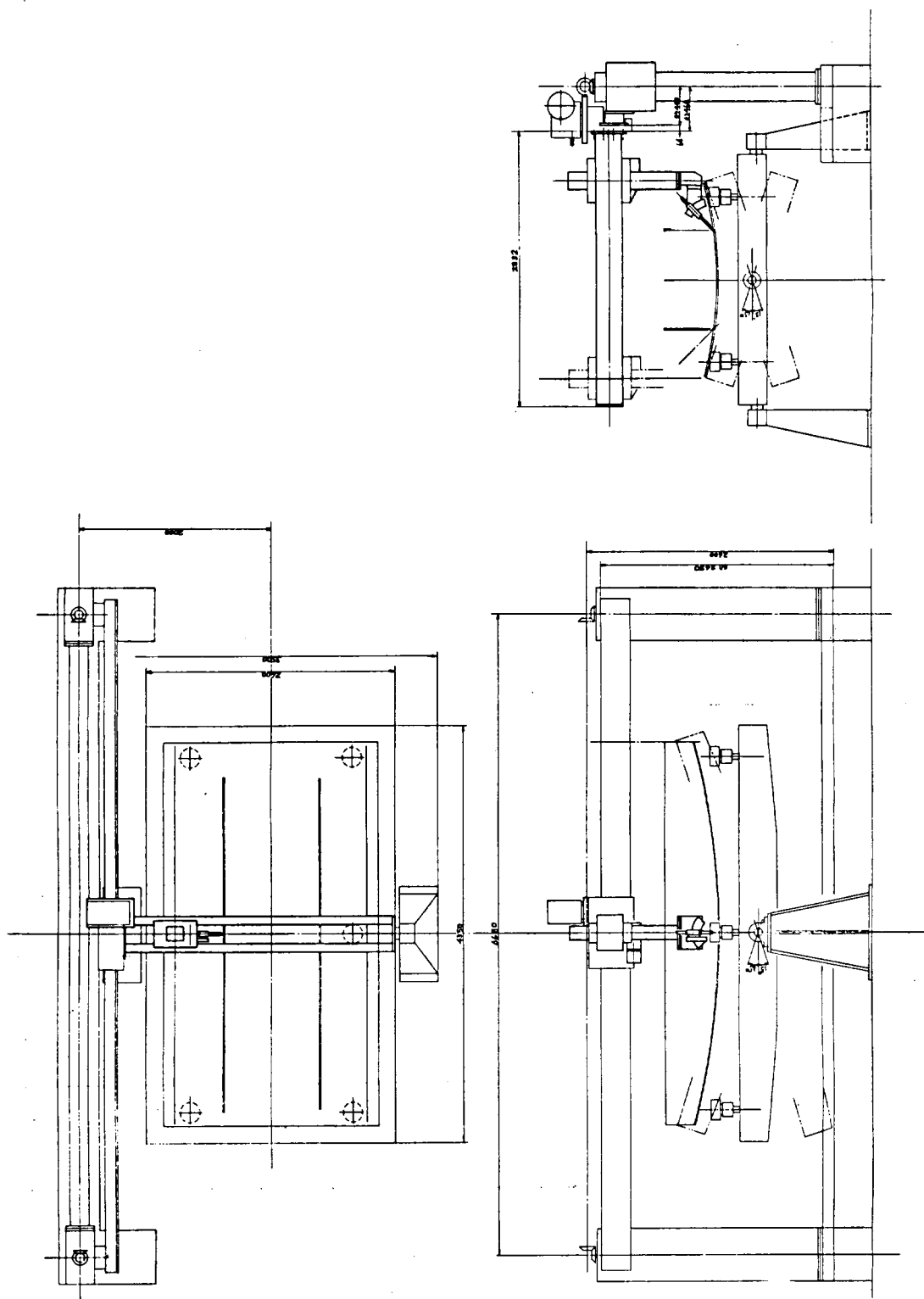


図 3. 4. 1 準水平スミ肉自動溶接装置全体概要図

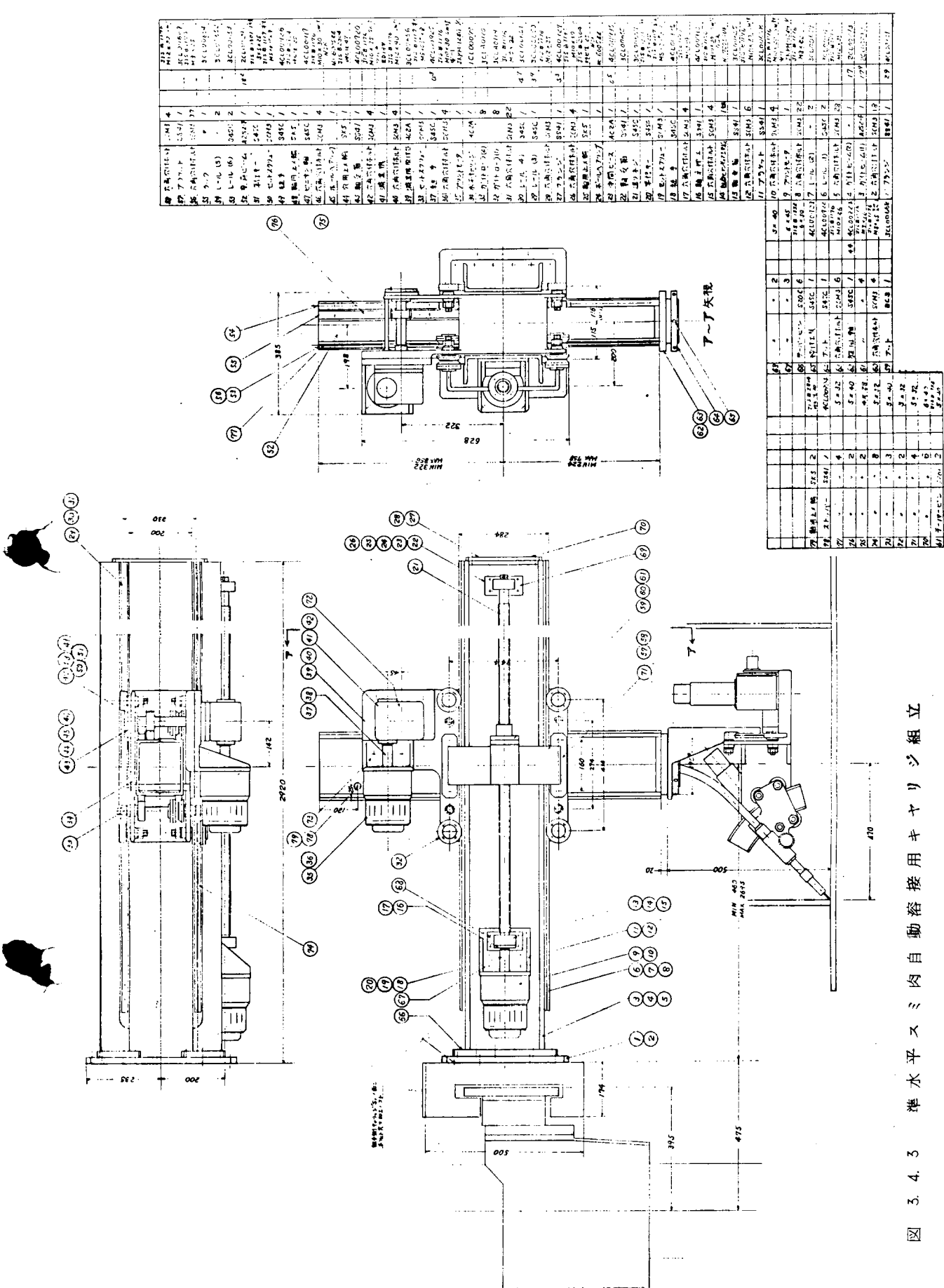


図 3. 4. 3 準水平スミ内自動溶接用キヤリジ組立

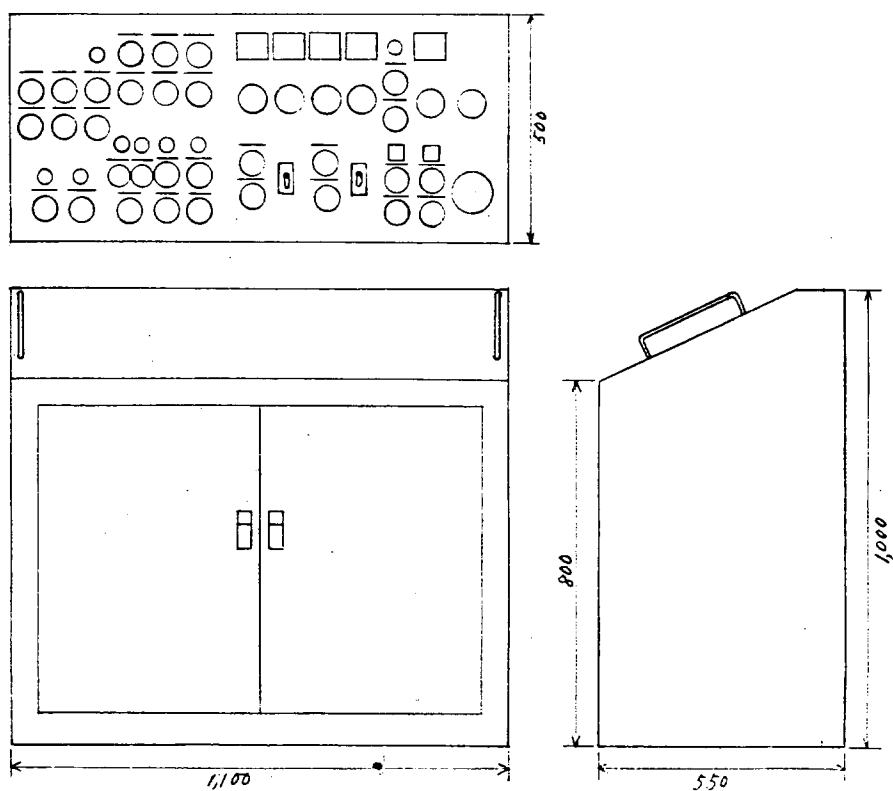
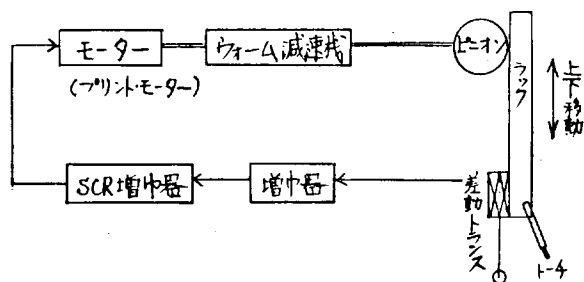


図 3.4.5 制御操作盤の外観

(1) ト-4高さ制御(Z軸)



(2) ト-4左右方向の制御(Y軸)

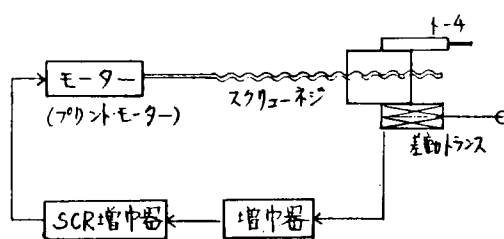
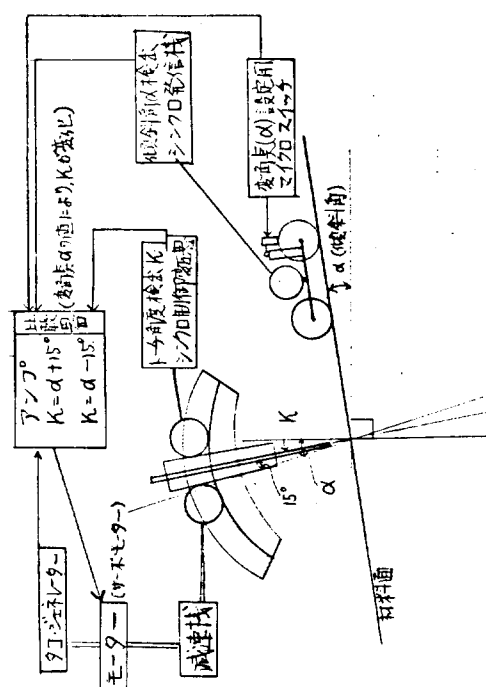
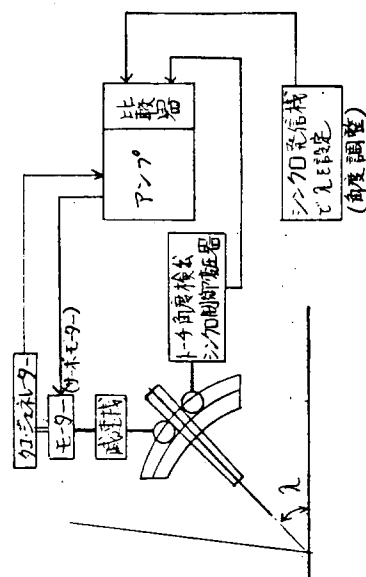


図 3.4.6 制御システム系統図



1-1分角度制切機構圖 (由先向度方向): 2



3.4.8 溶接速度制御機構図

図 4.7 卜一角度制御機構図（溶接継手線方向）：K