

本資料は 年 月 日付けで登録区分、
変更する。 2001. 6. 20 [技術情報室]

遠 隔 保 守 試 験 報 告

Test Report of Remoto Maintenance

1986 年 6 月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

必ず
この

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

配 布 限 定

PNC SN8410 86-30

1986年6月

遠 隔 保 守 試 験 報 告



実施責任者 林 正太郎

〃 〃 檜原英千世*

実施担当者 前田 正文

堀井 信一

1. 実施期間 昭和60年4月1日～61年4月30日

2. 要 旨

技術部 R T D (リサイクル技術開発室) 当時から技術開発部 C M S (機器材料開発室) にかけて実施した遠隔保守試験の結果をまとめたものである。

試験はマニプレータ及びラックの両システムに対してのものである。マニプレータシステムは主に両腕型サーボマニプレータ(プロトタイプ I)の操作性をベグスタンド及び模擬部分ラックを用いて、マスタアームへの力帰還(バイラテラル)有、同無しでベグの挿入出操作を行った。

またラックシステムはジャンパー管及び熱電対などの保守部品の交換作業を行い、マニプレータ及び保守部品の取扱性並びに操作性評価を行った。

試験の結果、マニプレータに関しては限定作業下ではあるが、バイラテラル機能は作業時間にあまり影響していなかった。しかし装置間の安全性あるいは作業の確実性の面では効果的である。一方ラックの保守部品であるジャンパー管はできるだけ操作が一定方向となる構造のもの、また熱電対は細径のものだと取扱上好ましくなく今回の結果では4.6mm d が最も良かった。その他操作感ではマニプレータの動作速度向上を望む者が多かった。以上のほか細かい点でも種々の知見が得られた。

* 昭和61年4月1日より技開部建設室長

他は、C M S 室長及び C M S 室員

目 次 (1)

	ページ
1. まえがき	1
2. 試験	2
2-1 試験項目	2
2-2 評価項目	2
2-3 試験機器及び装置	3
2-4 試験方法	5
3. 試験結果	11
3-1 両腕型マニプレータ評価試験	11
3-1-1 ベグ挿入出試験 (I) の結果	11
3-1-2 同 (II) 速度比較	11
3-1-3 同 (III) バイラテラルの影響	12
3-1-4 同 (IV) 視認性	12
3-1-5 同 試験時の問題点及び指摘事項	12
3-1-6 両腕型マニプレータの作業範囲	13
3-1-7 バックラッシュ測定	13
3-2 ラックシステム評価試験結果	13
3-2-1 ジャンパー管交換	13
3-2-2 熱電対交換	15
3-2-3 サンプリング操作	18
3-2-4 給電ケーブル交換	20
3-2-5 原因別エラー発生状況	21
3-3 その他関連試験結果	21
3-3-1 マニプレータ移動操作	21
3-3-2 モニタテレビの利用度	21
3-3-3 照度測定結果	22
3-3-4 各種電気コネクタの着脱試験	22
3-4 試験状況	22

目 次 (2)

4. 評価及び考察	23
4 - 1 両腕型サーボマニプレータ	23
4 - 2 ラックシステム	23
5. むすび	29
付録 詳細データ	114

図表及び写真リスト

図 - 1	両腕型サーボマニプレータシステム概念図	30
" - 2	機械式マニプレータ寸法等	31
" - 3	モニタテレビ配置 (例)	32
" - 4	視覚機器接続図	33
" - 5	ジャンパー管形状	34
" - 6	熱電対及び同保護案内管の形状	35
" - 7	給電ケーブル形状	36
" - 8	サンプリング装置 (ホルダー部)	37
" - 9	ペグテストスタンド	38
" - 10	ボトルスタンド	39
" - 11(1)	機器配置図 (ペグテスト平面)	40
" - 11(2)	同 上 (同 側面)	41
" - 11(3)	同 上	42
" - 12	試験機器全体配置図	43
" - 13	模擬部分ラック	44
" - 14	ペグ挿入出試験結果 (I、操作時間、○形ペグ)	45
" - 15	同 上 (同 上、□形ペグ)	46
" - 16	同 上 (I、クリアランスの影響、○形ペグ)	47
" - 17	同 上 (同 上、□形ペグ)	48
" - 18	同 上 (I、練習の効果)	49
" - 19	同 上 (I、操作順の影響)	50
" - 20	同 上 (II、動作速度)	51
" - 21(1)	同 上 (III、バイラテラルの影響、○形ペグ)	52
" - 21(2)	同 上 (同 上、□形ペグ)	53
" - 22	ペグ挿入出試験 (III) 及び (IV) 用テストスタンド	54
" - 23	ペグ挿入出試験結果 (IV、視認性)	55
" - 24	同 上 (IV、エラー比較)	56
" - 25(1)	両腕型マニプレータ作業範囲測定結果	57

図-25(2)両腕型マニプレータ作業範囲測定結果	58
〃-26 模擬部分ラック部の照度測定箇所	59

表 - 1	両腕型サーボマニプレータの仕様	60
" - 2	試験対象ジャンパー管	61
" - 3	ペグ挿入出試験条件	62
" - 4	ペグ挿入出操作時のエラーの定義	63
" - 5	ラックシステム評価試験条件	64
" - 6	ジャンパー管、熱電対及び給電ケーブル交換など各試験でのエラーの定義	65
" - 7	ペグ挿入出試験結果 (I) (○形ペグ)	66
" - 8	同 上 (□形ペグ)	67
" - 9 (1)	ペグ挿入出試験結果 (II 、動作速度、○形ペグ)	68
" - 9 (2)	同 上 (同 上 、□形ペグ)	69
" - 10	動作速度の比較	70
" - 11(1)	ペグ挿入出試験結果 (III 、バイラテラルの影響)	71
" - 11(2)	同 上 (同 上 、□形ペグ)	72
" - 12	バイラテラル各軸設定時の操作感	73
" - 13(1)	ペグ挿入出試験結果 (IV 、視認性)	74
" - 13(2)	ペグ挿入出試験結果 (IV 、視認性)	75
" - 14(1)	ペグ挿入出試験結果 (IV) 時のエラー数	76
" - 14(2)	同 上	77
" - 15	両腕型マニプレータのバックラッシュ測定結果	78
" - 16	ジャンパー管交換結果 (1)	79
" - 17	同 上 (2)	80
" - 18(1)	同 上 (J - 12、13、14の取付)	81
" - 18(2)	同 上 (J - 12、13、14の取外)	82
" - 19	ジャンパー管交換時の主な問題点	84
" - 20(1)	熱電対交換試験結果 (取付)	85
" - 20(2)	同 上 (取外)	86
" - 21	同 上	87
" - 22	熱電対取付け操作時のエラー発生状況	88
" - 23(1)	熱電対挿入操作の分析結果	89
" - 23(2)	同 抜き出し操作の分析結果	90

表 - 24	サンプリング操作試験結果	91
" - 25	同操作時のエラー発生状況	92
" - 26(1)	給電ケーブル交換試験結果（取付）	93
" - 26(2)	同 上 (取外)	94
" - 27(1)	給電ケーブル交換時のエラー発生状況（取付）	95
" - 27(2)	同 上 (取外)	96
" - 28	原因別エラー発生状況	97
" - 29	マニプレータ移動操作時間比較	98
" - 30	主モニタテレビ利用時間	99
" - 31	各モニタテレビの利用度	100
" - 32	模擬部分ラック照度測定結果	101
" - 33	各種電気コネクタの着脱力	102
" - 34	同コネクタの操作時間	103

写真 - 1	試験状況写真、スレーブアーム及び模擬部分ラックの全景	104
” - 2	マスタアーム及びモニタテレビ	104
” - 3	ペグ挿入出試験状況（両腕型マニプレータ）	105
	{	
” - 5		
” - 6	同 上 （機械式マニプレータ）	106
	{	
” - 8		
” - 9	ジャンパー管交換状況	107
	{	
” - 11		
” - 12	熱電対交換状況	108
	{	
” - 14		
” - 15	給電ケーブル交換状況	109
	{	
” - 17		
” - 18	サンプリング操作状況	110
	{	
” - 20		
” - 21	両腕型マニプレータ作業範囲測定状況	111
	{	
” - 24		
” - 25	電気コネクタ取付状況及び外観	112
	{	
” - 29		

1. まえがき

大型の原子燃料リサイクル施設では、作業被曝の低減及び稼働率向上などの観点から遠隔保守技術の開発が望まれている。技術開発部機器材料開発室（CMS）では関連技術開発の一端として、遠隔保守機器開発を実施している。

本報告書は 保守関連機器の中、主にマニプレータシステムとラックシステムに関する試験の結果である。試験は、マニプレータシステムについては操作性及び動作速度などの基本性能の評価を、ラックシステムについては、模擬部分ラックに対する取付機器（ジャンパー管、熱電対など）の取扱性評価を目的として実施した。

実施場所は応用試験棟、遠隔保守試験室である。同室には 関連システムとして水銀、高圧ナトリウム灯を主とした照明設備、視覚システムとしてCCTV（閉回路TV）、その他クレーンなどが設置されている。

操作者は総勢5人、ほとんど全員若葉マーク付で試験当初は悪戦苦闘しながらではあったが後半は順調に消化できたように思っている。まとめ方に難があり理解しにくい点も多いと思いますが参考になる部分が一点でもあれば幸いです。

2. 試 験

今回の遠隔保守試験は、前述のように両腕型マニプレータの基本的な性能を評価する方法として、ペグテストスタンドを用いた試験と、マニプレータ並びにラックの各システムの取扱、操作性を評価する方法として模擬部分ラックを使用した試験を行った。その他関連する試験としてラック主要部分の照度測定、各種電気コネクタの操作試験も行った。

2-1 試験項目

1) 両腕型マニプレータ評価試験

- ① ペグ挿入出試験
- ② 作業範囲測定
- ③ バックラッシュの測定

2) ラックシステム（模擬部分ラック）評価試験

- ① 各種ジャンパー管の交換
- ② 熱電対交換
- ③ 給電ケーブル交換
- ④ サンプリング

3) その他

- ① ラック主要部の照度測定
- ② 各種電気関係コネクタ操作試験

2-2 評価項目

各試験における評価項目を以下に示す。

2-2-1 両腕型マニプレータ評価試験

(1) 主にペグの挿入出試験により評価を行う項目。

- ① 操作性 各試験を通じ操作時間、エラー数あるいは操作感、問題点などの
抽出を行う。
- ② 動作速度 同様操作を機械式マニプレータで行い動作及び作業速度を比較。
- ③ バイラテラル（力帰還）の影響 バイラテラルの有無、力帰還比（感度設定）
及び付加軸の影響を操作時間並びにエラーなどで評価を行う。
- ④ 視認性 マニプレータシステムとして、ITV（CCTV）の画質（白黒、
カラー）による影響を操作時間及びエラーなどで評価を行う。

(2) 他装置により評価を行う項目

- ① 作業範囲 ボトルスタンドを使用しマニプレータが作業できる範囲を求める。
- ② バックラッシュ 各関節部のガタを定期的に測定しその変化を調べる。

2-2-2 ラックシステム評価試験

(1) ジャンパー管交換

各種ジャンパー管交換時の操作時間と操作、取扱時の問題点などの摘出を行う。

(2) 熱電対交換

熱電対外径、同保護案内管の曲げ寸法の比較の他操作、取扱時の問題点などの摘出を行う。

(3) 給電ケーブル交換

(1)と同様

(4) サンプルング操作

現有サンプルング装置について(1)と同様の評価を行う。

2-3 試験機器及び装置

試験に使用した機器及び装置の概略仕様を以下に示す。

1) マニプレータ

① 両腕型サーボマニプレータ

①形状；外形及びシステム概念を図-1に示す。

②腕数（以下スレーブアームの仕様）2本

③自由度；8（片腕あたり）

④制御方式；アナログサーボコントロール、力帰還方式

⑤動力；DCサーボモータ、ギヤダイレクトドライブ方式

⑥動作速度及び範囲などその他仕様を表-1に示す。

⑦マニプレータ移動装置；横行、走行及び昇降速度、最大各々約5m/min 無段
変速、昇降範囲は床上から約5m上部まで

② 機械式マスタースレーブマニプレータ

①機種 CRL社製Model E・HD

②負荷容量 X、Y、Z各モーションとも約23kg

③動作

・ X モーション	電 動	左 / 右	18° / 18°
	手 動	左 / 右	45° / 45°
・ Y モーション	電 動	前 / 後	90° / 20° (無負荷時)
	手 動	前 / 後	28° / 30°
・ Z モーション	電 動	伸 縮	0 ~ 900mm
	手 動	伸 縮	1400 ~ 3350mm
・ 腕旋回	左 / 右		170° ± 8° / 170° ± 8°
・ 手首あおり	上 / 下		126° ± 5° * / 34° ± 5° (垂直線に対し)
・ 同 ねじり	左 / 右		174° ± 8° / 174° ± 8°
・ 指先開度			82 ± 3mm

⊖寸法 図 - 2 に示す。

2) 視覚機器

① モニタテレビ

①主モニタ用 26インチカラー 1 台

②他モニタ用 14インチカラー 5 台、同白黒 1 台

⊙配置 配置例を図 - 3 に示す。

② カメラ

一般 C C T V 用、電動ズーム、電動雲台装備

③ V T R その他

作業内容記録用として1/2インチカセット V T R、他に1/100秒表示ビデオタイマー装備

④ 各機器接続を図 - 4 に示す。

3) 照明設備

400 W、12灯で最高3000lux、500lux毎 6 段階切換可能。ライト種類は水銀及び高圧ナトリウム灯の混合照明。

4) 模擬部分ラック

ガラス固化用を想定した部分モデルラックで各種ジャンパー管などの他に、一部槽類を組付けている。

取付機器を以下に示す。

① ジャンパー管 各ジャンパー管の一覧を表 - 2 に示す。形状 (例) を図 - 5 に

示す。

② 熱電対

①寸法 3.2φ、4.6φ、6.2mmφ、長さ2800mm

②型式 メタルシース (S U S 304)、接地型

③種類 クロメル・アルメル (C A)、シングルエレメント

④保護案内管 管内径15mmφ、曲げ半径15D R及び30D Rの2種。形状を図-6に示す。

③ 給電ケーブル

①寸法形状コネクタ付ケーブル寸法形状を図-7に示す。

②心数 19本

③重量 6.5kg

④ サンプリング装置

①形状 図-8に装置形状を示す。

②サンプルビン容量 約11cc

③ホルダー重量 6 kg

5) ペグテストスタンド

丸形及び角形のペグ(棒)一対と対応する形状の穴(異径)をあけてある5個1組のブロックを有する装置で、マニプレータの基本的作業である各種機器取付け、取外し動作を試験できるものとして製作されたものである。同装置の寸法、形状を図-9に示す。

6) ボトルスタンド

25×25個の穴を配したスタンドに丸棒を差し込み、マニプレータが作業した軌跡を直視できる装置である。同装置の寸法、形状を図-10に示す。

2-4 試験方法

2-4-1 マニプレータ評価試験

1) ペグ挿入出試験

試験は、両腕型マニプレータが主であるが比較のために同様操作を機械式マスタ・スレーブマニプレータでも行う。

試験での作業は、テストスタンドに配しているサイズの異なる丸穴及び角穴付

ブロックへ、それぞれの形に合った棒を挿入、引き抜きする。操作は両腕型では隔離された場所に設置しているマスタアームをモニタテレビを見て行い、機械式では架台の覗き窓から直接覗いた操作と同窓部にモニタテレビを配置して、それを見ながらの2通りを行う。

① 装置配置

① マニプレータとカメラの配置

- ・両腕型マニプレータ時の配置を図-11(1)、(2)に示す。
- ・機械式マニプレータ時の配置を図-11(3)に示す。

㊦照明 テストスタンド上が約1500luxになるよう調整する。(使用カメラの性能上)

② 記録

記録は操作時間、操作感及び装置の問題点などのほかに作業をVTRに録画する。時間計測はストップウォッチ又は録画された時間を読み取る方法で行う。

③ 試験条件

①バイラテラル感度設定 {Z} {L} {M} で実施

②設定軸 全軸及び一部の軸に設定したものも行う。

③モニタ カラーモニタと白黒モニタで実施。

④カメラ位置 定位置の他約10°度位置を変えて実施

⑤操作回数などその他の条件を表-3に示す。

⑥エラー ペグ挿入出操作時のエラーの定義を表-4に示す。

④ 操作方法

操作手順を以下に示す。

①棒を掴む

②穴に挿入する (No.5クリアランス大)

③棒を引き抜く

④挿入 (No.4クリアランス中)

⑤引き抜き

⑥挿入 (No.3クリアランス小)

⑦引き抜き

⑧棒を置き操作終了

2) 作業範囲の測定

水平方向の操作範囲（指の届く範囲とは異なる）をペグの挿入出操作で求める。
又図-10に示す装置（ボトルスタンド）を用いて水平及び立向姿勢で棒先が約5 cm以上挿入できる位置を確認する。ただし、マニプレータ移動装置は固定した状態で行う。

2-4-2 ラックシステム（模擬部分ラック）評価試験

1) 装置配置

模擬部分ラック、両腕型マニプレータ及びモニタテレビなどの装置配置を図-12に、各試験対象機器取付位置を図-13に示す。

2) ジャンパー管交換

対象ジャンパー管は、部分ラックに取付けてある24本のうち管径、形状及び継手型式などを考慮して表-2に示すものを交換する。操作手順を以下に示す。

〔取外し〕

- ① マニプレータ（ASM）をジャンパー管継手部へ移動する。
- ② 継手ボルトヘインパクトレンチソケット（IW）をセットし緩める。（多本数のものは本数分繰り返す）
- ③ ASMを反対側継手部へ移動する。
- ④ 継手ボルトを本数分緩める。
- ⑤ ASM姿勢を整えてジャンパー管取手部を掴む。
- ⑥ ジャンパー管を取外す。
- ⑦ ASMで運搬しジャンパー管を置台に置く（終了）。

〔取付け〕

- ① ASMでジャンパー管を取付場所へ運ぶ。
- ② ジャンパー管を取付場所の各継手部へ位置決めし仮取付けする。
- ③ 継手ボルトを本数分IWで締め付ける。
- ④ 反対側継手部へ移動しASM姿勢を整える。
- ⑤ 継手ボルトを本数分締め付ける。
- ⑥ ASMを戻す（終了）。

3) 熱電対交換

熱電対 (TC) は、シース外径3.2φ、4.6φ、6.2mmφの3種類、TC保護案内管は曲げ半径の寸法を変えたもの2種類を準備し、それぞれを組合せて試験する。操作手順は以下のとおりである。

〔取外し〕

- ① ASMをTCコネクタ取付位置へ移動し作業姿勢を整える。
- ② コネクタのロックを解除する。
- ③ コネクタ取手（ワイヤ）を掴みプラグを引き抜く、左右どちらの腕でも良い。
- ④ コネクタを持ちながらTC取付位置へ移動する
- ⑤ TC取手部を掴む。
- ⑥ ASM移動装置でTC保護案内管延長方向に沿って抜き出す。
- ⑦ TCを仮置台まで運ぶ（終了）

〔取付け〕

準備作業として補償導線付TCを700～800mmφのループとなるよう固定しておく。

- ① 仮置台上でTCループを解放する
- ② 台上のプラグ（ワイヤ取手でも可）とTC取手部を持つ
- ③ プラグ取付位置（レセプタクル）へ移動する
- ④ 姿勢を整えプラグをレセプタクルへ押し込む
- ⑤ ロック金具を時計方向に回しロックする
- ⑥ TC取付位置の挿入口へ移動し姿勢を整える
- ⑦ TC光端部を掴み保護案内管受口に挿入する
- ⑧ TC長さ分挿入する（ストロークを計数する）
- ⑨ ASMを戻す（終了）

4) 給電ケーブル交換

ケーブル径23.6mm、重さ6.5kg、長さ3mのものを取外し時はワイヤベイルを持ち、取付け時はコネクタを持って操作する。取付け時にワイヤベイルを持つと、ケーブルの重さと固さにより取付方向合わせに相当難儀するので試験当初は操作条件を統一する。

操作手順を以下に示す。

〔取外し〕

- ① ASMを下部側コネクタ取付位置へ移動し姿勢を整える。
- ② コネクタロックピン（品番5）を反時計回ししてロックを解除する
- ③ ワイヤベイル（取手3）を掴みプラグを引抜く
- ④ プラグを持ち上部側コネクタ取付位置へ移動し姿勢を整える。
- ⑤ ②と同様操作でロックを解除する
- ⑥ 取外したケーブルを仮置台まで運び仮置する

〔取付け〕

- ① 仮置台上のケーブルの両コネクタを持つ
- ② 下部取付位置（レセプタクル）まで運ぶ
- ③ プラグをレセプタクルに挿入する
- ④ プラグを押し込みロックピンを時計回りに操作してロックする。
- ⑤ 上部取付位置へ移動し姿勢を整える
- ⑥ ③と同様操作を行う
- ⑦ ④と同様操作を行う
- ⑧ ASMを戻す（終了）

5) サンプリング操作

サンプリングは、あらかじめ内部を減圧してあるサンプルビンを収めた専用のホルダーを使用して行う

同装置は図-8参照。

部分ラックのサンプリング個所には水入りタンクを設け操作方法の適否を判断する。操作手順を以下に示す。

- ① サンプルビン（ビン）を真空ポンプに接続してある注射針に突き差して1分間減圧する。
- ② サンプルビンを台上に置く
- ③ ホルダーをあらかじめ専用の台に載せて置く。①～③は人手による直接操作とする。
- ④ ホルダーのローター（品番3）にビンのゴムキャップが下向きになるよう装填する。
- ⑤ ビン送りハンドル（品番7）で時計回りに送り込み所定位置にセットする。
（位置はボールラッチに合致する個所）
- ⑥ ホルダーをサンプリング個所のホルダー受部へASMで運ぶ
- ⑦ ホルダー受部のガイドピンに沿ってホルダーをセットする。
- ⑧ ビン押し金具（品番8）を約2分間押し下げて液を採取する。（離すとスプリング力により戻るので注意を要する）
- ⑨ ビン押し金具を解放し、その後ホルダーを受台より外し作業台まで運ぶ。
- ⑩ ビン送りハンドルを回し、ビンを取り出す。
- ⑪ 目視により液量を確認する（終了）

6) 試験条件

試験回数及び組合せなどの試験条件を表-5に示す。また各試験でエラーを計数するが原則的な定義を表-6に示す。

3. 試験結果

3-1 両腕型マニプレータ評価試験

3-1-1 ペグ挿入出試験（Ⅰ）の結果

操作者6人が同一条件下で実施した丸形及び角形ペグ挿入出操作時間を以下に示す。

- ① 丸形ペグ－バイラテラル有りと同無しおよび一部（5.6.7.軸）有り時の結果を表－7に示す。
- ② 角形ペグの同上結果を表－8に示す。

(1) 操作時間の比較

バイラテラル有、無および一部有りについて操作時間を比較した。結果を図－14と図－15に示す。

なお、図中クリアランス1.0 mmの操作時間が多いのは操作手順が不適であったため移動に要した時間が不明確で、一部含まれていることによるものである。

(2) クリアランスの影響

サイズの異なる丸、角形の各ブロックを配したが、その影響がどうか比較を行った。ただしクリアランス1.0 mmについては2)の理由で省略している。

結果を図－16と図－17に示す。

(3) 練習の効果

操作に関して個人差はあるものの、マニプレータ操作経験によることの方が差が大きいものと考えられる。本試験およびマニプレータ操作に関して全員初体験と好条件であったため比較を行ってみた。

マニプレータの練習は、標準的な者で2～3時間、準備作業等の事情で十時間ぐらい操作した者、その他全く練習せずの者があり、それらを区別して比較した結果を図－18に示す。また図－17に示した結果について、バイラテラル一部有りの操作時間が最も短い、操作順序の関係で練習効果が現れたものと思われる。その様子を図－19に示す。

3-1-2 ペグ挿入出試験（Ⅱ、速度比較）の結果

両腕型マニプレータの動作、速度を評価する試験として同一作業を機械式マスタ・スレーブで行った。

結果を表－9(1)(2)と図－20に示す。また単純動作（ハンマー振り）を比較した結果を表－10に示す。

3-1-3 ペグ挿入出試験（Ⅲ、バイラテラルの影響）

両腕型マニプレータのバイラテラル感度評価のために「有り」では全軸Lレベルと同Mレベル、更に全軸「無し」で試験を行った。その結果を表-11(1)、(2)と図-21(1)、(2)に示す。ここでLレベルとは、スレーブアーム：マスターアーム＝約10：1、同Mレベルは約4：1の力帰還比となっている。またバイラテラルは軸番号で2～7軸に各々設定できることからペグ挿入出などの単純作業時での軸が有効に機能しているか試験を行った。結果を表-11に併記する。この時の操作感を表-12に示す。この試験では図-22に示すテストスタンドでペグ穴とペグのクリアランスが最も緩いものと厳しい2種類を用いて実施した。

3-1-4 ペグ挿入出試験（Ⅳ、視認性）

マニプレータ操作時に視るモニタテレビの画質をカラーと白黒とで行い操作時間及びエラーに差があるか試験を行った。操作時間の結果を表-13(1)、(2)に、操作時のエラー数表-14(1)、(2)に示す。また図-23に時間を比較したグラフを、図-24に全エラーに占める各操作毎の発生割合を示す。

3-1-5 ペグ挿入出各試験時の問題点及び指摘事項

- ① マスターアーム操作時かなり重い、特に腕上下動作のとき。
- ② 動作速度が遅いためオーバーシュートし、位置合わせしにくい。
- ③ ガタなどにより不感域が大きいため位置合わせが難しい。
- ④ 目標物の位置によっては窮屈な姿勢となり インデックス機能が必要と思われる。
- ⑤ 操作方向を定めるのに作業物真上のカメラからの画像は有効であった。同様に真横も必要と思われる。
- ⑥ バイラテラルの有無に関しては以下に示すような点である。
 - ・ペグ操作では特に差は感じなかった。
 - ・ペグ拔出し、ペグ放し時など拘束状態から開放される際の反動はバイラテラル有の方が少ない。（力加減できるため）
 - ・バイラテラル有りの「M」レベルではマスタ側の5.6.7.軸が発振するため操作しにくい。
 - ・クリアランスが小さいところでは視覚だけでは動きの方向がわからないためバイラテラルは有効であった。

3-1-6 両腕型マニプレータの作業範囲

ボトルスタンドを使用して、水平作業と立向作業時の片腕分の作業範囲を求めた。
試験はボトルに相当する丸パイプ（直径 4 cm）を 5 cm 以上挿入できれば作業可能と判定し、縦、横 25 列の任意の位置に挿入していくもので、結果は図-25(1)、(2)に示す。
各作業ともマニプレータ位置は固定、バイラテラル感度は「L」レベルで行った。

3-1-7 バックラッシュ測定

マニプレータ各軸の関節はギヤおよび自在継手で構成されている。使用頻度にもよるが次第にガタが大きくなることが予想されるため定期的に測定することとした。なおマニプレータ前腕部（5. 6. 7. 8. 軸）は 59 年度末に改造を行ったものである。結果を表-15に示す。

3-2 ラックシステム評価試験結果

模擬部分ラックに配置してあるジャンパー管、熱電対、給電ケーブルおよびサンプリング装置の交換並びに操作の結果を順次示す。

3-2-1 ジャンパー管交換

(1) 操作時間

各ジャンパー管の操作時間などの結果を表-16に示す。

また、ジャンパー管構造の違いによる操作性を比較するためクランク型でフレキシブルチューブ付の J-8 とコの字型でリジッドな J-10 を用いて試験した結果を表-17に示す。

(2) ジャンパー管交換試験時の各機器の問題点

マニプレータ

- ④ ジャンパ管の形状を優先（大きくはラック構造）するならば、マニプレータ腕（スレーブ）直下姿勢となる作業で（ボルト頭部へのソケット合せあるいはジャンパ管取手への位置決めなど）微調整が主にトランスポート側操作となり、カメラの死角とも相いまって煩雑である。肩部の上・下振り動作があれば相当有効である。（又は肘、手首間の伸縮）

- ⑤ マニプレータとトランスポート間にインターロックが必要である。

視覚関係機器

① カメラ

- ・ マニプレータ両肩部のカメラは直下作業時ほとんど見る事ができない。
- ・ 作業風景全体をとらえるカメラが最低1台必要。
- ・ ズームレンズ使用時至近距離が問題となり、取付場所（今回はラック上部のボルトに対して、直上に位置するカメラ）によって有効な利用ができない。

② カメラ姿勢制御器

- ・ 1台で4台のカメラが操作できるものを使用した、1:1の方が混乱しない。またボタン操作よりジョイスティックの方が早く確実と思われる。

③ テレビ

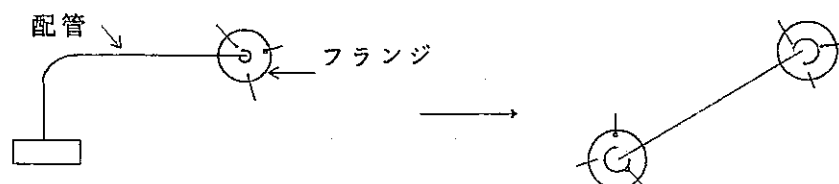
- ・ 6台（当日は調整中のものあり5台で作業）のうち、最も対象物をとらえている像と主モニタテレビ（26インチ）に映しているが、2位置同時画面（合成）となれば操作者の判断、視認性の面で有効と思われる。

ジャンパ管（J：はジャンパ管Noを表す）

- ① J-1 取外し、取付操作共にマニプレータ腕直下作業となるため(1)イ項の問題で、腕水手作業可能なベイルに交換した。作業性はマニプレータの能力を活かす点からも極めて有効と思われる。（ベイルは2種準備済）

- ② J-9 取外しは簡単であるが、継手穴部へ上・下両方同時に挿入する操作は非常に困難である。（ジャンパ管長さ、継手近辺へのガイド及びベイル形状等検討が必要）。

- ③ J-21、24 プレーナ型のマニプレータには下図（右）の構成がマニプレータ操作、カメラによる視認性ともに良好と思われる。



（J-21、24現在形状）

- ④ 継手の間隔は、管端が自由に隙間を通れる程度にすれば取付、取外しが容易となる。（J-5～7、J-8～10）

インパクトレンチ

- ・ 連結棒、ソケット間の自在継手部のスプリングが弱いため首垂れが大きくなり、（矯正用）

ボルト頭に合致させにくい。

(3) クレーンとの協調作業による交換結果

軽量級（10kg以下）のジャンパー管はマニプレータのみで交換できるが、中、重量級はクレーンとの協調作業となる。そのことから中量ではあるがジャンパー管No. J-12、13及び14の交換を協調作業で実施した。試験結果と表-18(1)、(2)に示す。その際の問題点を表-19に示す。

3-2-2 熱電対（TC）交換

(1) 取付け操作

熱電対取付け操作結果を表-20(1)に示す。

(2) 取外し操作

取外し操作は健全な物を取扱う試験であり、極めて簡単な操作となったことから代表者が数例実施した。結果を表-20(2)に示す。

(3) 挿入操作時間

熱電対取付け時の挿入について、TC直径とTC保護案内管形状とを適当に組合わせて、その所要時間等を比較したものを表-21に示す。

ただし、TC直径6.2 mmφのものは直接人手による操作でも相当な力（約15kg以上）を要するためマニプレータでの取扱いは中止した。

(4) 取付け操作時のエラー発生状況

TC取付操作時に発生したエラーを操作手順に沿って計数した結果を表-22に示す。

(5) TC挿入出操作の分析結果

TC交換時の挿入及び抜き出し操作について分析を行った、結果を表-23(1)、(2)に示す。

(6) TC交換試験時の各機器、装置及び操作上の問題点

マニプレータに関するもの

① ハンド指部切欠き部分にケーブル、ワイヤ（細径）が入り取扱いが面倒になる。

又、指には滑り止め用として、ゴム板（5mm t）を張り付けたがTC（熱電対）の取扱いには非常に有効であった。難点は金属部分の取扱い等で削り取られる。今後は形状、ゴム材質及び貼付方法（ゴム焼付け）に検討改善を必要とする。

② 弾性のある長尺物を取扱う際は、どうしてもマニプレータの動く範囲（形が決

まっていないため)が広がり、しかも両腕を使用することが多くなるがマスターとスレーブの動作範囲が1:1のため個人のリーチ長さに期待するしかない。またやむをえず窮屈な姿勢で止どまっていることなどもあり、インデックス機能が是非とも必要である。

- ③ マスター手元3連スイッチは誤動作によりTCを曲げてしまうこともある。現在色は変えているが、操作者の多くはモニタに集中し(又はある程度慣れているためか)スイッチを一々見て操作することは少い。

使用頻度の高い2つ以上のスイッチがある場合は形状に変化(指の当る面に凹凸を付すとか)を持たせることが必要である。

-後日、臨時にヤスリ傷を付して区別できるようにしたがかなり有効である-

- ④ 試験実施の度毎に各操作者ともに感じる点としては、スレーブ動作の遅れ(マニプレータの動作速度)についてである。第4~7軸が改善されることによって相当操作感が良くなるものと思われる。

- ⑤ バイラテラルの有効性は特に顕著なものではなかった。しかしTCを保持している片側の引張られる程度を判断し、曲げを与えないよう手首姿勢を変えられる点は一々モニタ上に映し出してそれを確認せずに情報が得られることから便利である。

ラックに関するもの

- ① TC(長さ約2.8 m)は真直ぐな状態で持ち運ぶと、周辺配管への引掛り、あるいは挿入時のマニプレータ姿勢などの点から、ループ又はそれに近い状態の形が良いようである。ただしこの際の梱包(固定)方法、及びマニプレータによる開放(開梱)方法は検討、試験する必要がある。

- ② TC直径3.2 mmφは曲がり易い、操作者の熟練度にもよるが修正はほとんど無理で、逆に別の曲がりが発生させるのみである。

ただ、マニプレータで片端を放した場合などの取扱性は細いが故に柔軟性があり、再び掴む等の取扱い易さはある。

- ③ TC直径4.6 mmφのものは、比較的取扱い易く、多少マニプレータの雑な動きでも変形は少なく挿入し易い。ただし小さな曲げでも挿入時の抵抗は大きくなり挿入が難しくなる。

取扱時に片端を離すと再び掴むのは難しい。

- ④ TC直径6.2φはタイプIでの挿入は、取扱時の固さ（又はコワサ）から内径15φ、曲げR = 650 mmの保護案内管には挿入できない。
- ⑤ TC保護案内管の上部（槽外上部）の曲げRの付いたものは操作しにくい。塔、槽類でも取付場所によって、やむを得ないもの以外は直管（上部）とすべきである。

視覚及び照明機器に関するもの

- (1) モニタテレビの画面（メインモニタ以外は12インチ）が小さい、20インチ程度あれば相当に見やすくなると思われる。
- (2) 作業時のマンニプレート全体姿を映すモニタカメラがあると良い。
（現状：斜後方からのモニタがあるがマンニプレート支柱などが邪魔している）
- (3) マンニプレート移動の際の監視カメラとして横方向（約11m側方）からモニタしているがかなり有効である。ただし広域を撮っていることで、対象物が小さく見分けにくい。6倍ズームを装着しており像の拡大は可能であるが範囲が狭くなり調整が頻繁となる。積極的な活用方向とするならマンニプレートを自動的に追跡する機能を持つと相当に有効と思われる（見やすい映像の提供と調整減となる）。一方操作者の慣れ（熟練度）にもよるが、移動監視に限定するならば、方向のみの調整で済む広角固定レンズ使用でも十分（設置距離も短くなる）と思われる。
- (4) 5～6台のカメラの操作は、マンニプレート操作者からの指示が聞きとりにくいこと、用語等の不統一などで適切な映像提供に相当手間どる。伝声方法と共通用語の統一でお互いの呼吸（イキ）違いを無くす。
- (5) カメラ操作器の操作がスムーズでない、逆方向あるいはマンニプレート操作者の希望するカメラとは別カメラの動作など、直接ミスには結び付かないがマンニプレート操作者のイライラを助長する一因ともなっている。

現在器は汎用器なため無用のスイッチ等もあり、又形式の異なるものがあり操作がまぎらわしい。

操作に関するもの

- (1) 手順ではTCループ開放－運搬移動－TC挿入－プラグ取付の順であったが、操作しているうちプラグの処置を先に済ませた方が、TCの取扱いに両腕を自由に使用できることから、TC挿入、プラグ取付を逆とした。
- (2) TCループの開放は適当な方法、治具等の準備、検討がなされていなかったた

め省略した。1点身近にある物で扱い易いと思われた麻紐を使用して約800mmφ程のループ開放をマニプレータで行ったが、確実性のあるものではない。

3-2-3 サンプルング操作

(1) 予備試験

操作性及び条件設定のため予備試験を行った。結果を以下に示す。

① サンプルビン減圧時間

真空ポンプ排気量にもよるが、今回使用ポンプ(50ℓ/min)では1分で充分である。

② 液吸引能力

1分間減圧したサンプルビンの液(水道水)吸引は、30~45分放置後でも7~11cc(容量約11cc)採れることが確認できた。

③ マニプレータによるサンプルビンの取扱い

ポリエチレン製の同ピンは9~10kg以上の力で変形を生じ、ホルダーからの排出ができなくなることが分った。又マニプレータの握力調節機構はピン取扱いには不向と思われ、取扱できない操作者用としてツブレ予防の当て物を準備した。

④ その他注意事項として

a) サンプルビン内減圧用として注射針(0.7mmφ)を使用するが、その取扱いをマニプレータで行うことは極めて困難である。そのため操作は直接人手によること。又注射針はゴム栓に突き差して長時間放置すると、液吸引できなくなるため、試験直前に減圧すること。

b) サンプルビンをニードルに突き差す際は、ちゅう躇せず一気に押し金具を押すこと。ニードル径が最大になる所で一担引掛る感が有るが、そこで止めるとすでにゴムはニードルが貫通しているため復圧し、液を吸い込まない。

(2) 本番サンプルング操作

操作時間などの結果を表-24に示す。

(3) サンプルング操作時のエラー発生状況

操作時に発生したエラーを操作手順に沿って計数した結果を表-25に示す。

(4) サンプルング操作試験時の各機器装置及び操作上の問題点

マニプレータに関するもの

① マスター側フートスイッチ(ローラスイッチ)が、中立点に復帰せずに微動作

していることがある。

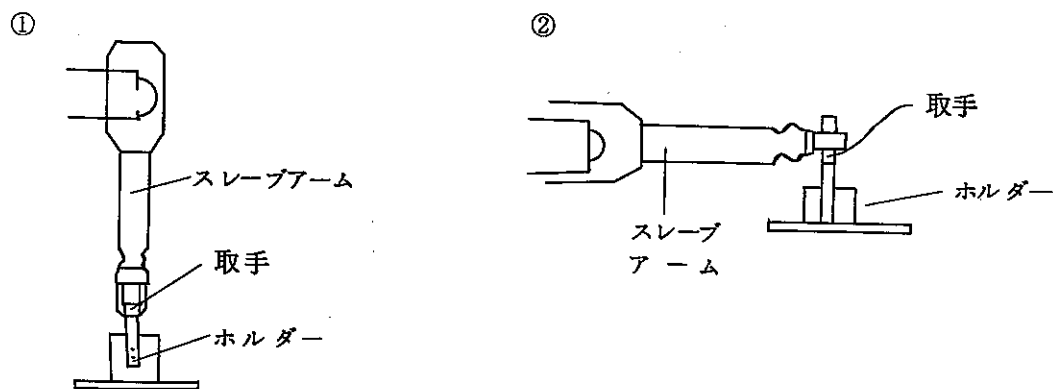
- ② マスターの片腕側で集中的に作業している際、一方の腕を支障のない姿勢でロックできると便利である。
- ③ テレスコチューブを伸ばした状態で移動すると起動時のショックで大きく揺れる。ショックレスタ等を設けスムーズな動きにする必要がある。
- ④ サンプルビンの取扱いは約9～10kgの握力以上だと、ビンを変形させホルダーから排出できなくなる。操作訓練で要領は覚えられるが視覚だけが頼りで、良く落すことがある。握力調整機能はあるが、極端に速度が遅くなる。又マスタでは良く作動しないなどがあり使用しなかった。

サンプリング装置に関するもの

- ① ホルダー取手の支柱間が狭く、ビン送りハンドルの操作が窮屈、又ハンドルが支柱の陰になり見えない。
- ② ビン挿入口の受口が浅く（もともとマニプレータの指で隠れて見にくいため感じで入れている）ビンが転げ落ちる。
- ③ 前記(1)、(2)及びビン排出とも関連して ターンテーブル式の台が必要と思われる。
- ④ ホルダー取手の構造、位置が、マニプレータ（タイプⅠ、プレーナ型）に適していない。（(1)、(2)とも関連している）

下図①の状態でも取扱いできるが、この際はトランスポーターでの正確な位置決め、それに配管が障害となっているため約45°の姿勢変え（1軸回し）が要る。

図②だと、スレーブアームの自由度を有効に活かすことができる。



- ⑤ ビン送りハンドル取手をスナップリングで止めているが、使用中に外れた。使用条件を考慮し溶接など堅固な方法を取るべきである。
- ⑥ ビン送りハンドル位置決め用ボールラッチが合致しているかどうか確認しにくい。
 - ・マニプレータハンドに隠れてしまう。
 - ・真上からのモニターでは、近接の六角穴付ボルトと区別ができない。
- ⑦ ビン押し金具は的（目標物）が小さく、かつ滑り易い。多少大き目（広く）が良い。
- ⑧ ホルダー受基部ガイドピンへの位置合せは非常に面倒である。目的からすれば、ピン形式は不要でフランジ周囲のガイド（3ヶ所程）で十分と思われる。
 - 回り止めが必要なら1ヶ所切欠きを設ける。

視覚機器に関するもの

- ① マニプレータの両肩部に設置しているカメラのうち、右肩部のカメラは至近距離が長く、画角も狭いために利用しにくい。
 - 左肩；至近距離 1.1m 画角； $43.6^{\circ} \times 33.4^{\circ}$ （水平×垂直）
 - 右肩；至近距離 2 m （クローズアップレンズ付で1 m）
 - 画角； $35.5^{\circ} \times 27^{\circ}$ （C、L付約 $20^{\circ} \times 16^{\circ}$ ）

3-2-4 給電ケーブル交換

- (1) 給電ケーブル取付け
 - ケーブルの取付け操作結果を表-26(1)に示す。
- (2) 同ケーブル取外し
 - ケーブルの取外し操作結果を表-26(2)に示す。
- (3) 同ケーブル交換時のエラー発生状況
 - 取付け操作時に発生したエラーを表-27(1)と取外し操作時に発生したエラーを、各手順に沿って計数した。結果を表-27(2)に示す。
- (4) 給電ケーブル交換試験時の各機器、装置及び操作上の問題点
 - マニプレータ及びモニタテレビ等については前記の他試験に含まれるのでここでは給電ケーブルと操作上の問題点を以下に示す。
 - ① コネクタのプラグ形状
 - プラグは取付位置に対応する形状のものが望ましい。今回使用したものはいず

れも普通型で、取付位置は垂直及び水平面である。

垂直面に取付るものはアングル型が、操作性などの点で勝るものと思われる。

② コネクタ表面の仕上

クロムメッキを施した物のため、照明による反射でロックピン、レバー位置など細かい部分の状態確認がしにくい。又マニプレータの指も金属であることから一層滑り易くなっている。

光沢を無くす（押える）表面処理及び滑りにくい加工を施す細い配慮も重要と思われる。

③ 照明

照明は主にセル外壁に相当するフレームとマニプレータブリッジ下に吊り下げた照明器（水銀灯と高圧ナトリウム灯の混合）である。

ブリッジ下には壁側に2灯、反対手前側に2灯の配置であるが、ラック上部に位置するコネクタ部分はカメラ必要照度に足りないため不鮮明な画像となる。

3-2-5 原因別エラー発生状況

各試験で発生したエラーを視認、操作、装置構造などの原因別に分類して発生率を比較した。表-28に結果を示す。

3-3 その他関連の試験結果

3-3-1 マニプレータ移動操作

マニプレータ移動装置を直接操作した場合と、TC交換試験時の遠隔操作を比較した結果を表-29に示す。

3-3-2 モニタテレビの利用度

各試験とも6台のカメラからの映像のうち、最適と思われるものを選び主作業用として利用している。各カメラ性能が一樣でないため画質の点で敬遠されたものもあるが、TC交換の利用時間をビデオテープより分析した結果を表-30に示す。

又、主モニタテレビ以外に各カメラに対応するモニタテレビを備えて、死角の補助あるいは位置確認及び姿勢合せなどに利用している。各操作者の感想をもとにまとめた結果を表-31に示す。

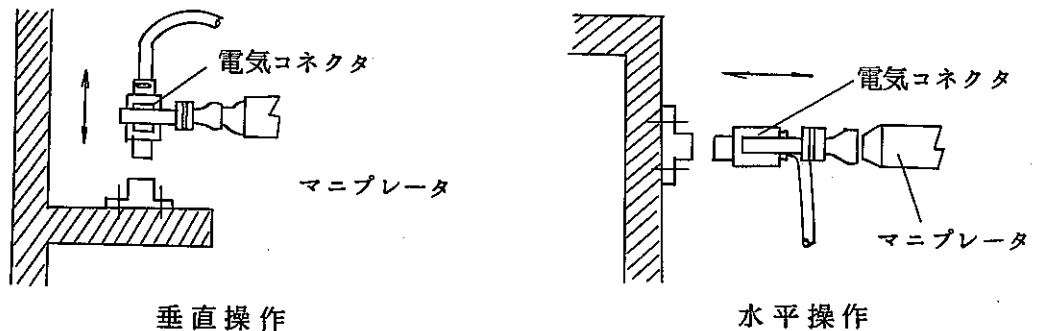
3-3-3 照度測定結果

模擬部分ラックの真上にマニプレータ移動装置を位置させ、同装置に吊り下げている照明器の照度分布を測定した。各測定箇所を図-26に、測定値を表-32に示す。ランプ種類は(1)メタルハライド4灯、(2)高圧ナトリウム2灯と水銀ランプ2灯ずつで他は点灯していない。

3-3-4 各種電気コネクタの着脱試験

電気コネクタの種類とその着脱に要する操作力を表-33に示す。ただしその数値は厳密な測定方法でないため、各々多少の誤差はある。

又、各電気コネクタの遠隔着脱操作時間を表-34に示す。尚、表中垂直操作とは、ラック等の水平面に取付てあるものを操作する。同様に水平操作とは、同垂直面に取付けたものを操作する（下図参照）ことを意味する。



試験したコネクタの外観を写真25～27に示す。

3-4 試験状況

各試験の状況を代表例であるが写真1～27に示す。

4. 評価及び考察

4-1 両腕型サーボマニプレータ

(1) 操作性及び動作速度

各試験を通じ両腕型サーボマニプレータの操作性は良好なもので、製作当初及びその後の改造目標を満たしているものと評価できる。ただし細かな点については問題点あるいは指摘事項などに記してあるように、事柄によっては無視できない重要な項目もあるため、今後の開発に反映できるよう十分な検討を行っていく。

重要項目としては、1) 動作速度の向上 2) バックラッシュ量の減少(分解能の向上も合わせて)などである。

(2) バイラテラルの影響

ペグ挿入出試験からの結果ではバイラテラルの有無は操作(作業)時間に有意な差がないことから、作業速度の面では多少当初の期待が外れた。しかしエラーに関しては重要度の高いペグ落下及びスリップによるマニプレータハンドの外し(力の加減が調節できないため起こる)が圧倒的にバイラテラル無しに多いことから、作業の確実性あるいは対装置の安全性(健全性確保)などの面でバイラテラル機構が有効に機能するものと思われる。

(3) 視認性

ペグ挿入出試験でモノクロ化したモニタテレビとカラーで操作時間などを比較しているが、1時間程度の短時間では有意な差はなかった。操作者の感想ではカラーの方が良いとの答は当然としても、作業時間の調整などの面で配慮すればモノクロでも作業に支障はないものと思われる。ただし監視目的に使用される装置は情報量の違いからカラーが適している。

(4) 作業範囲

移動装置を固定した状態でのマニプレータの作業範囲は、水平操作、立向操作とも腕長さ及び各関節の動作範囲に見合ったものである。

4-2 ラックシステム

4-2-1 ジャンパー管交換

ジャンパー管に関しては個々に問題点の項に列記してあるが、全体的には各ジャンパー管とも両腕型サーボマニプレータ、インパクトレンチ及びクレーンなどを用いて

交換できることを確認した。

特にジャンパー管の中で軽量級のもので構造上マニプレータ腕長さが合致するものは、片腕に工具、一方にジャンパー管を持ちながら取付あるいは取外しできることから、両腕型の特徴を十分発揮できることが確認できた。

ジャンパー管構造に関しては、フレキシブルチューブを配したものと固定形のを現状と比較すると、フレキ付といえども変形を大きくするような継手配置では反作用で修正に手間どり、かえって作業にしにくい。

4-2-2 熱電対交換

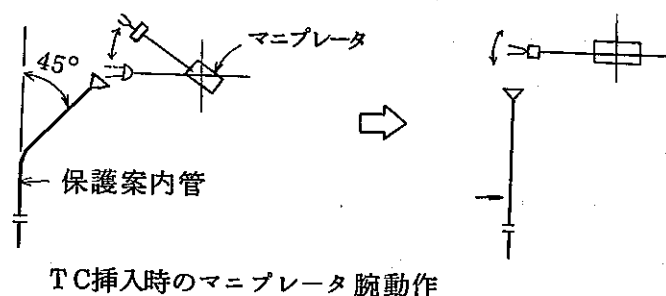
TC交換に関しては以下のとおりである。

- (1) マニプレータと保護案内管に最適なTCシース径は4.6 mmφであった。

TCシース径3.2 φのものは保護案内管の形状（曲げ加工は槽内部側のみとする）によっては4.6 φと同等に挿入可能である。ただしマニプレータでの取扱性及びテレビの視認性からすると、多少でも曲がりにくいもの、見やすいものの方が良い。

- (2) 保護案内管形状は、以前の試験時に比べ曲げRが3倍、6倍となって完遂できていることから大きい方が有利である。しかし3倍（15DR）と6倍（30DR）との有意差はないと思われる。

参考を実施した例で 上・下部2箇所のうち上部側の曲げを修正した保護案内管は、マニプレータの腕動作とも相まって操作上（下図参照）非常に有効である。



- (3) 当試験で発生した主なエラーは、TC特有のものとしては、TCの曲げと、TCを放してしまった際のとり込みで、このエラーによって以後の操作が不能となって

いる。又圧倒的に多いのは視認性（視覚）に起因するTCの掴み損ね、コネクタあるいはTCの取付部への位置合せ不良で、遠近感の無いテレビの画面では致し方ない結果と思われる。

(4) TC取外し

TC取外しは都合上健全なものを用いたため実際とは状況が異なるが、テレスコピックチューブを縮め、かつ保護案内管延長方向にマニプレータを移動させることによりほぼ支障無く拔出してきた。

4-2-3 サンプリング操作

サンプリングに関する評価、考察は次のとおりである。

- (1) サンプルビン内減圧を除く一連の作業（ホルダーへのセットからビンの排出）を両腕型マニプレータ（タイプI）で操作できることが確認できた。
- (2) サンプリング操作時間は約9分から25分であった。又減圧後、セル長さを想定した時間（平均17分）待期したビンでも液（水）を吸引することが確認できた。

液吸引までの経過時間は最長で49分のものもあるが予備試験の結果などからみて30分程度が安全圏と思われる。

- (3) 当試験で発生した主なエラーは、サンプリングポット受基部に同ポットをセットする際に2本のガイドピンを通して行う構造となっている（サンプリング後の受台も同様とした）が、この受基部への位置合せに集中している。

このガイドピンは以前の試験で合せ操作をし易くする目的から高底差（長いピンと短いピンを設けてある）を付けてはいるが、エラーの発生状況及び操作感からあまり効果的でないことが明らかとなった。

4-2-4 給電ケーブル交換

給電ケーブル交換に関する評価、考察は次のとおりである。

- 1) 交換作業は比較的順調に行えることが確認できた。
- 2) 当試験で発生した主なエラーは、プラグロック及びロック解除時のレバー操作の不具合とプラグ取付時の位置合せ不良並びに挿入不良で7割以上を占めている。主な原因は以下の点にあると思われる。

(a) 視認性によるもので、反射あるいは操作する物が小さいため何回も同じ動作を繰り返す。

(b) 同様に視覚に左右されるもので、遠近感の無さから取扱物を取付部に接触させ

てその位置を確認している。

(c)方向性のある物については、カメラ位置によって見えてる合せ線と操作者が推測した方向に差があるのに修正せず取付てしまおうとする。

(d)マニプレータ操作の不慣れあるいは取扱物の構造を良く理解していないなど。

3) エラーに関して、他の試験ではあまり起きなかった取扱物を落すエラーが取付け、取外し各11回のうち、取付け操作で3回、取外し操作で1回あった。いずれも片側のみで操作中止には至らなかったが、プラグのエッジに相当なヘコミができた。

主な原因は以下にあると思われる。

(a)取付操作では、その操作性からワイヤベイルを持たずプラグ本体の胴部を持って扱うことも可としたが、その操作に起因するもの。

(b)メッキ仕上品で表面が滑り易い。

(c)握り位置及び握りが浅いなど。

4) 当初ケーブル取付は単純にラック下側コネクタから行うものとしたが実際操作してみると、配管類への引掛り、取付場所周辺でたるみ分が邪魔になるなど支障が出た。このことから両腕にケーブルの両端を持ち取付場所へ運びケーブルを取付ける操作は、一担最上部までマニプレータを上げラック上部の安全な空間を通り、上部側作業実施後、下側に移るという手順で作業を行った。

4-2-5 その他

1) マニプレータ移動装置

① 単純比較では遠隔操作が直接監視下での操作に比して2倍の時間がかかる。

② 時間のかかる主な理由は、カメラ視野の狭さ、遠近感の無いこと及びカメラ操作の不適切なことなどによって、操作者が適切な判断を下せずに不安感を覚え、恐る々移動したり時々停止しては状況判断することから生ずるものと思われる。

カメラの増設を考えない対策案としては、マニプレータが安全に移動できる経路に標識(誘導線などのようなもの)を付し、適当なカメラで標識を捉えながら目標点近くまで進む。効果のほどは分からないが試してみる価値はありそうである。

2) モニタテレビの利用度

モニタテレビ(カメラも同じ)は、TC交換試験時の例をあげているが、他の試験でも大差はなく、圧倒的にNo.4に(左肩カメラ)をメインとして各操作を行

っている。理由は次のような点からである（対右肩No.5カメラ）。

- ㊂ 全員右利きであることから、死角となる（腕に隠れるなど）部分が少ない。
- ㊂ 右肩カメラに比べると焦点距離が短いため画角が多少大きい（撮像範囲が広い）。
- ㊂ 被写体最底照度が右肩に比べ約1/20（10 lux程度）であり、作業箇所の明暗差が画質にあまり影響を与えない。

又、6台の各モニタテレビの中、主モニタに映し出すNo.4を除く他のモニタで利用されるものは、マニプレータトロリーに取付てマニプレータ操作域の平面画像を映し出すNo.3モニタである。これは主モニタと同等に利用される。

更に、マニプレータ移動の際に必ず利用される横方向から全景を映し出すNo.1、No.4で死角となる部分を補っているNo.5が良く利用される。

No.2とNo.6は本試験においては余り利用される機会は無かった。しかしこれらはジャンパー管の交換時は有用と思われる。

3) 各種電気コネクタの着脱試験

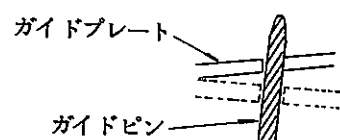
各コネクタ操作上の問題点、特徴を以下に記す。

㊂ 日邦

- ・数度の落下にも係わらず、操作上大きな支障はないほど堅固である。
- ・大型である。

㊂ 日本航空電子-1、2-

- ・マニプレータで掴む取手が無い（後日入手）と操作しにくい。
- ・着脱時ガイドピンと同プレートがかみ込んだ状態となる。

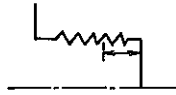


[	プレート寸法、穴径12.5mm	]
	厚さ6mm	
	ピン外径12mm	

- ・マニプレータで取扱われることを考慮しある程度頑丈な構造であること。（ボールロック用ボールが抜け落ちた）
- ・軽量である。

㉔ 同上 - 3 -

- ・ネジロック式のためネジ締め及び緩め動作が煩雑。
- ・取付支持代のないものであったため取付不能であった。



本来CPRではねじ山を数山、削り落してプラグを支持できる構造となっている。

㉕ AMPHENOL

- ・占有面積が大きい。
- ・水平面の取付けには向いていない。
- ・多心ケーブル用のため重量の面で懸念有る。

㉖ GULTON

- ・大きな操作力を必要とする。又クランプレバーとケーブルカバー部までの間が長い場合マニプレータハンドは大きいものを必要とする。
- ・堅固である。

㉗ Jupiter (LEMO)

- ・小形で操作も簡単である。
- ・位置合せマークがずれる (4 pin のもの)。

5. むすび

試験開始当初の計画とは多少項目が減っているが、今後は各試験で摘出した項目とともに残りの項目、例えば重量級のジャンパー管あるいはラックそのものの据付試験、マニプレータに関しては移動装置を含めた自己保守試験などを行う予定である。

また、本文ではマニプレータの操作性などに関して経験の面あるいは比較機種がなかったなどから適切な評価を下せなかった点多々あります。関係各位からの御教示並びに御意見を期待しています。

最後に本試験でマニプレータ操者として参加しましたメンバーを以下に示して報告を終わります。

1.	川妻 伸二	所属	技開部	C M S
2.	三好 保行		同	上
3.	浅田 浩一		同	上
4.	Dr. J. Y. Chang		U S A . D O E	
5.	小林 洋昭	現在	環工部	H I S
6.	本橋 昌幸	現在	技開部	建設室

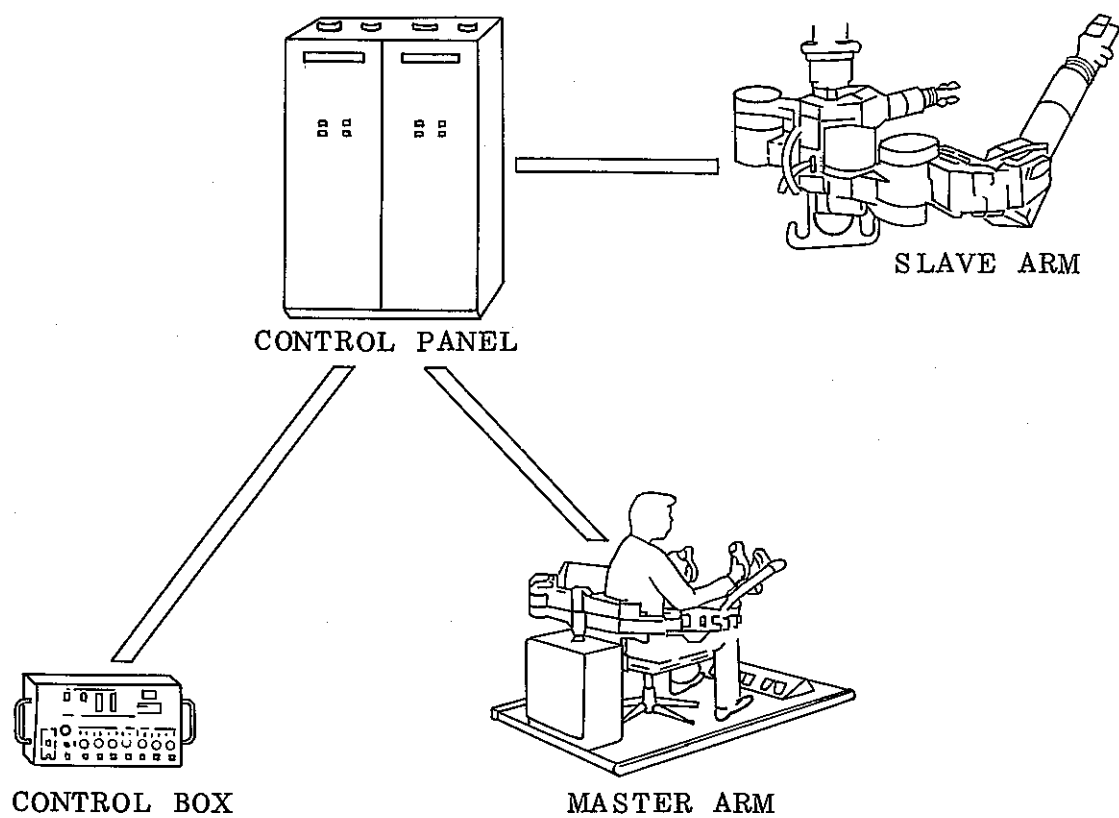


図 - 1 両腕型サーボマニプレータシステム概念図

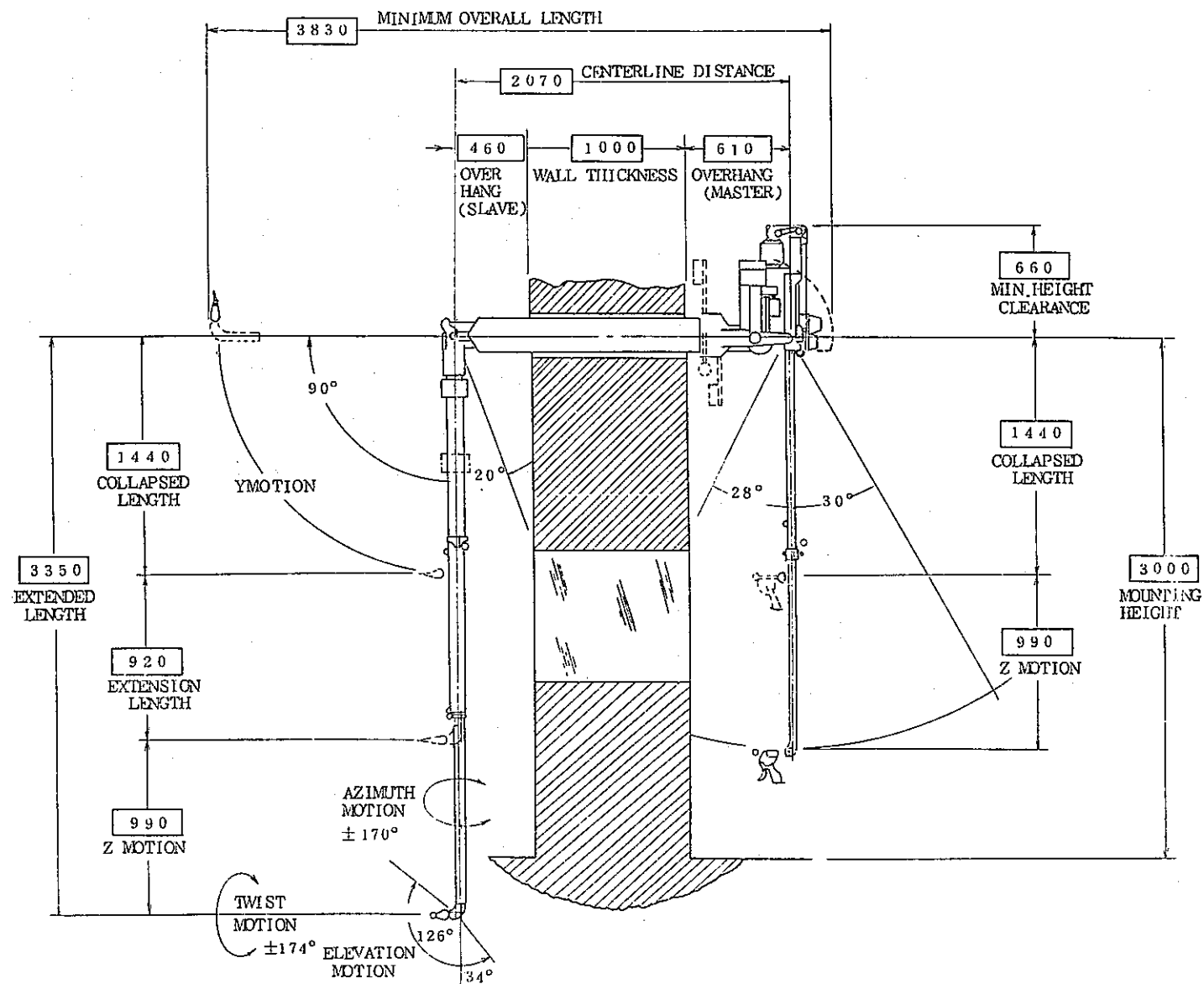
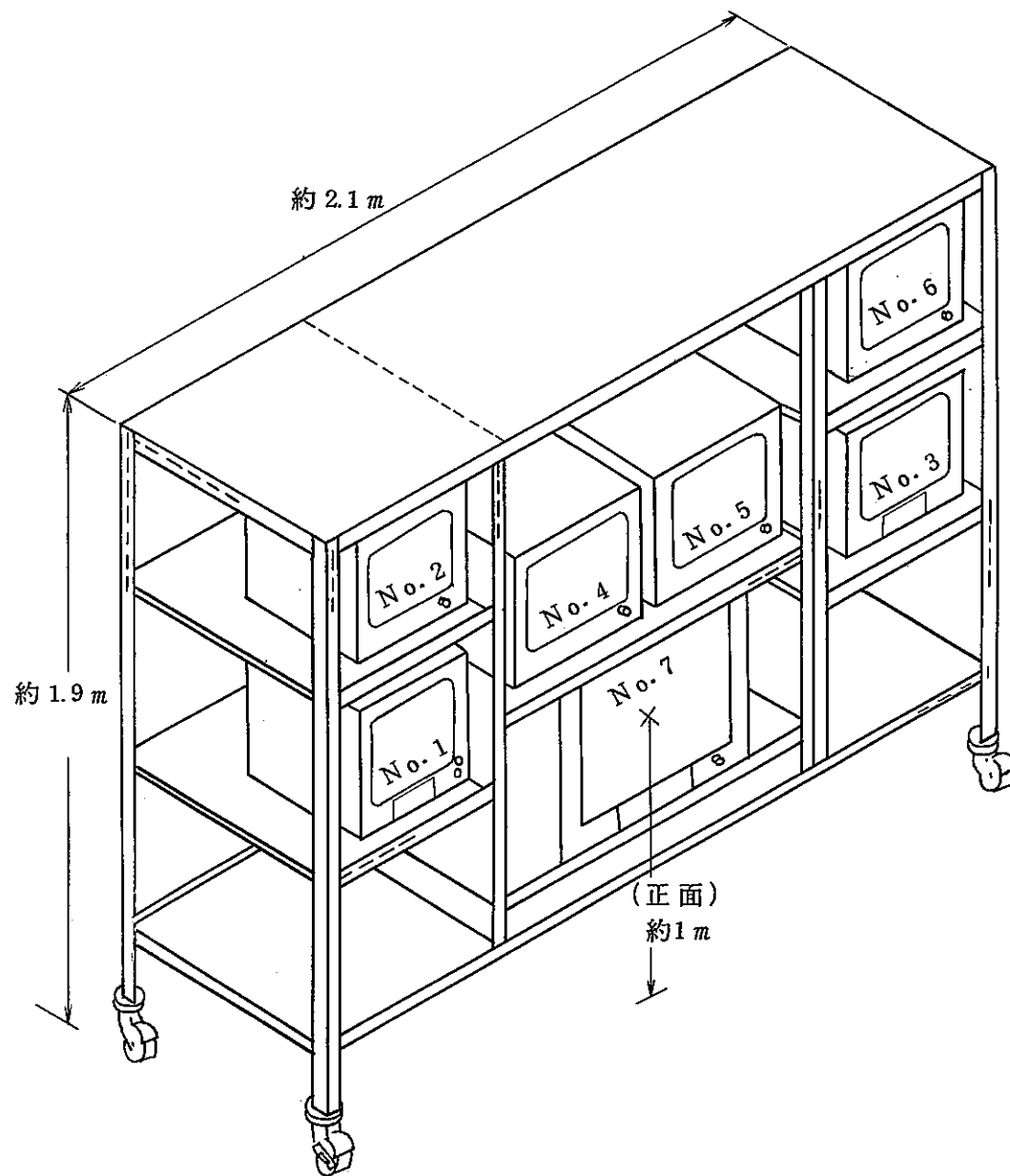


図-2 機械式マニプレータ寸法等



Na	対応するカメラ Na 取付位置
1	Na 1 移動可能なもの
2	Na 2 ブリッジ取付（左側）
3	Na 3 キャリッジ（正面）
4	Na 4 マニプレータ左肩
5	Na 5 マニプレータ右肩
6	Na 6 マニプレータ F
7	主モニタテレビ26インチ

注）サイズ記入ないテレビは14インチ

図-3 モニタテレビ配置（例）

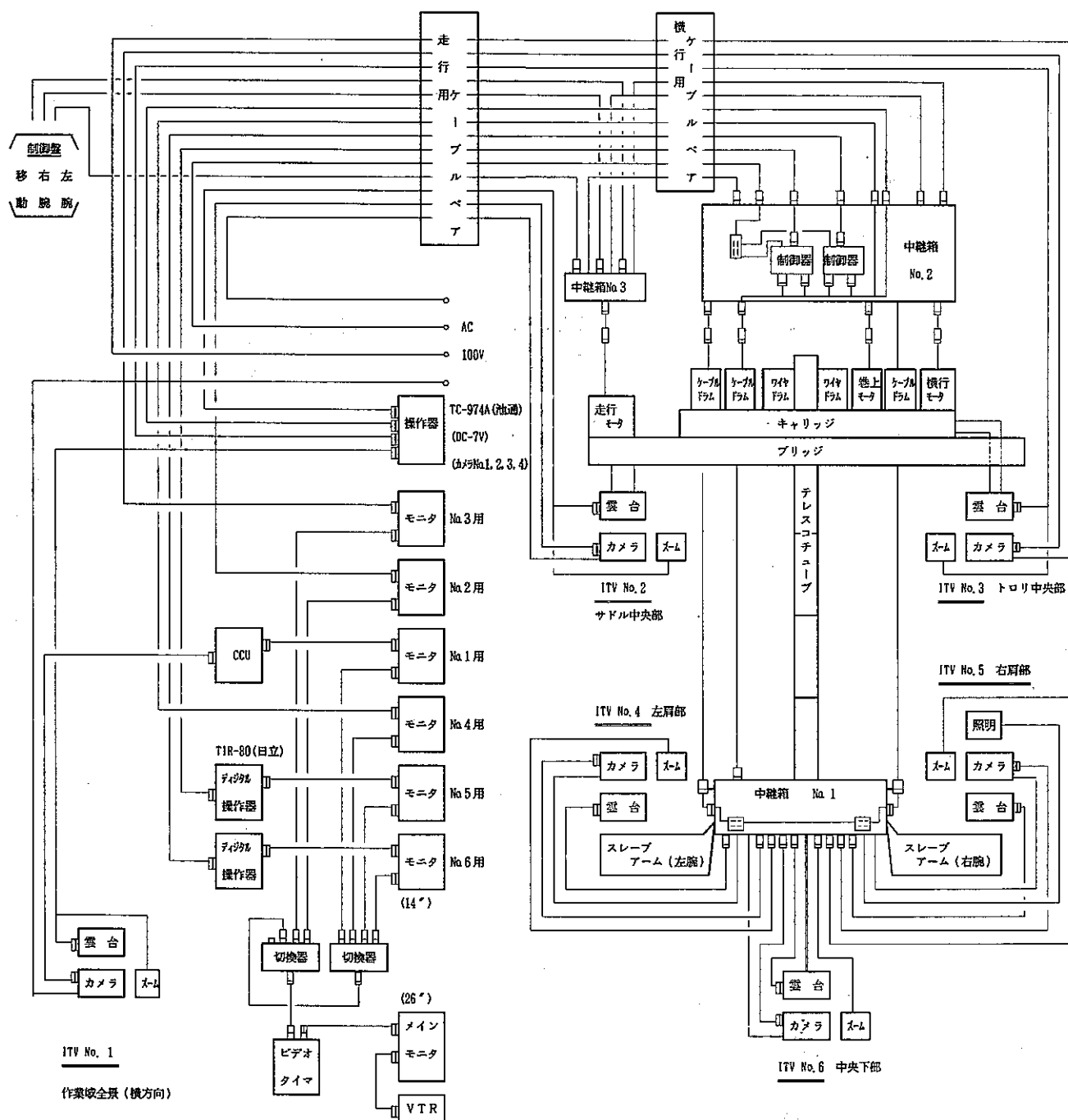


図-4 視覚機器接続図

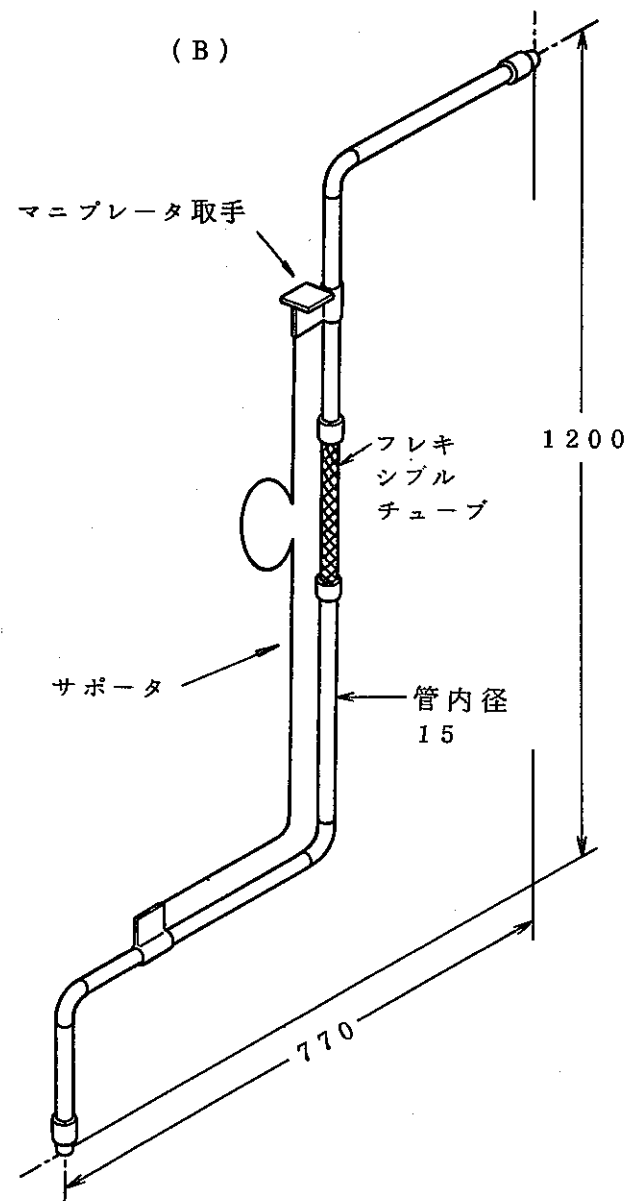
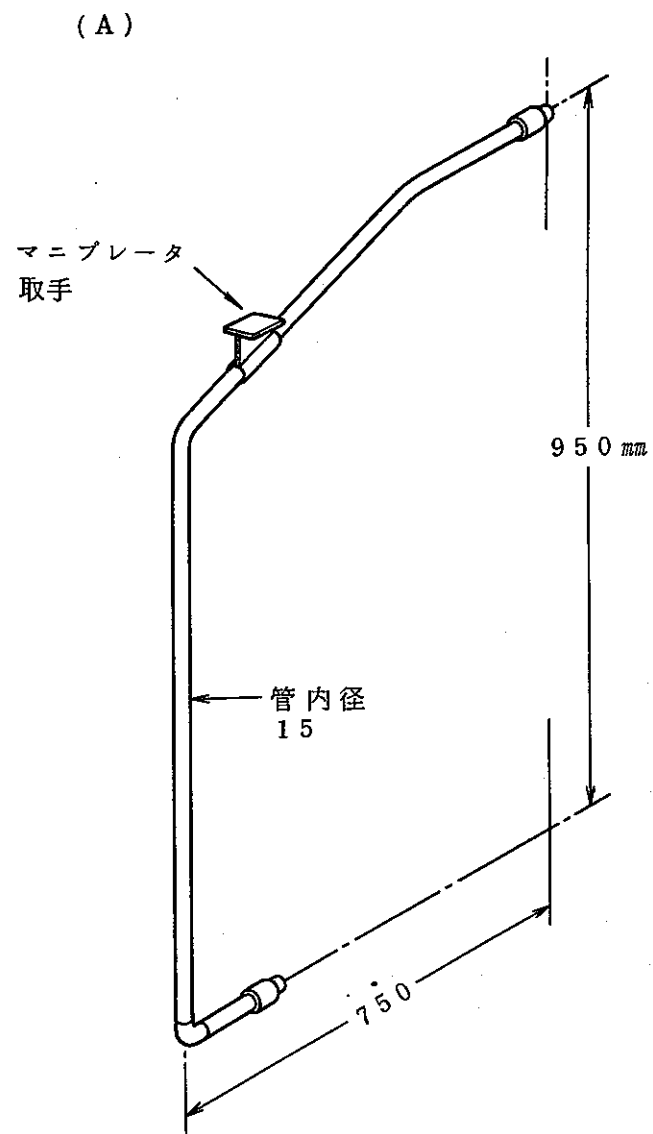
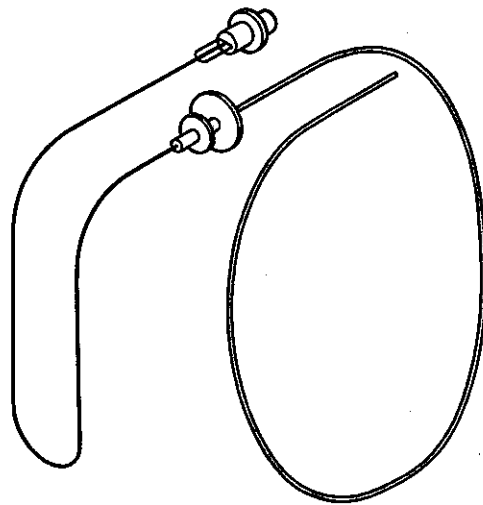


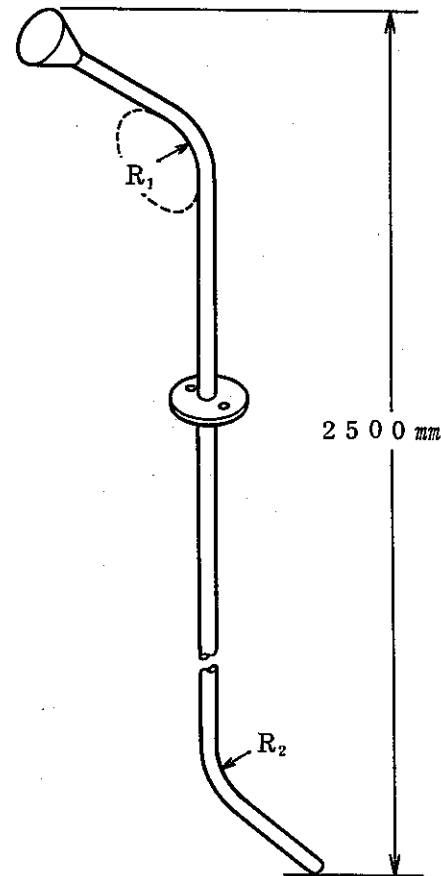
図-5 ジャンパー管形状

熱電対



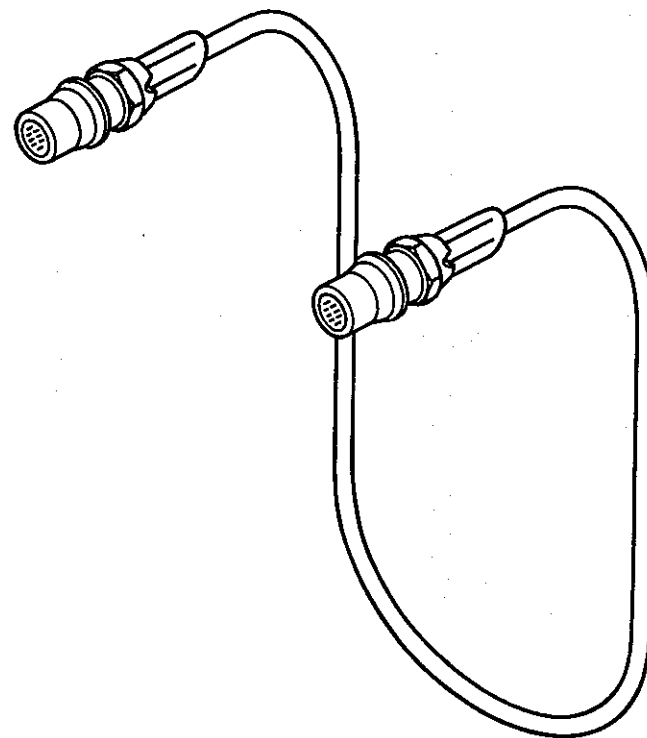
熱電対全長 2800 mm

保護案内管



概 略 仕 様	
熱 電 対	シース材質 ; SUS 304
	〃 直径 ; 3.2 mm ϕ
	〃 4.6
	〃 6.2
保 護 案 内 管	素線材質 ; C. A
	管 内 径 ; 15 mm ϕ
	曲 げ 半 径 ; R1 15DR
	〃 30
	〃 00 ∞
	〃 R2 15
	〃 30
	材 質 ; STPG 38

図 - 6 熱電対及び同保護案内管の形状



ケーブル全長 3000 mm

概 略 仕 様	
ケーブル外径寸法 ; 23.6 mm	
ケーブル規格 ; 600V	
	2PNC 20°
コネクタ数 ; 2	
コネクタピン数 ; 19	
重	量 ; 6.5 kg

図 - 7 給電ケーブル形状

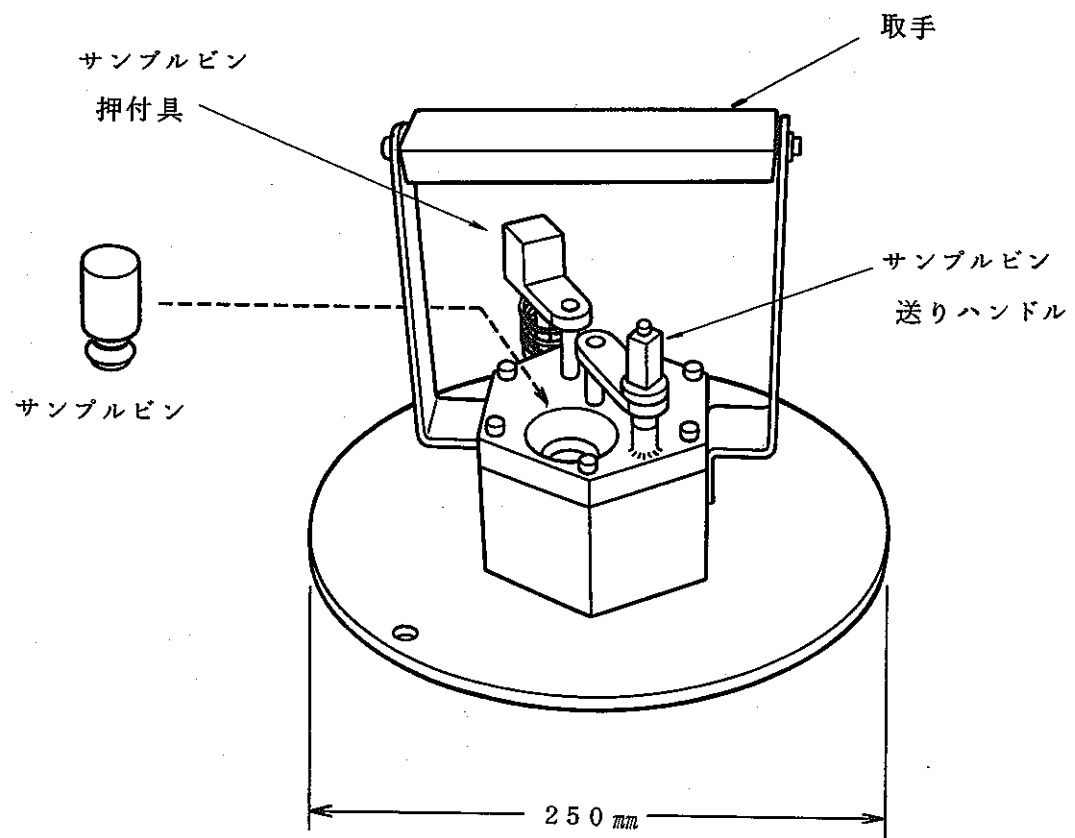


図-8 サンプリング装置（ホルダー部）

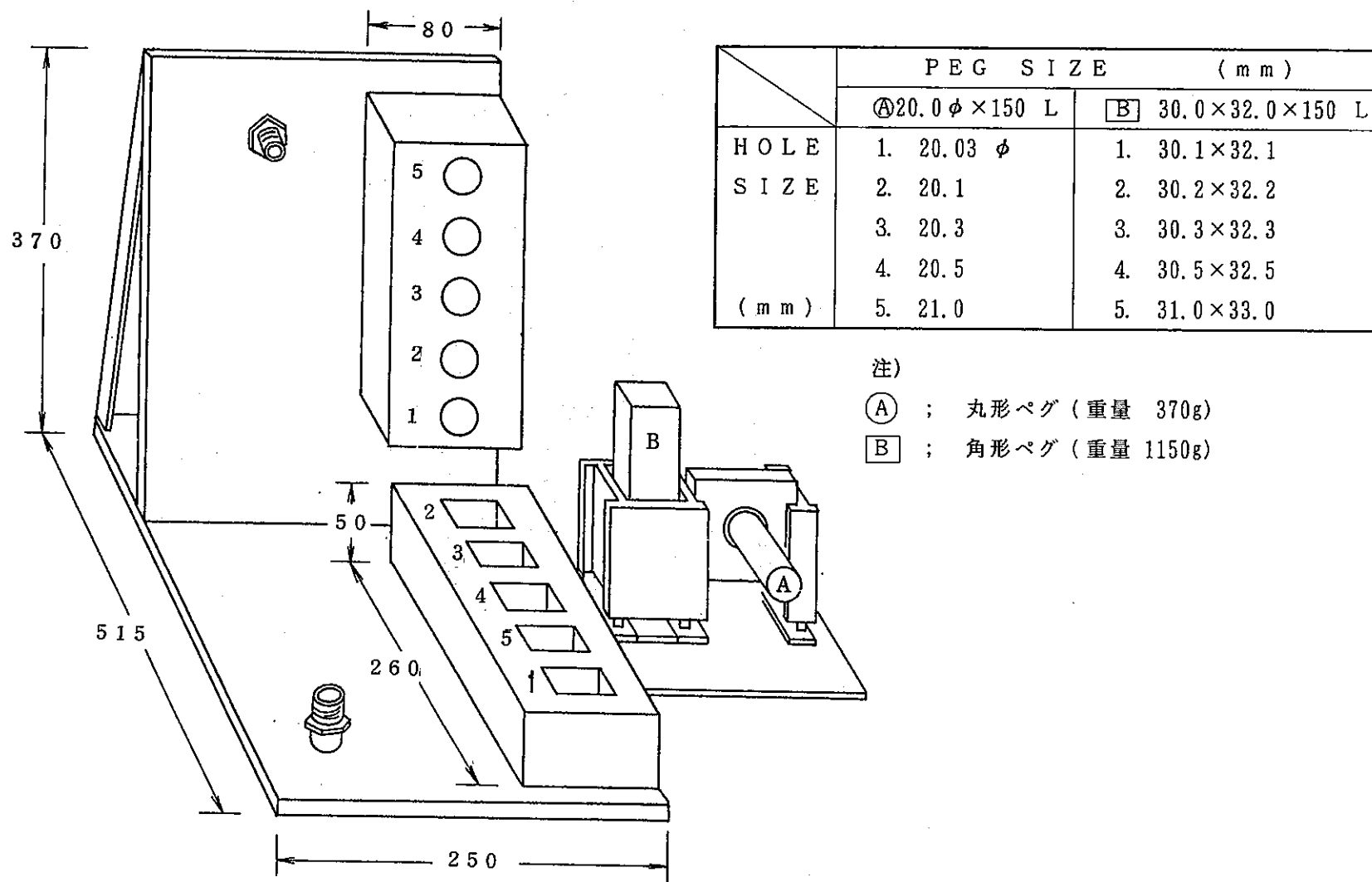


図-9 ペグテストスタンド

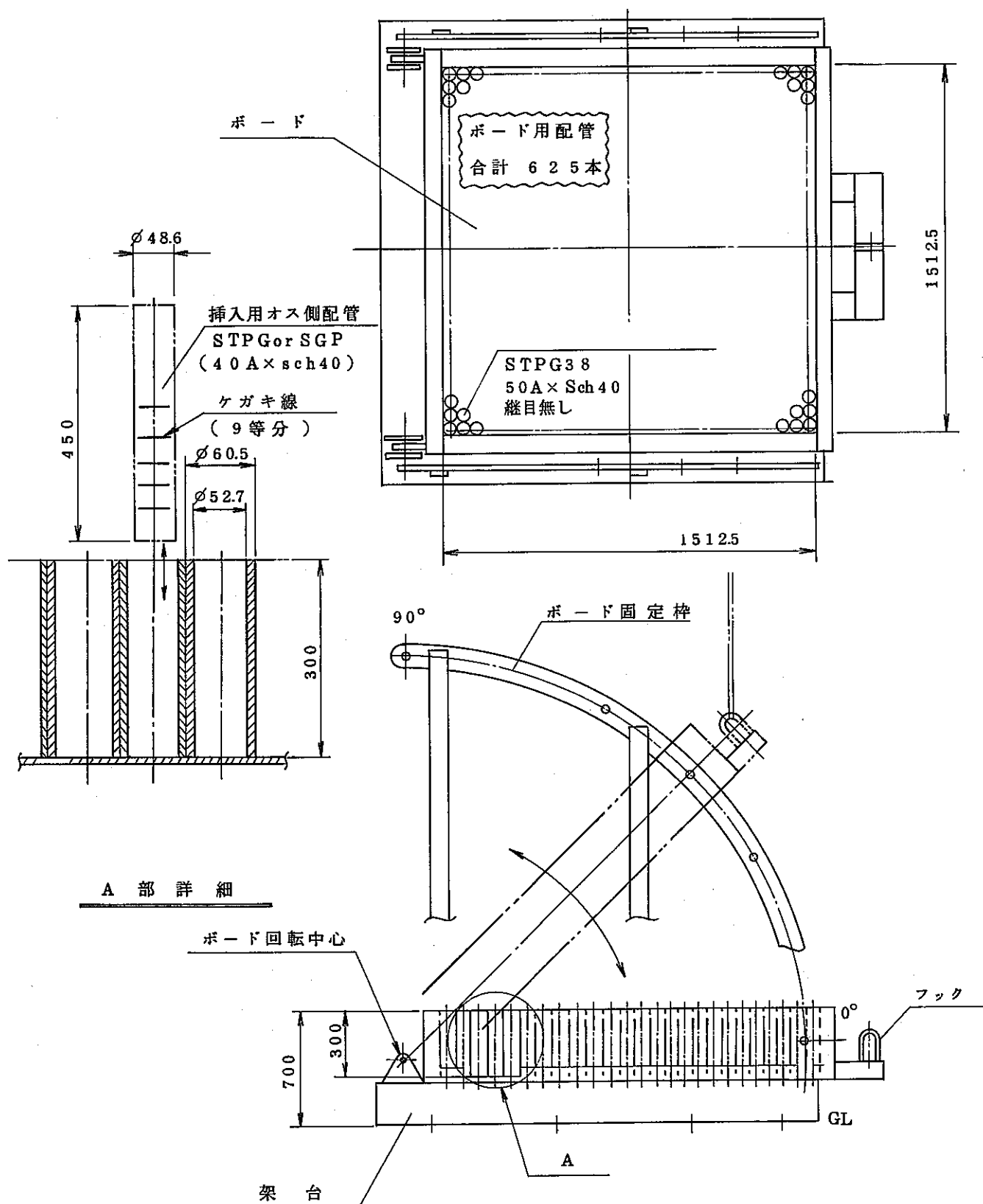


図-10 ボトルスタンド

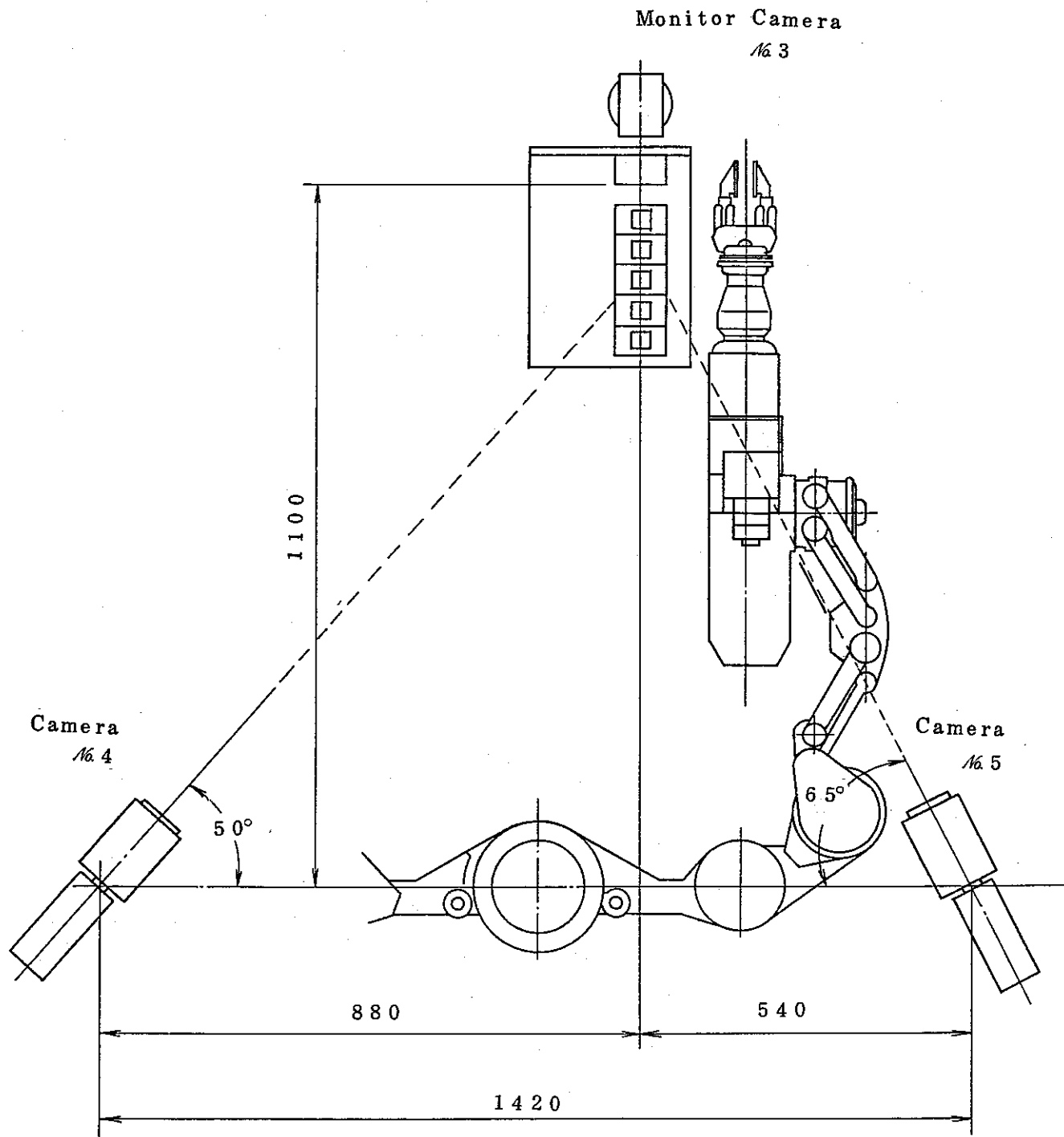


図 - 1 1 (1) 機器配置図 (ペグテスト平面)

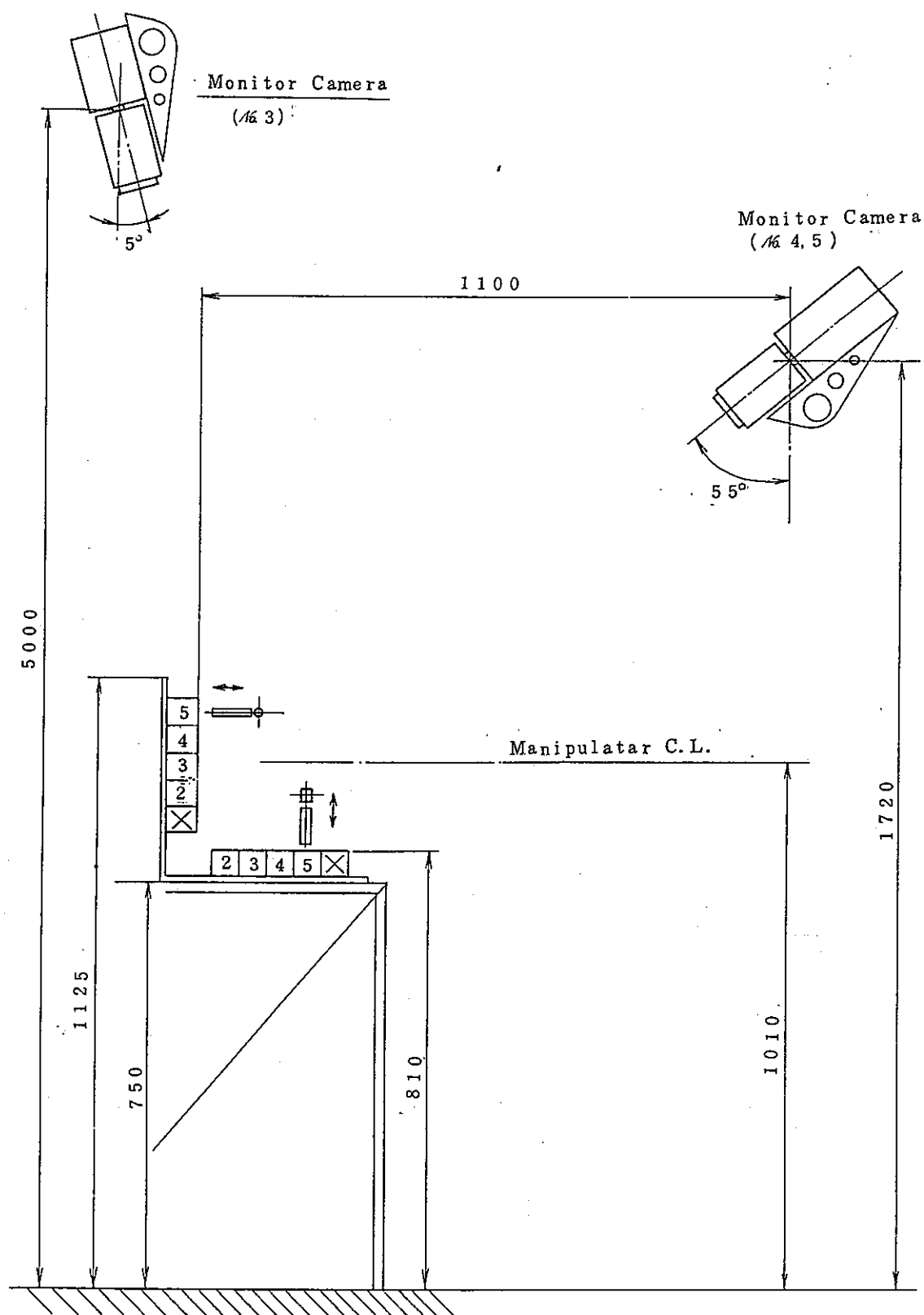


図 - 1 1 (2) 機器配置図 (ペグテスト側面)

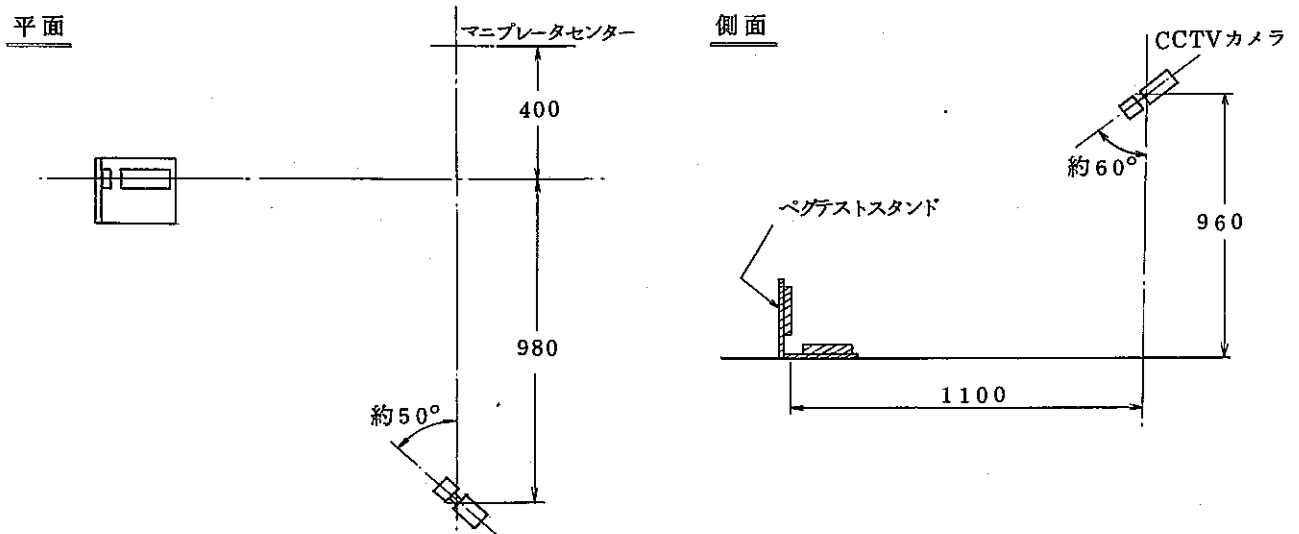
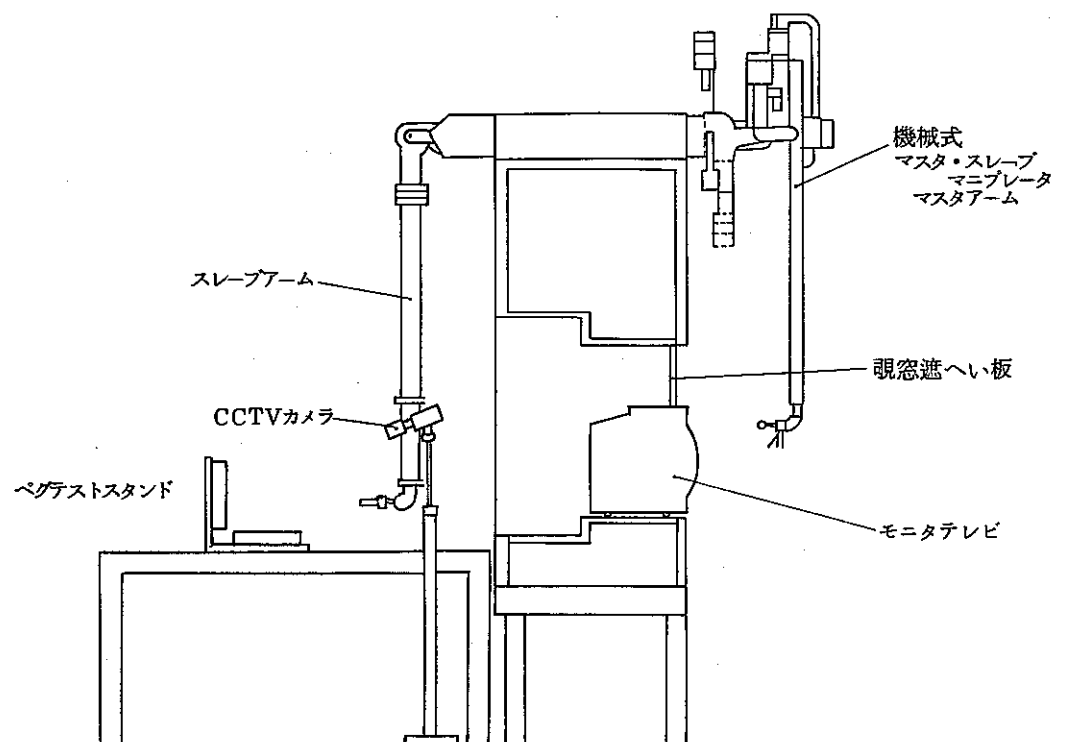
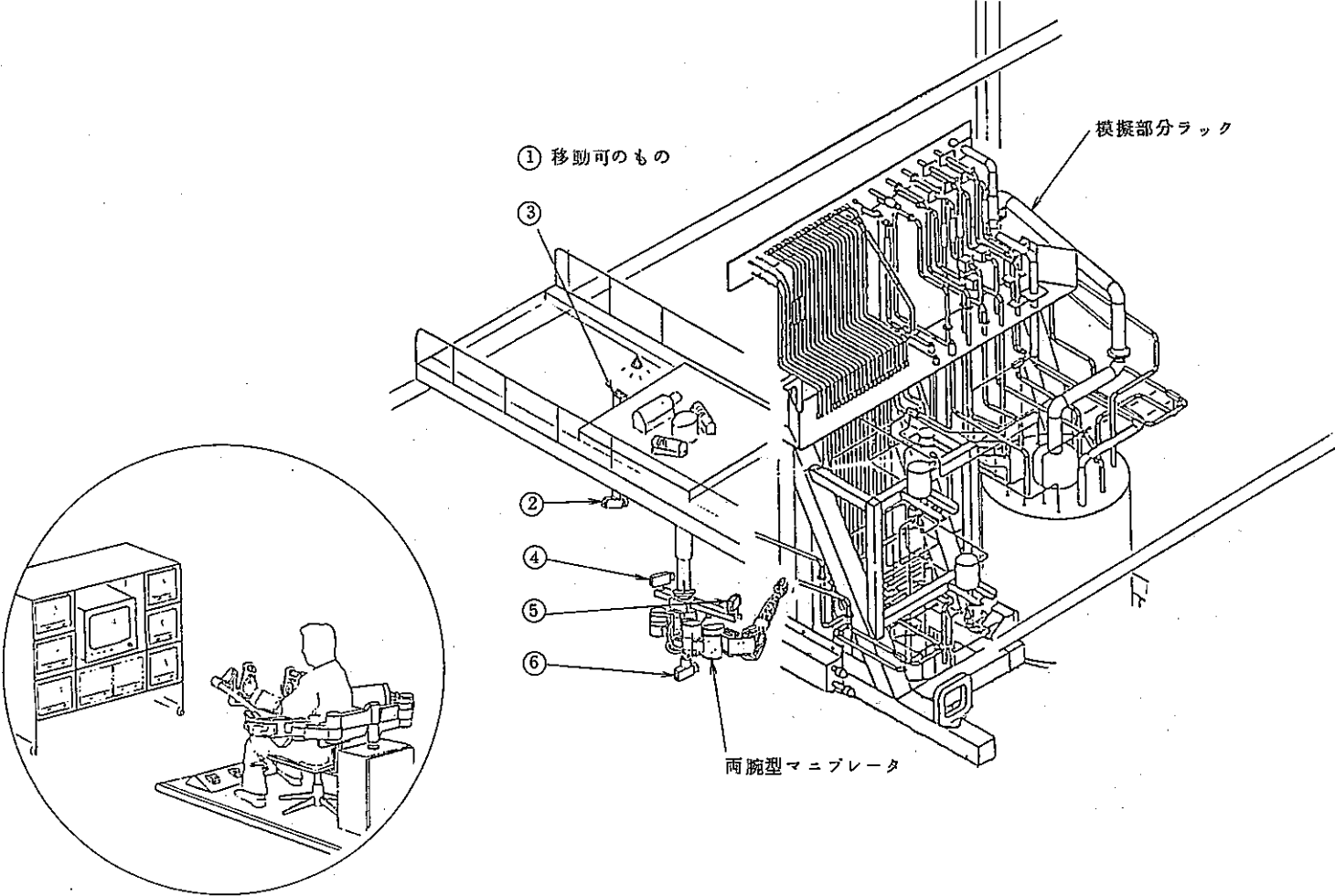


図 - 1 1 (3) 機器配置図

図 - 1 2 試験機器全体配置図



注) ○印 I T V カメラ No

モニタテレビと両腕型マニプレータのマスターアーム側

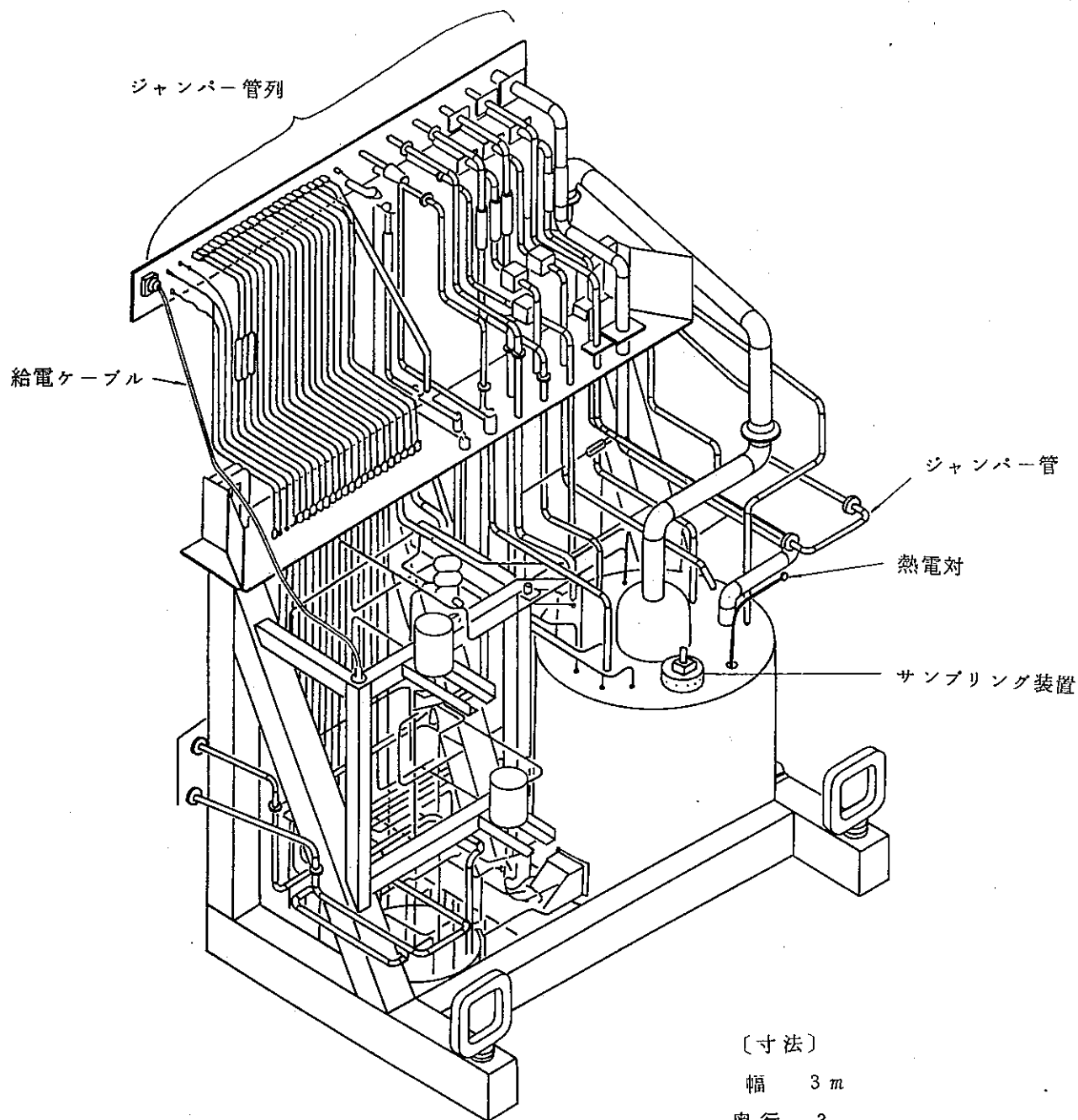
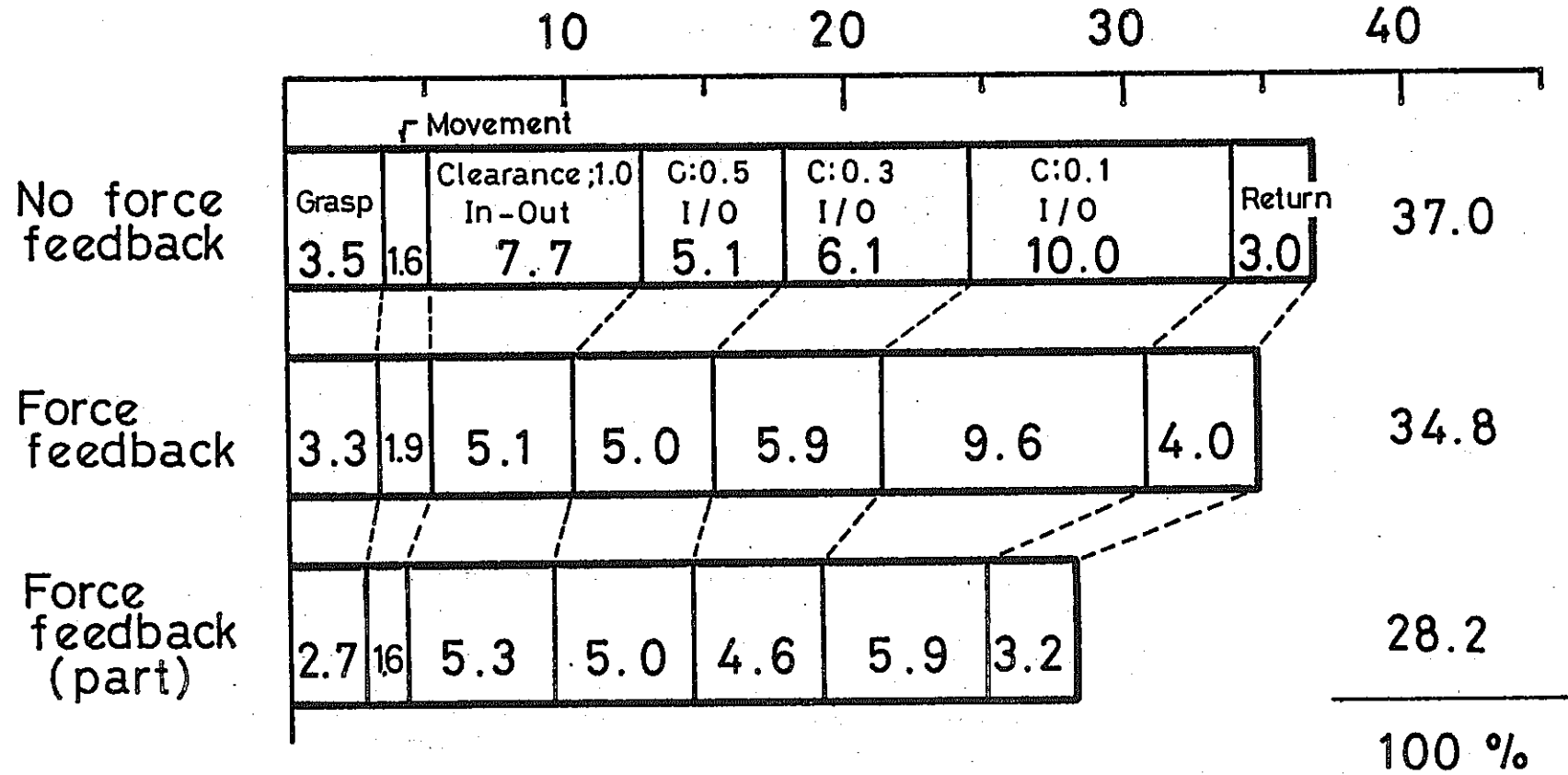
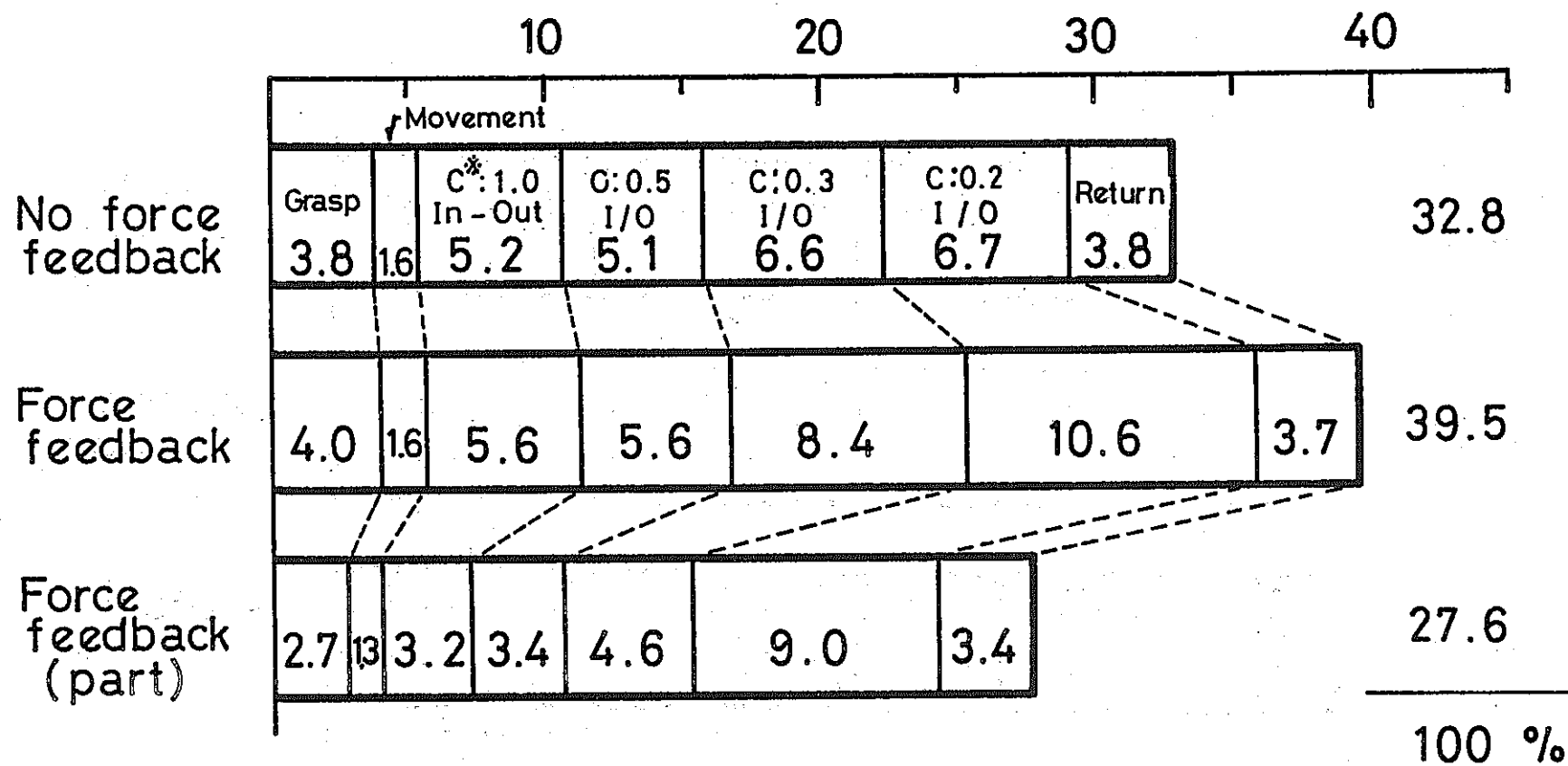


図-13 模擬部分ラック



Operators (6) X Trial (5 times)

図-14 ペグ挿入出試験結果 (I. 操作時間、○形ペグ)



* Clearance

Operators (6) X Trial (5 times)

図-15 ペグ挿入出試験結果 (I. 操作時間、□形ペグ)

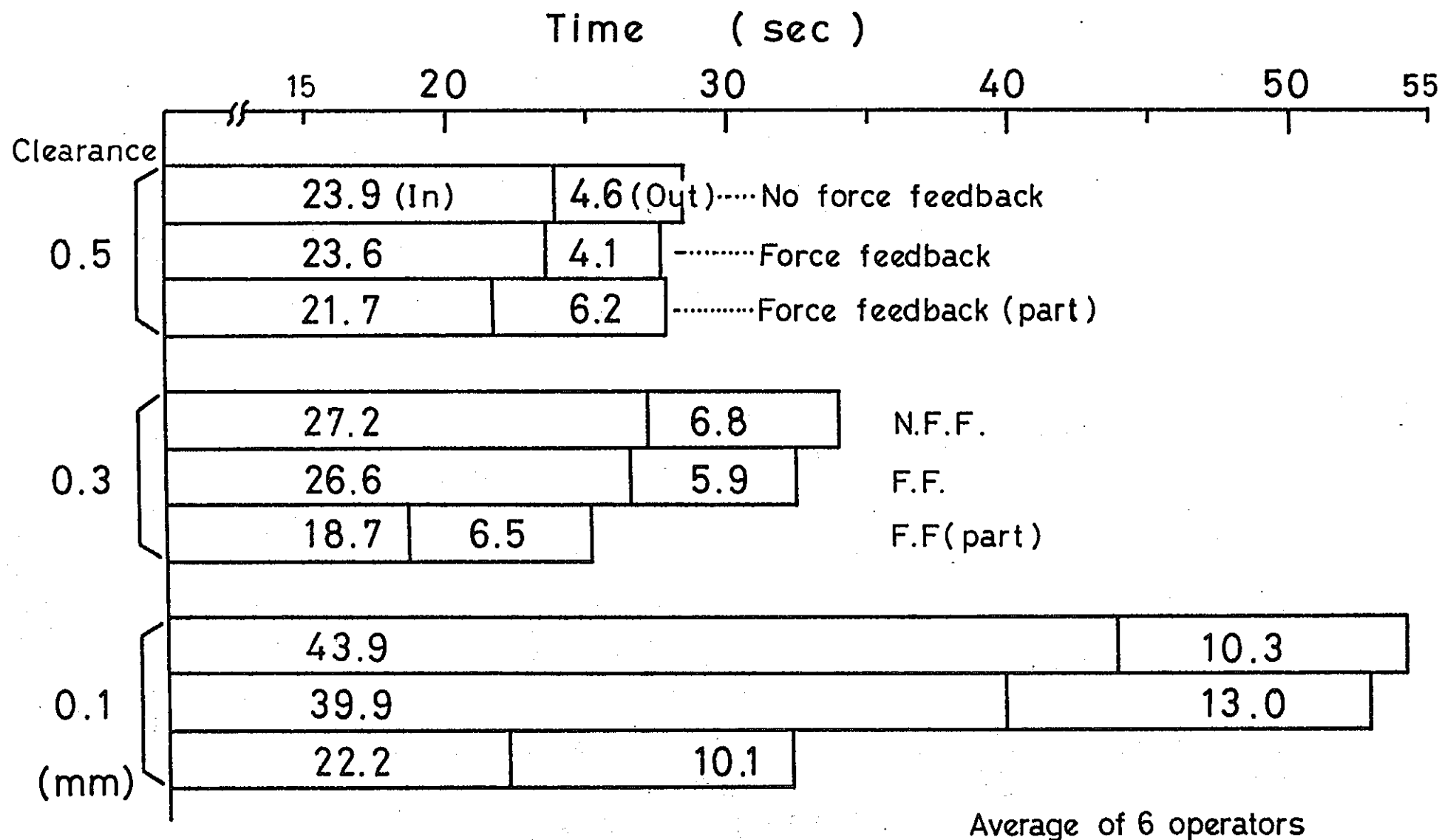


図-16 ペグ挿入出試験結果 (I. クリアランスの影響、○形ペグ)

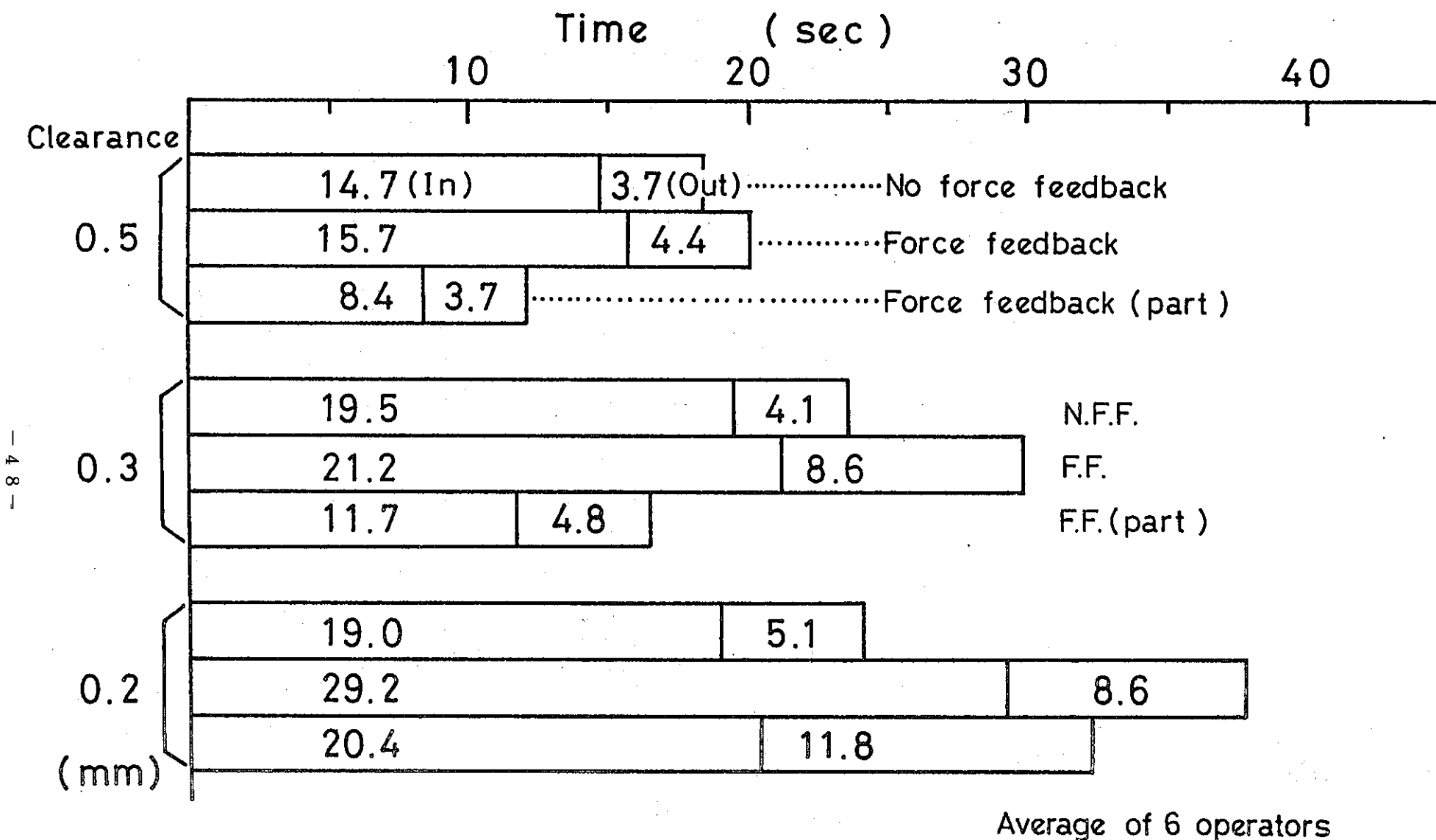


図-17 ベグ挿入出試験結果 (I. クリアランスの影響、□形ベグ)

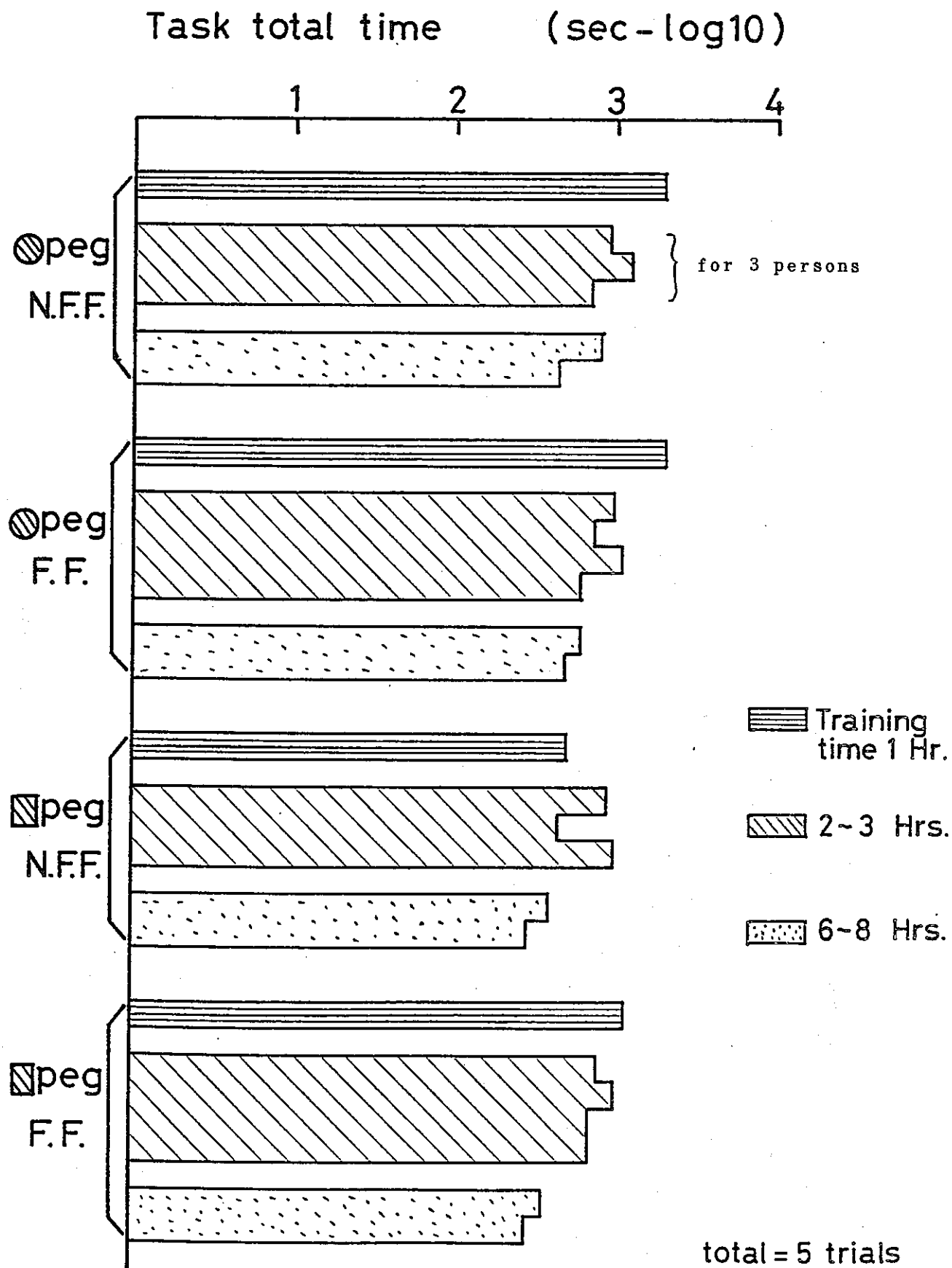


図-18 ペグ挿入出試験結果 (I. 練習の効果)

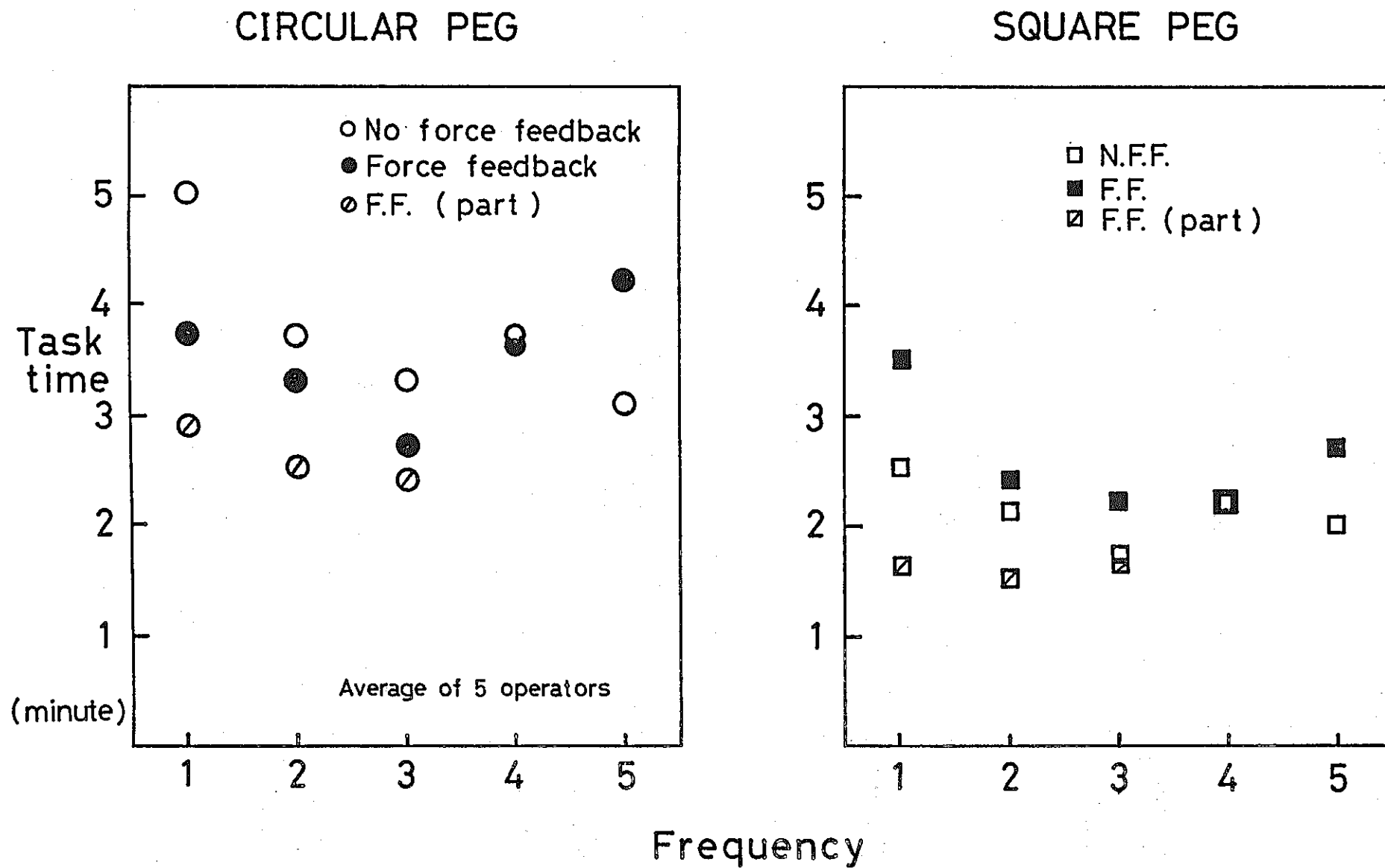


図-19 ペグ挿入出試験結果 (I. 操作順の影響)

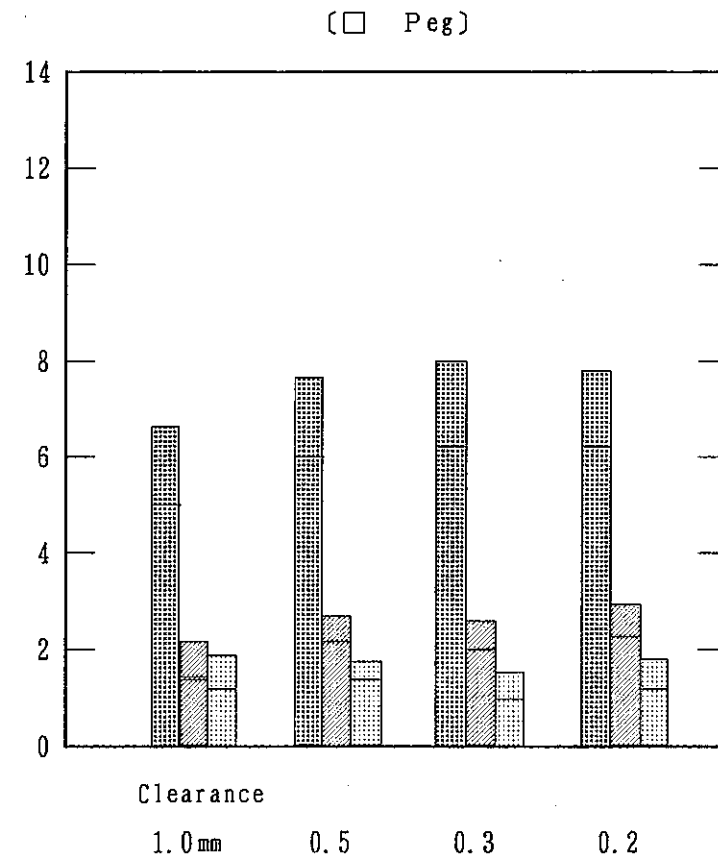
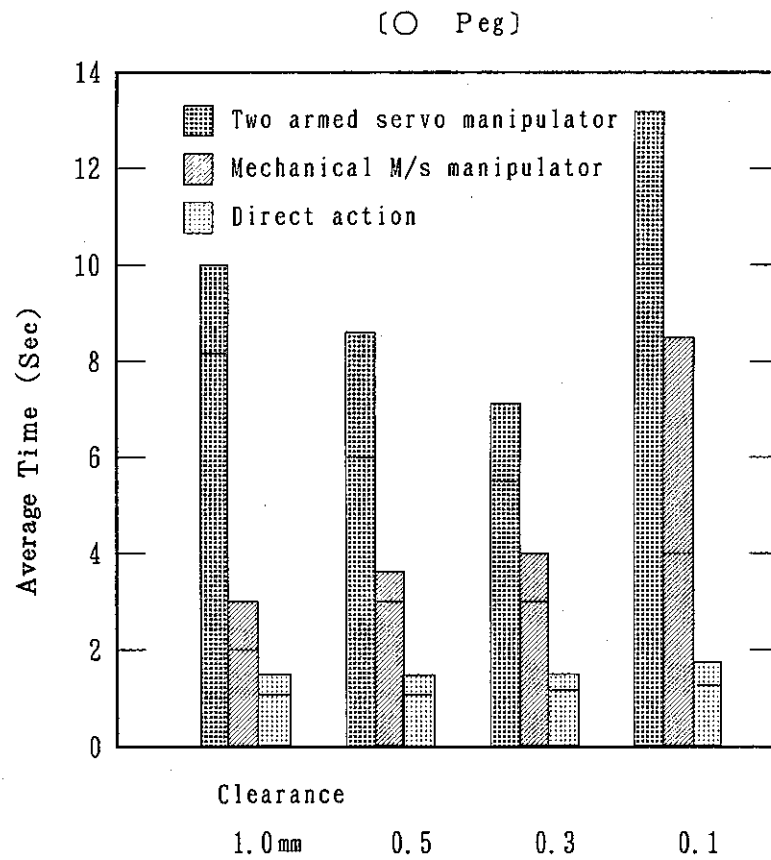


図-20 ペグ挿入試験結果(Ⅱ.動作速度)

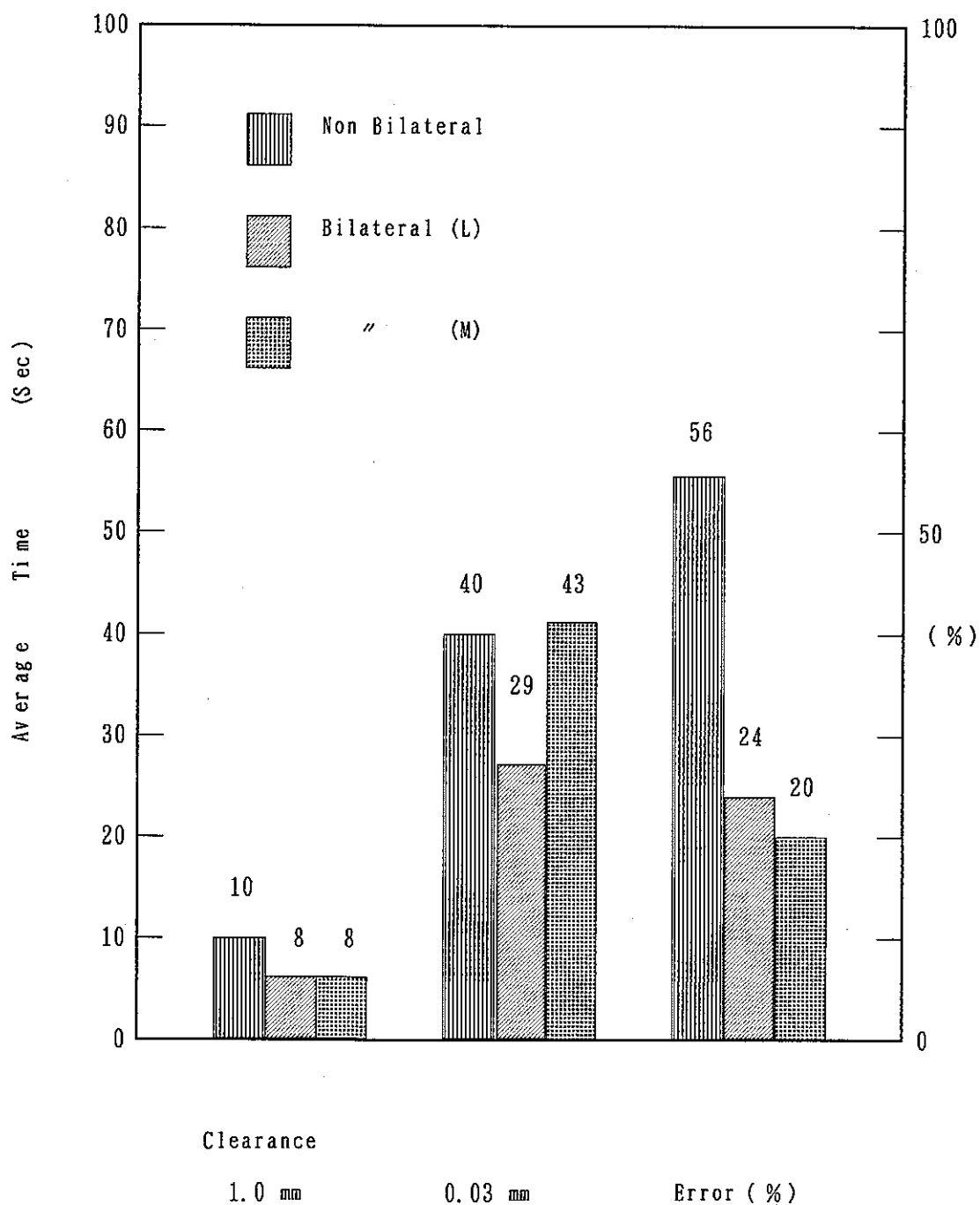


図-21(1) ペグ挿入出試験結果 (Ⅲ. バイラテラルの影響, ○形ペグ)

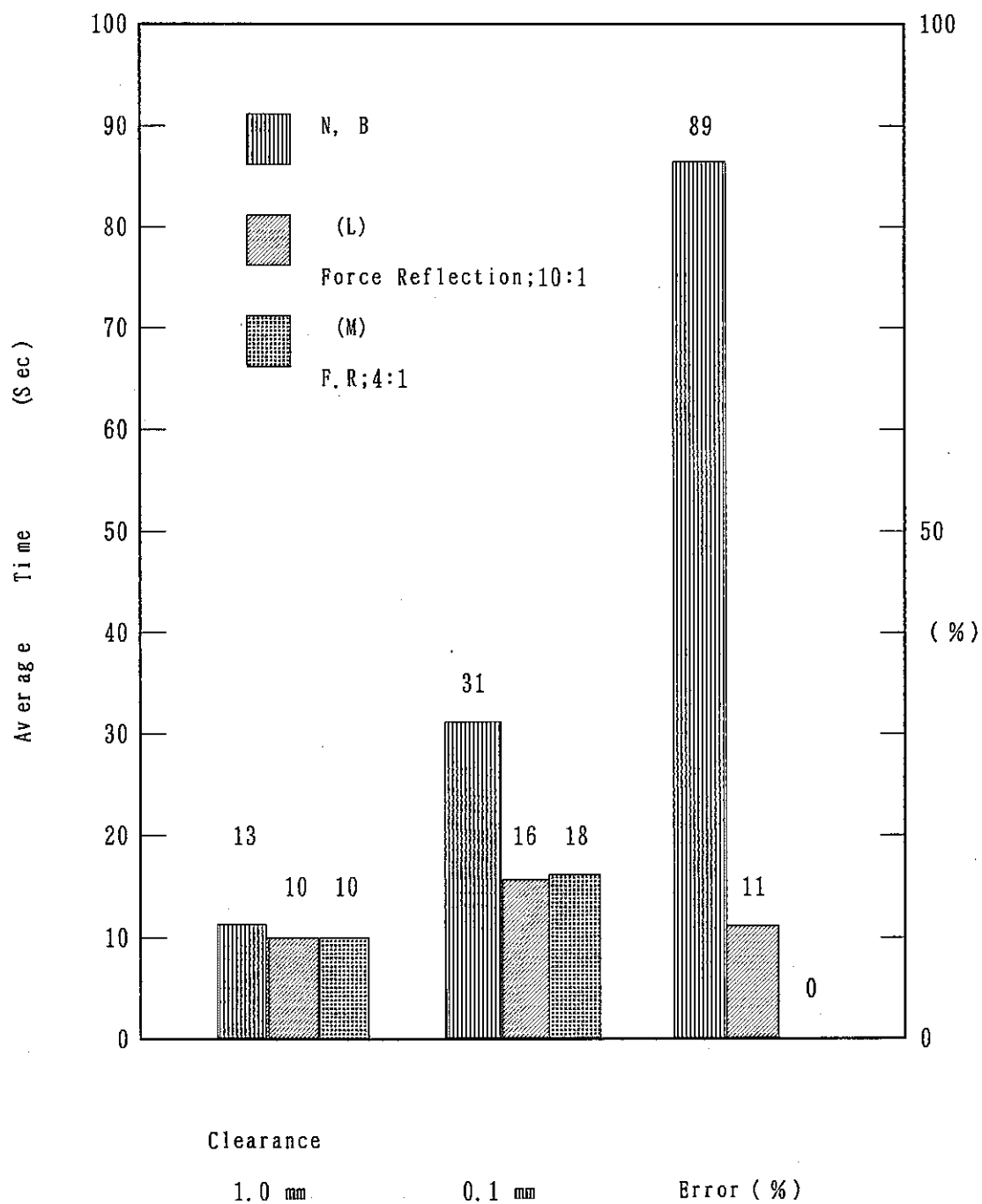
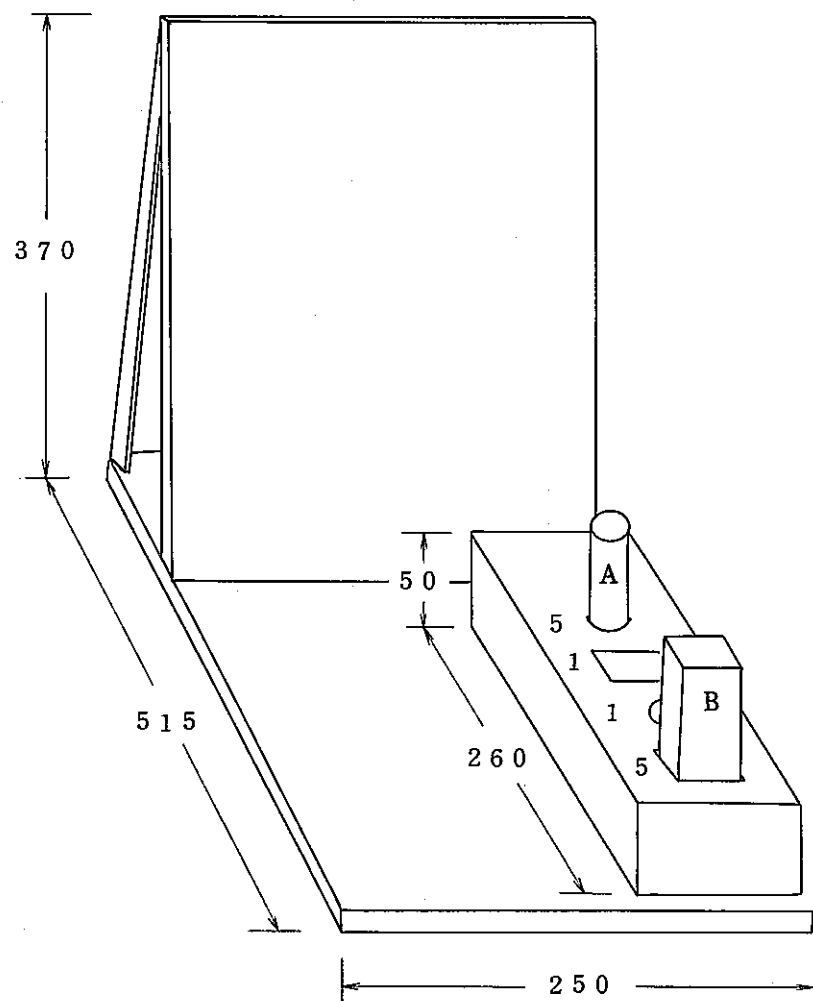


図-21(2) ペグ挿入出試験結果 (Ⅲ. バイラテラルの影響, □形ペグ)



ペグ及び穴寸法 (mm)	
形状・寸法	寸 法
A. 〇形 20.0 ϕ $\times$ 150L	① 20.03 ϕ
	⑤ 21.0 ϕ
B. □形 30 $\times$ 32 $\times$ 150L	① 30.1 $\times$ 32.1
	⑤ 31 $\times$ 33

図-22 ペグ挿入出試験(Ⅲ)及び(Ⅳ)用テストスタンド

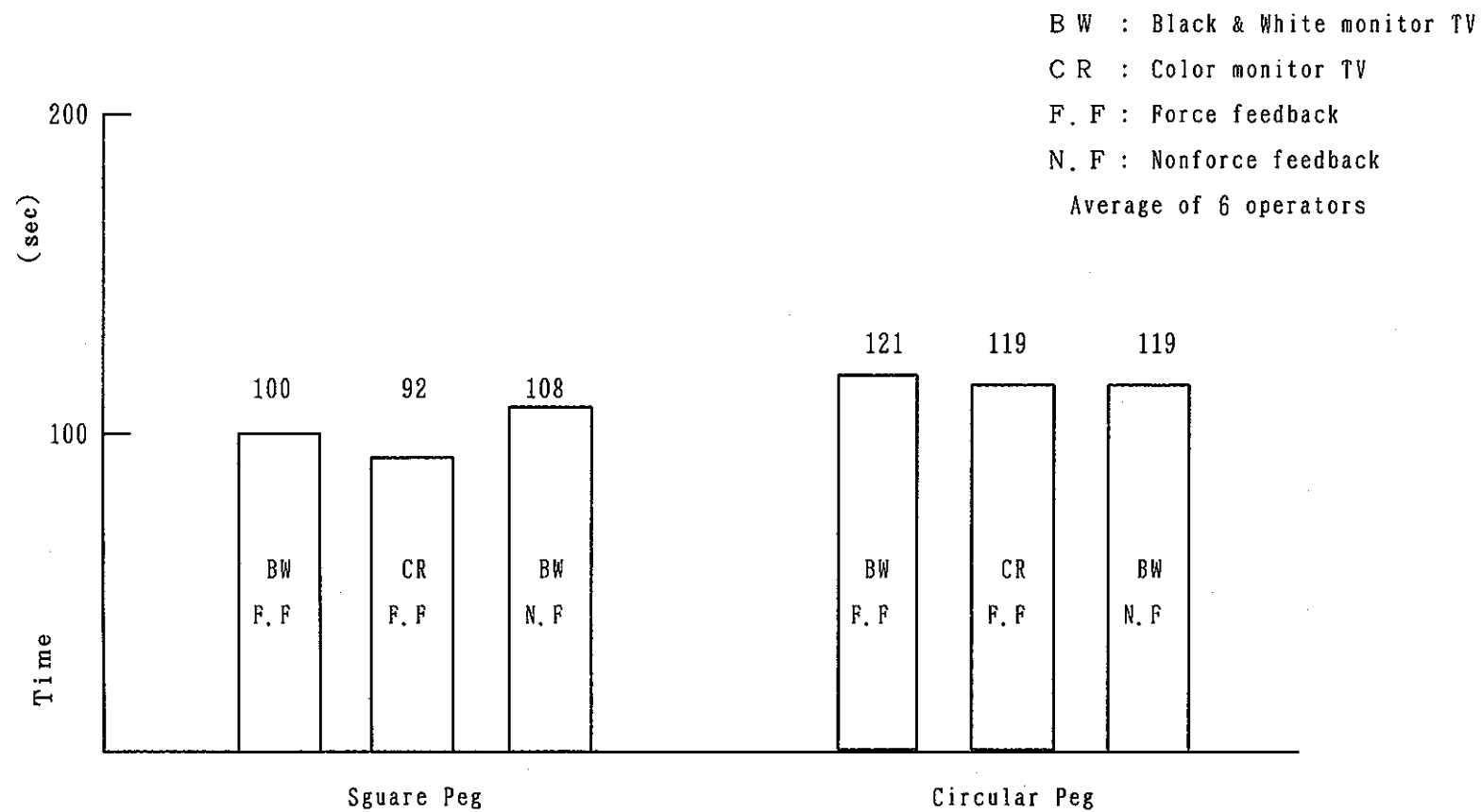


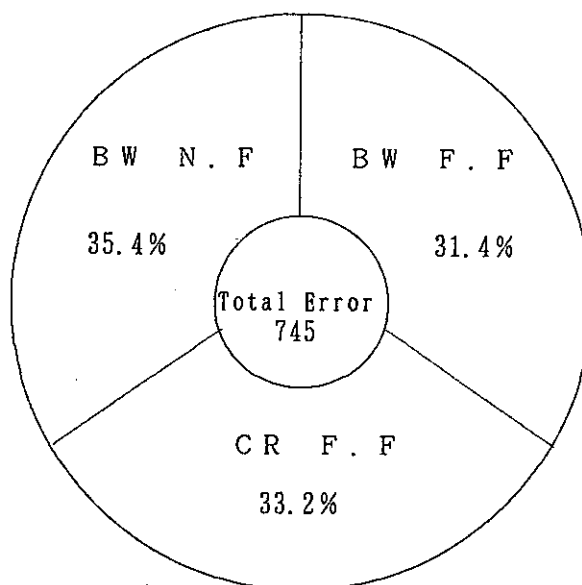
図 - 2 3 ペグ挿入出試験結果 (IV. 視認性)

B W ; Black & White monitor TV

C R ; Color monitor TV

F.F ; Force feedback

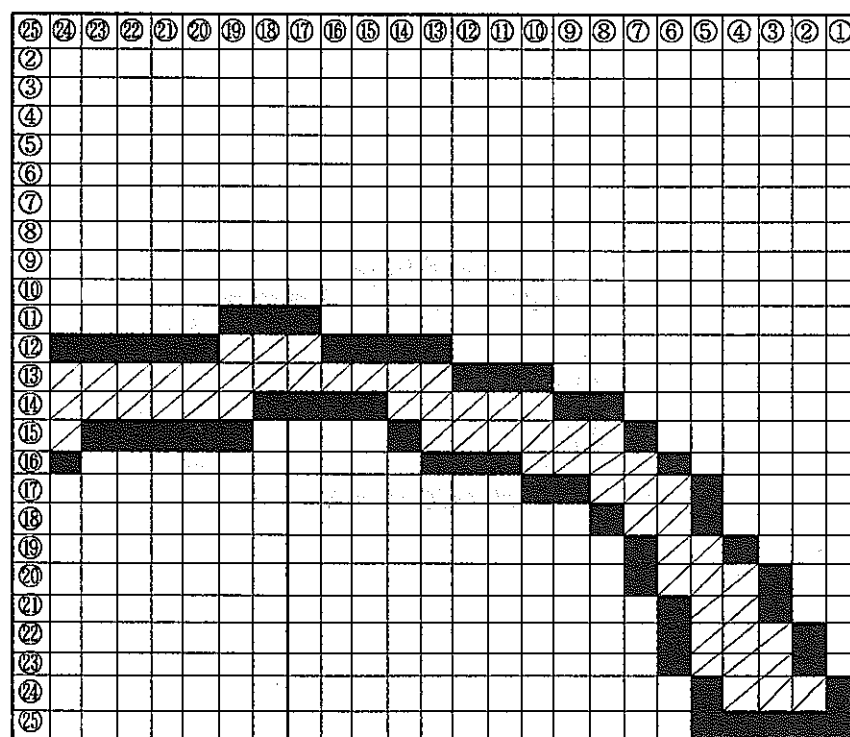
N.F ; Non force feedback



Operators (6) × Trial (3times)

図 - 2 4 ペグ挿入出試験 (IV) エラーの比較

水平操作



↑
マニプレータ腕センター

ホールピッチ 60.5mm

ホール径 50mm

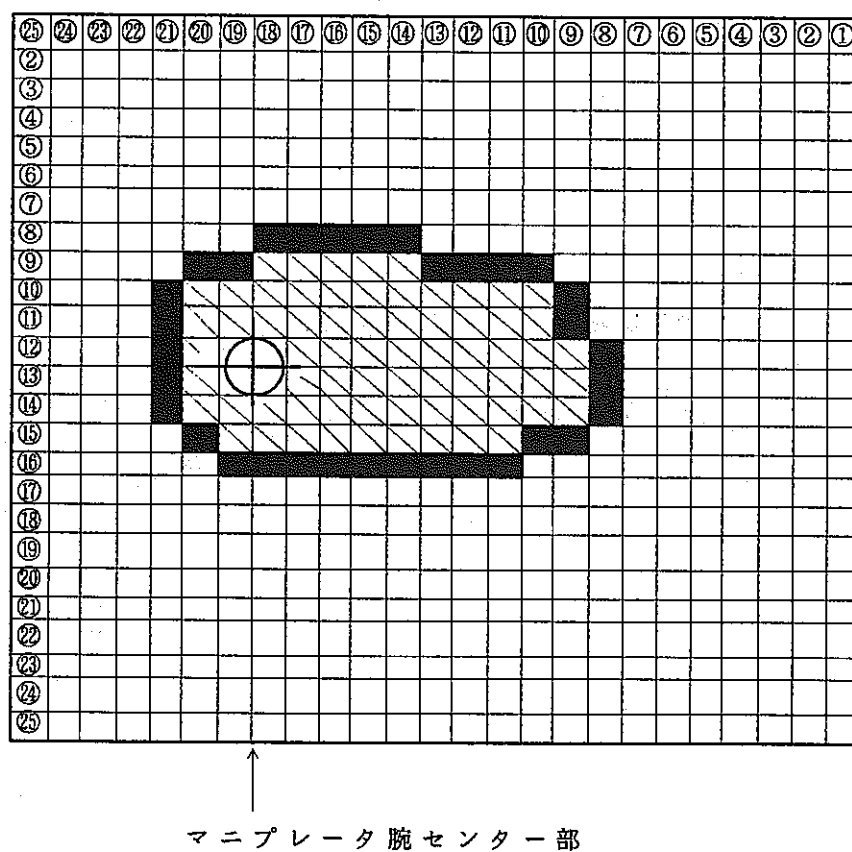
棒 径 40mm

棒 長さ 450mm

操作状況は写真No.21、22参照

図 - 25(1) 両腕型マニプレータ作業範囲測定結果

立向操作



ホールピッチ 60.5mm

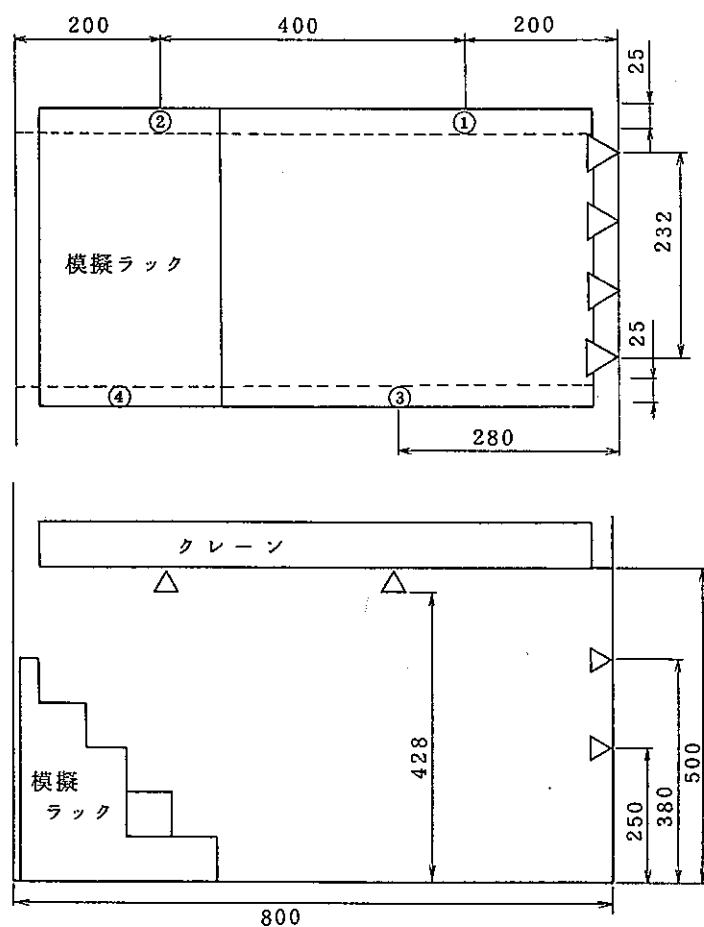
ホール径 50mm

棒 径 40mm

棒 長さ 450mm

操作状況は写真No.23、24参照

図 - 25(2) 両腕型マニプレータ作業範囲測定結果



照明器具配置

(図中△①はランプNo.)

測定箇所

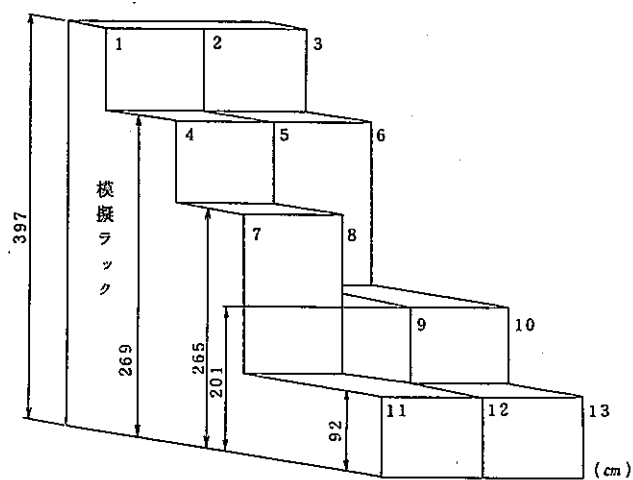


図-26 模擬部分ラック部の初度測定箇所

表 - 1 両腕型サーボマニプレータの仕様

- | | |
|------------------|------------|
| 1. 腕数 | 2本 |
| 2. 自由度(片腕当り) | 8 |
| 3. パイラテラル数(片腕当り) | 6(下表*印軸番号) |
| 4. 取扱重量 | 10kg |
| 5. 自重 | 約50kg |
| 6. 動作速度 | 下表に示す |

軸番号	動 作	範 囲	動作速度
1	胴 部 回 転	400°	5° / sec
2*	肩 部 回 転	180°	5° / sec
3*	水 平 伸 縮	240mm	50mm / sec
4*	肘 上 下 振	240°	5° / sec
5*	手首上下、左右振	±45°	5° / sec
6*			
7*	手 首 回 転	連続回転可	5° / sec
8	指 開 閉	0~90mm	10mm / sec

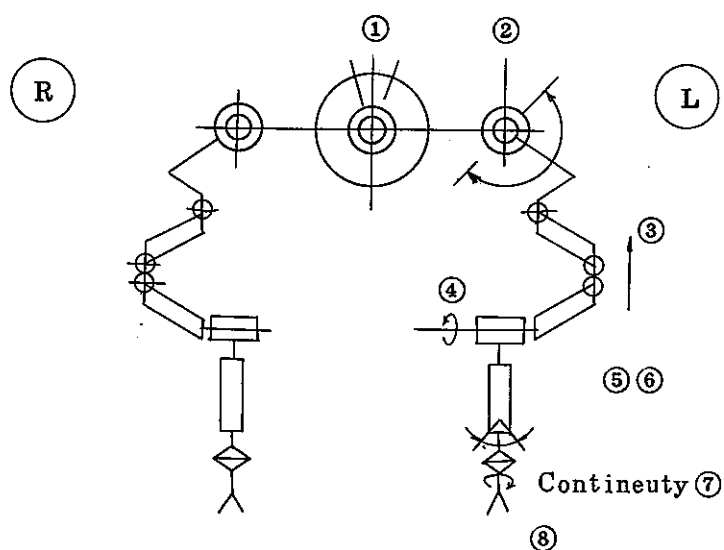


表-2 試験対象ジャンパー管

試験対象 ジャンパー管No.	寸法（口径、mm） 及び重量（kg）	管形状及び継手型式	備考（使用流体）
J-1	8 A、1.4	フレキ付、新TRU継手	計装空気
J-8	15 A、4.5	フレキ付、TRU改造	〃
J-9	15 A、2.2	フレキ無し、〃	〃
J-10	15 A、5.5	〃、〃	一般空気
J-21	25 A、12.5	〃、3 ボルトフランジ	プロセス液
J-24	25 A、12.5	フレキ付、〃	〃

表-3 ペグ挿入出試験条件

操 作 具	項 目	試 験 数			(計)
1. 両腕型 サーボ マニプレータ (T S M)	(1)バイラテラル効果	作業種類	パラメータ	操者(人)	
		① { ○形ペグ □形 "	3 { バイラテラル全軸有、 無、一部有	×各6×5	180
		{ ○形ペグ □形 "	3 { バイラテラル全軸無、 同有M、L	×各1×9	54
	(2)視 認 性	③ { ○形ペグ □形 "	6 { バイラテラル有軸 2-3、 3-4、4-5、5-6、6-7、4-7	×各1×9	108
		① { ○形ペグ □形 "	2 (全軸有、無) × 2 { 映像種類 B/W・Color	×6×3	72
		② ○形ペグ	3 (カメラ位置)	×1×5	15
2. 直接操作	操作比較	○、□形ペグ	1	×1×5	10
3. 機械式マスター ・スレーブマニプレータ	操作比較 及び 視 認 性	○、□形ペグ	3 (直視、モニタ監視)	×1×5	30

備考；1) 1(1)②と同② Fig. に示す配列でペグを挿入出する。その他はFig. 9。

2) 3.の機器配置をFig. に示す。

表 - 4 ペグ挿入出操作時のエラーの定義

1. ペグ掴み損ね
ハンド開閉を1回以上行ってペグを持つこと。(2回目以降エラー1つ加算)
2. ペグ位置合せ不良
ペグ先をブロック表面に当てながら位置合せを1回以上行うこと。
(ブロック表面より離れているものは可、挿入し直しも含む)
3. ペグ離し
持ったままでは挿入できず、1 担離して再び挿入すること。ならびに引き抜き時の同様操作。
4. 落下
操作時ペグを落とすこと。
5. 打撃
マニプレータ又はペグを装置に強く当てること。
(ペグ引き抜き時の反動、ペグを放す際の反動で周辺機器に強く当てることも含む)
6. スリップ
ペグ挿、抜時余分な力を加えたりすることで、ペグがハンドから抜けること。
(ペグの方向が変り挿、抜不能となることも含む)
7. その他
上記以外の異常な操作

表-5 ラックシステム評価試験条件

1. 試験数

試 験 項 目	試 験 数	(計)
1. ジャンパー管交換	J - 1、8、9、10、21、24の 交換を各 1 回 / 1 人実施	6
2. 熱電対交換	<u>保護案内管形状</u> <u>T C 外径</u> (1) 15 D R × 2 3.2 φ、4.6 φ、6.2 φ 各 2 回 / 1 人 × 3 ~ 4 人 (2) 30 D R × 2 3.2 φ、4.6 φ (6.2 φ) 各 1 回 / 1 人 × 3 ~ 4 人 (3) 30 D R × 1 3.2 φ、4.6 φ 適宜 1 人	(24) (12) (4)
3. 給電ケーブル交換	2 回 / 1 人 × 4 ~ 6 人	12
4. サンプルング操作	3 回 / 1 人 × 4 ~ 6 人	12

2. 操作者

マニプレータ操作1人、カメラ操作1人、監視者1人の3人で行う。

3. その他

- 1) バイラテラルの設定 全軸に感度「M」、場合によっては1部軸に「L」を設定する。
- 2) 照度 作業域が1500~2000 lux程度になるよう各灯を点滅して調整する。

表-6 ジャンパー管、熱電対、給電ケーブル交換及びサンプリング各試験でのエラーの
定義

1. 掴み損ね 取扱対象物を掴む際、マニプレータ腕を対象物に当てたり、ハンド開
閉を2回以上行うこと。
2. 位置合せ不良 取扱物を取付受部または受台に設定する際、うまく合致できずに2回
以上繰り返すこと。
3. 落下 取扱物を取扱中または据置時に落下させること。
4. 衝突 マニプレータを移動する際、周辺配管あるいは床面などに衝突させる
こと（監視者の注意も含まれる）。
5. 引っ掛け ケーブル及び熱電対などを運ぶ際、周辺機器に引っ掛けること。
6. 操作未完遂 各操作手順に示す操作を完遂できないこと。
7. その他 上記以外の異常な操作。

表-7 ベグ挿入出試験結果 (I) (丸形ベグ)

(個別合計)

丸ベグ		間 み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.1		戻 し	計 (秒)
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜		
バイラテラル無	A	96.81	205.68	7.44	56.08	16.94	92.59	9.39	160.81	34.62	50.32	730.68
	B	102.60	132.84	8.24	96.18	8.00	162.68	8.85	216.45	12.55	76.40	824.79
	C	59.35	263.11	28.59	188.49	30.32	212.40	23.27	298.00	82.11	86.26	1271.90
	D	119.79	144.74	22.02	106.19	12.69	84.91	18.77	267.94	20.75	103.10	900.90
	E	92.11	113.37	7.66	38.40	7.76	35.92	10.97	52.87	35.68	56.61	451.35
	F	108.37	455.30	138.72	231.89	61.50	228.35	132.98	319.28	123.76	129.30	1929.45
	計	579.03	1315.04	212.67	717.23	137.21	816.85	204.23	1315.35	309.47	501.99	6109.07
	平均	19.30	43.83	7.09	23.91	4.57	27.23	6.81	43.85	10.32	16.73	203.64
バイラテラル有	A	83.45	120.91	7.23	63.18	11.74	89.05	6.09	180.72	7.35	67.86	637.58
	B	80.96	133.09	8.77	79.66	8.62	53.27	9.16	136.43	11.44	74.71	596.11
	C	63.63	206.61	9.30	146.63	9.17	217.56	12.10	353.23	25.53	71.31	1115.07
	D	100.54	109.11	9.51	108.95	14.19	106.78	19.00	170.59	23.59	102.29	764.55
	E	84.71	117.99	9.60	50.08	10.56	34.33	7.93	94.72	18.48	68.24	496.64
	F	113.43	352.87	89.75	229.51	64.51	340.62	118.74	265.76	289.09	280.10	2144.38
	G	109.83	160.89	24.60	146.54	22.95	88.22	32.00	193.24	77.99	98.47	954.73
	計	636.55	1201.47	158.76	824.55	141.74	929.83	205.02	1394.69	453.47	762.98	6709.06
	平均	18.19	34.33	4.54	23.56	4.05	26.57	5.86	39.85	12.96	21.80	191.69
同上 (5・6・7軸)	B	49.08	70.15	4.50	15.70	5.03	35.77	6.16	62.84	18.06	42.75	310.04
	E	34.77	51.46	4.57	32.88	5.05	27.57	4.71	40.48	7.93	31.31	240.73
	D	53.58	72.04	10.69	71.20	7.53	41.29	10.37	58.44	11.68	57.83	394.65
	A	19.16	97.72	8.96	99.60	2.59	30.85	10.27	69.40	14.14	47.76	400.45
	F	57.26	158.33	71.50	95.74	56.95	130.37	70.74	91.05	58.48	100.76	891.18
	C	52.45	97.81	24.68	74.77	33.76	71.03	15.16	77.07	71.82	32.34	550.89
	合 計	266.30	547.51	124.90	389.89	110.91	336.88	117.41	399.28	182.11	312.75	2787.94
	平均	14.79	30.42	6.94	21.66	6.16	18.72	6.52	22.18	10.12	17.38	154.89

表-8 ペグ挿入試験結果(Ⅰ) (角形ペグ)

(個別合計)

角ペグ	操作者	掴み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.2		戻し	計 (秒)
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜		
バイラテラル無	C	62.46	71.50	16.66	56.00	20.84	66.04	18.79	55.53	26.39	67.44	461.65
	B	57.08	88.41	10.21	62.02	14.81	41.33	14.40	51.30	14.37	37.05	390.98
	E	56.96	56.46	7.52	23.43	7.98	27.00	8.75	33.67	13.32	45.20	280.29
	A	58.63	226.46	20.74	123.15	21.53	226.18	20.39	171.61	33.51	51.62	953.82
	D	124.06	96.60	22.83	103.76	20.56	164.29	39.44	170.80	32.99	134.90	910.23
	F	46.17	83.65	27.30	71.98	25.62	61.48	20.02	87.28	31.13	67.66	522.29
	計	405.36	623.08	105.26	440.34	111.34	586.32	121.79	570.19	151.71	403.87	3519.26
	平均	13.51	20.77	3.51	14.68	3.71	19.54	4.06	19.01	5.06	13.46	117.31
バイラテラル有(全軸)	C	53.52	86.93	16.30	78.43	39.38	129.24	86.45	86.18	89.84	49.52	715.79
	B	49.64	52.84	8.25	53.22	9.76	69.65	8.32	45.11	17.06	39.46	353.31
	E	58.31	41.78	6.68	26.25	7.59	36.56	8.46	29.22	9.55	48.06	272.46
	A	48.68	185.47	8.73	72.75	11.55	107.35	36.72	274.23	8.10	43.06	716.64
	D	120.66	149.17	22.20	105.99	13.31	138.33	72.29	188.71	28.70	119.60	958.96
	F	106.54	214.57	51.01	87.39	54.88	81.21	75.39	268.30	107.43	93.28	1140.0
	G	63.91	122.32	13.95	126.95	16.27	180.03	14.67	130.44	39.79	73.79	782.12
	計	501.26	773.08	127.12	550.98	152.74	742.37	302.30	1022.19	300.47	466.77	4939.28
	平均	14.32	22.09	3.63	15.74	4.36	21.21	8.64	29.21	8.58	13.34	141.12
同上(5・6・7軸)	B	28.21	29.06	5.26	19.53	5.63	24.22	5.86	23.30	5.66	29.22	175.95
	E	22.88	20.73	4.25	14.59	4.01	13.98	4.38	31.81	4.47	29.24	150.34
	D	45.85	41.16	4.65	46.40	10.24	79.35	32.11	112.91	19.24	49.09	441.00
	A	19.58	46.98	4.68	18.98	6.41	36.09	6.85	70.52	7.89	40.16	258.14
	F	37.27	53.07	11.17	34.35	19.00	34.20	16.74	114.37	83.62	44.13	447.92
	C	21.53	50.82	15.83	18.13	21.68	22.25	20.40	13.87	92.25	27.85	304.61
	合計	175.32	241.82	45.84	151.98	66.97	210.09	86.34	366.78	213.13	219.69	1777.96
	平均	9.74	13.43	2.55	8.44	3.72	11.67	4.80	20.38	11.84	12.21	98.78

表-9 (1) ペグ挿入出試験結果 (Ⅱ、動作速度、○形ペグ)

装 置		クリアランス 1.0mm		同 0.5		同 0.3		同 0.1		計	備 考
		挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜		
両腕型サーボ マニプレータ	平均	8.2	1.7	6.1	2.5	5.4	1.9	10.0	3.4	(秒) 39.2	操作数 14回
	最大	21.4	2.7	24.5	11.7	13.3	3.4	33.4	10.3		
	最小	3.6	1.2	2.8	1.1	2.3	1.0	2.3	1.3		
機械式マスタ・ スレーブマニプレータ	平均	2.0	0.8	2.7	0.9	2.6	1.4	4.1	4.3	18.8	操作数 15回
	最大	3.1	1.4	4.0	2.0	3.4	3.0	5.9	6.5		
	最小	1.1	0.6	2.1	0.4	2.1	0.6	2.5	2.6		
直接操作	平均	1.1	0.4	1.0	0.4	1.1	0.4	1.2	0.4	6.0	操作数 9回
	最大	1.9	0.7	1.6	0.5	1.8	0.5	2.1	0.5		
	最小	0.7	0.4	0.7	0.3	0.8	0.3	0.9	0.3		

表-9(2) ペグ挿入出試験結果(Ⅱ、動作速度、□形ペグ)

装 置		クリアランス 1.0mm		同 0.5		同 0.3		同 0.2		計	備 考
		挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜		
両 腕 型 サ ー ボ マ ニ プ レ ー タ	平 均	5.1	1.5	6.1	1.5	6.2	1.8	6.1	1.8	(秒) 30.1	操作数 14回
	最 大	11.6	1.9	10.8	2.2	10.3	2.4	8.1	3.0		
	最 小	2.4	1.0	2.5	1.2	3.4	1.2	4.6	1.5		
機 械 式 マ ス タ ・ ス レ ー ブ マ ニ プ レ ー タ	平 均	1.5	0.6	2.2	0.5	2.1	0.5	2.6	0.6	10.6	操作数 15回
	最 大	2.0	1.0	3.7	0.7	2.5	0.7	4.3	0.8		
	最 小	0.9	0.4	1.5	0.3	1.7	0.4	2.1	0.4		
直 接 操 作	平 均	1.3	0.6	1.4	0.5	1.2	0.5	1.3	0.6	7.4	操作数 9回
	最 大	1.8	0.8	2.2	0.7	1.8	0.7	1.9	1.4		
	最 小	1.0	0.4	1.0	0.4	1.0	0.4	1.0	0.3		

表 - 1 0 動作速度の比較

No.	両腕型サーボマニプレータ	機械式マスタ・スレーブマニプレータ
1.	3秒 01	0秒 76
2.	2 " 80	0 " 94
3.	2 " 30	0 " 73
4.	2 " 54	0 " 70
5.	2 " 00	0 " 57
6.	1 " 87	0 " 70
7.	2 " 10	0 " 94
8.	2 " 17	0 " 56
9.	2 " 60	0 " 50
10.	1 " 80	0 " 50
計	23 " 19 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Av. } 2 " 32 \\ \sigma. \quad 0. 38 \end{array} \right.$	6 " 90 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Av. } 0 " 69 \\ \sigma. \quad 0. 15 \end{array} \right.$

両腕型：機械式 $\approx 3.4 : 1$

表-11(1) ペグ挿入出試験結果(Ⅲ、バイラテラルの影響)

ペグ 種類	バイラテラル 軸	操 作 時 間						エ ラ ー					
		クリアランス 1.0		クリアランス 0.03		時間計/回数	平均 時間	クリアランス 1.0		クリアランス 0.03		計	
		引 抜	挿 入	引 抜	挿 入			引 抜	挿 入	引 抜	挿 入		
○ 形	全軸なし〔Z〕	19	95	104	375	593 / 12	49.4	0	0	9	5	14	
	〃 あり〔L〕	14 (19)	60 (80)	44 (59)	216 (288)	334 / 9	37.1	0	0	1	5	6	
	〃 〃 〔M〕	21	79	110	402	628 / 12	52.3	0	0	1	4	5	
	2, 3 〔M〕	20	75	111	264	470 / 9	52.2	0	0	5	6	11	
	3, 4 〔〃〕	18	59	74	154	305 / 9	33.9	0	0	4	3	7	
	4, 5 〔〃〕	16	48	165	411	640 / 9	71.1	0	0	0	1	1	
	5, 6 〔〃〕	12	59	467	120	658 / 9	73.1	0	0	15	3	18	
	6, 7 〔〃〕	19	64	49	232	364 / 9	40.4	0	0	5	4	9	
	4, 7 〔〃〕	14	50	28	103	195 / 9	21.7	0	0	1	2	3	

備考：・クリアランス単位、mm

・時間単位、秒

・()内は単純平均で求めた推定値

・バイラテラル感度

“M”スレーブ：マスター＝4：1

“L” 同 ＝10：1

表-11(2) ペグ挿入出試験結果(Ⅲ、バイラテラルの影響)

ペグ 種類	バイラテラル 軸	操 作 時 間						エ ラ ー				
		クリアランス 1.0		クリアランス 0.1		時間計 / 回数	平 均 時 間	クリアランス 1.0		クリアランス 0.1		計
		引 抜	挿 入	引 抜	挿 入			引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	
□ 形	全軸なし〔Z〕	23	128	175	199	525 / 12	43.8	0	0	16	0	16
	“ あり〔L〕	11 (15)	82 (109)	31 (41)	111 (148)	235 / 9	26.1	0	0	1	1	2
	“ “ 〔M〕	19	98	44	175	336 / 12	28.0	0	0	0	0	0
	2, 3 〔“〕	13	68	40	129	250 / 9	27.8	0	0	1	0	1
	3, 4 〔“〕	21	101	43	118	283 / 9	31.4	0	0	3	0	3
	4, 5 〔“〕	13	79	51	196	339 / 9	37.7	0	1	1	0	2
	5, 6 〔“〕	17	106	69	93	285 / 9	31.7	0	0	0	1	1
	6, 7 〔“〕	15	57	23	95	190 / 9	21.1	0	0	0	3	3
	4, 7 〔“〕	17	58	19	104	198 / 9	22.0	0	0	0	0	0

備考：・クリアランス単位、mm

・時間単位、秒

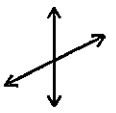
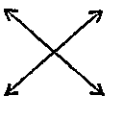
・() 内は単純平均で求めた推定値

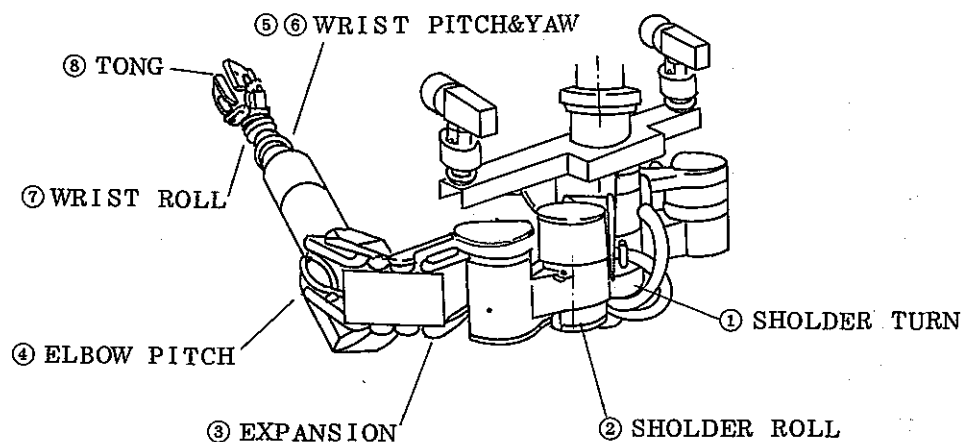
・バイラテラル感度

“ M ” スレーブ：マスター = 4 : 1

“ L ” 同 = 10 : 1

図-12 バイラテラル各軸設定時の操作感

組合せ軸 No.	動作模式	操 作 感
2 (肩回転) 3 (腕伸縮)		・ バイラテラル感ほとんど無し (3軸の発振が起き易いため感度を下げている)
3 4 (肘上下)		・ 4軸のみに近い状態だが操作し易い ・ 挿入出、ペグ離し時の力加減し易く、ハンドを(トング)当てることが少ない
4 5 (手首斜上下)		・ 操作し難い ・ 手首(マスタ側)があおられる
5 6 (手首斜上下)		・ 操作し難い ・ 手首が“コネラレル”ため作業方向の動きを阻害する
6 7 (手首回転)		・ ○形ペグの場合は操作し難いが□形ペグ時はそれ程でもない ・ 6軸動が7軸の発振を助長する(○ペグ時)
4 7		・ マニプレータ取扱いに慣れれば最も操作し易い ・ ハンド(トング)を当てることが少い ・ 7軸動で自然に挿入出してくれる(こじる動作)



マニプレータ外形及び軸番号

表-13(1) ペグ挿入出試験結果(Ⅳ、視認性)
○形ペグ操作時間

装 置		クリアランス 1.0mm		同 0.5		同 0.3		同 0.1		計	備 考
		挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜		
B & W T V (F . F)	平均	7.9	2.1	11.8	2.3	16.8	3.2	26.7	7.7	(秒) 78.5	バイラテラル 設定は全軸 「M」レベル
	最大	17.5	4.6	45.8	4.9	109.3	16.7	200.5	29.1		
	最小	2.7	1.1	3.0	1.0	2.3	1.0	2.3	1.2		
B & W T V (N . F)	平均	8.7	2.0	13.0	3.7	15.9	2.8	17.7	14.7	78.5	全軸「Z」
	最大	20.5	5.1	36.6	15.8	53.3	9.2	100.4	90.7		
	最小	4.2	0.8	4.4	1.0	5.4	1.1	4.9	1.4		
C R T V (F . F)	平均	8.9	2.0	11.1	3.7	13.5	4.5	26.1	8.8	78.6	Color TV 全軸「M」
	最大	17.0	3.0	37.0	11.7	63.5	16.0	102.8	58.7		
	最小	3.6	1.3	2.8	1.1	3.5	1.0	4.5	1.6		

表-13(2) ペグ挿入出試験結果(Ⅳ、視認性)
□形ペグ操作時間

装 置		クリアランス 1.0mm		同 0.5		同 0.3		同 0.2		計	備 考
		挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜		
B & W T V (F . F)	平均	9.6	2.1	11.7	2.2	14.3	3.1	21.2	4.5	(秒) 68.7	バイラテラル 設定は全軸 「M」レベル
	最大	17.6	2.9	39.6	7.0	38.2	6.2	135.8	38.2		
	最小	4.1	1.0	3.2	1.1	2.8	1.3	4.6	1.2		
B & W T V (N . F)	平均	9.8	3.6	9.6	2.5	13.5	2.8	31.2	2.8	75.8	全軸「Z」
	最大	20.5	21.8	25.3	4.8	42.5	7.8	203.3	5.1		
	最小	4.3	1.6	4.1	1.0	3.4	1.9	4.4	1.9		
C R T V (F . F)	平均	11.6	2.2	12.1	2.1	13.8	2.8	16.8	5.3	66.7	Color TV 全軸「M」
	最大	78.0	4.6	48.2	3.7	27.9	6.6	88.2	46.8		
	最小	2.5	1.2	2.6	1.2	4.6	1.2	4.9	1.7		

表 - 1 4 (I) ペグ挿入出試験 (IV) 時のエラー数

○形ペグ

項 目		B & W (F.F)	B & W (N.F)	C R (F.F)
クリアランス 1.0 mm	挿入	4	5	14
	引抜	0	0	0
同 0.5	挿入	13	19	8
	引抜	0	0	1
同 0.3	挿入	24	17	16
	引抜	0	0	0
同 0.1	挿入	29	27	41
	引抜	9	15	6
合 計		79	83	86

全 挿 入	70	68	79
全 引 抜	9	15	6

表-14(2) ペグ挿入出試験(Ⅳ)時のエラー数

□形ペグ

項 目		B & W (F.F)	B & W (N.F)	C R (F.F)
クリアランス 1.0 mm	挿入	17	11	19
	引抜	0	0	0
同 0.5	挿入	22	20	24
	引抜	0	0	0
同 0.3	挿入	24	22	25
	引抜	0	0	0
同 0.1	挿入	23	39	19
	引抜	1	0	2
合 計		87	92	89

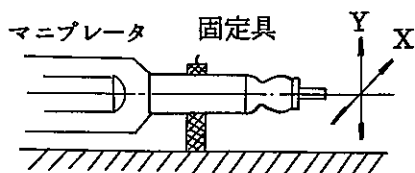
全 挿 入	86	92	87
全 引 抜	1	0	2

表 - 1 5 両腕型マニプレータのバックラッシュ測定結果

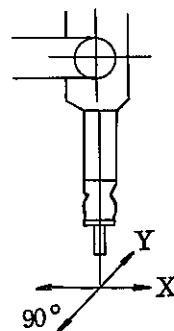
				改造前 (参考)	
腕別, 軸番号		測定力	変 位 量	測定力	変 位 量
5. 6	右	2 kg	1) X 方向; 4° (約17mm)	2 kg	約25° (約 127mm)
			Y " ; 2.4° (" 10)		
	左	2	X ; 4.9° (" 20.5)	2	約30° (約 150)
			Y ; (" 6.3)		
7	右	1	1.5° (" 4.7)	1	" 6° (" 18)
	左	1	1.2° (" 3.8)	1	" 6° (" 18)
8	右	0.1	1.7 mm	0.1	3.3 mm
	左	0.1	1.8 mm	0.1	3 mm
組合せ 1)	右	2	17.5 mm	_____	
5, 6, 7	左	"	10.5 mm		
組合せ 2)	右	"	X : 68.5mm Y : 33mm		
4, 5, 6, 7	左	"	X : 46.5 Y : 42		
組合せ 3)	右	"	33 mm	_____	
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (テレスコ含む)	左	"	38		

① 測定方法

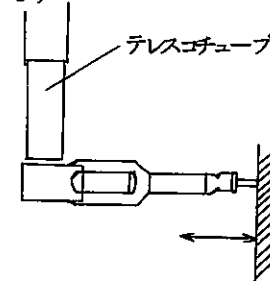
1)



2)



3)



② 測定具

ノギス、スケール

表-16 ジャンパー管交換結果(1)

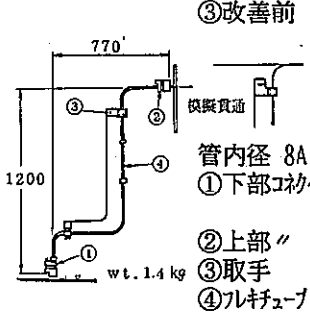
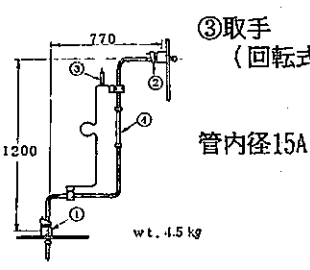
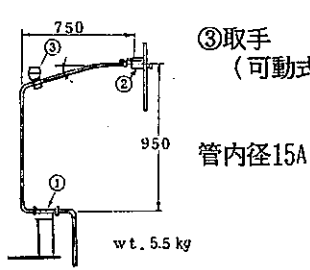
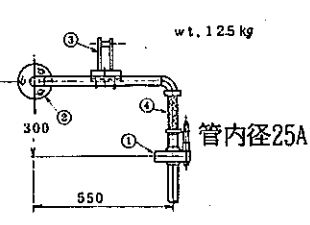
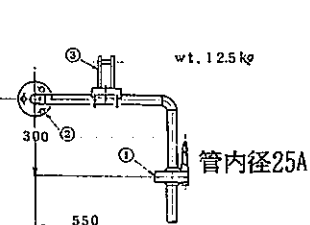
管No. 継手	ジャンパー管形状	平均操作時間	問 題 点
J-1 スイング クランプ	③改善前  管内径 8A ①下部コネクタ ②上部コネクタ ③取手 ④フルキチューブ wt. 1.4 kg	取付 19分00秒 取外 19分00秒	1) インパクトレンチの首垂れが大きい。 2) ジャンパー管取手（品番3），左図右上のものは操作しにくい。 3) カメラコントローラが4台・集中方式のため選定がわずらわしく、混乱する。 4) 全体監視用カメラがX、Y・方向に必要である。 * 1)を除く2)～4)は以下共通。
J-8 TRU	 管内径15A wt. 4.5 kg	取付、取外し とも極めて難 しく中止	1) J-9の1), 2)と同様。 2) ジャンパー管配管ピッチが狭い。
J-9 TRU	 管内径15A wt. 5.5 kg	取付 取扱が極めて 難しく中止 取外 10分18秒	1) ジャンパー管自重で自然に垂直になるように配慮された取手であるが、逆作用で位置合わせができない。 2) 取手位置がインパクトレンチ長さで整合していないため両腕が使えない。
J-21 3ボルト	 管内径25A wt. 1.25 kg	取付 13分29秒 取外 11分36秒	1) マニプレータ両肩のカメラ及び真上のカメラではボルト（品番1の）がみにくい。 2) マニプレータの取扱荷重が小さい。
J-24 TRU	 管内径25A wt. 1.25 kg	取付 16分07秒 取外 18分52秒	1) J-21と同様 2) ガイドのL型フックがくい込み外しにくい。

表-17 ジャンパー管交換結果(2)

(A : J - 10、 B : J - 8)

取 付 操 作	時間 (平均)		取 外 操 作	時間 (平均)	
取付位置へ移動 ↓ 管継手へセット ↓ セットボルト締付 ↓ 移動 ↓ セットボルト締付	形 状		取付位置へ移動 ↓ セットボルト緩め ↓ 移動 ↓ セットボルト緩め ↓ 管の取外し	形 状	
	A	1分51秒		A	1分05秒
	B	2' 24"		B	1' 44"
	A	1' 04"		A	1' 16"
	B	2' 15"		B	1' 18"
	A	1' 20"		A	0' 34"
	B	4' 03"		B	0' 31"
	A	0' 31"		A	1' 00"
	B	3' 18"		B	0' 50"
	A	1' 32"		A	0' 17"
	B	3' 40"		B	1' 09"
操作時間 計	A	6' 18"	操作時間 計	A	4' 12"
	B	15' 40"		B	5' 32"

試験回数；3回×2種類

遠隔継手；TRUコネクタ

表 - 18(1) ジャンパー管交換試験 (J-12、13、14取付け) 結果

操 作 手 順 及 び 状 況		操 作 時 間						回 数	備 考
		J-12 平均		J-13 平均		J-14 平均			
		経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要		
1	吊上げ・移動	↓	0' 40"	0' 00"スタート	同 J-12	0' 00"スタート	同 J-12	1～5は6回	
2	下側継手取付け		1' 12"	2' 52"	2' 15"				
3	上側継手取付け		2' 34"	1' 04"	0' 45"				
4	フック外し		0' 53"	0' 58"	0' 33"				
5	クレーン移動		0' 58"	同 J-12	同 J-12				
(1)	マニプレータ移動		0' 49"	0' 49"	0' 46"				
(2)	ボルト締付け		0' 58"	3' 03"	2' 06"				
(3)	マニプレータ移動		1' 31"	2' 12"	4' 30"				

表-18(2) ジャンパー管交換試験 (J-12、13、14取外し) 結果

操 作 手 順 及 び 状 況		操 作 時 間						回 数	備 考
		J-12 (平均)		J-13 (平均)		J-14 (平均)			
		経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要		
(1)	マニプレータ移動 { 南寄り最上部から 寄り付きまで	0' 00" スタート	0' 29"	0' 00" スタート	0' 48"	0' 00" スタート	0' 45"	(1)~(3)は3回	* 水平取付3ボルトはボルトゆるめ時、インパクト レンチ振動で、再びネジ込 まれるため確実に抜けてい る事を確かめる必要がある。 ** (1)~(3)と1~6の平 均時間の合計である。
(2)	ボルトゆるめ { 上部ボルト 下部ボルト		0' 45"		3' 17"		3' 12"		
			0' 59"		3' 23"		3' 11"		
(3)	マニプレータ移動 (南寄り最上部まで)		0' 30"	確 認 4' 41" 0' 46"			4' 57" 0' 38"		
1	クレーン移動 { 床面から 寄り付きまで		5' 50"	同 J-12		同 J-12		1~6は6回	
2	フック掛け		0' 51"	2' 27"		1' 52"			
3	上側継手外し		1' 14"	同時に 外れる		同 J-12			
4	下側継手外し		1' 18"	2' 31"		0' 58"			
5	吊上げ・移動								
6	仮置 (床面)	18' 38"	6' 42"	24' 35"	同 J-12	22' 15"***	同 J-12		

表-19(1) ジャンパー管交換時の主な問題点

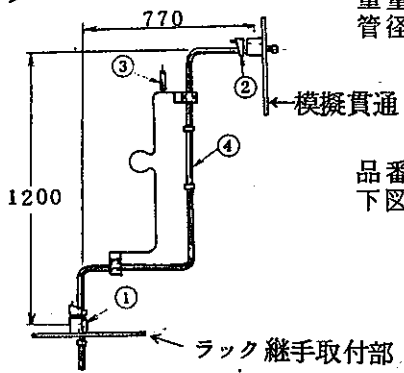
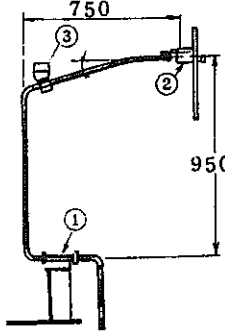
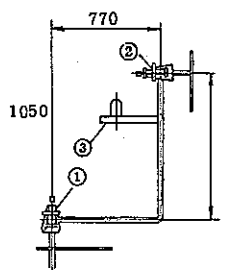
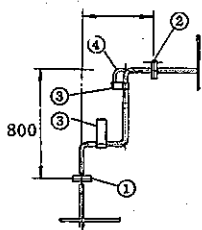
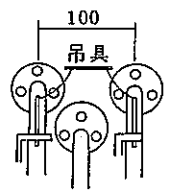
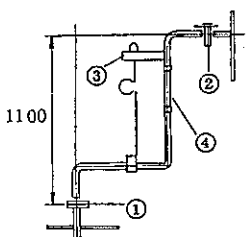
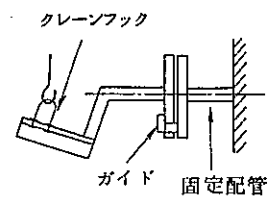
管 No. 継手 種類	ジャンパー管形状等	問題点
J-8 TRU コネクタ	〔B〕  重量; 4.5 kg 管径; 15 A 品番名称は 下図参照 ラック継手取付部	1) 回転式取手(品番3)付きのジャンパー管は操作性が悪いため固定式のものとした。 2) 交換動作は押し縮めながら、コネクタ②群をかわし、更に取付口に挿入する3つの動作が必要となり操作性悪い。 <関連>・押し縮め時フレキより上部(首)が上向き、位置合わせに必要以上の力を要す。又反力により周辺部に当りゴムOリングを傷める。 ・フレキとサポート用棒を変形させるため、取付時上下のどちらかが浮き上り、後操作が非常に面倒である。
J-10 TRU コネクタ	〔A〕  重量; 5.5 kg 管径; 15 A Na 部品名 ①下部コネクタ ②上部 ③取手 ④フレキ・チューブ	1) 動作が1方向のみで最も操作性は良いが、片腕で扱う場合には、ジャンパー管を保持する治具(貫通金物に固定)が必要である。 2) 可動式取手(品番3、自重で垂れ下がり位置合せをしやすくしたもの)は、操作性悪いため固定式とした。

表-19(1) ジャンパー管交換時の主な問題点

管 No 継手種類	ジャンパー管形状等	問題点
J-12 ハンフォード コネクタ	 重量; 21.5kg 管径; 25 A ①②は上図参照 ③フックボルト (吊具)	1) フックボルトの位置が悪く上部下がり(頭下がり)となり クレーンのみでは外れない。(位置を変更、以下J-13、14とも) 2) 上部コネクタが水平取付用のためスムーズな交換ができない。そのためシール面を傷付けやすい。
J-13 3 ボルト フランジ	 重量; 11kg 管径; 25 A ①下部フランジ ②上部 " ③取手 ④フック (追加) ボルト	1) 本ジャンパー管はJ-12、J-14などの間に位置することから、上部フランジのボルトを締緩するインパクトレンチと干渉する。  2) ①のボルト (3本) 緩める際、インパクトレンチの振動で、すでに緩めたボルトが再び入り込む。クレーン取外し時はオペレータで確認が必ず必要。
J-14 3 ボルト フランジ	 重量; 13.5kg 管径; 25 A ①②は上図参照 ③フックボルト ④フレキチューブ	1) フックボルトの位置悪く、頭下がりとなる。この状態でクレーンで吊り上げると、受側フランジのガイドとかみ合い、固定配管を曲げることがあった。 <関連> ・J-12、13、14ともに上部コネクタから先には取付けできない。クレーンで交換するには水平かやや下部コネクタ側が重くなるようにバランスさせることが必要である。 

作業名; TC取付
作業者;

項目	操 作 手 順	平 均 操作時間		状 況	問 題 点				感 度 設 定					
		分	秒		エラー 回数	マニプレーター	ラ ッ ク	C C T V	カマ ワーク	右 腕	左 腕	追 従 性		
部 分 ラ ッ ク (ン)	1. 遠隔操作スタート				1) ハンド 指部切欠き及び滑り止め	①TC梱包、開梱	1) モーターサイズ	4	2	✓				
	↓				2) 操作範囲	②3.2 φ、4.6 φ TCの取扱いき	2) 作業時のモニター姿勢		3	✓				
	2. 仮置台上のフタとT/C取手部をT/M で持つ	4	56	0' 47" (S) 25' 07" (L)	3) マスター側3連スイッチ	③TC保護、案内管形状			4	✓				
	↓				4) スレーブ動作時間遅れ				5	✓				
	3. T/M をフタ 取付位置 (セパラル)へ移動する	3	45	1' 18" (S) 11' 55" (L)					6	✓				
	↓								7	✓				
	4. 姿勢を整え、フタ を押し込む	3	16	0' 40" (S) 11' 27" (L)					8					
	↓							1						
	5. ロック 金具を回し (時計方向) ロック する	1	34	0' 07" (S) 4' 05" (L)				2						
	↓							3						
6. T/C 挿入口へ移動し姿勢を整える	3	36	2' 37" (S) 5' 11" (L)				4							
↓							5							
7. T/C 先端部を左 (右) に持ち、挿入口へ挿入	2	31	0' 18" (S) 9' 35" (L)	3.2 φ 4.6 φ			6							
↓								7						
8. T/C 長さ分挿入する	4	13	0' 22" (S) 22' 15" (L)				8							
↓							(1) ↓	1						
9. 操作終了	29	32	(S)				(2) ↓	2						
T/C:熱電対	38	25	(L)				(5) ↓	3						
				表3参照			4	サブモニター利用度 (メインの他に比率的現状)	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 他					
								モ ニ タ 配 置 図	2 4 5 6					
								1	4 5 6					
									⊕	3				
								照明 Lux						
								故障した場合の部位						
								左第3軸の発振 (PWM)調整でOK						

表-20(2) 熱電対交換試験結果

作業名: T/C取外し

作業者:

項目	操作手順	平均 操作時間		状 況	問 題 点				感 度 設 定
					マニプレーター	ラ ッ ク	C C T V	カマワーク	
部 分 ラ ッ ク (	遠隔操作スタート	分	秒	エラー 回数					右腕 2 3 4 5 6 7
	1. T/M をT/C コック位置へ移動し姿勢を整える	1	10						左腕 2 3 4 5 6 7
	2. コックロックを回し(反時計方向)ロック解除	0	29						追従性 軸長否(倍)
	3. ナガの取手(ベロ)を掴み上方に引抜く	0	17						右腕 1 2 3 4 5 6 7 8
	4. 取手を持ち、T/C 位置へ移動し姿勢を整える	1	02						左腕 1 2 3 4 5 6 7 8
	5. T/C 把持部を掴む	0	19						メインモニタ映し出数 No. 2 3 4 5 6 他
	6. T/M 移動装置(トランスポータ)を操作してT/C を抜き出す	—	—	表6参照					通
	7. T/C を仮置台まで運び仮置	1	26						サブモニタ利用度 (メインの他に比較的現た) ① 2. ③ 4. ⑤ 6. 他
	操作終了	5	15						モニタ配置図 2 4 5 6 1 ③ 3
		6	27						照明 Lux 故障した場合の部位
	T/C:熱電対 T/M:両腕型マニプレータ								

表-21 熱電対交換試験結果

熱電対外径 (mm)	保護案内管		挿入完遂数 / 試験数	挿入操作時間 (平均)	記 事
	R ₁	R ₂			
3.2	15DR	15DR	2 / 7	11分54秒	挿入時の 曲げ発生 が多い
	∞	30	2 / 2	8'19"	
4.6	15	15	3 / 3	9'05"	
	30	30	3 / 4	14'09"	
	∞	30	2 / 2	5'16"	
6.2	∞	30	0 / 1	—	取扱困難

R寸法：15DR≒325mm、30DR≒650mm

表-22 熱電対取付け操作時のエラー発生状況

操 作 手 順	エ ラ ー 内 容	発 生 数
1. 仮置台上のプラグと T/C 取手部をT/M で持つ	a. TC&プラグ掴み損ね b. 片側落下 (台上)	3.2φ, 4.6φ 25 (3 , 22) 2 (0 , 2)
2. T/M をプラグ取付位置 (レセプタクル) へ移動する	a. 衝突警告	4 (3 , 1)
3. 姿勢を整え、プラグを押し込む	a. 取付&位置合せ不良 b. 同上で片側落下 c. リード線掴み損ね	29 (16 , 13) 1 (1 , 0) 2 (2 , 0)
4. ロック金具を回し (反時計方向) ロックする	a. ロックレバー操作不良 b. ワイヤ引掛り	22 (22 , 0) 1 (0 , 1)
5. T/C 挿入口へ移動し姿勢を整える	a. 先端拔出し時の掴み損ね	4 (3 , 1)
6. T/C 先端部を左 (右) に持ち挿入口へ挿入	a. 挿入位置合せ不良 b. TC掴み損ね	23 (3 , 20) 57 (43 , 14)
7. TC長さ分挿入する	c. TC曲げ (大) d. 時間切れ&失敗 (主にTC曲げが因)	3 (2 , 1) 6 (5 , 1)
注) 2~4は省略した操作 (9回) 有り	合 計	179 (103 , 76)

主なエラー

1. 挿入時のTCの掴み損ね 32%
2. プラグ取付及び位置合せ不良 16%
3. 台上でのTC及びプラグの掴み損ね 14%

表-23(1) 熱電対挿入操作の分析結果

1. 遠隔操作

* 15DR⇔325R

熱電対直径	保護・案内管形状	挿入失敗数／実施数 (失敗率)	挿入時間	発生エラー数 (挿入操作のみ)	1ストローク当りの挿入長さ
3.2mm	15DR*	5 / 7 回 (71%)	平均(M); 11分54秒 最長(L); 13'36" 最短(S); 10'13"	48	7.7cm
	上部; 直管 下部; 30DR	0 / 2 (0%)	M : 8'19" L : 10'49" S : 5'48"	5	22.4cm
4.6mm	15DR	0 / 3 (0%)	M : 9'05" L : 14'23" S : 6'03"	1	8.9cm
	30DR	1 / 4 (25%)	M : 14'09" L : 21'40" S : 7'04"	34	13.9cm
	上部; 直管 下部; 30DR	0 / 2 (0%)	M : 5'16" L : 5'21" S : 5'11"	1	28cm

2. 直接操作

4.6mm	15DR	0 / 3	M : 0'9"3	-	25cm
-------	------	-------	-----------	---	------

表-23(2) 熱電対拔出し操作の分析結果

1. 遠隔操作

熱電対直径	保護・案内管形状	失敗率	拔出し時間〔平均〕	発生エラー数	備考
3.2mm	上部；ストレート 下部；30DR	0%	0分32秒	0	
4.6mm	15DR	0	2分14秒	3	スタート時のTC取手掴み損ね。
	30DR	0	1分06秒	0	
	上部；ストレート 下部；30DR	0	1分22秒	0	

2. 直接操作

4.6mm	15DR	-	11秒1	-	-
-------	------	---	------	---	---

表-24 サンプルング操作試験結果

作業名: サンプルング

作業者: サンプル数12

項目	操作手順	平均		状況	問題点				感 度 設 定																					
		操作時間			マニプレーター	ラック	C C T V				感 度 設 定																			
部分ラック ()	遠隔操作スタート	分	秒		①マスター手元スイッチ	1) 刺ダ取手及び送りバルブ	()内は確認の際一時利用。	カマワーク	マスタ	右腕	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	↓ サンプル内を1~2分減圧する 減圧後延長分後期	17	22	{ 10' 01" (S) 42' 30" (L)	②フートスイッチ	2) サプリング位置決めボールラッチ				腕	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	1. 刺ダにサンプルを下向きに挿入する	1	51	{ 0' 37" (S) 3' 53" (L)	③マスターのロック	3) ピン押し金具				腕	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	2. 送りバルブを60°時計回しし位置を合せる	1	32	{ 0' 25" (S) 4' 19" (L)	④握力調整	5) ガイドピン				腕	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	3. T/M でサプリング箇所へ刺ダを運ぶ	2	28	{ 0' 46" (S) 5' 01" (L)	⑤トランスポート 起動時の速度制御	6) 刺ダ受台				腕	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	4. 刺ダを受基部にセットする	2	15	{ 0' 19" (S) 9' 45" (L)						腕	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	5. ピン押し金具を押下げる (液採取)										腕	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	6. ピン押し金具を開放する (液採取終)	1	33	{ 1' 02" (S) 2' 02" (L)	☆-☆間 減圧後サプリングまでの経過時間は						腕	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	7. 刺ダを外し、作業台まで運ぶ	2	00	{ 1' 03" (S) 3' 48" (L)	平均: 26' 06" 最長: 49' 01" 最速: 15' 10" 標偏: 9' 20" 回数: 12 液量 { 最大11cc (水) 最小 7cc						腕	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	8. 作業台上のスタンドへ刺ダをセットする	1	46	{ 0' 55" (S) 2' 24" (L)							腕	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9. サンプルを抜取る	1	43	{ 0' 29" (S) 5' 51" (L)				腕	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
計量																														
操作終了																														

表-25 サンプリング操作時のエラー発生状況

操 作 手 順	エ ラ ー 内 容	発 生 数
1. ホルダーにサンプルピンを 下向きに挿入する	a. 挿入口へのピン位置合せ不良	3
2. 送りハンドルを60°時計回 しし位置を合わせる	{ a. ハンドル掴み損ね b. ハンドル保持不良 c. ハンドル位置合せ不良	4 2 8
3. T/M でサンプリング箇所へ ホルダーを運ぶ	{ a. ホルダー取手掴み損ね b. ホルダー持上げ不良 c. 周辺配管への軽度な衝突	5 3 1
4. ホルダーを受基部にセット する	{ a. ホルダー位置合せ不良 b. 周辺配管への軽度な衝突	36 (40 %) 1
5. ピン押金具を押下げる (液採取)	a. ピン押し金具操作不良	9 (10 %)
6. ピン押金具を開放する (液採取終)		
7. ホルダーを外し、作業台ま で運ぶ		
8. 作業台上のスタンドへ ホルダーをセットする	{ a. ホルダー位置合せ不良 b. スタンドからの落下	17 (19 %) 1
9. サンプルピンを 抜取る	a. ハンドル掴み損ね	1
	合 計	91

作業名； ケーブル取付け
 作業者； 回数11

項目	操 作 手 順	平 均		状 況	問 題 点				感 度 設 定										
		操作時間			マニプレーター	ラ ッ ク	C	C	T	V	軸	L	M	H	Z				
部 分 ラ ッ ク ()	遠隔操作スタート					1)フラグ 形状	①ラック 上部の	カメラワーク	マ ス タ	右	2		✓						
	↓					2)コネクタ表面仕 上げ	照度			3		✓							
	↓									4		✓							
	↓									5		✓							
	↓									6		✓							
	↓									7		✓							
	↓									2		✓							
	↓								3		✓								
	↓								4		✓								
	↓								5		✓								
↓								6		✓									
↓								7		✓									
↓									↓	退	軸	良	否 (倍)						
↓									↓	(5)	右	1							
↓									↓		腕	2							
↓									↓		腕	3							
↓									↓		腕	4							
↓									↓		腕	5							
↓									↓		腕	6							
↓									↓		腕	7							
↓									↓		腕	8							
↓									↓		メインモニタ映し出数	2	3	4	5	6	他		
↓									↓		No.1	2	3	4	5	6	他		
↓									↓					殆ど全	2				
↓									↓		サブモニタ利用度	メインの他に比軸的現状	①	2	③	4	⑤	⑥	他
↓									↓		モニタ配置図	2	4	5	6				
↓									↓		1			⑦		3			
↓									↓										
↓									↓		照明	2550					Lux		
↓									↓		故障した場合の部位								

表-26(2) 給電ケーブル交換試験結果
(取外し操作)

作業名: ケーブル取外し
作業者: 回数11

項目	操 作 手 順	平 均 操 作 時 間		状 況	問 題 点				感 度 設 定																																														
					マニプレーター	ラ ッ ク	C	C T V	マスタ		スレーブ		右腕		左腕		軸 長 否 (倍)		メ イン モ ニ タ 映 し 出 数		サ ブ モ ニ タ 利 用 度		照 明																																
部 分 ラ ッ ク ()	遠隔操作スタート								カメラワーク	マスタ	右腕	2	L	M	H	Z	↓	追 従 性	軸 長 否 (倍)	1	2	3	4	5	6	7	8	メ イン モ ニ タ 映 し 出 数 No.1 2 3 4 5 6 他	殆ど全	3	サ ブ モ ニ タ 利 用 度 メインの他に比軸的現状 ① 2 ③ 4 ⑤ 6 他	モ ニ タ 配 置 図	2	4	5	6	1	③	3	照 明 2550 Lux 故障した場合の部位															
	1. T/M を下部側コネクタ位置へ移動、姿勢整える	分	秒	{ 1' 15" (S) 3' 15" (L)	4	↓	スレーブ	右腕	1			2	3	4	5	6																									7	8	メ イン モ ニ タ 映 し 出 数 No.1 2 3 4 5 6 他	殆ど全	3	サ ブ モ ニ タ 利 用 度 メインの他に比軸的現状 ① 2 ③ 4 ⑤ 6 他	モ ニ タ 配 置 図	2	4	5	6	1	③	3	照 明 2550 Lux 故障した場合の部位
	2. コネクタロック 解除 (ピンを反時計回りに回す)	0	57	{ 0' 12" (S) 2' 33" (L)																																																			
	3. ワイヤ 取手を掴みプラグ を引抜く	0	38	{ 0' 17" (S) 2' 06" (L)																																																			
	4. プラグ を持ち、隔壁側コネクタへ移動、姿勢整える	1	30	{ 0' 46" (S) 2' 53" (L)																																																			
	5. コネクタロック 解除	0	55	{ 0' 08" (S) 3' 11" (L)																																																			
	6. ワイヤ 取手を掴みプラグ を引抜く	1	11	{ 0' 24" (S) 2' 32" (L)																																																			
	7. ケーブルを仮置台まで運ぶ	2	18	{ 1' 20" (S) 4' 48" (L)																																																			
	ケーブルを仮置する	0	48	{ 0' 20" (S) 1' 24" (L)																																																			
	操作終了	10	24	{ 5' 35" (S) 18' 55" (L)																																																			

表-27(1) 給電ケーブル交換時のエラー発生状況(取付)

操 作 手 順	エ ラ ー 内 容	発 生 数
遠隔操作スタート 1. T/M を台まで移動し プラグを両腕に持つ 2. セル壁側取付位置まで運ぶ 3. レセプタクルへプラグを挿入する(左、右どちらか) 4. プラグを押し込み、ロック ピンで(時計回り)ロック 5. 下部側取付位置まで 移動し姿勢を整える 6. レセプタクルへプラグを 挿入する 7. プラグを押し込みロックピンで ロックする 操作終了 (元位置戻り)	プラグ掴み損ね a. ケーブルの引掛り b. 衝突警告 c. 逆方向移動 a. プラグ位置合せ不良 b. プラグ挿入不良 c. プラグ落下 ロックレバー操作不良 a. 衝突注意 b. 逆方向移動 a. プラグ位置合せ不良 b. プラグ挿入不良 c. プラグ掴み損ね b. ワイヤベイル掴み損ね a. ロックレバー操作不良 b. マニプレータ引掛り a. 衝突警告 b. 逆方向移動	11 5 3 8 50 (29 %) 11 3 35 (20 %) 1 1 8 7 3 1 19 (11 %) 1 4 4
操作数 11 回	合 計	175

表-27(2) 給電ケーブル交換時のエラー発生状況(取外)

操 作 手 順	エ ラ ー 内 容	発 生 数
遠隔操作スタート ↓ 1. T/M を下部側コネクタ位置 へ移動、姿勢を整える ↓ 2. コネクタロック解除 (ピン を反時計回りに回す) ↓ 3. ワイヤ取手を掴みプラグを 引抜く ↓ 4. プラグを持ち、セル壁側コ ネクタへ移動、姿勢整える ↓ 5. コネクタロック解除 ↓ 6. ワイヤ取手を掴みプラグを 引抜く ↓ 7. ケーブルを仮置台まで運ぶ ↓ 操作終了	逆方向移動 ↓ ロックレバー操作不良 ↓ プラグ落下 ↓ { a. 衝突注意 b. 逆方向移動 ↓ ロックレバー操作不良 ↓ ワイヤペイル掴み損ね ↓ { a. 逆方向移動 b. 衝突注意 c. ケーブル引掛け	1 ↓ 17 (32 %) ↓ 1 ↓ { a. 1 b. 2 ↓ 11 (21 %) ↓ 8 (15 %) ↓ { a. 7 b. 4 c. 1
操作数 11 回	合 計	53

表-28 原因別エラー発生状況

項目 主な原因	T C 交 換 試 験	サンプリング操作試験	給電ケーブル交換試験	発 生 率 (%)
1. 視認性 { 見えないとか、見えているが遠近感がつかめず発生 }	67件 マニプレータ衝突注意(4) TC、リード線のつかみ損ねなど。	0 件	8 件 マニプレータ衝突注意。	16.9
2. 操作 (操作が不適切なため発生)	25 プラグ落下、プラグ挿入不良、操作失敗、TC曲げなど。	8 ホルダー取手持ち損ね、周辺管への当て、落下など。	40 ケーブル引掛り(見えているもの)、逆方向移動、プラグ落下など。	16.4
3. 装置構造 { 取扱対象物及びマニプレータの構造が不適なため発生 }	0	3 サンプルビン挿入不良。	0	0.7
4. 相乗作用 (1～3が互いに影響して発生)	87 台上でのTC、プラグ掴み損ねプラグ位置合せ不良、ロックレバー操作不良など。	80 ハンドル掴み損ね、位置合せ不良、ホルダー上げ損ね、押し具操作不良など。	127 台上プラグ掴み損ね、プラグ位置合せ不良、レバー操作不良など。	66.0 65.8=100%とした内訳 { 1と2 ; 41 1と3 ; 3 2と3 ; 28 1.2.3. ; 28 }

表-29 マニプレータ移動操作時間比較

項目 操作方法経路		操 作 時 間 (秒)						比 較 (直接操作を1とする)			
		平 均						西、東 1	北、南	上、下	
直接監視 単 一 ダイヤル 操 作	西→東	-	-	32.1	32.2	32.2					
	北→南	-	-	16.8	13.8	15.3			1		
	上→下	-	-	43.9	45.7	44.8				1	
	終 了	95.5	91.6	92.8	91.7	92.8					1
I T V 監 視 単 一 ダイヤル 操 作	西→東	37.9	44.3	38.9	40.4		1.3				
	北→南	13.3	15.6	14.3	14.4			0.9			
	上→下	44.7	56.1	45.5	48.8					1.1	
	終 了	95.9	116.0	98.7	103.5						1.1
遠隔保守 試験 (ITV 監視 マスタ 操作)	西→東	—	48	43	108	89	45	66	2.1		
	北→南	—	8	11	37	11	17	17		1.1	
	上→下	—	223	69	82	141	63	116			2.6
	終 了	175	279	123	227	241	125	195			2.1

note ; 1) 移動距離 西→東間 約 2.5m

北→南 1

上→下 3.5

2) 装置移動速度 (性能) 横行、走行及び昇降ともに約 5m/min

表-30 主モニタテレビ利用時間（TC交換試験時）

カメラNo.	取付位置、視角	撮影場所	利用時間（％）
1	専用支持台、横方向	作業域の側方全景（ラック、マニプレータの側面視認）	10 秒 （0.03）
2	マニプレータブリッジ、左後方斜下	“ 斜正面全景（ラック正面、マニプレータ後面）	249 （0.83）
3	マニプレータトロリ、下方向	マニプレータ操作域（マニプレータ、対象機器平面）	4 （0.01）
4	マニプレータ左肩、左やや斜下	左右両腕操作域（取扱、操作対象物）	29580 （98.6）
5	マニプレータ右肩、右やや斜下	“ （ “ ）	162 （0.54）
6	マニプレータ中央下、中央斜上	“ （ “ ）	0
計			30005

表-31 各モニタテレビの利用度 (T C交換試験時)

モニタテレビ No.	主 な 利 用 目 的	利 用 度
1	・ マニプレータ位置確認 ・ 周辺配管、機器への衝突防止 ・ 腕の状況、姿勢確認など	4
2	・ 取扱対象物の状態確認 ・ 移動経路周辺の確認など	2
3	・ 目的対象物へのマニプレータ位置決め ・ 同物の探査 ・ 移動針路の基準	5
4	・ 作業全般	(5) ただし 主モニタで利用
5	・ 作業全般 (補助的) ・ 取扱対象物の細部確認	4
6	・ マニプレータ周辺の確認	1

注) 利用度

1. ほとんど観ない。
2. 極くたまに観る。
3. 時々観る。
4. 頻繁に観る。
5. 作業中観続ける。

表-32 模擬部分ラック照度測定結果

ランプ種類	測 定 点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
①②③④ メタルハライド ランプ	水平方向 *	3300	1970	7000	5600	3250	7440	5100	6110	2470	4150	2290	1850	1110
	垂直方向**	1280	1500	3300	1600	1580	1250	2000	2260	795	874	617	405	425
	マニピュレータ 寄 付 時	測定点 2 の前			5 の前			8 の前			12 の前			
	水平方向	3550	1660	6210	5100	3440	7360	5270	4690	1940	2300	2180	1770	1130
	垂直方向	1470	1420	5430	1560	1150	1150	1640	2310	472	616	620	501	379

①④ ナトリウムランプ ②③ 水銀ランプ	測 定 点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	水平方向	7060	2430	3860	5900	4240	5430	4790	4280	3020	3500	1750	2100	1230
	垂直方向	4450	2570	2170	2550	1600	1210	1200	1400	1220	1080	643	651	560
	マニピュレータ 寄 付 時	測定点 2 の前			5 の前			8 の前			12 の前			
	水平方向	7910	2700	3140	5880	5460	5350	4360	4440	2630	1770	1710	2100	1220
	垂直方向	4340	2870	2250	1560	1650	1240	1160	1550	319	501	579	623	544

* 光源に対して測光部が水平になる位置

** 同 垂直になる位置

表-33 各種電気コネクタの着脱力

種 類	装着力 (kg)	離脱力 (kg)	備 考
1. 日邦機器 19 Pin	14 12 10 AV. 12	16.5 18 17 17.2	模擬部分ラックに採用
2. 日本航空電子 -1- H101-4×130-C-100 " " -200 8 Pin	6 5 6 AV. 5.7	2 3 3 2.7	耐放射線性用に開発したもの。
3. 日本航空電子 -2- H101-4×130-C-101 " " -201 7 Pin	5 4 5 AV. 4.7	1.5 1.5 1.5 1.5	同 上
4. 日本航空電子 -3- MS3106B20-27P-ZN " -27S(C)-ZN 14 Pin	ネジ式のため 比較不可。*	同 左	C P F で採用。 (一部構造が異なる)
5. AMPHENOL 115-114P 115-115S 50 Pin	5 5 5.5 AV. 5.2	5 6 5.5 5.5	F M F 試験セルで採用。
6. G U L T O N 8609-P111 8608-S111 19 Pin	14.5 13 14.5 AV. 14	14 14 14 14	
7. J u p i t e r (LEMO) IV ULC 14 Pin	3 3 3.5 AV. 3.2	3 3 3.5 3.2	
8. J u p i t e r (LEMO) IV ULC " " BREVETE SGDG 4 Pin	3 3.5 4 AV. 3.5	5 4 6.5 5.2	再処理工場で採用。

* 他はスプリング力などによるロック式である。

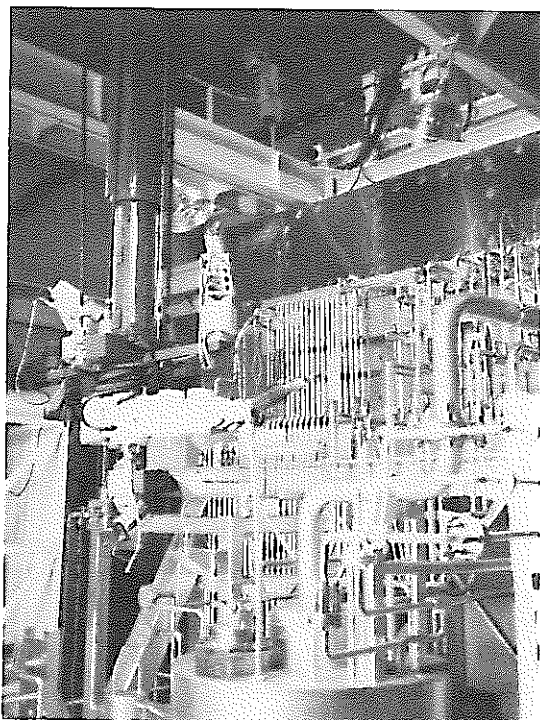
・ 測定器具；「プッシュ プルスケール」今田製作所製、測定範囲 0.5～50kg。

表-34 各種電気コネクタ着脱操作時間

(操作は全て片腕使用)

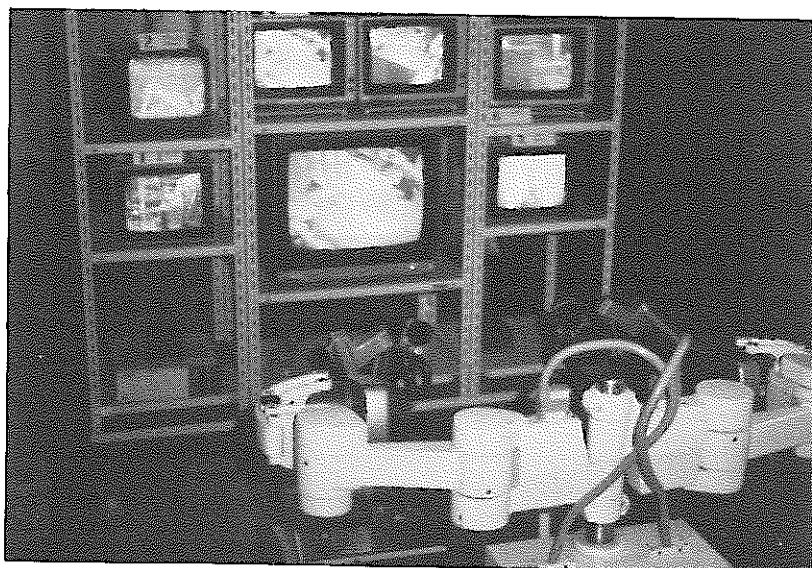
種 類		マニプレータ操作				直接操作		備 考
		垂直操作(上, 下動)		水平操作(前後動)		水平操作		
		装着(秒)	離脱(秒)	装着(秒)	離脱(秒)	装着(秒)	離脱(秒)	
1.	日邦機器 19 Pin	AV. 243 (82)	97 (43)	317 (175)	125 (44)	9.5 9.0 6.4 AV. 8.3	5.3 4.6 5.1 5.0	給電ケーブル交換試験時の値。又()内は当該試験実施者単独の値。
2.	日本航空電子 -1- (JAE) 8 Pin	91 176 77 AV. 85	39 106 26 57	—	—	—	—	(JAE-2-と同種のため一部)操作省略
3.	JAE -2- 7 Pin	—	—	25 27 348 AV. 133	183 33 34 83	7.5 7.7 7.9 7.7	4.4 3.7 3.1 3.7	ランヤード(ロックを外すワイヤ)を持つ垂直取付のレセプタクルへの装着は無理。
4.	JAE -3- 14 Pin	423 410 AV. 417	211 215 213	装着不可	—	13.8 14.1 15.5 14.5	19.0 25.1 14.6 19.6	プラグの支持ができないため袋ナットの締付ができない。
5.	AMPHENOL 50 Pin	装着不可	—	83 51 45 AV. 60	59 58 56 58	3.5 3.7 3.7 3.6	3.3 2.8 2.8 3.0	クランプレバーが倒れ込むためプラグが挿入できない。
6.	GULTON 19 Pin	—	離脱不可	165 127 64 AV. 119	147 170 162 160	5.5 4.0 4.1 4.5	4.8 3.6 3.3 3.9	マニプレータの出力以上の力を要するたが離脱できない。ロック全体の作りが大きいのでロッキングレバーの1部分だけしか握めない
7.	Jupiter (LEMO) 14 Pin	—	—	29 22 23 AV. 25	14 12 10 12	—	—	(Jupiter 4pinと同様)
8.	Jupiter (LEMO) 4 Pin	52 30 26 AV. 36	12 6 7 8	27 61 25 38	30 20 8 19	2.5 2.4 2.8 2.6	3.0 1.5 1.1 1.9	レセプタクルとの位置合わせマークがずれることがある。(クランプリングが自在に回る)

試験状況写真



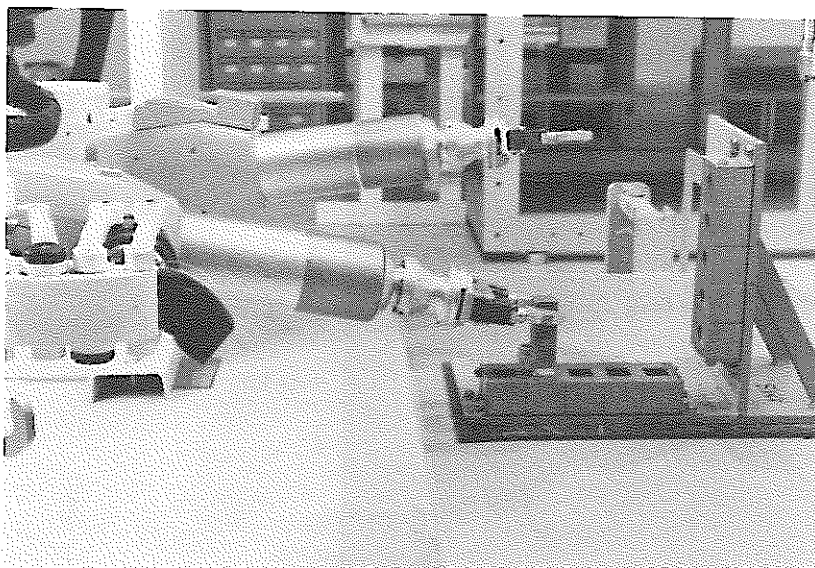
No. 1

スレーブアーム及び模擬
部分ラックの全景



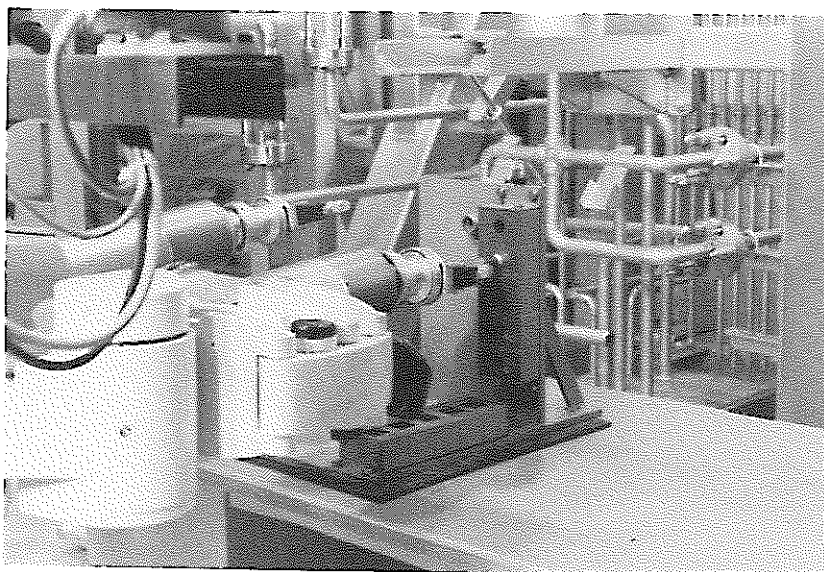
No. 2

マスターアーム及び
モニタテレビ



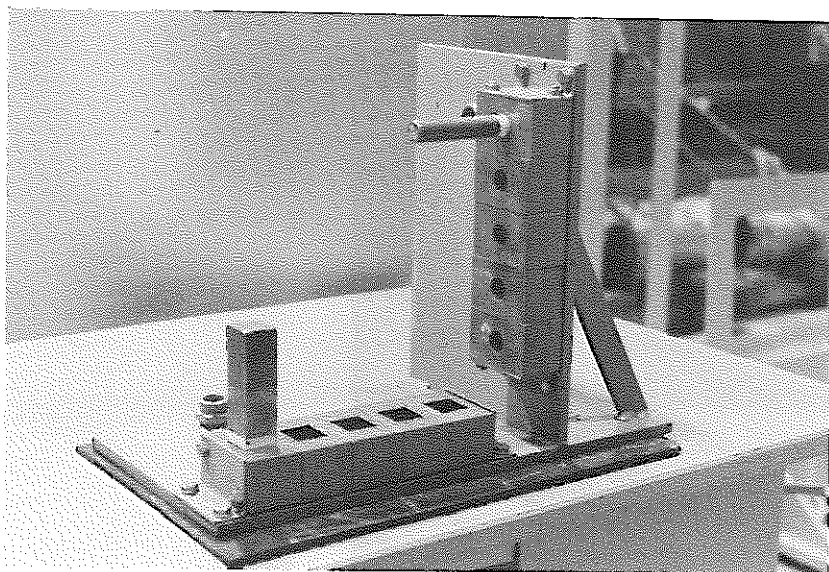
No. 3

peg 挿入出試験状況
(角形 peg の挿入)



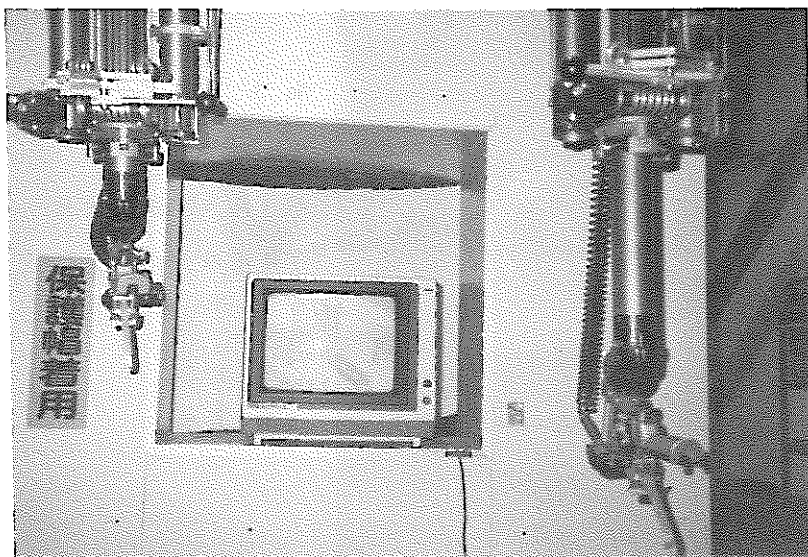
No. 4

同 上
(丸形 peg の挿入)



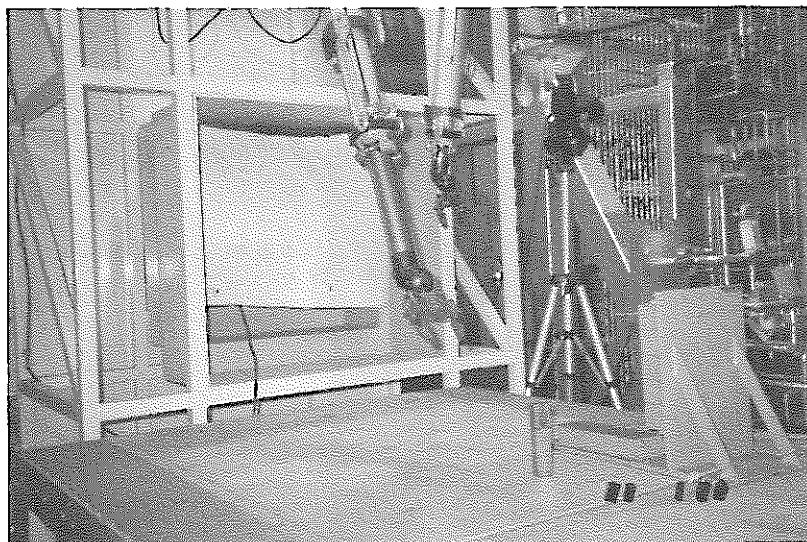
No. 5

同 上
peg テスト スタンド 外観



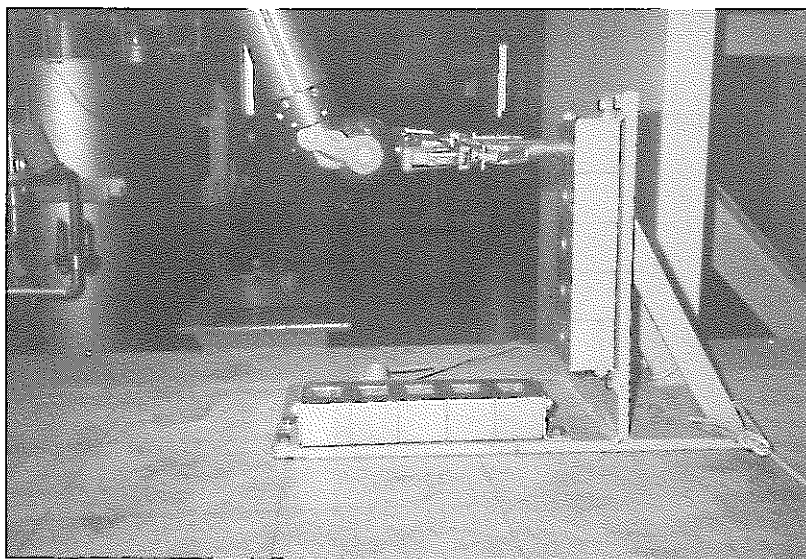
No. 6

peg 挿入出試験
機械式マニプレータの
アスタアームとモニタ
テレビ



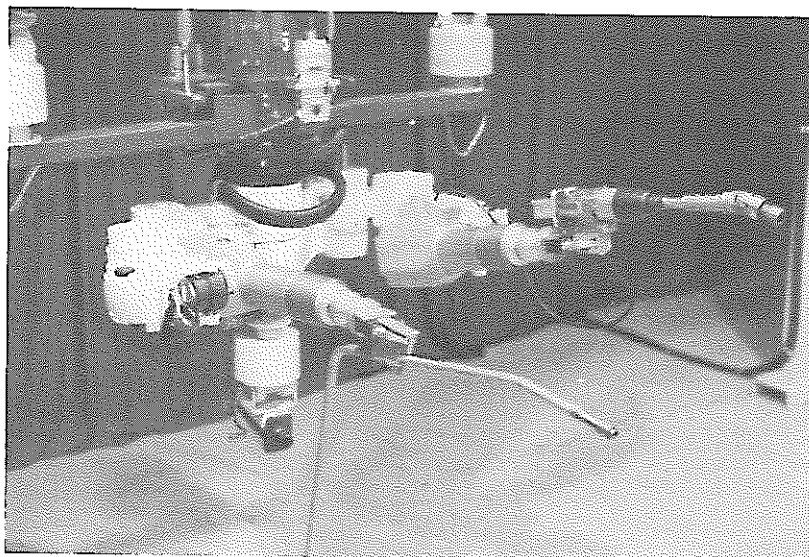
No. 7

試験全景



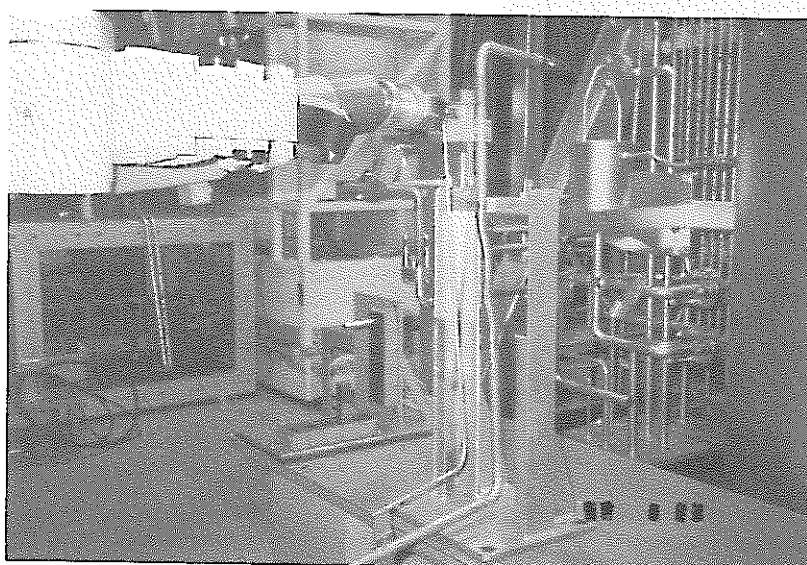
No. 8

丸形peg 挿入出



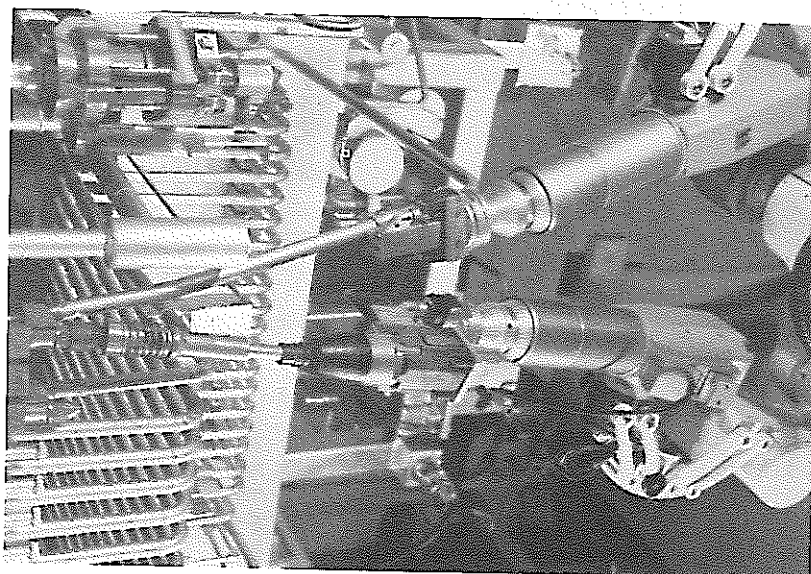
No. 9

ジャンパー管交換
取付け時の持運び



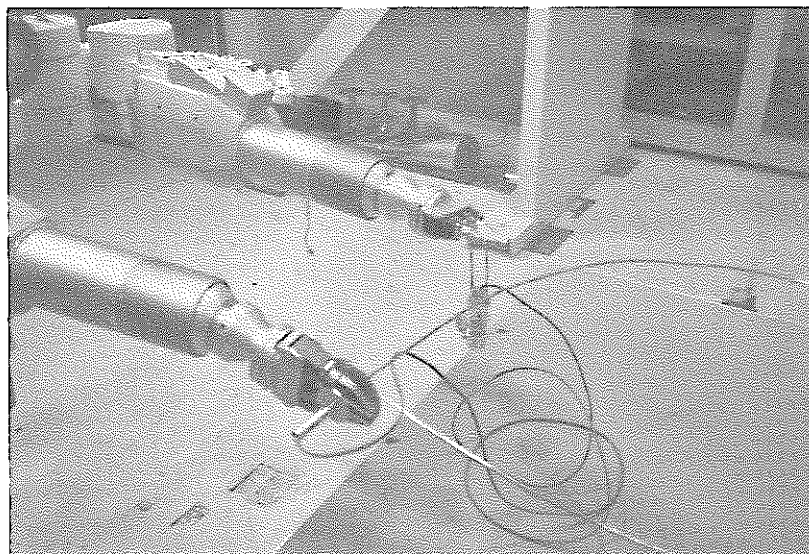
No. 10

ジャンパー管仮置台



No. 11

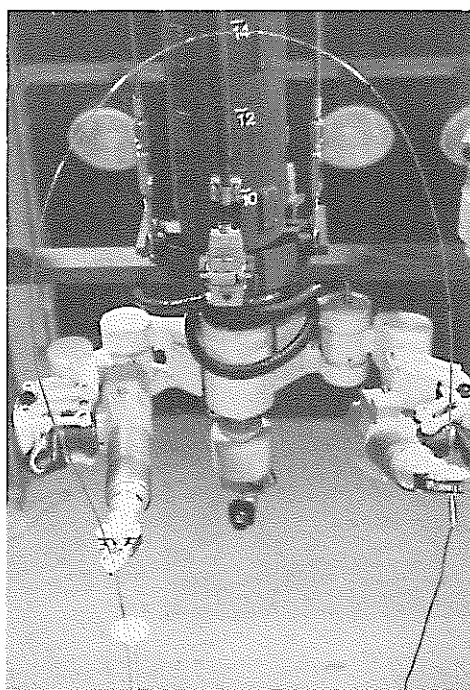
ジャンパー管取付



No. 12

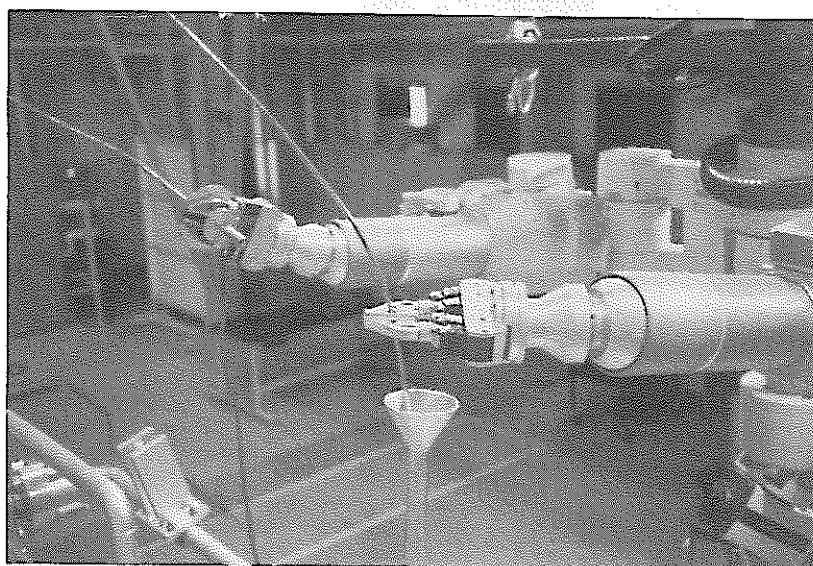
熱電対交換

T C の持運び



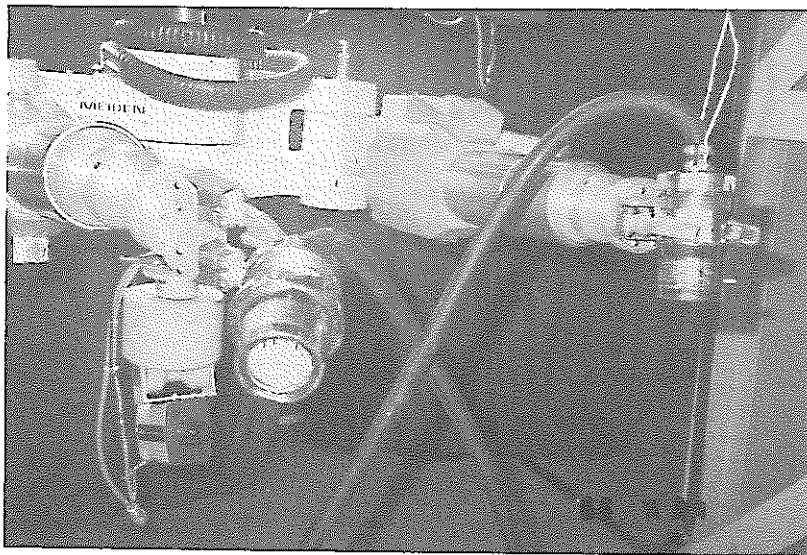
No. 13

同挿入開始状態



No. 14

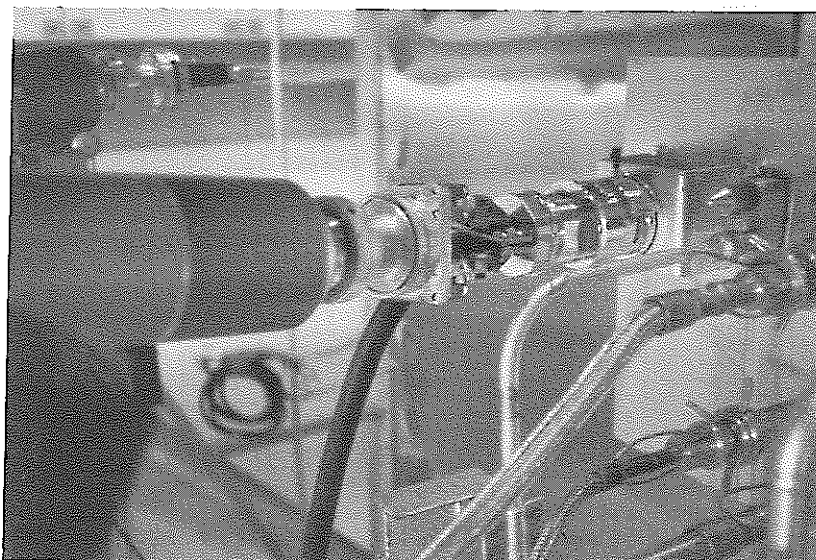
同挿入途中



No. 15

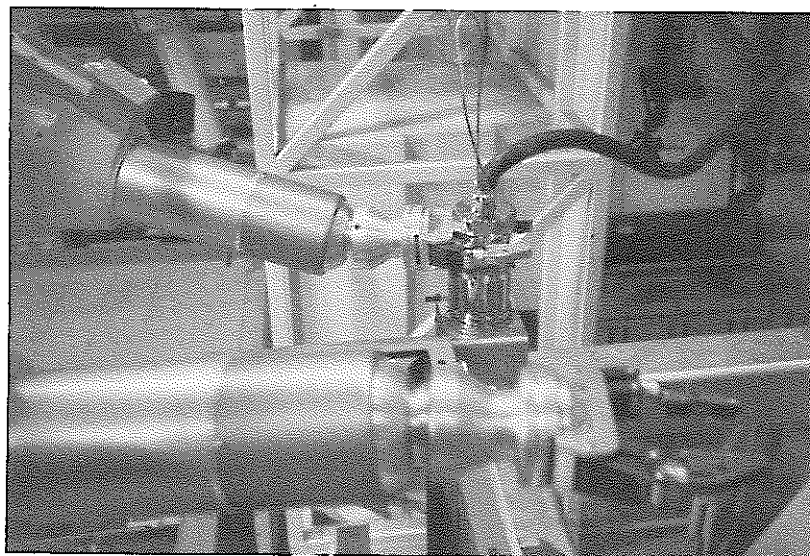
給電ケーブル交換

同ケーブルの持運び



No. 16

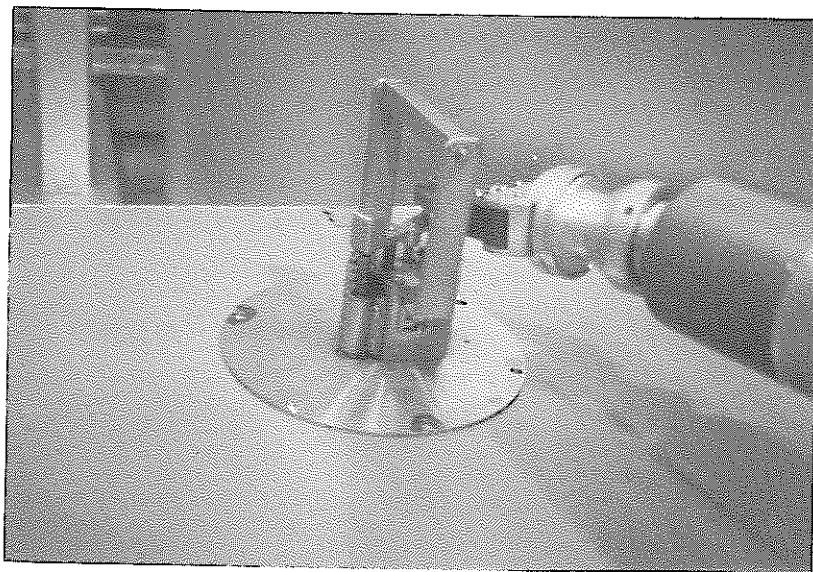
セル壁側プラグの取付け



No. 17

ラック側（下部側）

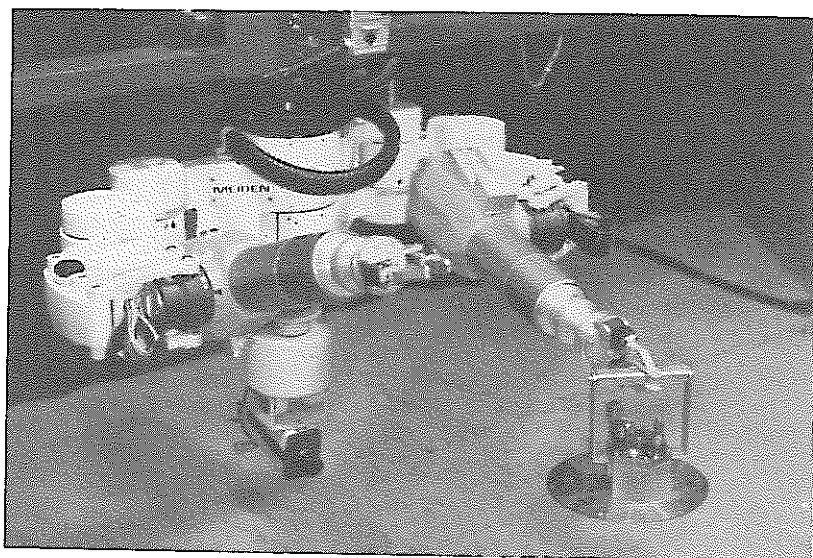
プラグの取付け



No. 18

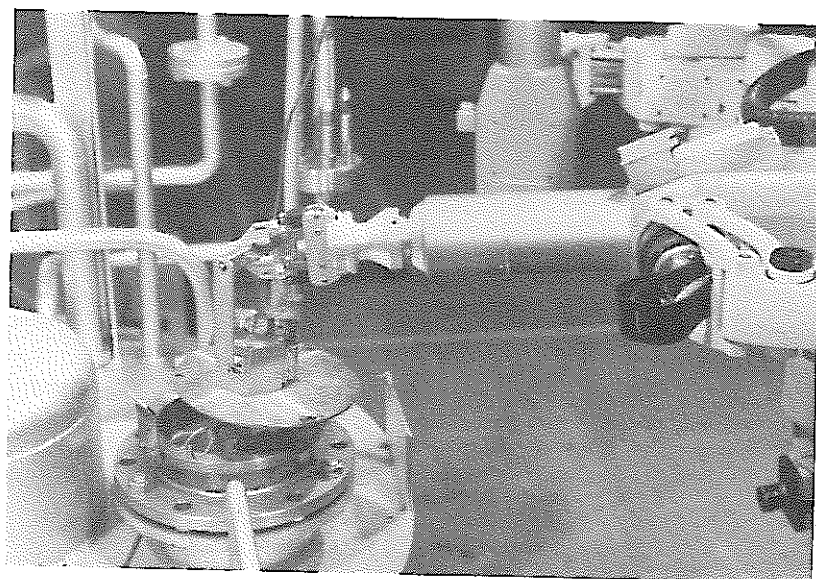
サンプリング操作

サンプルピン送りハンド
ルの操作



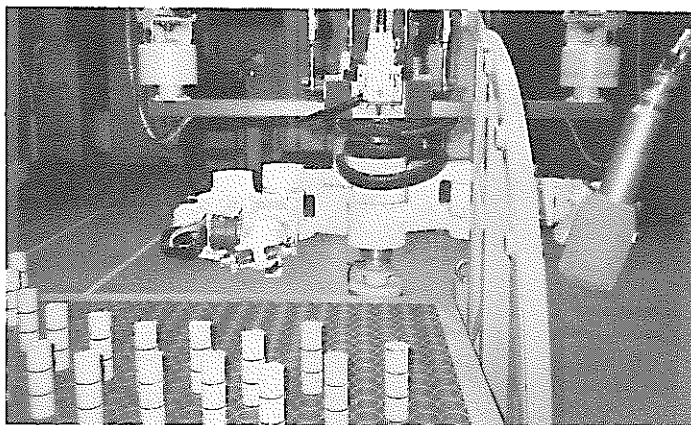
No. 19

サンプリングホルダーの
持運び



No. 20

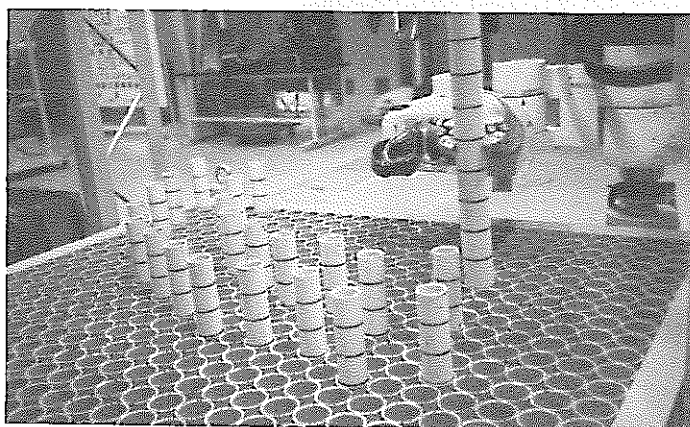
同ホルダー据付



No. 21

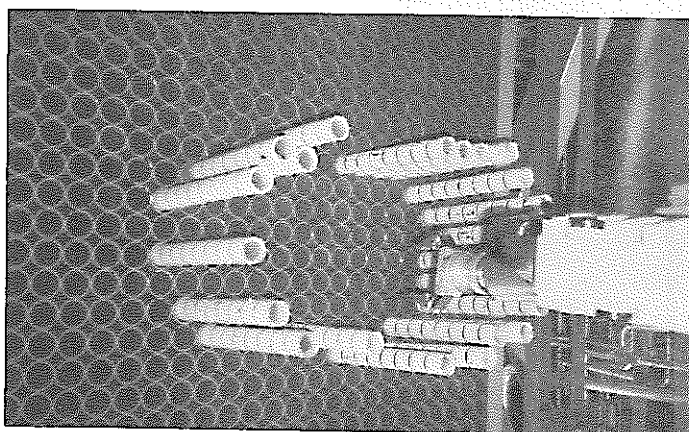
ボトルスタンドでの
作業範囲測定

水平操作(1)



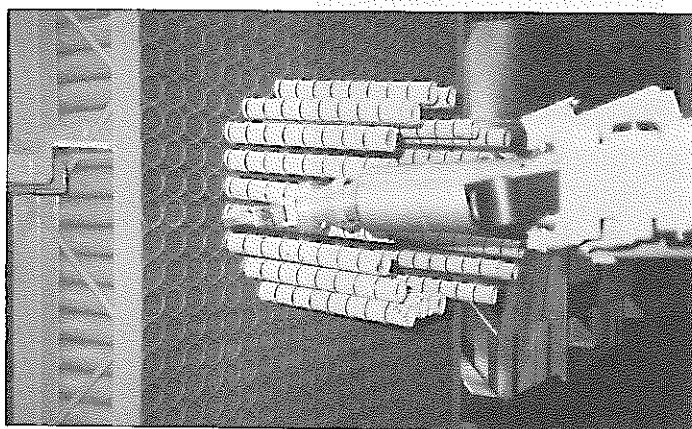
No. 22

同 (2)



No. 23

立向操作(1)



No. 24

同 (2)



No. 25

電気コネクタ取付状況

o GALTON

o
AMPHENOL

o
JUPITER (4)

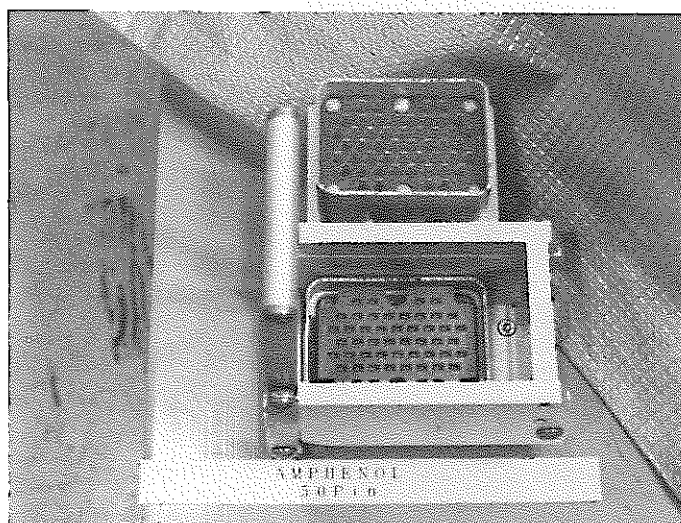
o
JUPITER
(4)

o
JAE-1



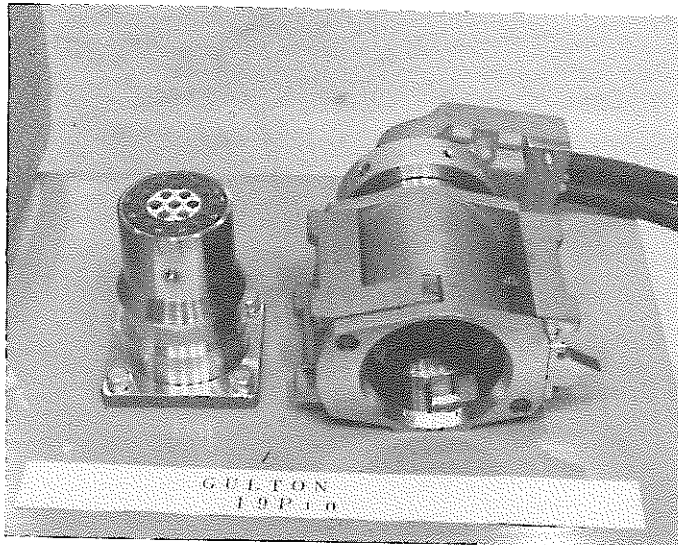
No. 26

JAE-2



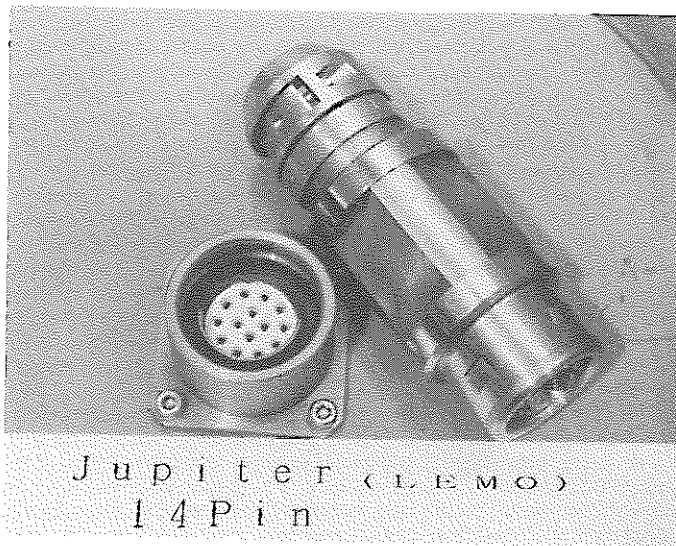
No. 27

AMPHENOL



No.28

GULTON



No.29

JUPITER

付録 詳細データ

ペグ挿入出試験 (I)

(個別-1/7)

丸ペグ	操作者, A	掴み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.1		戻し	計 (秒)
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜		
バイラテラル無	1.	23.54	73.16	0.65	14.30	1.26	34.19	1.57	106.93	1.60	15.40	4' 32" 60 (272.60)
	2.	28.28	48.53	1.91	12.57	1.92	15.39	2.24	15.65	24.15	7.72	2.38.36 (158.36)
	3.	18.70	38.65	1.12	10.44	1.95	11.67	0.93	15.73	2.70	9.87	1.51.76 (111.76)
	4.	16.61	32.08	2.18	7.87	1.67	8.60	0.72	10.29	4.72	7.66	1.32.40 (92.40)
	5.	9.68	13.26	1.58	10.90	10.14	22.74	3.93	12.21	1.45	9.67	1.35.56 (95.56)
	計	96.81	205.68	7.44	56.08	16.94	92.59	9.39	160.81	34.62	50.32	730.68
	平均	19.36	41.14	1.49	11.22	3.39	18.52	1.88	32.16	6.92	10.06	146.14 (2' 26" 14)
バイラテラル有 (全軸)	1.	25.39	12.62	1.00	17.57	3.38	25.21	1.50	44.59	1.20	17.17	2' 29" 63 (149.63)
	2.	24.04	19.40	1.49	16.29	1.68	20.97	1.02	57.30	1.08	13.02	2.36.29 (156.29)
	3.	15.01	23.10	1.44	10.15	0.98	15.51	0.90	11.12	1.34	12.53	1.32.08 (92.08)
	4.	8.74	37.36	2.08	13.37	1.47	13.48	1.43	15.48	1.23	11.97	1.46.61 (106.61)
	5.	10.27	28.43	1.22	5.80	4.23	13.88	1.24	52.23	2.50	13.17	2.12.97 (132.97)
	計	83.45	120.91	7.23	63.18	11.74	89.05	6.09	180.72	7.35	67.86	637.58
	平均	16.69	24.18	1.45	12.64	2.35	17.81	1.22	36.14	1.47	13.57	127.52 (2.07.52)
同上 (5・6・7軸)	1.	4.80	11.02	1.09	1.09.61	1.05	14.17	6.79	26.22	9.91	19.02	163.68
	2.	9.48	41.00	6.93	19.26	0.88	9.15	2.56	35.44	2.99	16.48	144.17
	3.	4.88	45.70	0.94	10.73	0.66	7.53	0.92	7.74	1.24	12.26	92.60
	計	19.16	97.72	8.96	99.60	2.59	30.85	10.27	69.40	14.14	47.76	400.45
	平均	6.39	32.57	2.99	33.20	0.86	10.28	3.42	23.13	4.71	15.92	133.48

(個別-2/7)

丸ペグ	操作者, B	掴み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.1		戻し	計 (秒)
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜		
バイラテラル無	1.	23.68	23.53	2.18	28.63	1.53	31.55	1.26	48.94	1.31	12.98	2' 55" 59 (175.59)
	2.	20.13	24.02	1.36	15.28	1.46	26.78	2.17	52.88	1.38	15.08	2.40.54 (160.54)
	3.	18.90	25.75	1.52	11.81	1.47	17.36	1.94	26.04	1.35	19.88	2.06.02 (126.02)
	4.	13.80	28.39	1.82	28.01	1.89	24.94	1.55	24.90	6.64	15.31	2.27.25 (147.25)
	5.	26.09	31.15	1.36	12.45	1.65	1.02.05	1.93	1.03.69	1.87	13.15	3.35.39 (215.39)
	計	102.60	132.84	8.24	96.18	8.00	162.68	8.85	216.45	12.55	76.40	824.79
	平均	20.52	26.57	1.65	19.24	1.60	32.54	1.77	43.29	2.51	15.28	164.96 (2.44.96)
バイラテラル有 (全軸)	1.	14.57	27.01	2.05	4.93	2.26	6.48	2.31	23.09	1.47	15.28	1.39.45 (99.45)
	2.	21.20	28.37	1.48	33.29	1.77	10.84	2.09	18.43	1.49	12.20	2.11.16 (131.16)
	3.	13.70	28.32	1.41	18.69	1.45	12.10	1.49	53.09	1.62	14.27	2.26.14 (146.14)
	4.	16.48	26.48	1.72	10.60	1.68	13.72	1.49	19.53	5.03	11.80	1.48.53 (108.53)
	5.	15.01	22.91	2.11	12.15	1.46	10.13	1.78	22.29	1.83	21.16	1.50.83 (110.83)
	計	80.96	133.09	8.77	79.66	8.62	53.27	9.16	136.43	11.44	74.71	596.11
	平均	16.19	26.62	1.75	15.93	1.72	10.65	1.83	27.29	2.29	14.94	119.22 (1.59.22)
同上 (5・6・7軸)	1.	17.67	23.32	1.70	6.17	1.53	11.76	1.86	15.80	4.93	17.51	1' 42" 25 (102.25)
	2.	14.92	23.72	1.42	4.78	1.76	8.27	2.34	11.31	2.85	12.84	1' 24" 21 (84.21)
	3.	16.49	23.11	1.38	4.75	1.74	15.74	1.96	35.73	10.28	12.40	2' 03" 58 (123.58)
	計	49.08	70.15	4.50	15.70	5.03	35.77	6.16	62.84	18.06	42.75	310.04
	平均	16.36	23.38	1.50	5.23	1.68	11.92	2.05	20.95	6.02	14.25	1' 43" 35 (103.35)

(個別-3/7)

丸ペグ	操作者, C	掴み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.1		戻し	計 (秒)
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜		
バイラテラル無	1.	19.42	32.63	4.33	37.69	2.53	1.30.76	5.35	34.62	7.74	11.94	4'07"01 (247.01)
	2.	9.53	34.63	2.33	44.30	2.23	13.09	3.51	1.54.89	4.87	12.57	4.01.95 (241.95)
	3.	10.22	35.59	2.35	22.52	2.54	24.90	2.75	1.18.73	24.02	23.76	3.47.68 (227.38)
	4.	9.92	1.40.52	11.06	56.79	6.01	1.01.11	2.44	29.41	9.13	13.90	5.00.29 (300.29)
	5.	10.26	59.74	8.52	27.19	17.01	22.54	9.22	40.35	36.35	24.09	4.15.27 (255.27)
	計	59.35	263.11	28.59	188.49	30.32	212.40	23.27	298.00	82.11	86.26	1271.9
	平均	11.87	52.62	5.72	37.70	6.06	42.48	4.65	59.60	16.42	17.25	254.38 (4.14.38)
バイラテラル有 (全軸)	1.	15.26	31.34	2.15	21.33	2.32	14.39	2.60	30.98	3.59	18.07	2.22.03 (142.03)
	2.	9.11	32.48	1.54	40.77	1.74	58.95	2.33	1.56.60	2.81	10.04	4.36.37 (276.37)
	3.	12.52	1.19.98	2.17	35.57	1.74	43.92	3.04	1.18.24	2.00	10.65	4.29.83 (269.83)
	4.	15.76	18.04	2.15	21.62	1.86	33.63	2.83	31.30	14.25	21.21	2.42.65 (162.65)
	5.	10.98	44.77	1.29	27.34	1.51	1.06.67	1.30	1.36.11	2.88	11.34	4.24.19 (264.19)
	計	63.63	206.61	9.30	146.63	9.17	217.56	12.10	353.23	25.53	71.31	1115.07
	平均	12.73	41.32	1.86	29.33	1.83	43.51	2.42	70.65	5.11	14.26	223.01 (3.43.01)
同上 (5・6・7軸)	1.	17.55	45.76	11.13	14.72	2.96	20.98	2.22	37.08	46.21	10.76	209.37
	2.	16.01	31.22	11.85	22.11	10.73	39.57	10.92	22.74	4.19	8.91	178.25
	3.	18.89	20.83	1.70	37.94	20.07	10.48	2.02	17.25	21.42	12.67	163.27
	計	52.45	97.81	24.68	74.77	33.76	71.03	15.16	77.07	71.82	32.34	550.89
	平均	17.58	32.60	8.23	24.92	11.25	23.68	5.05	25.69	23.94	10.78	183.63

(個別-4/7)

丸ペグ	操作者, D	掴み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.1		戻し	計 (秒)
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜		
バイラテラル無	1.	32.25	24.85	1.96	22.56	3.54	17.67	4.81	54.94	2.32	17.14	3'02"04 (182.04)
	2.	19.42	16.80	2.00	21.99	1.92	24.52	1.90	27.16	5.70	22.11	2.23.52 (143.52)
	3.	22.34	35.62	12.90	21.99	2.46	14.86	2.03	1.04.24	3.73	19.75	3.19.92 (199.92)
	4.	27.40	28.59	2.58	24.77	2.50	12.57	6.29	1.41.40	2.57	27.16	3.55.83 (235.83)
	5.	18.38	38.88	2.58	14.88	2.27	15.29	3.74	20.20	6.43	16.94	2.19.59 (139.59)
	計	119.79	144.74	22.02	106.19	12.69	84.91	18.77	267.94	20.75	103.1	900.90
	平均	23.96	28.95	4.40	21.24	2.54	16.98	3.75	53.59	4.17	20.62	180.18 (3.00.18)
バイラテラル有 (全軸)	1.	17.20	32.83	1.29	16.32	1.63	22.96	7.23	10.78	3.46	15.90	2.09.60 (129.60)
	2.	16.93	11.26	1.90	25.13	4.97	11.48	0.60	31.65	3.04	19.92	2.06.88 (126.88)
	3.	17.19	20.66	2.47	26.65	1.59	18.08	3.41	26.91	5.53	31.01	2.33.50 (153.50)
	4.	22.70	12.82	1.85	16.42	3.98	32.59	5.41	48.13	6.74	15.38	2.46.02 (166.02)
	5.	26.52	31.54	2.00	24.43	2.02	21.67	2.35	53.12	4.82	20.08	3.08.55 (188.55)
	計	100.54	109.11	9.51	108.95	14.19	106.78	19.00	170.59	23.59	102.29	764.55
	平均	20.11	21.82	1.90	21.79	2.84	21.36	3.80	34.12	4.72	20.46	152.91 (2.32.91)
同上 (5・6・7軸)	1.	16.17	10.46	1.58	20.22	2.41	14.38	5.45	13.60	3.11	15.58	1'42"96 (102.96)
	2.	15.87	31.95	5.88	31.71	1.98	10.90	2.44	33.54	2.42	19.66	2.36.35 (156.35)
	3.	21.54	29.63	3.23	19.27	3.14	16.01	2.48	11.30	6.15	22.59	2.15.34 (135.34)
	Σx	53.58	72.04	10.69	71.20	7.53	41.29	10.37	58.44	11.68	57.83	394.65
	$\bar{x}$	17.86	24.01	3.56	23.73	2.51	13.76	3.46	19.48	3.89	19.28	151.55 (2.31.55)

(個別-5/7)

丸ペグ	操作者, E	掴み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.1		戻し	計 (秒)
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜		
バイラテラル無	1.	20.32	41.19	1.90	3.54	1.11	4.64	2.67	8.86	1.81	9.47	1'35"51 (95.51)
	2.	22.59	19.82	1.79	6.08	2.08	8.91	2.85	13.33	7.47	9.72	1.34.64 (94.64)
	3.	15.15	12.91	1.29	9.75	1.92	3.88	1.78	9.68	1.72	11.44	1.09.52 (69.52)
	4.	19.30	16.83	1.10	8.72	1.25	5.50	1.45	4.80	22.96	13.70	1.35.61 (95.61)
	5.	14.75	22.62	1.58	10.31	1.40	12.99	2.22	16.20	1.72	12.28	1.36.07 (96.07)
	計	92.11	113.37	7.66	38.40	7.76	35.92	10.97	52.87	35.68	56.61	451.35
	平均	18.42	22.67	1.53	7.68	1.55	7.18	2.19	10.57	7.14	11.32	90.27 (1'30"27)
バイラテラル有 (全軸)	1.	15.80	20.46	1.86	3.73	1.57	4.85	1.44	33.37	3.39	14.28	1'40"75 (100.75)
	2.	29.48	31.04	1.61	9.59	1.36	13.32	1.38	7.35	4.75	10.50	1.50.38 (110.38)
	3.	10.69	21.38	1.80	24.46	1.73	4.09	1.60	23.76	6.48	15.25	1.51.24 (111.24)
	4.	16.92	30.39	2.67	8.13	4.49	7.00	2.47	17.11	2.32	12.16	1.43.66 (103.66)
	5.	11.82	14.72	1.66	4.17	1.41	5.07	1.04	13.13	1.54	16.05	1.10.61 (70.61)
	計	84.71	117.99	9.60	50.08	10.56	34.33	7.93	94.72	18.48	68.24	496.64
	平均	16.94	23.60	1.92	10.02	2.11	6.87	1.59	18.94	3.70	13.65	99.33 (1'39.33)
同上 (5・6・7軸)	1.	15.41	16.43	1.75	5.61	1.40	6.82	1.63	6.55	1.48	12.60	1.09.68 (69.68)
	2.	10.52	11.83	1.48	7.99	1.45	7.16	1.55	6.35	3.92	11.24	1.03.49 (63.49)
	3.	8.84	23.20	1.34	19.28	2.20	13.59	1.53	27.58	2.53	7.47	1.47.56 (107.56)
	計	34.77	51.46	4.57	32.88	5.05	27.57	4.71	40.48	7.93	31.31	240.73
	平均	11.59	17.15	1.52	10.96	1.68	9.19	1.57	13.49	2.64	6.26	80.24 (1.20.24)

(個別-6/7)

丸ペグ	操作者, F	掴み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.1		戻し	計 (秒)
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜		
バイラテラル無	1.	12.87	3.44.88	23.46	14.31	3.04	49.85	1.07.87	2.45.92	27.15	33.74	10.23.09 (623.09)
	2.	17.98	1.18.77	59.07	1.59.70	17.60	57.19	1.47	24.88	18.90	19.47	6.55.03 (415.03)
	3.	32.52	1.30.87	33.27	51.28	24.44	14.29	7.44	14.25	42.92	24.91	5.36.19 (336.19)
	4.	28.15	41.71	3.58	30.57	11.98	1.05.18	20.72	1.18.72	20.18	31.92	5.32.71 (332.71)
	5.	16.85	19.07	19.34	16.03	4.44	41.84	35.48	35.51	14.61	19.26	3.42.43 (222.43)
	計	108.37	455.30	138.72	231.89	61.50	228.35	132.98	319.28	123.76	129.30	1929.45
	平均	21.67	91.06	27.74	46.38	12.30	45.67	26.60	63.86	24.75	25.86	385.89 (6.25.89)
バイラテラル有 (全軸)	1.	24.04	1.58.26	29.33	59.15	23.46	1.29.74	42.93	1.19.32	19.56	1.46.29	9.52.08 (592.08)
	2.	25.60	54.86	21.31	34.25	15.12	30.00	8.38	17.01	1.19.45	23.45	5.09.43 (309.43)
	3.	21.38	16.17	3.02	13.02	2.96	18.75	13.46	34.37	10.61	20.10	2.33.84 (153.84)
	4.	18.81	1.32.13	5.72	43.87	21.19	1.02.15	40.46	1.10.37	1.18.42	1.32.51	8.45.63 (525.63)
	5.	23.60	1.11.45	30.37	1.19.22	1.78	2.19.98	13.51	1.04.69	1.41.05	37.75	9.23.40 (563.40)
	計	113.43	352.87	89.75	229.51	64.51	340.62	118.74	265.76	289.09	280.10	2144.38
	平均	22.69	70.57	17.95	45.90	12.90	68.12	23.75	53.15	57.82	56.02	428.87 (7.08.87)
同上 (5.6.7軸)	1.	23.02	64.97	23.57	40.20	35.67	52.36	22.53	23.85	28.87	66.67	381.71
	2.	22.12	47.21	22.05	43.53	15.77	26.00	22.05	29.97	16.54	18.07	261.31
	3.	12.12	46.15	25.88	12.01	5.51	52.01	26.16	39.23	13.07	16.02	248.16
	計	57.26	158.33	71.50	95.74	56.95	130.37	70.74	91.05	58.48	100.76	891.18
	平均	19.09	52.78	23.83	31.91	18.98	43.46	23.58	30.35	19.49	33.59	297.06

(個別-7/7)

	操作者, G	掴み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.1		戻し	計 (秒)
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜		
丸棒 バイラテラル 無	1.											
	2.											
	3.		実施せず									
	4.											
	5.											
丸棒 バイラテラル 有 (全軸)	1.	15.98	18.98	2.48	52.78	3.56	14.43	2.72	39.82	2.41	16.27	2' 49" 43 (169.43)
	2.	26.55	28.41	5.16	15.34	5.74	16.00	5.77	29.28	20.80	6.07	2.39.12 (159.12)
	3.	16.52	36.92	8.98	31.66	3.19	19.30	8.60	44.29	7.07	32.60	3.29.13 (209.13)
	4.	28.46	37.57	4.39	26.76	7.07	17.67	9.14	39.41	31.95	22.52	3.44.94 (224.94)
	5.	22.32	39.01	3.59	20.00	3.39	20.82	5.77	40.44	15.76	21.01	3.12.11 (192.11)
	計	109.83	160.89	24.60	146.54	22.95	88.22	32.00	193.24	77.99	98.47	954.73
	平均	21.97	32.18	4.92	29.31	4.59	17.64	6.40	38.65	15.60	19.69	190.95 (3' 10" 95)

(個別-1/7)

角ペグ	操作者, A	掴 み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.2		戻 し	計 (秒)
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜		
バイラテラル無	1.	8.45	39.35	4.96	48.15	2.43	23.56	2.43	48.40	8.45	15.42	3'21"6 (201.6)
	2.	11.67	20.71	6.37	21.13	3.82	124.84	8.29	19.82	2.73	10.16	3'49"54 (229.54)
	3.	13.70	47.50	4.49	13.00	4.29	19.74	3.49	36.62	7.69	10.06	2.40.58 (160.58)
	4.	11.78	98.32	2.72	10.75	7.21	41.79	3.48	28.16	10.68	8.70	3.43.59 (223.59)
	5.	13.03	20.58	2.20	30.12	3.78	16.25	2.70	38.61	3.96	7.28	2.18.51 (138.51)
	計	58.63	226.46	20.74	123.15	21.53	226.18	20.39	171.61	33.51	51.62	953.82
	平均	11.73	45.29	4.15	24.63	4.31	45.24	4.08	34.32	6.70	10.16	190.76 (3'10"76)
バイラテラル有(全軸)	1.	13.40	26.44	1.13	22.41	1.59	9.02	2.11	1.40.00	1.59	8.00	3'05.69 (185.69)
	2.	9.32	22.74	1.61	12.53	1.55	23.86	1.09	1.21.84	1.32	10.27	2.46.13 (166.13)
	3.	9.53	27.67	2.22	14.34	4.65	31.76	5.59	17.51	1.62	8.42	2.03.31 (123.31)
	4.	8.43	16.53	2.35	18.30	1.47	21.84	2.46	17.17	1.07	8.16	1.37.78 (97.78)
	5.	8.00	12.09	1.42	5.17	2.29	20.87	25.47	57.71	2.50	8.21	2.23.73 (143.73)
	計	48.68	105.47	8.73	72.75	11.55	107.35	36.72	274.23	8.10	43.06	716.64
	平均	9.74	21.09	1.75	14.55	2.31	21.47	7.34	54.85	1.62	8.61	143.33
同上(5.6.7軸)	1.	6.58	20.52	1.60	8.70	2.67	11.06	3.08	46.68	2.89	17.31	121.09
	2.	7.37	13.86	1.60	3.95	2.18	14.30	1.93	8.97	1.54	9.05	64.75
	3.	5.63	12.60	1.48	6.33	1.56	10.73	1.84	14.87	3.46	13.80	72.30
	計	19.58	46.98	4.68	18.98	6.41	36.09	6.85	70.52	7.89	40.16	258.14
	平均	6.53	15.66	1.56	6.33	2.14	12.03	2.28	23.51	2.63	13.39	86.05

(個別-2/7)

角ベグ	操作者, B	掴 み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.2		戻 し	計 (秒)
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜		
バイラテラル無	1.	10.18	20.26	2.36	5.26	2.76	9.54	1.95	12.09	2.31	7.70	1'14"41 (74.41)
	2.	12.15	12.18	2.28	18.70	2.87	6.78	2.31	9.49	3.53	7.74	1.18.03 (78.03)
	3.	13.86	15.55	1.92	20.14	3.19	6.77	4.65	9.12	3.89	6.33	1.25.42 (85.42)
	4.	9.57	30.21	1.91	8.68	2.90	7.29	3.41	8.85	1.92	7.61	1.22.41 (82.41)
	5.	11.32	10.21	1.74	9.24	3.09	10.95	2.08	11.75	2.66	7.67	1.10.71 (70.71)
	計	57.08	88.41	10.21	62.02	14.81	41.33	14.40	51.30	14.37	37.05	390.98
	平均	11.42	17.68	2.04	12.40	2.96	8.27	2.88	10.26	2.87	7.41	78.20 (1.17.20)
バイラテラル有 (全軸)	1.	11.29	11.39	1.61	7.42	1.71	11.01	1.89	9.97	1.92	8.79	1.07.00 (67.00)
	2.	8.79	12.39	1.53	10.76	1.58	7.45	1.45	9.20	10.32	6.53	1.10.00 (70.00)
	3.	7.69	11.04	1.63	17.22	2.98	12.36	1.67	8.47	1.72	10.86	1.15.64 (75.64)
	4.	13.15	8.28	1.58	7.07	1.84	8.33	1.52	9.56	1.28	6.55	59.76
	5.	8.72	9.74	1.90	10.15	1.65	30.50	1.79	7.91	1.82	6.73	1.20.91 (80.91)
	計	49.64	52.84	8.25	53.22	9.76	69.65	8.32	45.11	17.06	39.46	353.31
	平均	9.93	10.57	1.65	10.64	1.95	13.93	1.66	9.02	3.41	7.89	70.66 (1.10.66)
同上 (5.6.7軸)	1.	8.79	11.62	1.89	5.96	1.97	7.85	2.39	8.10	2.06	10.53	1'01"16 (61.16)
	2.	10.51	7.43	1.71	8.63	2.13	9.69	1.63	8.11	2.08	9.27	1'01"19 (61.19)
	3.	8.91	10.01	1.66	4.94	1.53	6.68	1.84	7.09	1.52	9.42	53"60 (53.60)
	計	28.21	29.06	5.26	19.53	5.63	24.22	5.86	23.30	5.66	29.22	175.95
	平均	9.40	9.69	1.75	6.51	1.88	8.07	1.95	7.77	1.89	9.74	58"65 (58.65)

(個別-3/7)

角ペグ	操作者, C	掘み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.2		戻し	計 (秒)
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜		
バイラテラル無	1.	13.98	13.15	4.11	6.88	2.60	10.83	5.19	11.64	3.81	17.55	1' 29" 74 (89.74)
	2.	17.37	14.73	1.46	8.76	3.39	10.60	3.09	10.95	5.45	14.85	1.30.65 (90.65)
	3.	10.09	11.23	3.90	13.75	5.18	8.88	3.91	14.70	4.41	13.70	1.29.75 (89.75)
	4.	10.34	17.26	4.47	12.63	6.10	29.44	4.50	8.84	3.53	12.17	1.49.28 (109.28)
	5.	10.68	15.13	2.72	13.98	3.57	6.29	2.10	9.40	9.19	9.17	1.22.23 (82.23)
	計	62.46	71.50	16.66	56.00	20.84	66.04	18.79	55.53	26.39	67.44	461.65
	平均	12.49	14.30	3.33	11.20	4.17	13.21	3.76	11.11	5.28	13.49	92.33 (1.32.33)
バイラテラル有 (全軸)	1.	12.30	14.73	2.24	10.75	2.76	10.97	6.62	20.96	1.04.79	11.58	2.37.70 (157.70)
	2.	10.37	22.60	2.60	13.91	2.39	33.26	2.64	11.01	2.76	14.15	1.55.69 (115.69)
	3.	9.14	16.68	2.88	24.16	10.13	12.07	7.37	13.47	3.73	10.73	1.50.36 (110.36)
	4.	9.78	17.75	4.73	18.02	15.18	11.35	26.52	21.82	9.44	4.58	2.19.17 (139.17)
	5.	11.93	15.17	3.85	11.59	8.92	1.01.59	43.30	18.92	9.12	8.48	3.12.87 (192.87)
	計	53.52	86.93	16.30	78.43	39.38	129.24	86.45	86.18	89.84	49.52	715.79
	平均	10.70	17.39	3.26	15.69	7.88	25.85	17.29	17.24	17.97	9.90	143.16 (2.23.16)
同上 (5・6・7軸)	1.	8.27	14.28	5.09	8.58	3.14	10.47	2.55	5.41	4.55	12.92	75.26
	2.	7.37	17.10	8.92	3.03	16.01	3.22	14.88	3.38	3.11	3.61	80.63
	3.	5.89	19.44	1.82	6.52	2.53	8.56	2.97	5.08	84.59	11.32	148.72
	計	21.53	50.82	15.83	18.13	21.68	22.25	20.4	13.87	92.25	27.85	304.61
	平均	7.18	16.94	5.28	6.04	7.23	7.42	6.80	4.62	30.75	9.28	101.54

(個別-4/7)

角ベグ	操作者, D	掴み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.2		戻し	計 (秒)
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜		
バイラテラル無	1.	26.96	15.03	7.05	22.92	4.74	34.01	4.22	1.07.38	15.05	28.05	3'45"41 (225.41)
	2.	21.84	16.27	2.90	7.05	2.19	30.44	2.83	15.60	4.32	26.36	2.09.80 (129.80)
	3.	24.32	16.95	3.14	20.89	3.40	32.48	3.62	18.11	5.46	27.11	2.35.48 (155.48)
	4.	21.75	24.95	6.49	17.62	7.96	33.52	7.98	8.60	4.91	29.57	2.43.35 (163.35)
	5.	29.19	23.40	3.25	35.28	2.27	33.84	20.79	1.01.11	3.25	23.81	3.56.19 (236.19)
	計	124.06	96.60	22.83	103.76	20.56	164.29	39.44	170.80	32.99	134.90	910.23
	平均	24.81	19.32	4.57	20.75	4.11	32.86	7.89	34.16	6.60	26.98	182.05 (3.02.05)
バイラテラル有 (全軸)	1.	14.58	37.89	3.55	26.22	4.64	13.29	5.24	1.31.95	9.45	21.40	3.48.21 (228.21)
	2.	34.48	30.05	2.50	28.97	1.83	48.17	29.11	18.10	4.19	23.46	3.40.86 (220.86)
	3.	25.18	17.78	2.92	7.71	2.03	31.27	32.11	39.09	7.38	24.02	3.09.49 (189.49)
	4.	27.83	30.70	2.75	28.46	2.82	20.23	2.85	18.25	3.75	35.71	2.53.35 (173.35)
	5.	18.59	32.75	10.48	14.63	1.99	25.37	2.98	21.32	3.93	15.01	2.27.05 (147.05)
	計	120.66	149.17	22.20	105.99	13.31	138.33	72.29	188.71	28.70	119.60	958.96
	平均	24.13	29.83	4.44	21.20	2.66	27.67	14.46	37.74	5.74	23.92	191.79 (3.11.79)
同上 (5・6・7軸)	1.	14.18	17.37	0.65	11.56	3.26	30.52	2.66	34.15	3.53	16.56	2'14"44 (134.44)
	2.	19.18	12.09	1.85	9.42	3.93	22.04	2.69	21.95	6.76	18.03	1.57.94 (117.94)
	3.	12.49	11.70	2.15	25.42	3.05	26.79	26.76	56.81	8.95	14.50	3.08.62 (188.62)
	計	45.85	41.16	4.65	46.40	10.24	79.35	32.11	112.91	19.24	49.09	441.0
	平均	15.28	13.72	1.55	15.47	3.41	15.87	10.70	37.64	6.41	16.36	147.0 (2.27.00)

(個別-5/7)

角ペグ	操作者, E	掴 み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.2		戻 し	計 (秒)
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜		
バイラテラル無	1.	9.54	10.79	1.48	5.78	1.45	5.31	1.81	7.64	2.16	10.36	56"23
	2.	13.58	27.22	1.46	4.31	1.12	3.19	1.26	6.17	2.97	8.64	1'09.92 (69.92)
	3.	11.10	7.20	1.59	4.15	1.68	6.91	1.79	10.23	2.92	8.89	56.46
	4.	10.58	5.47	1.45	5.79	2.15	5.74	2.01	4.93	1.60	7.13	46.85
	5.	12.16	5.78	1.54	3.40	1.58	5.85	1.97	4.70	3.67	10.18	50.83
	計	56.96	56.46	7.52	23.43	7.98	27.00	8.75	33.67	13.32	45.20	280.29
	平均	11.39	11.29	1.50	4.69	1.60	5.40	1.75	6.73	2.66	9.04	56.06
バイラテラル有 (全軸)	1.	13.49	7.51	1.27	5.55	1.40	5.52	1.32	5.62	1.51	7.33	50"52
	2.	10.82	6.75	1.42	7.39	1.26	9.06	1.81	8.08	1.78	10.12	58.49
	3.	12.06	9.91	1.33	4.74	1.39	6.44	1.32	5.32	1.58	10.94	55.03
	4.	9.35	10.16	1.27	6.08	1.35	10.30	2.39	4.78	2.97	8.35	57.00
	5.	12.59	7.45	1.39	2.49	2.19	5.24	1.62	5.42	1.71	11.32	51.42
	計	58.31	41.78	6.68	26.25	7.59	36.56	8.46	29.22	9.55	48.06	272.46
	平均	11.66	8.36	1.34	5.25	1.52	7.31	1.69	5.84	1.91	9.61	54.49
同上 (5・6・7軸)	1.	8.41	7.85	1.34	5.54	1.24	5.35	1.56	5.50	1.73	9.63	48.15
	2.	6.96	5.89	1.36	4.84	1.62	4.32	1.39	5.78	1.35	7.78	41.29
	3.	7.51	6.99	1.55	4.21	1.15	4.31	1.43	20.53	1.39	11.83	60.90
	計	22.88	20.73	4.25	14.59	4.01	13.98	4.38	31.81	4.47	29.24	150.34
	平均	7.63	6.91	1.42	4.86	1.34	4.66	1.46	10.60	1.49	9.75	50.11

(個別-6/7)

角ペグ	操作者, F	掴み	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.2		戻し	計 (秒)
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜		
バイラテラル無	1.	11.35	25.69	8.81	24.37	3.33	14.77	5.39	27.27	7.70	13.69	2.22.37 (142.37)
	2.	9.53	19.80	3.72	15.19	6.36	21.87	3.67	12.80	7.52	14.16	1.54.62 (114.62)
	3.	10.50	15.15	6.69	15.03	4.78	6.23	3.96	20.35	5.87	12.38	1.40.94 (100.94)
	4.	6.83	10.84	4.35	8.08	3.27	11.40	3.68	12.02	6.39	12.36	1.19.22 (79.22)
	5.	7.96	12.17	3.73	9.31	7.88	7.21	3.32	14.84	3.65	15.07	1.25.14 (85.14)
	計	46.17	83.65	27.30	71.98	25.62	61.48	20.02	87.28	31.13	67.66	522.29
	平均	9.23	16.73	5.46	14.40	5.12	12.30	4.00	17.46	3.23	13.53	104.46 (1.44.57)
バイラテラル有 (全軸)	1.	23"39	1'42"15	5"33	21"28	21"04	22"60	10"26	2'09"83	50"54	16"13	6'42"55 (402.55)
	2.	18.14	22.69	4.22	15.77	8.03	19.31	5.22	35.33	9.18	19.35	2.37.24 (157.24)
	3.	10.51	14.25	13.79	17.69	8.11	12.58	8.42	13.40	28.52	19.30	2.26.57 (146.57)
	4.	20.71	36.84	9.89	22.30	8.67	15.10	8.67	31.17	12.83	23.62	3.09.80 (189.80)
	5.	33.79	38.64	17.78	10.35	9.03	11.62	42.82	58.57	6.36	14.88	4.03.84 (243.84)
	計	106.54	214.57	51.01	87.39	54.88	81.21	75.39	268.30	107.43	93.28	1140.0
	平均	21.31	42.91	10.20	17.48	10.98	16.24	15.08	53.66	21.49	18.62	227.97 (3.47.97)
同上 (5・6・7軸)	1.	23.85	29.72	4.14	7.48	2.86	6.60	3.39	23.64	28.91	17.83	148.42
	2.	7.24	15.29	4.11	16.26	5.65	19.61	8.10	55.93	18.59	15.52	166.30
	3.	6.18	8.06	2.92	10.61	10.49	7.99	5.25	34.80	36.12	10.78	133.20
	計	37.27	53.07	11.17	34.35	19.00	34.20	16.74	114.37	83.62	44.13	447.92
	平均	12.42	17.69	3.72	11.45	6.33	11.40	5.58	38.12	27.87	14.71	149.31

(個別-7/7)

角ペグ	操作者, G	欄 目	クリアランス 1.0		0.5 mm		0.3		0.2		戻 し	計 (秒)
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜		
角 棒 バイ テ ラ ル 無												
				実 施	せ ず							
角 棒 バイ テ ラ ル 有 (全軸)	1.	10.65	20.84	2.23	20.61	5.81	21.34	2.59	22.32	2.59	25.35	2' 14" 33 (134.33)
	2.	12.64	33.23	2.38	17.50	1.70	17.88	2.83	17.93	1.46	23.29	2.10.84 (130.84)
	3.	13.44	35.07	4.14	58.09	3.70	20.61	2.67	36.57	3.35	8.57	3.06.21 (186.21)
	4.	15.24	18.02	2.47	15.02	2.71	25.18	2.85	33.96	7.36	9.28	2.12.69 (132.09)
	5.	11.94	15.16	2.73	15.73	2.35	95.02	3.73	19.66	25.03	7.30	3.18.65 (198.65)
	計	63.91	122.32	13.95	126.95	16.27	180.03	14.67	130.44	39.79	73.79	782.12
	平均	12.78	24.46	2.79	25.39	3.25	36.01	2.93	26.09	7.96	14.76	156.54 (2' 36" 54)

付 録 詳 細 デ ー タ

ペグ挿入出試験 (IV)

エラー数の集計

○ 棒の挿入出

2 軸	3 軸	4 軸	5 軸	6 軸	7 軸
Z H M L	Z H M L	Z H M L	Z H M L	Z H M L	Z H M L
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□

回 数		1 , 4								2 , 5								3							
	エラー該当項目 *	1	2	3	4	5	6	7	計	1	2	3	4	5	6	7	計	1	2	3	4	5	6	7	計
1. 棒を掴む		5							5	3							3	8							8
2. 棒を穴より引き抜く			1					}								}								}	
3. 棒を穴 5 へ挿入			4						4 (5)		14							14		5					
4. 棒を穴より引き抜く								}								}								}	
5. 棒を穴 4 へ挿入			13						13		8							9		19					
6. 棒を穴より引き抜く								}		1						}								}	
7. 棒を穴 3 へ挿入			23	1					24		16							16		16			1		
8. 棒を穴より引き抜く								}								}								}	
9. 棒を穴 2 へ挿入			28			1			38		39			2				47		26			1		
10. 棒を穴より引き抜く		2		1		6		}		1				4	1	}		2		2		8	2	1	
棒を戻して終了			22	1					23		28	1		1				30		26	1				2
計		7	91	3		7			108	4	106	1		7	1		119	10	92	3		10	2	3	120

B W 有

C R

B W 無

エラー数の集計

□ 棒の挿入出

2 軸	3 軸	4 軸	5 軸	6 軸	7 軸
Z H M L	Z H M L	Z H M L	Z H M L	Z H M L	Z H M L
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□

回 数		1 , 4								2 , 5								3							
	エラー該当項目 *	1	2	3	4	5	6	7	計	1	2	3	4	5	6	7	計	1	2	3	4	5	6	7	計
1.	棒を掴む	4				1			5	3							3	7							7
2.	棒を穴より引き抜く							}								}								}	
3.	棒を穴 5 へ挿入		17					}	17		19					}	19		11					}	11
4.	棒を穴より引き抜く							}								}								}	
5.	棒を穴 4 へ挿入		21	1				}	22		24					}	24		20					}	20
6.	棒を穴より引き抜く							}								}								}	
7.	棒を穴 3 へ挿入		24					}	24		25					}	25		21			1		}	22
8.	棒を穴より引き抜く							}								}								}	
9.	棒を穴 2 へ挿入		22	1				}	24		19					}	21		39					}	39
10.	棒を穴より引き抜く					1		}		1					1	}								}	
	棒を戻して終了		28			8			36		20			12			32		32			15			47
	計	4	112	2		10			128	4	107			12	1		124	7	123			16			146

B W 有

C R 有
(1 回不足)

B W 無

B W 集 計

	操者 掴み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計	
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
丸 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	A	74.2	11.3	21.6	7.4	22.1	7.1	32.6	8.6	29.9	26.4	43.9	285.1
	B	71.8	8.5	11.5	5.4	43.6	5.1	29.1	5.2	54.1	53.6	48.7	336.6
	C	66.2	16.3	40.7	7.2	37.6	10.1	50.0	11.4	53.7	31.2	134.2	458.6
	D	34.6	3.9	15.7	3.7	15.4	4.8	9.2	5.0	29.0	6.7	32.0	160.0
	E	29.9	6.3	19.3	4.0	20.2	4.2	20.1	19.3	27.7	8.5	49.2	208.7
	F	50.2	11.8	33.0	9.6	73.8	9.8	161.8	8.7	285.8	11.3	69.6	725.4
		326.9	58.1	141.8	37.3	212.7	41.1	302.8	58.2	480.2	137.7	377.6	$\Sigma x = 2174.4$
				7.9	2.1	11.8	2.3	16.8	3.2	26.7	7.7		$\bar{x} = 120.8$
丸 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 無	A	67.4	11.4	23.0	5.9	32.0	9.2	41.5	7.3	43.4	49.0	50.2	340.3
	B	60.5	7.1	26.9	8.8	29.6	4.6	54.6	13.3	27.1	115.5	84.0	432.0
	C	73.1	8.3	29.4	5.7	41.0	20.4	42.5	9.8	34.2	29.9	67.3	361.6
	D	33.6	3.8	17.7	4.9	19.7	15.1	22.6	6.5	24.3	17.5	33.6	199.3
	E	19.1	5.1	17.3	3.8	28.5	6.1	25.7	4.7	36.8	17.7	36.4	201.2
	F	84.7	8.8	42.2	6.5	84.0	11.0	100.1	9.2	153.4	35.4	70.1	605.4
		338.4	44.5	156.5	35.6	234.8	66.4	287.0	50.8	319.2	265.0	34.16	$\Sigma x = 2139.8$
				8.7	2.0	13.0	3.7	15.9	2.8	17.7	14.7		$\bar{x} = 118.9$

C R 集 計

	操者 欄み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜		
丸 形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	A 54.8	7.7	18.7	7.2	36.6	11.0	43.7	8.8	44.4	112.2	61.7	406.8
	B 64.8	8.4	26.9	4.6	19.2	4.6	31.1	16.8	63.5	5.4	51.7	297.0
	C 67.7	9.2	42.8	6.8	42.3	18.5	28.3	16.1	94.2	12.4	141.7	480.0
	D 32.6	3.8	18.7	6.2	12.8	15.0	16.0	7.1	19.7	16.5	39.1	187.5
	E 26.2	4.8	15.6	4.2	19.4	3.8	20.3	7.8	27.4	5.6	40.6	175.7
	F 57.7	9.6	36.6	7.4	69.1	13.9	103.4	24.5	221.3	6.9	49.7	600.1
	303.8	43.5	159.3	36.4	199.4	66.8	242.8	81.1	470.5	159.0	384.5	$\Sigma x = 2147.1$
			8.9	2.0	11.1	3.7	13.5	4.5	26.1	8.8		$\bar{x} = 119.3$
形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 無												

B W 集 計

	操者 掴み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計		
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜				
角 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	A	45.0	9.9	16.8	6.5	24.6	5.6	24.4	10.3	36.4	8.2	37.2	224.9	3回の合計
	B	33.9	6.7	36.4	7.4	17.7	6.8	32.9	7.2	69.0	6.2	51.6	275.8	
	C	38.8	10.5	36.4	7.1	48.3	6.6	50.1	14.0	157.1	9.6	51.4	429.9	
	D	29.9	3.2	28.3	3.8	23.4	4.0	16.3	4.5	19.2	4.9	32.4	169.9	
	E	23.4	4.4	23.5	5.7	48.0	10.8	58.3	9.9	36.3	9.3	40.8	270.4	
	F	54.0	11.2	31.3	6.5	48.1	6.4	74.8	9.1	63.2	42.4	82.8	429.8	
	計	225.0	45.9	172.7	37.0	210.1	40.2	256.8	55.0	381.2	80.6	296.2	$\Sigma x = 1800.7$	
				9.6	2.1	11.7	2.2	14.3	3.1	21.2	4.5		$\bar{x} = 100.0$	
丸 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 無	A	44.1	10.1	17.8	5.8	15.5	7.8	26.5	8.2	124.2	6.5	42.5	309.0	
	B	37.6	7.0	37.3	8.3	43.5	8.3	73.9	8.3	49.0	9.4	31.6	314.2	
	C	67.2	11.5	29.7	9.8	34.0	11.6	58.6	14.1	73.7	9.9	41.1	361.2	
	D	27.4	3.5	17.8	5.8	14.8	4.8	20.0	6.0	22.2	6.6	34.2	163.1	
	E	23.9	7.1	24.0	6.6	27.3	6.2	31.2	7.1	26.2	9.8	76.7	246.1	
	F	36.1	12.2	48.9	29.0	37.6	6.8	32.4	6.9	266.3	8.0	62.2	546.4	
	計	236.3	51.4	175.5	65.3	172.7	45.5	242.6	50.6	561.6	50.2	288.3	$\Sigma x = 1940.0$	
				9.8	3.6	9.6	2.5	13.5	2.8	31.2	2.8		$\bar{x} = 107.8$	

C R 集 計

	操者 掴み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計	
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
角 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	A	39.3	10.1	14.4	6.3	26.1	6.6	21.5	7.0	42.5	5.6	32.6	212.0
	B	20.4	4.0	26.2	4.4	13.0	4.4	34.8	4.4	95.5	12.2	29.3	248.6 / 2回のみ
	C	49.0	11.4	35.4	9.7	54.1	7.3	59.3	17.3	76.5	53.7	43.6	417.3
	D	25.1	3.6	13.8	5.6	17.2	4.7	18.9	5.6	18.4	5.5	38.0	156.4
	E	22.9	5.1	24.4	4.0	19.1	4.6	47.7	6.1	23.8	6.2	26.9	190.8
	F	32.8	9.6	83.6	7.9	75.9	7.8	52.4	7.4	29.6	6.5	30.2	343.7
		189.5	43.8	197.8	37.9	205.4	35.4	234.6	47.8	286.3	89.7	200.6	$\Sigma x = 1568.8$
				11.6	2.2	12.1	2.1	13.8	2.8	16.8	5.3		$\bar{x} = 92.3$
形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 無													

有: $\frac{BW}{CR}$ A

	操者	個み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計	順
				挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
丸 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	1.	22.3	6.1	7.4	1.8	5.8	2.3	16.8	3.2	11.9	19.5	13.9	111.0	①
	2.	23.0	2.0	7.5	3.1	6.9	2.2	8.8	1.8	11.5	3.0	20.1	89.9	④
	3.	28.9	3.2	6.7	2.5	9.4	2.6	7.0	3.6	6.5	3.9	9.9	84.2	⑥
		74.2	11.3	21.6	7.4	22.1	7.1	32.6	8.6	29.9	26.4	43.9	285.1	
	CR													
	1.	16.4	3.3	5.4	2.0	15.4	2.4	9.8	2.4	12.6	58.7	17.6	146.0	②
	2.	21.4	2.7	7.0	2.6	9.9	5.1	9.9	2.1	22.9	12.0	12.4	108.0	⑤
	3.	17.0	1.7	6.3	2.6	11.3	3.5	24.0	4.3	8.9	41.5	31.7	152.8	⑦
		54.8	7.7	18.7	7.2	36.6	11.0	43.7	8.8	44.4	112.2	61.7	406.8	
丸 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 無	1.	22.1	3.2	9.4	1.5	12.9	2.7	16.2	2.8	21.9	9.7	17.7	120.1	③
	2.	18.8	4.3	8.2	2.4	11.8	3.7	7.3	1.8	12.1	22.6	16.2	109.2	⑧
	3.	26.5	3.9	5.4	2.0	7.3	2.8	18.0	2.7	9.4	16.7	16.3	111.0	⑨
		67.4	11.4	23.0	5.9	32.0	9.2	41.5	7.3	43.4	49.0	50.2	340.3	

有: $\frac{BW}{CR}$ B

	操者	掘み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計	順
				挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
丸 形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	1.	23.2	4.6	2.7	1.9	24.8	2.6	5.0	2.1	20.7	22.8	14.7	125.1	①
	2.	21.2	1.9	5.0	1.9	7.4	1.5	11.8	1.8	22.2	29.1	12.8	116.6	④
	3.	27.4	2.0	3.8	1.6	11.4	1.0	12.3	1.3	11.2	1.7	21.2	94.9	⑤
		71.8	8.5	11.5	5.4	43.6	5.1	29.1	5.2	54.1	53.6	48.7	336.6	
	1.	25.2	3.2	8.3	1.6	7.2	1.9	14.2	3.3	30.7	2.3	17.8	115.7	②
	2.	18.9	2.9	7.9	1.5	6.7	1.1	5.5	1.0	16.5	1.4	22.1	85.5	⑥
	3.	20.7	2.3	10.7	1.5	5.3	1.6	11.4	12.5	16.3	1.7	11.8	95.8	⑨
		64.8	8.4	26.9	4.6	19.2	4.6	31.1	16.8	63.5	5.4	51.7	297.0	
丸 形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 無	1.	20.2	3.4	11.7	5.1	9.2	1.9	16.9	2.2	7.8	90.7	11.8	180.9	③
	2.	24.7	2.0	8.1	1.6	7.3	1.1	15.1	9.2	7.8	1.4	19.8	98.1	⑦
	3.	15.6	1.7	7.1	2.1	13.1	1.6	22.6	1.9	11.5	23.4	52.4	153.0	⑧
		60.5	7.1	26.9	8.8	29.6	4.6	54.6	13.3	27.1	115.5	84.0	432.0	

有: $\frac{BW}{CR}$ C

	操者 掘み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計 順	
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
丸 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	1.	28.1	4.7	7.1	2.6	10.8	1.7	20.9	1.8	19.9	8.1	61.5	167.2 ①
	2.	22.1	6.0	17.5	2.2	6.9	3.7	18.4	6.3	12.5	15.3	48.9	159.8 ④
	3.	16.0	5.6	16.1	2.4	19.9	4.7	10.7	3.3	21.3	7.8	23.8	131.6 ⑥
		66.2	16.3	40.7	7.2	37.6	10.1	50.0	11.4	53.7	31.2	134.2	458.6
	1.	21.7	4.1	13.0	2.8	14.5	11.6	14.8	9.0	42.4	6.6	33.7	174.2 ②
	2.	23.9	2.2	12.8	2.2	17.4	3.5	5.7	2.3	9.8	1.8	40.4	122.0 ⑤
	3.	22.1	2.9	17.0	1.8	10.4	3.4	7.8	4.8	42.0	4.0	67.6	183.8 ⑦
		67.7	9.2	42.8	6.8	42.3	18.5	28.3	16.1	94.2	12.4	141.7	480.0
丸 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 無	1.	18.1	3.3	9.5	1.5	9.2	15.8	28.0	4.5	12.4	18.2	33.1	153.6 ③
	2.	36.4	1.8	10.1	2.2	9.2	2.0	7.0	1.6	8.4	8.7	13.6	101.0 ⑧
	3.	18.6	3.2	9.8	2.0	22.6	2.6	7.5	3.7	13.4	3.0	20.6	107.0 ⑨
		73.1	8.3	29.4	5.7	41.0	20.4	42.5	9.8	34.2	29.9	67.3	361.6

有: $\frac{BW}{CR}$ D

	操者 摺み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計 順	
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
丸 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	1.	13.0	1.4	5.4	1.1	3.0	1.2	2.3	1.0	2.3	1.4	11.3	43.4 ①
	2.	11.0	1.5	4.3	1.5	5.8	2.0	2.7	2.1	15.2	2.7	9.8	58.6 ④
	3.	10.6	1.0	6.0	1.1	6.6	1.6	4.2	1.9	11.5	2.6	10.9	58.0 ⑥
		34.6	3.9	15.7	3.7	15.4	4.8	9.2	5.0	29.0	6.7	32.0	160.0
	1.	11.6	1.1	3.6	2.7	5.5	1.7	5.0	1.4	8.8	3.4	12.9	57.7 ②
	2.	9.5	1.7	4.8	1.8	2.8	11.7	6.5	3.4	4.5	2.8	10.5	60.0 ⑤
	3.	11.5	1.0	10.3	1.7	4.5	1.6	4.5	2.3	6.4	10.3	15.7	69.8 ⑦
		32.6	3.8	18.7	6.2	12.8	15.0	16.0	7.1	19.7	16.5	39.1	187.5
丸 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 無	1.	11.6	1.3	5.1	1.0	5.3	8.8	10.1	2.0	13.1	4.1	10.8	73.2 ③
	2.	10.3	1.1	8.2	1.4	4.4	3.2	5.8	2.8	4.9	4.5	13.2	59.8 ⑧
	3.	11.7	1.4	4.4	2.5	10.0	3.1	6.7	1.7	6.3	8.9	9.6	66.3 ⑨
		33.6	3.8	17.7	4.9	19.7	15.1	22.6	6.5	24.3	17.5	33.6	199.3

有: $\frac{BW}{CR}$ E

	操者	掘み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計	順
				挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
丸 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	1.	9.3	2.9	7.4	1.2	9.6	1.6	8.4	16.7	7.4	5.8	17.4	87.7	①
	2.	9.1	1.9	6.4	1.4	4.2	1.3	4.8	1.4	12.0	1.5	23.8	67.8	③
	3.	11.5	1.5	5.5	1.4	6.4	1.3	6.9	1.2	8.3	1.2	8.0	53.2	④
		29.9	6.3	19.3	4.0	20.2	4.2	20.1	19.3	27.7	8.5	49.2	208.7	
	1.	7.4	1.1	5.4	1.5	6.2	1.2	3.5	1.3	12.3	3.2	13.9	57.0	⑤
	2.	10.9	2.4	6.4	1.4	6.4	1.5	6.5	1.3	8.9	1.3	15.1	62.1	⑧
	3.	7.9	1.3	3.8	1.3	6.8	1.1	10.3	5.2	6.2	1.1	11.6	56.6	⑨
		26.2	4.8	15.6	4.2	19.4	3.8	20.3	7.8	27.4	5.6	40.6	175.7	
丸 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 無	1.	7.5	1.8	6.3	1.2	7.7	1.6	5.4	1.1	17.2	12.2	12.7	74.7	②
	2.	6.0	1.5	4.2	1.1	8.4	1.0	14.7	2.0	9.5	1.4	9.7	59.5	⑥
	3.	5.6	1.8	6.8	1.5	12.4	3.5	5.6	1.6	10.1	4.1	14.0	67.0	⑦
		19.1	5.1	17.3	3.8	28.5	6.1	25.7	4.7	36.8	17.7	36.4	201.2	

有: $\frac{BW}{CR}$ F

	操者	掘み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計	順
				挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
丸 形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	1.	15.5	4.4	8.1	2.2	11.8	4.9	109.3	3.1	13.9	3.1	24.2	200.5	①
	2.	17.7	2.4	10.3	2.8	45.8	2.6	34.5	2.3	200.5	5.4	16.4	340.7	④
	3.	17.0	5.0	14.6	4.6	16.2	2.3	18.0	3.3	71.4	2.8	29.0	184.2	⑧
		50.2	11.8	33.0	9.6	73.8	9.8	161.8	8.7	285.8	11.3	69.6	725.4	
	1.	16.8	2.9	11.9	3.0	37.0	2.5	16.0	2.9	89.8	1.7	17.3	201.8	②
	2.	22.7	4.8	11.8	2.2	16.7	3.3	63.5	5.6	28.7	2.4	14.1	175.8	⑨
	3.	18.2	1.9	12.9	2.2	15.4	8.1	23.9	16.0	102.8	2.8	18.3	222.5	⑤
		57.7	9.6	36.6	7.4	69.1	13.9	103.4	24.5	221.3	6.9	49.7	600.1	
丸 形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 無	1.	37.7	2.3	8.7	2.2	35.5	3.0	40.6	2.8	42.2	21.3	19.8	216.1	③
	2.	18.7	3.3	20.5	0.8	36.6	5.9	6.2	3.2	100.4	2.6	34.6	232.8	⑥
	3.	28.3	3.2	13.0	3.5	11.9	2.1	53.3	3.2	10.8	11.5	15.7	156.5	⑦
		84.7	8.8	42.2	6.5	84.0	11.0	100.1	9.2	153.4	35.4	70.1	605.4	

有: $\frac{BW}{CR}$ A

	操者	摺み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計	順
				挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
角 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 有 全 軸 M	1.	16.1	2.6	6.0	1.8	9.9	1.1	8.9	2.6	16.2	1.9	17.7	84.8	①
	2.	14.0	4.7	5.4	2.0	5.1	2.3	10.0	2.3	9.0	2.7	12.4	69.9	④
	3.	14.9	2.6	5.4	2.7	9.6	2.2	5.5	5.4	11.2	3.6	7.1	70.2	⑥
		45.0	9.9	16.8	6.5	24.6	5.6	24.4	10.3	36.4	8.2	37.2	224.9	
	1.	12.2	4.5	6.3	2.2	7.5	2.3	7.5	2.6	11.6	1.9	10.1	68.7	②
	2.	13.1	2.6	3.8	2.0	6.4	2.0	7.4	2.2	11.2	2.0	13.9	66.6	⑤
	3.	14.0	3.0	4.3	2.1	12.2	2.3	6.6	2.2	19.7	1.7	8.6	76.7	⑦
		39.3	10.1	14.4	6.3	26.1	6.6	21.5	7.0	42.5	5.6	32.6	212.0	
角 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 無 全 軸 Z	1.	14.7	3.5	5.0	1.6	5.5	3.7	9.7	2.6	34.0	1.6	15.2	97.1	③
	2.	15.3	3.5	4.3	2.3	4.5	2.1	7.7	3.1	10.5	2.9	13.1	69.3	⑧
	3.	14.1	3.1	8.5	1.9	5.5	2.0	9.1	2.5	79.7	2.0	14.2	142.6	⑨
		44.1	10.1	17.8	5.8	15.5	7.8	26.5	8.2	124.2	6.5	42.5	309.0	

有: $\frac{BW}{CR}$ B

	操者 掴み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計 順	
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
角 形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 有 全 軸	1.	10.4	3.5	13.8	2.7	3.6	2.7	2.8	2.8	31.4	2.0	19.0	94.7 ①
	2.	11.5	1.7	13.3	2.9	9.0	2.1	18.5	1.9	22.4	2.2	15.4	100.9 ④
	3.	12.0	1.5	9.3	1.8	5.1	2.0	11.6	2.5	15.2	2.0	17.2	80.2 ⑤
		33.9	6.7	36.4	7.4	17.7	6.8	32.9	7.2	69.0	6.2	51.6	275.8
	1.	9.8	2.7	10.0	2.0	10.0	1.5	27.9	2.3	7.3	2.7	21.7	97.9 ②
	2.	10.6	1.3	16.2	2.4	3.0	2.9	6.9	2.1	88.2	9.5	7.6	150.7 ⑥
	3.												
		20.4	4.0	26.2	4.4	13.0	4.4	34.8	4.4	95.5	12.2	29.3	248.6
角 形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 無 全 軸													
	1.	16.7	2.7	14.4	2.6	9.3	3.1	6.8	2.2	15.7	2.0	12.8	88.3 ③
	2.	10.1	2.8	9.3	2.5	8.9	2.0	24.6	2.6	17.0	2.3	9.3	91.4 ⑦
	3.	10.8	1.5	13.6	3.2	25.3	3.2	42.5	3.5	16.3	5.1	9.5	134.5 ⑧
		37.6	7.0	37.3	8.3	43.5	8.3	73.9	8.3	49.0	9.4	31.6	314.2

有: $\frac{BW}{CR}$ C

	操者	掘み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計	順
				挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
角 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 有 全 軸	1.	10.6	2.3	13.2	2.9	17.5	2.1	17.0	4.2	135.8	3.8	29.9	239.3	①
	2.	16.3	4.3	17.6	1.8	8.4	1.7	10.3	4.7	5.7	3.5	9.9	84.2	④
	3.	11.9	3.9	5.6	2.4	22.4	2.8	22.8	5.1	15.6	2.3	11.6	106.4	⑥
		38.8	10.5	36.4	7.1	48.3	6.6	50.1	14.0	157.1	9.6	51.4	429.9	
	1.	19.3	4.7	6.8	2.7	17.9	2.9	20.3	6.4	13.8	2.5	8.8	106.1	②
	2.	17.1	3.1	15.6	2.4	16.0	2.1	19.4	6.6	14.4	46.4	15.0	158.1	⑤
	3.	12.6	3.6	13.0	4.6	20.2	2.3	19.6	4.3	48.3	4.8	19.8	153.1	⑦
		49.0	11.4	35.4	9.7	54.1	7.3	59.3	17.3	76.5	53.7	43.6	417.3	
角 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 無 全 軸	1.	27.8	1.6	8.2	2.5	9.4	3.4	25.8	7.8	13.9	3.0	19.0	122.4	③
	2.	23.1	7.2	16.6	4.5	14.2	3.4	13.9	3.7	50.7	3.6	10.2	151.1	⑧
	3.	16.3	2.7	4.9	2.8	10.4	4.8	18.9	2.6	9.1	3.3	11.9	87.7	⑨
		67.2	11.5	29.7	9.8	34.0	11.6	58.6	14.1	73.7	9.9	41.1	361.2	

有: $\frac{BW}{CR}$ D

	操者 掴み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計 順	
			挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
角 形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	1.	10.3	1.0	11.6	1.0	10.8	1.6	7.3	1.3	7.6	1.9	14.1	68.5 ①
	2.	11.4	0.9	10.5	1.8	6.5	1.2	5.6	1.6	7.0	1.5	11.8	59.8 ④
	3.	8.2	1.3	6.2	1.0	6.1	1.2	3.4	1.6	4.6	1.5	6.5	41.6 ⑥
		29.9	3.2	28.3	3.8	23.4	4.0	16.3	4.5	19.2	4.9	32.4	169.9
	1.	8.6	1.3	5.2	1.9	7.8	1.4	8.4	2.4	7.2	1.9	15.4	61.5 ②
	2.	7.5	0.9	3.4	1.8	6.8	1.7	4.6	1.2	6.3	2.0	14.6	50.8 ⑤
	3.	9.0	1.4	5.2	1.9	2.6	1.6	5.9	2.0	4.9	1.6	8.0	44.1 ⑦
		25.1	3.6	13.8	5.6	17.2	4.7	18.9	5.6	18.4	5.5	38.0	156.4
角 形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 無	1.	9.7	1.3	7.9	2.0	7.0	2.3	6.8	2.1	6.8	2.2	11.8	59.9 ③
	2.	9.5	1.0	4.5	1.8	4.1	1.0	6.9	2.0	8.9	2.5	9.2	51.4 ⑧
	3.	8.2	1.2	5.4	2.0	3.7	1.5	6.3	1.9	6.5	1.9	13.2	51.8 ⑨
		27.4	3.5	17.8	5.8	14.8	4.8	20.0	6.0	22.2	6.6	34.2	163.1

有: $\frac{BW}{CR}$ E

	操者	掴み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計	順
				挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
角 形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	1.	8.2	1.1	8.4	1.8	5.2	1.7	13.4	1.8	8.7	1.4	11.3	63.0	①
	2.	7.8	1.5	4.1	2.0	39.6	7.0	38.2	6.2	20.2	6.0	19.3	151.9	④
	3.	7.4	1.8	11.0	1.9	3.2	2.1	6.7	1.9	7.4	1.9	10.2	55.5	⑥
		23.4	4.4	23.5	5.7	48.0	10.8	58.3	9.9	36.3	9.3	40.8	270.4	
	1.	7.8	1.4	6.1	1.2	5.7	1.5	12.8	2.0	8.6	1.9	10.0	59.0	②
	2.	7.4	1.4	4.1	1.6	7.8	1.2	19.0	1.8	7.4	1.7	7.8	61.2	⑤
	3.	7.7	2.3	14.2	1.2	5.6	1.9	15.9	2.3	7.8	2.6	9.1	70.6	⑦
		22.9	5.1	24.4	4.0	19.1	4.6	47.7	6.1	23.8	6.2	26.9	190.8	
角 形 ベ グ バ イ ラ テ ラ ル 無	1.	8.9	2.4	7.0	2.3	13.2	1.8	22.0	2.7	12.5	2.6	11.5	86.9	③
	2.	7.2	2.4	6.7	2.3	6.7	2.4	3.4	2.1	9.3	2.6	43.1	88.2	⑧
	3.	7.8	2.3	10.3	2.0	7.4	2.0	5.8	2.3	4.4	4.6	22.1	71.0	⑨
		23.9	7.1	24.0	6.6	27.3	6.2	31.2	7.1	26.2	9.8	76.7	246.1	

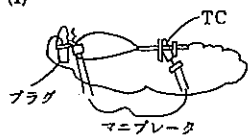
有: $\frac{BW}{CR}$ F

	操者	掘み	引 抜	クリアランス 1.0		0.5		0.3		0.1 (0.2)		戻 し	計	順
				挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜	挿 入	引 抜			
角 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 有	1.	17.9	3.7	8.9	2.3	7.6	2.3	30.4	3.2	7.1	1.2	30.7	115.3	①
	2.	12.8	3.3	12.5	2.5	36.3	1.9	33.0	3.8	7.4	38.2	40.7	192.4	④
	3.	23.3	4.2	9.9	1.7	4.2	2.2	11.4	2.1	48.7	3.0	11.4	122.1	⑥
		54.0	11.2	31.3	6.5	48.1	6.4	74.8	9.1	63.2	42.4	82.8	429.8	
	1.	9.2	4.6	2.5	2.2	5.1	2.3	17.0	2.0	7.0	2.5	7.9	62.3	②
	2.	12.1	2.4	78.0	3.6	48.2	3.7	26.9	2.2	5.4	1.8	12.4	196.7	⑤
	3.	11.5	2.6	3.1	2.1	22.6	1.8	8.5	3.2	17.2	2.2	9.9	84.7	⑦
		32.8	9.6	83.6	7.9	75.9	7.8	52.4	7.4	29.6	6.5	30.2	343.7	
角 形 ペ グ バ イ ラ テ ラ ル 無	1.	13.8	2.3	19.3	21.8	5.3	1.9	9.0	2.0	8.1	2.4	12.1	98.0	③
	2.	11.9	5.5	20.5	4.0	7.4	3.0	5.0	2.5	54.9	2.2	7.4	124.3	⑧
	3.	10.4	4.4	9.1	3.2	24.9	1.9	18.4	2.4	203.3	3.4	42.7	324.1	⑨
		36.1	12.2	48.9	29.0	37.6	6.8	32.4	6.9	266.3	8.0	62.2	546.4	

付 録 （ 詳 細 デ ー タ ）

ラ ッ ク シ ス テ ム 評 価 試 験

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 取付け — ）結果

操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		Ko (1)		(2)				
遠隔操作スタート 1. 仮置台上のプラグとT/C取 手部をT/Mで持つ 2. T/Mをプラグ取付位置 (レセプタクル)へ移動する 3. 姿勢を整え、プラグを押し込 む 4. ロック金具を回し(時計方向) ロックする 5. T/C挿入口へ移動し姿勢を 整える 6. T/C先端部を左(右)に持 ち、挿入口へ挿入 7. T/C長さ分挿入する 操 作 終 了	右、TC取手持上げ 左、プラグ "	60. 6.19 0'00"	5'02"		60. 6.25 0'00"	0'54"		TC: 3.2φ 案内管15DR 初期状態 (1)  マニプレート (2) 左、右腕に持つ物を逆に する。
		5'02"	0'24"		右方リ 0'54"	0'49"		
		5'26"	1'52"		左TC 1'43"	1'32"		
		7'18"			3'15"			
			2'34"			1'21"		
		9'52"	3'16"	③位置合不良	4'36"	0'23"	②位置合格及び 取付不良	
		13'08"	3'54"	⑩ロックレバー 掴み直し等	4'59"	3'31"		
	左、TC先端部抜き出し	17'02"		①TC掴み損ね	移動完 6'40"			
			0'18"		8'30"	0'33"		
	挿入開始	17'20"		②TC掴み損ね	9'03"			
		TC湾曲 25'16"		③TC掴み損ね	TC外れ*1) 10'03"		④TC掴み損ね	*1 マニプレートを上昇させ たためTCが案内管より拔出 した。 (右腕にも注意を払うこと)
		挿入不能で中止 47'00"	29'40"	①操作失敗 ①TC曲げ大 40ストローク	再挿入 13'56"	54'39"	⑤TC掴み損ね	
		制限時間 オーバー			同 左 63'42"	71ストローク*2	①操作失敗	*2 TC再挿入時、復元力で入 れても即、浮上がるストロ ークの無駄が9回あった。
				約50cm残	制限時間 オーバー		①TC曲げ大	(TCの曲がり状態がモニタ ーでは判断しにくい)
							約20~30cm残	

T/C; 熱電対

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 取付け — ）結果

操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		As (1)			(2)			
		経 過	所 要	エラー数、内容	経 過	所 要	エラー数、内容	
1. 遠隔操作スタート		60. 6.19			60. 6.25			
2. 仮置台上のプラグとT/C取手部をT/Mで持つ	左、プラグ持上げ 右、TC取手〃	0' 00"	0' 41"		0' 00"	0' 31"	①掴み損ね	
3. T/Mをプラグ取付位置（レセプタクル）へ移動する		0' 41"	2' 05"	②掴み損ね	0' 31"	1' 14"		
4. 姿勢を整え、プラグを押し込む		2' 46"	11' 55"	②周辺機器衝突の恐れ	1' 45"	3' 06"	①周辺機への衝突の恐れ	
5. ロック金具を回し（時計方向）ロックする		14' 41"	5' 57"	①プラグ位置合不良	4' 51"	0' 40"	②プラグ位置合不良	
6. T/C挿入口へ移動し姿勢を整える	左、TC先端部抜き出し	20' 38"	4' 05"	③ロック動作の無駄（機構の不理解）。	5' 31"	1' 42"	⑧ロックレバー掴み直し余分な操作	*1 指部溝へ入り込み外しにくい。(1)と(2)ともに
7. T/C先端部を左（右）に持ち、挿入口へ挿入	挿入開始	24' 43"	5' 11"	①挿入位置合不良	7' 13"	3' 46"	③TC掴み損ね	(TC外れは右腕にも注意)を払うこと
8. T/C長さ分挿入する		29' 54"	9' 35"	①操作失敗	移動完 9' 42" 10' 59"	1' 50"	①操作失敗	
9. 操作終了		39' 29"	6' 21"		12' 49"	14' 36"		
		マニピュ（上昇）姿勢変え時TC外れ 41' 55" TC挿入中止*1 45' 50"	1ストローク		同 (1) 16' 30" 作業台に戻る 20' 23" 合 着 22' 32" TC挿めず*2中止 27' 25"	0ストローク		
		制限時間オーバー						

T/C：熱電対

T/C：熱電対

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 取付け — ）結果

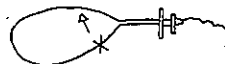
操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		No (1)		(2)				
		経 過	所 要	エラー数、内容	経 過	所 要	エラー数、内容	TC: 3.2φ 15DR
遠隔操作スタート		60. 6.19 0'00"			60. 6.25 0'00"			
1. 仮置台上のプラグとT/C取 手部をT/Mで持つ	右、T/C取手持上げ	0'32"	0'32"		1'01"	1'01"		
2. T/Mをプラグ取付位置 (レセプタクル)へ移動する	左、プラグ "	0'32"	0'48"		1'01"	0'39"		
3. 姿勢を整え、プラグを押し込 む	プラグ方向替え操作始め	1'20"	4'13"		1'40"	1'18" *1)		*1 左第3軸発振が起き操作 待ち含む
4. ロック金具を回し(時計方向) ロックする		5'33" 5'45"	11'27"	①プラグ落下 ②導線掴み損ね	2'58"	2'13"		2 T/Cの抜き出し方向決め に迷う
5. T/C挿入口へ移動し姿勢を 整える	左、T/C先端部抜き出し	17'00"	0'14"		5'11"	0'07"		
6. T/C先端部を左(右)に持 ち、挿入口へ挿入	挿入開始	17'14"	2'54"		5'18"	3'18"		スリーブに挿入した方向の 判別ができない。 (↑か×印側)
7. T/C長さ分挿入する		20'08"	2'41"	③T/C掴み損ね	移動完 6'35"	1'22"	②T/C掴み損ね	
操作終了		22'49"	22'51"	①T/C曲げ大 ①操作失敗	9'58"	10'13"	①T/C掴み損ね	
		挿入不能で中止 45'30"						
		制限時間 オーバー	17ストローク		20'11"	15ストローク		
T/C; 熱電対			残 0.5m					

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 取付け — ）結果

操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		経 過	所 要	エラー数、内容				TC : 3.2φ 150R No単
遠隔操作スタート		60. 6.20 0'00"						
1. 仮置台上のプラグとT/C取手部をT/Mで持つ	右、TC取手持上げ 左、プラグ "	0'28"	0'28"					
2. T/Mをプラグ取付位置(レセプタクル)へ移動する		0'51"	0'23"					
3. 姿勢を整え、プラグを押し込む		2'19"	2'19"					
4. ロック金具を回し(時計方向)ロックする		3'10"	3'10"					
5. T/C挿入口へ移動し姿勢を整える		1'11"	1'11"					
6. T/C先端部を左(右)に持ち、挿入口へ挿入	左、TC先端部抜き出し 挿入開始	4'21" 再押し込み*1) 5'27"	1'34"	②プラグ位置 合不良				*1 ロックレバーがロックの位置にあったため一旦解除方向に戻す。
7. T/C長さ分挿入する	再挿入	5'55"	2'37"					
操作終了		8'32"	1'20"					
		9'52"	13'36"	① ① ⑥ TC損み損ね				
		TC外れ 10'18"						
		右 12'27"						
		23'28"	19ストローク					

T/C ; 熱電対

T/C; 熱電対

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 挿入 — ）結果

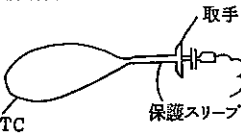
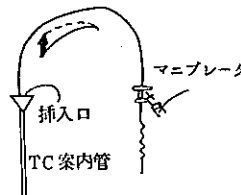
操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考	
		(1)		(2)					
		経 過	所 要	エラー数、内容	経 過	所 要	エラー数、内容		
遠隔操作スタート		60. 7.16 0' 00"			0' 00"			初期状態	
1. 仮置台上のプラグとT/C取 手部をT/Mで持つ	右、TC取手持上げ	0' 27"	0' 27"		(左) 0' 40"	0' 40"			
2. T/Mをプラグ取付位置 (レセプタクル)へ移動する	2.から				2.から				
3. 姿勢を整え、プラグを押し込 む	省 略				省 略				1' 26"
4. ロック金具を回し(時計方向) ロックする	4.まで				4.まで省略				
5. T/C挿入口へ移動し姿勢を 整える		1' 53"	45"		1' 36"	0' 56"			
6. T/C先端部を左(右)に持 ち、挿入口へ挿入	左、TC先端部拔出し 挿入開始	2' 38"	52"		2' 16"	0' 40"			
		3' 30"			2' 52"	0' 36"			
7. T/C長さ分挿入する	案内管より抜ける**	3' 35"	1' 39"	②TCの掴み損ね	** 4' 29"	1' 37"	①、口位置合せ	(1)TCループ復元力による	
	再挿入始	5' 09"	10' 49"			5' 48"	②TC掴み損ね	(2) " "	
	左、取手部持替	10' 48"	9' 10"			4' 11"			
		14' 19"	15ストローク		8' 40"	10ストローク			
T/C ; 熱電対									

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 挿入 — ）結果

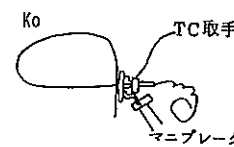
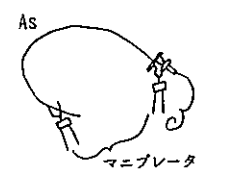
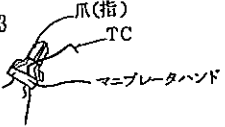
操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		Ko		AS				
		経 過	所 要	エラー数、内容	経 過	所 要	エラー数、内容	
遠隔操作スタート 1. 仮置台上のプラグとT/C取手部をT/Mで持つ 2. T/Mをプラグ取付位置(レセプタクル)へ移動する 3. 姿勢を整え、プラグを押し込む 4. ロック金具を回し(時計方向)ロックする 5. T/C挿入口へ移動し姿勢を整える 6. T/C先端部を左(右)に持ち、挿入口へ挿入 7. T/C長さ分挿入する 操 作 終 了 T/C ; 熱電対	右、T/C取手持上げ 2.から 4.まで省略 左、T/C先端部掴み 挿入開始	60. 6.26			60. 6.26			TC : 4.6φ 150R 初期状態  AS  *1 復元力が強く、一旦離すと、掴みが難しい。 2 比較的小さな曲げ変形でも案内管への挿入がきつくなる。
		0' 00"	1' 08"		0' 00"	1' 54"	②取手掴み損ね	
		1' 08"			1' 54"	1' 24"		
					左、先端部掴み 3' 18"			
			2' 52"			1' 34"		
		4' 00" *1)		①T/C掴み損ね	4' 52"			
			2' 07"			0' 50"		
		6' 07"			5' 42"			
			14' 23"			6' 50"		
20' 30"	33ストローク *2)		12' 32"	17ストローク				

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 取付け — ）結果

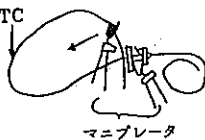
操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		経 過	所 要	エラー数、内容	経 過	所 要	エラー数、内容	
遠隔操作スタート 1. 仮置台上のプラグとT/C取 手手をT/Mで持つ 2. T/Mをプラグ取付位置 (レセプタクル)へ移動する 3. 姿勢を整え、プラグを押し込 む 4. ロック金具を回し(時計方向) ロックする 5. T/C挿入口へ移動し姿勢を 整える 6. T/C先端部を左(右)に持 ち、挿入口へ挿入 7. T/C長さ分挿入する 操 作 終 了	左、T/C取手持ち上げ 右、T/C先端部 “ 2.から 4.まで省略 挿入開始 キャップ据り修正	60. 6.26 0'00" 1'19" 2'02" 3'27" 5'37" 11'40" 12'12"	1'19" 0'43" 1'25" 2'10" 6'03" 0'32" 13ストローク	①取手掴み損ね ①挿入位置合 不良				TC: 4.6φ 150R
T/C: 熱電対								

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 取付け — ）結果

操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		Ma (1)			Mo			
		経 過	所 要	エラー数、内容	経 過	所 要	エラー数、内容	TC : 4.6φ 30DR
遠隔操作スタート 1. 仮置台上のプラグとT/C取手部をT/Mで持つ 2. T/Mをプラグ取付位置（レセプタクル）へ移動する 3. 姿勢を整え、プラグを押し込む 4. ロック金具を回し（時計方向）ロックする 5. T/C挿入口へ移動し姿勢を整える 6. T/C先端部を左（右）に持ち、挿入口へ挿入 7. T/C長さ分挿入する 操 作 終 了	左、プラグとTC取手持上げ 右、T/C先端部 " 挿入開始	60. 7. 3 0' 00" 23' 30" 25' 07" 27' 11" 27' 33" 49' 23"	23' 30" *1) 1' 37" 2' 04" 0' 22" 21' 40" *2) 33ストローク	②プラグ ①落 下 ⑩TC 掴み損ね	60. 7. 3 0' 00" 左、プラグ本体 13' 37" 右、TCトランジション 14' 22" 20' 47" 21' 35" 左、TC先端掴み 22' 50" 26' 32" TC持替 *3 34' 02" 再持替 *4 44' 08" 48' 47" 挿入不能で中止 53' 46" 約 2 m 残	13' 37" 0' 45" 6' 25" 0' 48" 1' 15" 3' 42" 22' 15" 4' 59" 3ストローク	⑥方角持ち損ね ①落 下 ①衝突の恐れ ③プラグ位置合不良 ①ワイヤ引掛り ⑩挿入位置合不良 ①失敗	初期状態  Ma TC プラグ マニプレータ *1 作業台上のTC位置悪く 掴みにくいため時間費す。 2 比較的小さい曲げのため 挿入きつく、更に別の曲が り出き、相当きつくなった。  3 爪(指) TC マニプレータバンド 4 3.の状態では挿入無理な ため再び爪で持つ。

T/C ; 熱電対

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 挿入 — ）結果

操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		(1)			(2)			
		経 過	所 要	エラー数、内容	経 過	所 要	エラー数、内容	TC: 4.6φ 30DR 110 単独
遠隔操作スタート		60. 7. 8 0' 00"			60. 7. 3			初期状態
1. 仮置台上のプラグとT/C取 手部をT/Mで持つ	右、TC取手持上げ 左、TC先端部 "	0' 27"	0' 27"					
2. T/Mをプラグ取付位置 (レセプタクル) へ移動する	2.から 4.まで省略	0' 27" 0' 47"	0' 20"					
3. 姿勢を整え、プラグを押し込 む			2' 03"		省略			
4. ロック金具を回し(時計方向) ロックする								
5. T/C挿入口へ移動し姿勢を 整える		2' 23"	0' 41"		スタート 0' 00"			
6. T/C先端部を左(右)に持 ち、挿入口へ挿入	挿入開始	3' 04" TC掴み直し*1)		⑤TC位置合 不良	1' 08"	1' 08"	②TC位置合 不良	
7. T/C長さ分挿入する		7' 13"	13' 44"	②TC掴み損ね		7' 04"	①TC掴み損ね	
		16' 48"			8' 12"			
操 作 終 了			16ストローク			14ストローク		
T/C ; 熱電対								

T/C ; 熱電対

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 取付け — ）結果

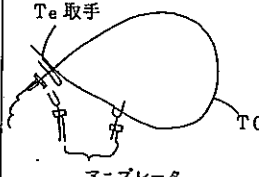
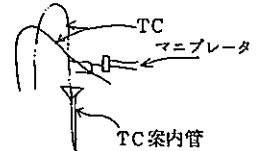
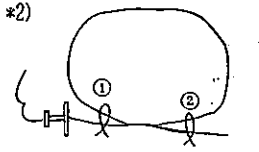
操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		(1)			(2)			
遠隔操作スタート 1. 仮置台上のプラグとT/C取 手部をT/Mで持つ 2. T/Mをプラグ取付位置 (レセプタクル)へ移動する 3. 姿勢を整え、プラグを押し込 む 4. ロック金具を回し(時計方向) ロックする 5. T/C挿入口へ移動し姿勢を 整える 6. T/C先端部を左(右)に持 ち、挿入口へ挿入 7. T/C長さ分挿入する 操 作 終 了 T/C;熱電対	左、TC取手持ち上げ 右、TC先端部掴み 2.から 4.まで省略 挿入開始 挿入受口へ合致させるた めの曲り修正	60. 7.16 0'00" 1'05" 3'01" 3'59" 4'37" 5'21" 9'58" —	1'05 1'56" *1) 0'58" 0'38" 5'21" 10ストローク	エラー数、内容 ①掴み損ね 10ストローク	0'00 右、TC掴み 0'15" 左、①の紐解き 0'40" 左、TC取手持上 げ 0'51" 右、②の紐解き 2'38" 右、TC先端掴み 2'38" 2.から4.まで 省略 4'25" 5'33" 10'44" 11'18"	0'15" 0'25" 0'11" 0'19" 0'28" 1'47" 1'08" 5'11" 0'34" 10ストローク	TC:4.6φ 案内管上:ストレ ート 下:30DR No 単独 初期状態 Te 取手  マニプレータ *1) 形の決まったループでな いため、復元力で、持ちた い所が持てず手間どる。 またシース径が太いため、 左右の姿勢をうまくバラ ンスさせないと、挿入時の 姿勢が悪くなる。  TC マニプレータ TC案内管 *2)  ① ② 席ヒモ 使用	

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 直接取付 — ）結果

操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
遠隔操作スタート 1. 仮置台上のプラグとT/C取手部をT/Mで持つ 2. T/Mをプラグ取付位置（レセプタクル）へ移動する 3. 姿勢を整え、プラグを押し込む 4. ロック金具を回し（時計方向）ロックする 5. T/C挿入口へ移動し姿勢を整える 6. T/C先端部を左（右）に持ち、挿入口へ挿入 7. T/C長さ分挿入する 操 作 終 了 T/C ; 熱電対	挿入開始	スタート 0' 00" 0' 03" 0' 05" スタート 0' 00"00 0' 1"83 0' 11"88 0' 13"71 12ストローク	0' 03" 0' 02" 0' 1"83 0' 11"88	0' 0"00 0' 3"39 0' 4"89 0' 00"00 0' 1"23 0' 10"23 13ストローク	3"39 1"50 0' 9"00	0' 0"00 0' 3"24 0' 4"01 0' 00"00 0' 1"59 0' 8"73 9ストローク	0' 3"24 0' 0"87 0' 1"59 0' 7"14	TC : 4.6φ 15DR (1)(2) As (3) No

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 取外し、拔出し — ）結果

操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		(1) As		(2) Ko		(3) Ho		
		経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要	TC: 4.6φ 15DR 感度設定、モニタ等の状態は TC、取付と同じ
遠隔操作スタート 1. T/MをT/Cコネクタ位置 へ移動し姿勢を整える 2. コネクタロックを回し（反時 計方向）ロック解除 3. プラグの取手（ベイル）を掴 み上方に引抜く 4. 取手を持ち、T/C位置へ移 動し姿勢を整える 5. T/C把持部を掴む 6. T/M移動装置（トランスファ）を 操作してT/Cを抜き出す 7. T/C仮置台まで運び仮置 操 作 終 了	1.から 4.まで省略	60. 6.26 0'00"		0'00"				
			①*	0'25"	①*	0'15"	①*	* エラー数 取手掴み損ね
		0'32"	3'10"	2'12"	2'12"	1'09"	1'09"	
		3'42"	1'03"	2'37"	0'52"	1'24"	0'35"	
		4'45"		3'29"		1'59"		

T/C; 熱電対

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 取外し — ）結果

操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		(1)			(2)			
遠隔操作スタート 1. T/MをT/Cコネクタ位置へ移動し姿勢を整える 2. コネクタロックを回し(反時計方向)ロック解除 3. プラグの取手(ペイル)を掴み上方に引抜く 4. 取手を持ち、T/C位置へ移動し姿勢を整える 5. T/C把持部を掴む 6. T/M移動装置(トランスポータ)を操作してT/Cを抜き出す 7. T/C仮置台まで運び仮置 操 作 終 了		経 過	所 要	エラー数、内容	経 過	所 要	エラー数、内容	TC: 4.6φ 300R H. 単 独
		60. 7. 8 0' 00"			60. 7. 8 0' 00"			
		1' 20"	1' 20"		0' 59"	0' 59"		
			0' 46"			0' 12"		
		2' 06			1' 11"			
			0' 15"			0' 19"		
		2' 21		な	1' 30"		な	
			1' 05"			0' 58"		
		3' 26			2' 28"			
			0' 32"	し		0' 13"	し	
		3' 58"			2' 41"			
			1' 10"			1' 02"		
		5' 08"			3' 43"			
			1' 57"			1' 37"		
		7' 05"			5' 20"			

T/C; 熱電対

T/C: 熱電対

表 遠隔操作試験（熱電対交換 — 取外し — ）結果

操 作 手 順	状 況	操 作 時 間						備 考
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
		経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要	
遠隔操作スタート ↓ 1. T/MをT/Cコネクタ位置へ移動し姿勢を整える ↓ 2. コネクタロックを回し（反時計方向）ロック解除 ↓ 3. プラグの取手（ベイル）を掴み上方に引抜く ↓ 4. 取手を持ち、T/C位置へ移動し姿勢を整える ↓ 5. T/C把持部を掴む ↓ 6. T/M移動装置（トランスラ）を操作してT/Cを抜き出す ↓ 7. T/C仮置台まで運び仮置 ↓ 操作終了		省 略 ↓ スタート 0'00"		省 略 ↓ スタート 0'00"		省 略 ↓ スタート 0'00"		(1)TC: 3.2φ 上: ストレート (2) 下: 300R (3) 4.6φ 上: ストレート 下: 300R Ho単独 エラーは(1)~(3)ともに0
			0'16"		0'12"		0'20"	(直接取外し) 4.6 150R
		0'16"		0'12"		0'20"		TC取手を持つ スタート
			0'21"		0'43"		0'41"	0"00
		0'37"		0'55"		1'01"		取外し完 10"00
			1'38"		1'23"		1'22"	TC取手持つ 0"00
		2'05"		2'18"		2'23"		取外し完 12"11

T/C; 熱電対

No. 1

表 遠隔操作試験 (サンプルング) 結果

操作手順及び状況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
サンプルビン内を 1~2分減圧 する 遠隔操作スタート *前半で実施する 1. ホルダーにサンプルビ ンを下向きに挿入する 2. 送りハンドルを60° 時 計回しし位置を合せる 3. T/M でサンプルング箇 所へホルダーを運ぶ 左. ホルダー持上げ 受基部着 4. ホルダーを受基部にセ ットする 5. ビン押金具を押下げる (被採取) 移動想定分期待* 6. ビン押金具を開放げる (被採取終) 7. ホルダーを外し、作業 台まで運ぶ 左. ホルダー持上げ 台着 8. 作業台上のスタンドへ ホルダーをセットする 9. サンプルピンを抜取る 計 算 操作終了 実時間	60. 7. 10 0' 00" 7' 33" 9' 00" 11' 36" 14' 01" 14' 50" (22' 39") 23' 06" 25' 05" 25' 30" 28' 44" 30' 46" 36' 37" 11cc 23' 31"	1分 7' 33" 2' 42" 待 4' 51" 1' 27" 5' 01" 0' 49" 7' 49" +4' 51" 12' 40" 0' 27" 1' 59" 3' 39" 2' 02" 5' 51"	60. 7. 10 0' 00" 1' 40" 2' 51" 5' 20" 6' 06" 13' 06" (23' 49") 24' 16" 26' 16" 27' 15" 28' 32" 30' 50" 31' 55" 11cc 20' 45"	1分 1' 40" 1' 11" 3' 15" 7' 00" (10' 43") 0' 27" 2' 00" 1' 16" 2' 18" 1' 05"	60. 7. 10 0' 00" 2' 46" 4' 09" 5' 06" 7' 55" 8' 35" 10' 55" 11' 29" 13' 20" 15' 13" 17' 53" 9cc	1分 11' 31" 2' 46" 1' 14" 3' 55" 0' 40" 0' 39" 1' 41" 2' 25" 1' 53" 2' 40"	2 4 1 25 3 2	ハンドル回み 損ね ホルダ取手回 み損ね 配管へ当てる 位置合せ不良 押し具へマニ プ合せ不良 ガイドピンへ の位置合せ不 良	(1) 1回目 (2) 2" (3) 3" (1. 2. 3) (1. 3. 0) (0. 0. 1) (0. 25. 0) (2. 0. 1) (1. 1. 0)
	VTR No. 15		VTR No. 15		VTR No. 16				

No. 2

表 遠隔操作試験（サンプリング）結果

操作手順及び状況		操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
		1 回		2 回		3 回		数	内 容	
サンプルビン内を 1～2分減圧 する 遠隔操作スタート *前半で実施する 1. ホルダーにサンプル ビンを下向きに挿入する 2. 送りハンドルを60° 時 計回しし位置を合せる 3. T/M でサンプリング箇 所へホルダーを運ぶ 4. ホルダーを受基部にセ ットする 5. ビン押金具を押下げる （液採取） 6. ビン押金具を開放げる （液採取終） 7. ホルダーを外し、作業 台まで運ぶ 8. 作業台上のスタンドへ ホルダーをセットする 9. サンプルビンを抜取る 計 算 操作終了		60. 7. 10 0' 00" 1' 14" 1' 14" 3' 10" 4' 24" 5' 53" 6' 51" 2' 24" 9' 15" (25' 03") 25' 23" 27' 25" 27' 40" 31' 13" 33' 37" 35' 37" 11cc 19' 29"	1分 1' 14" 3' 10" 2' 27" 2' 24" (15' 48") 0' 20" 2' 02" 3' 48" 2' 24" 2' 00"	60. 7. 10 0' 00" 3' 53" 4' 19" 8' 12" 8' 55" 10' 22" 0' 19" 10' 41" (20' 48") 21' 07" 23' 07" 24' 02" 25' 35" 27' 31" 29' 15" 9cc 18' 49"	1分 3' 53" 4' 19" 2' 10" 0' 19" (10' 07") 0' 19" 2' 00" 2' 28" 1' 56" 1' 44"	60. 7. 10 0' 00" 2' 54" 2' 54" 3' 32" 4' 18" 5' 52" 6' 35" 8' 24" 9' 56" 10' 59" 11' 58" 11cc	1分 14' 00" 2' 54" 0' 38" 0' 46" 1' 34" 0' 43" 0' 43" 1' 49" 1' 32" 1' 03" 0' 59"	3 2 6 8 1	ビン位置合せ 不良 (0.0.3) ハンドル掴み 損ね 位置合せ不良 ガイドピン位 置合せ不良 ハンドル掴み 損ね	OP: AS-Mo-Ho (1.1.0) (2.4.0) (1.4.3) (0.1.0)
実操作時間		VTR No. 15	VTR No. 15	VTR No. 16						

No. 3

表 遠隔操作試験（サンプリング）結果

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考										
	1 回		2 回		3 回		数	内 容											
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要													
サンプルビン内を 1～2分減圧 する 遠隔操作スタート *移動想定分待期 1.ホルダーにサンプル ビンを下向きに挿入する 2.送りハンドルを60° 時 計回しし位置を合せる 3.T/Mでサンプリング箇 所へホルダーを運ぶ 4.ホルダーを受基部にセ ットする 5.ビン押金具を押下げる (液採取) 6.ビン押金具を開放げる (液採取終) 7.ホルダーを外し、作業 台まで運ぶ 8.作業台上のスタンドへ ホルダーをセットする 9.サンプルビンを抜取る 計 算 操作終了 左.ホルダー-取手持上げ 受基部着 左.ホルダー-取手持上げ 合着	60.7.27	0'00"	1'03"	1'03"	1'36"	1'58"	0'54"	0'54"	5'31"	0'54"	5'55"	1'03"	6'58"	7'34"	8'22"	9'17"	10'24"	10cc	VTR No.
	60.7.31	0'00"	1'09"	1'09"	0'45"	1'32"	0'34"	0'25"	4'00"	0'25"	4'25"	1'36"	6'01"	6'25"	7'28"	9'02"	9'46"	10cc	VTR No.
	60.7.31	0'00"	1'46"	1'46"	0'29"	1'42"	1'27"	4'23"	4'39"	1'43"	7'02"	7'40"	9'41"	10'10"	10cc	10cc	10cc	VTR No.	

No. 4

表 遠隔操作試験（サンプリング）結果

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
サンプルビン内を 1～2分減圧 する 遠隔操作スタート 1. ↓ ホルダーにサンプルビン を下向きに挿入する 2. ↓ 送りハンドルを60° 時 計回しし位置を合せる 3. ↓ ↑/H でサンプリング箇所へホルダーを運ぶ 4. ↓ ホルダーを受基部にセ ットする 5. ↓ ビン押金具を押下げる (液採取) 6. ↓ ビン押金具を開放げる (液採取終) 7. ↓ ホルダーを外し、作業 台まで運ぶ 8. ↓ 作業台上のスクन्दへ ホルダーをセットする 9. ↓ サンプルビンを抜取る 計 算 操作終了	60.7.25	1分 10'01" 1'57" 1'55" 1'51" 9'45" 1'39" 17'07" 1'21" 2'12" 2'13" 2'15" 25'10" 7cc	60.7.25	1分 42'30" 1'31" 0'25" 3'16" 0'56" 0'23" 6'31" 1'02" 1'23" 1'57" 1'01" 11'54" 10cc	60.7.31	1分 19分 0'37" 1'10" 1'40" 0'37" 0'22" 4'26" 1'36" 1'06" 0'56" 0'46" 8'50" 11cc			1:O(OP)-Ho 2.3:Ho単 (2.0.0) (0.3.0) (8.0.0) (1.0.0) (6.0.0) (1.0.0) (1.5.0)
左、ホルダー持上げ 受基部着							2	ハンドル位置 合せ不良	
							3	ホルダ持上損 ね	
							8	ガイドピン合 せ不良	
							1	周辺配管当て	
							6	ビン押し金具 操作不良	
左、ホルダー持上げ 合着							1	ホルダー落下	
							6	ガイドピン合 せ不良	

No.1

表 遠隔操作試験（給電ケーブル交換-取付-）結果

操 作 手 順 及 び 状 況		操 作 時 間						エ ラ ー		備 考	
		1 回		2 回		3 回		数	内 容		
1. 遠隔操作スタート ↓ T/Mを合まで、移動しプラグを両腕に持つ ↓ 2. セル壁側取付位置まで運ぶ ↓ 3. レセプタクルへプラグを挿入する（左、右どちらか） ↓ 4. ロックレバーで（時計回り）ロック ↓ 5. 下部側取付位置まで移動し姿勢を調える ↓ 6. レセプタクルへプラグを挿入する ↓ 7. ロックレバーでロックする ↓ 操作終了 下側取付場所着 セル壁側取付場所着		経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			MO-HO-0-	
		60. 7.26	* 手順と一部逆	60. 8.30					5	右 プラグ掴み損ね(3, 2)	左, プラグ胴部を持つ } 1回目 右, ケーブル取付部 } 左, 同 上 } 2回目 右, ワイヤベルを持つ }
		0' 00"		0' 00"							
		4' 08"	4' 08"	1' 57"	1' 57"						
			1' 59"		2' 26"						
		6' 07"		4' 23"					3	逆方向移動(0, 3)	
			2' 05"		2' 36"						
		8' 12"		6' 59"					5	プラグ位置合せ不良(2, 3)	
			0' 27"		0' 14"				3	挿入不良(3, 0)	
		8' 39"		7' 13"					4	ロックレバー操作不良(0, 4)	
			5' 27"		1' 25"						
		14' 06"		8' 38"					1	衝突注意(0, 1)	** ワイヤベルを持った際、レセプタクルへの位置、姿勢合せ等に手間取る。左腕使用（熱中すると両腕あることをわすれる?）で解決。
			1' 32"		** 8' 53"				5	プラグ位置合せ不良(2, 3)	
15' 38"		17' 31"					4	挿入不良(1, 3)			
	3' 24"		1' 26"				1	プラグ掴み損ね(3, 2)			
19' 02"		18' 57"					1	ワイヤベル(0, 1)			
		1' 18"									
	元位置戻り略	20' 15"					15	ロックレバー操作不良(12, 3)			
	VTRNo.16		VTRNo. 9		VTRNo.		47				

No.2

表 遠隔操作試験（給電ケーブル交換-取付け-）結果

操作手順及び状況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
遠隔操作スタート 1. T/Mを台まで、移動しプラグを両腕に持つ 2. セル壁側取付位置まで運ぶ 3. レセプタクルへプラグを挿入する（左、右どちらか） 4. ロックレバーで（時計回り）ロック 5. 下部側取付位置まで移動し姿勢を整える 6. レセプタクルへプラグを挿入する 7. ロックレバーでロックする 操作終了	60. 7.26 0' 00" 1' 19" 4' 47" 6' 06" 12' 54" 20' 15" 21' 55" 23' 18" (29' 50") ** 33' 30" 33' 48"	* 手順と一部逆 1' 19" 14' 09" (7' 21") 1' 40" 1' 23" 10' 12" 0' 18" VTRNo. 16	同 左 0' 00" 1' 15" 3' 56" 4' 56" 10' 07" 0' 16" 11' 25" 0' 57" 0' 18" VTRNo. E-4				1 2 3 4 4 2 10 2 4 1 1 1 1	隅み損ね (1, 0) 台角にケーブル引掛 (1, 1) 逆方向移動 (1, 2) プラグ位置合せ不良 (2, 2) 挿入不良 (2, 2) *** 落下 (1, 1) ロックレバー操作不良 (10, 0) プラグ摘み損ね (2, 0) プラグ位置合せ不良 (2, 2) 挿入不良 (1, 0) マニプレー引掛り (1, 0) ロックレバー操作不良 (0, 1)	Ma-Mi-Ho 左, プラグ胴部を持つ 右, プラグ胴部 ** プラグ挿入時落下させ急いで壁側に変更（プラグに適性有り共用不可のため） () 内は落下により垂れ下がっているプラグを持ち運んだ時間。 *** 持っているプラグが外れ（オバーロード）たまたま配管上に載っていたものも一応落下とみなした。 マニプレーのプラグは反射で細かい部位が見にくい。又取扱時、滑り易い。
							35		

表

操作手順及び状況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	Mi 1 回		2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
遠隔操作スタート	60. 7. 26 0' 00"		60. 8. 30 0' 00"						Mi-MO-HO
1. T/Mを台まで、移動しプラグを両腕に持つ	2' 18"	2' 18"	1' 42"	1' 42"					右, 左側胴部を持つ 左, ケーブル取付部
2. セル壁側取付位置まで運ぶ	3' 11"	0' 53"	4' 03"	2' 21"					
3. レセプタクルへプラグを挿入する(左、右どちらか)	9' 22"	6' 11"	5' 40"	1' 37"					
4. ロックレバーで(時計回り)ロック	11' 28"	2' 06"	6' 13"	0' 33"					
5. 下部側取付位置まで移動し姿勢を調える	13' 59"	2' 31"	8' 20"	2' 07"					
6. レセプタクルへプラグを挿入する	15' 15"	1' 16"	9' 16"	0' 56"					
7. ロックレバーでロックする	16' 16"	1' 01"	10' 30"	1' 14"					
操作終了	元位置戻り略		12' 32"	2' 02"					
	VTRNa 16		VTRNa 9		VTRNa		25		

表：

操 作 手 順 及 び 状 況		操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
		0 1 回		2 回		3 回		数	内 容	
遠隔操作スタート 1. T/Mを台まで、移動しプラグを両腕に持つ 2. セル壁側取付位置まで運ぶ 3. 16ヶ所へプラグを挿入する(左、右どちらか) 4. ロックレバーで(時計回り)ロック 5. 下部側取付位置まで移動し姿勢を調える 6. レセプタクルへプラグを挿入する 7. ロックレバーでロックする 操作終了		経過 所要 60. 7. 26 0' 00" 2' 00" 3' 29" 1' 29" 4' 39" 1' 10" 0' 40" 0' 40" 5' 19" 1' 20" 6' 39" 4' 24" 11' 03" 0' 30" 11' 33" 元位置戻り略		経過 所要 60. 8. 30 0' 00" 2' 10" 3' 30" 1' 20" (4' 33") 着16' 42" 15' 17" (2' 05") 18' 47" 19' 50" 1' 03" (22' 30") 右 仮置プラグ込み 3' 21" 23' 11" 5' 23" 28' 34" 1' 16" 29' 50" 2' 09" 31' 59"		経過 所要		1 1 1 3 4 15 1 1 1	右,プラグ込み損ね(1, 0) プラグ位置合せ不良(1, 0)落下(0, 1)挿入不良(0, 3) ロックレバー操作不良(4, 0) プラグ位置合せ不良(11, 4)挿入不良(1, 0) 衝突注意(0, 1)逆方向移動(0, 1)	(1)0-Mo-Ho (2)0-Ho 左,ケーブル取付部を持つ 右,プラグ胴部 " ** 右プラグはそのまま左は ケーブルを掴み、一旦最上 部まで引き縮める。 ラック中段部に一旦プラグを 仮置きして、セル壁側体 場所に移動し、操作を 続けた。
		VTRNo. 16		VTRNo. 9		VTRNo.		28		

No.5

表 遠隔操作試験（給電ケーブル交換-取付け-）結果

操作手順及び状況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	J.Y.C	1 回	2 回		3 回		数	内 容	
遠隔操作スタート ↓ 1. T/Mを台まで、移動しプラグを両腕に持つ ↓ 2. セル壁側取付位置まで運ぶ ↓ 3. レセプタクルへプラグを挿入する（左、右どちらか） ↓ 4. ロックレバーで（時計回り）ロック ↓ 5. 下部側取付位置まで移動し姿勢を調える ↓ 6. レセプタクルへプラグを挿入する ↓ 7. ロックレバーでロックする ↓ 操 作 終 了 (移動省略)	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			C-Ko, -Ho
	60. 8.22								
	0' 00"								
	7' 47"	7' 47"					4	プラグ損ね	
							2	ケーブル掛け	
		5' 21"					2	逆方向移動	
	13' 08"						3	衝突注意	
		7' 21"					15	プラグ位置合せ不良	
	20' 29"	1' 03"							
	21' 32"	1' 33"							
		23' 05"							
		1' 45"					3	プラグ位置合せ不良	
	24' 50"	1' 06"					1	逆方向移動	
		25' 56"					3	衝突注意	
	28' 17"	2' 21"							
		VTRNo. E-3		VTRNo.		VTRNo.	33		

表 遠隔操作試験（給電ケーブル交換-取付け-）結果

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
1. 遠隔操作スタート	60. 8. 22		同 左						No.単 1 回目 左右ワイヤル持つ 2 回目 左, フラグ胴部持つ 右, ケーブル取付部持つ * ワイヤルを持ってはこんでいるため、挿入姿勢を合せる目的。 左手はワイヤルを持ち、落下を防止。 **左手でワイヤル、右手でフラグ胴部を囲む 立向き挿入姿勢となるフラグは、掴み部を付さないと、取扱いが不安定で、挿入しずらくまた、落とし易い。 ケーブル 取付部を持った姿勢は、クイ I の操作には向かない。
(T / Mを台まで、移動し)フラグを両腕に持つ	0' 00"	0' 45"	0' 00"	1' 05"					
2. セル壁側取付位置まで運ぶ		2' 23"		1' 48"			1	台角にケーブル引掛け (1, 0)	
3. レセプタクルへフラグを挿入する (左、右どちらか)	4' 17"	2' 32"	3' 48"						
4. ロックレバーで (時計回り) ロック	5' 50"	(1' 33")	6' 41"				1	挿入不良 (0, 1)	
5. 下部側取付位置まで移動し姿勢を調える	6' 12"	0' 22"	6' 47"	0' 06"					
6. レセプタクルへプラグを挿入する	7' 49"	1' 37"	7' 28"	0' 41"			1	南北逆移動 (1, 0)	
7. ロックレバーでロックする	8' 22"	2' 02"	8' 03"	0' 35"					
操作終了	9' 51"	(1' 29")	8' 18"	1' 18"			3	ロックレバー操作し損ね (3, 0)	
	10' 16"	0' 25"							
	11' 35"	1' 19"	9' 36"				1	東西逆移動 (0, 1)	

No.1 B

表 遠隔操作試験（給電ケーブル交換-取外し-）結果

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
1. 遠隔操作スタート (移動省略) 2. T/Mを下部側コネクタ位置 へ移動、姿勢を替える * セル壁側取付場所か ら開始 3. コネクタロック解除(レバーを反 時計回りに回す) 4. ワイヤ取手を掴み ナガを 引抜く 5. ナガ持ち、セル壁側計 測機へ移動、姿勢を整える * 下側取付場所着 6. コネクタロック解除 7. ワイヤ取手を掴みふら ぐ引抜く 8. ケーブルを仮置台まで 運ぶ 台 着 9. 仮置きして操作終了 操 作 終 了	60. 7. 26	* 手順と一部逆	60. 8. 30						Mo-Ho-D. Mo-Mi-Ilo
	スタート		3' 15"				1	逆方向移動 (0. 1)	
	0' 00"	0' 09"		0' 50"			2	ロックレバー操作 不良(0. 2)	
	0' 09"		4' 05"						
		0' 24"		2' 06"					
	0' 33"		6' 11"						
		0' 59"		2' 39"					
	1' 32"	2' 33"	8' 50"	1' 45"			5	ロックレバー操作 不良(0. 5)	
	(2' 45") **		10' 35"						
	4' 05"	0' 22"		1' 25"			1	ナガ落下 (1. 0)	
		1' 24"		2' 55"			1	逆方向移動 (0. 1)	
	4' 27"		12' 00"						
	5' 51"		14' 55"	1' 06"					
省 略		16' 01"							
	VTRNo. 16		VTRNo. 9		VTRNo.				

表 遠隔操作試験（給電ケーブル交換－取外し－）結果

No.2 B

操作手順及び状況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	No. 1 回		No. 2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
遠隔操作スタート (移動省略) 1. T/Mを下部側コネクタ位置へ移動、姿勢を替える 2. コネクタロック解除(レバーを反時計回りに回す) 3. ワイヤ取手を摘みプラグを引抜く 4. プラグ持ち、隔壁側計測コネクタへ移動、姿勢整える 5. コネクタロック解除 6. ワイヤ取手を摘みプラグ引抜く 7. ケーブルを仮置台まで運ぶ 操作終了 台 着 仮置きして操作終了	60. 7. 26	* 手順と一部逆	同 左						Ma-Mi-Ho
	スタート		スタート						
	0' 00"	0' 48"		0' 30"			6	ロック操作不良(3.3)	
	0' 48"								
		0' 17"		0' 20"					
	1' 05"								
		1' 42"		0' 57"					
	2' 47"								
		0' 21"		0' 23"			1	逆方向移動(1.0)	
	3' 08"								
		0' 29"		0' 45"			3	ロック操作不良(0.3)	
	3' 37"								
		1' 53"		1' 54"			3	ワイヤ損み損ね(0.3)	
	5' 30"								
		0' 20"		0' 24"			2	逆方向移動(0.2)	
	5' 50"								
		VTRNo. E-4		VTRNo. E-4		VTRNo.			

No.3 B

表 遠隔操作試験（給電ケーブル交換－取外し－）結果

操 作 手 順 及 び 状 況		操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
		1 回		2 回		3 回		数	内 容	
		経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
遠隔操作スタート 1. T/Mを下部側コネクタ位置へ移動、姿勢を替える 2. コネクタロック解除 (レバーを反時計回りに回す) 3. ワイヤ 取手を摘み フラグを引抜く 4. フラグ持ち、隔壁側コネクタへ移動、姿勢整える 5. コネクタロック解除 6. ワイヤ取手を摘みフラグ引抜く 7. ケーブルを仮置台まで運ぶ 操作 終 了 (移動省略) 台 着 仮置きして操作終了		60. 7.26		60. 8.30						Mi-Ma-No Mi-Mo-No
		スタート		0' 00"	1' 32"					
		0' 00"	0' 39"		1' 21"			5	ロックレバー操作不良 (3, 2)	
		0' 39"		2' 53"						
		1' 17"	0' 38"	3' 32"	0' 39"					
			1' 27"		1' 12"			1	逆方向移動 (1, 0)	
		2' 44"	0' 25"	4' 44"	1' 07"			2	ロックレバー操作不良 (0, 2)	
		3' 09"	2' 03"	5' 51"	1' 19"			4	ワイヤベリ摘み損ね (3, 1)	
		5' 12"	2' 47"	7' 10"	2' 22"			1	逆方向移動 (1, 0)	
			1' 11"	9' 32"	1' 07"			1	衝突注意 (1, 0)	
		7' 59"		10' 39"						
		9' 10"								
		VTRNo. 16		VTRNo. 9		VTRNo.				

No.4 B

表 遠隔操作試験（給電ケーブル交換－取外し－）結果

操作手順及び状況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
遠隔操作スタート 1. T/Mを下側側コネクタ位置へ移動、姿勢を替える 2. コネクタロック解除（レバーを反時計回りに回す） 3. ワイヤ取手を摘み、フラグを引抜く 4. フラグ持ち、上側側コネクタへ移動、姿勢整える 5. コネクタロック解除 6. ワイヤ取手を摘みフラグ引抜く 7. ケーブルを仮置台まで運ぶ 操作終了 * 上側側取付場所から開始 * 下側取付場所着 台 着 仮置きして操作終了	経過	所要	経過	所要	経過	所要			O-Mo-Ho O-Ho ロックレバー操作不良(0, 4) ロックレバー操作不良(0, 1) 衝突注意(0, 1) ケーブル引掛(0, 1)
	60. 7. 26	*手順一部逆	60. 8. 30						
	移動省略		0' 00"	2' 25"					
	スタート		2' 25"						
	0' 00"	0' 20"		0' 55"			4		
	0' 20"		3' 20"						
		1' 10"		0' 39"					
	1' 30"		3' 59"						
		1' 15"		0' 56"					
	2' 45"		4' 55"						
		0' 12"		2' 03"			1		
	2' 57"		6' 58"						
		0' 29"		2' 32"					
	3' 26"		9' 30"						
		1' 20"		2' 28"			1		
	4' 46"	0' 48"	11' 58"	1' 24"			1		
	5' 34"		13' 22"						
		VTRNo. 16		VTRNo. 9		VTRNo.			

No.5 B

表 遠隔操作試験（給電ケーブル交換－取外し－）結果

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	J, Y, C	1 回	2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			C-Ko-Ho
1. 遠隔操作スタート	0' 00"								
2. T/Mを下部側コネクタ位置へ移動、姿勢を替える	2' 54"	2' 54"							
3. コネクタ解除 (レバーを反時計回りに回す)	4' 56"	2' 02"							
4. ワイヤ取手を摘み フラグを引抜く	5' 38"	0' 42"							
5. フラグ持ち、隔壁側コネクタへ移動、姿勢整える	8' 31"	2' 53"							
6. コネクタロック解除	11' 42"	3' 11"							
7. ワイヤ取手を摘みフラグ引抜く	13' 35"	1' 53"							
ケーブルを仮置台まで運ぶ	18' 23"	4' 48"							
操作終了	18' 55"	0' 32"							
		VTRNo.		VTRNo.		VTRNo.			
							1	衝突注意	
							1	ワイヤベル掴み損ね	
							1	逆方向移動	
							3	衝突注意	

台 着

仮置きして操作終了

1 衝突注意

1 ワイヤベル掴み損ね

1 逆方向移動

3 衝突注意

No.6 B

表 遠隔操作試験（給電ケーブル交換－取外し－）結果

操作手順及び状況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
遠隔操作スタート ↓ 1. T/Mを下部側コネクタ位置へ移動、姿勢を替える ↓ 2. コネクタロック解除（レバーを反時計回りに回す） ↓ 3. ワイヤ取手を摘み フラグを引抜く ↓ 4. フラグ持ち、壁側コネクタへ移動、姿勢整える ↓ 5. コネクタロック解除 ↓ 6. ワイヤ取手を摘みフラグ引抜く ↓ 7. ケーブルを仮置台まで運ぶ ↓ 操 作 終 了	経過 60. 8.22 0' 00"	所要 1' 22"	経過 同 左 0' 00"	所要 1' 15"	経過	所要			110単
	1' 22"		1' 15"						
	1' 42"	0' 20"	1' 30"	0' 15"					
	2' 08"	0' 26"	1' 55"	0' 25"					
	3' 05"	0' 57"	2' 41"	0' 46"					
	3' 21"	0' 16"	2' 49"	0' 08"					
	3' 57"	0' 36"	3' 16"	0' 27"					
	5' 42"	1' 45"	5' 01"	1' 45"					
	6' 11"	0' 29"	5' 35"	0' 34"					
		VTRNo. 6		VTRNo. 6		VTRNo.			
台 着 仮置きして操作終了							1	東西逆方向移動(1.0)	

表 遠隔操作試験（ジャンパー管交換）結果）

作業名：J-9 取付け

作業者：S. H 単独

項目	操作手順及び状況	実施月日		状況	問 題 点			座 度 設 定																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		操作時間			マニプレーター	ラ ッ ク	C C T V	右	左	上	下	前	後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
部 分 ラ ッ ク （ ジ ャ ン パ 取 付 け ）	操作スタート	分	秒																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								</

J管の支持ができない
ためマニプレータで保
持しながらI/W使用す
る。

追 従 性

輪 良 否 (估)

1

2

3

4

5

6

7

8

メインモニタ映し出数

No. 1 2 3 4 5 6 他

通し

サブモニタ利用度

(メインの他に比較的用)

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 他

モニタ配置図

2 4 5 6

1 3

説明 Lux

故障した場合の部位

表 遠隔操作試験（ジャンパー管交換）結果）

作業名：J-10 取付け

作業者：S. H 単独

項目	操作手順及び状況	実施月日		状 況	問 題 点			感 度 設 定												
		操作時間			マニプレーター	ラ ッ ク	C C T V	軸	L	M	H	Z								
部 分 ラ ッ ク （ ジ ャ ン パ 取 付 け ）	操作スタート 1 ジャンパ管を置台より 取付位置へ移動 2 取付場所へ位置決めす る 3 継手ボルトへI/Wをセ ットし締め付ける NO 本数分 締め付け終了 YES 反対側継手ボルト位置 へ移動し、位置決めする 継手ボルトへI/Wをセ ットし締め付ける NO 本数分 締め付け終了 YES 操作終了	分	秒	管をつかむ 上側 下側移動 差込状態確認 マニプレータ姿勢整え た後ボルト締付	J管を右腕で保持した ままI/W 使用			マ ニ ス タ 腕	右 腕	左 腕	タ 腕	性								
		0	00										2							
		0	16										3							
		1	42										4							
		(86)											5							
		2	52										6							
		(81)											7							
		4	07										8							
		(75)											9							
		4	42										10							
		(35)											11							
		4	47										12							
		(5)											13							
		8	10										14							
		(203)											15							
								追 従 性												
								軸 良 否 (倍)												
								右 腕												
								1												
								2												
								3												
								4												
								5												
								6												
								7												
								8												
								1												
								2												
								3												
								4												
								5												
								6												
								7												
								8												
								メ イン モ ニ タ 映 し 出 数												
								No. 1	2	3	4	5	6 他							
											通し									
								サブ モ ニ タ 利 用 度												
								(メ イン の 他 に 比 較 的 現 た)												
								①	②	③	④	⑤	⑥ 他							
								モ ニ タ 配 置 図												
								照 明												
								Lux												
								故障した場合の部位												

表 遠隔操作試験（ジャンパー管交換）結果）

作業名：J-8 取外し
 作業者：S. H 単独

項目	操作手順及び状況	実施月日		状 況	問 題 点			感 度 設 定
		操作時間			マニプレーター	ラ ッ ク	C C T V	
部 分 ラ ッ ク （ ジ ャ ン パ 取 外 し ）	操作スタート	分	秒					
	1 ↓ T/W をジャンパ管の下部側継 手場所へ移動・位置決め	0	00					
	2 ↓ 継手ボルトへI/W をセ ットし締め付ける	1	47 (107)					
	NO ↓ 本数分 締め付け終了 YES ↓ T/W をジャンパ管の下部側継 手場所へ移動・位置決め	2	40 (53)					
	NO ↓ 本数分 締め付け終了 YES ↓ 継手ボルトへI/W をセ ットし締め付ける	3	03 (23)					
	NO ↓ 本数分 締め付け終了 YES ↓ T/W をジャンパ管の下部側継 手場所へ移動・位置決め	4	15 (72)					
	YES ↓ ジャンパ管を置台に置く	4	48 (33)					
	YES ↓ 操作終了	5	27 (39)					
		6	56 (89)					

マ ス ク レ イ ブ 機	右	2						
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	左	2						
	3							
	4							
	5							
6								
7								
追 込 性								
ス レ イ ブ 機	右	1						
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	左	1						
	2							
3								
4								
5								
6								
7								
8								
ノイズモニタ映し出数								
No. 2 3 4 5 6 値								
サブモニタ利用度								
(ノイズの他に比較的悪た)								
① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 値								
モニタ配置図								
照明 Lux								
終ぬした場合の配位								

実際は
No.4 では見えな
いNo.6 で操作

ジャンパ管用スタンド
がないと次操作に支障
をきたす。

実際は
No.4 では見えな
いNo.6 で操作

ジャンパ管用スタンド
がないと次操作に支障
をきたす。

ワーク マ ス ク レ イ ブ	右	軸	L	M	H	Z
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	左	2				
	3					
	4					
ス レ イ ブ	右	軸	L	M	H	Z
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	左	1				
	2					
4	右	軸	L	M	H	Z
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	左	1				
	2					

ノインモニタ映し出数	No.	2	3	4	5	6	他
サブモニタ利用度	(ノインの他に比較的型た)	①	②	③	④	⑤	⑥ 他
モニタ配置図							
照明							Lux
故障した場合の対応							

表 遠隔操作試験（ジャンパー管交換）結果）

作業名：J-9 取外し
 作業者：S. H 単独

項目	操作手順及び状況	実施月日		状 況	問 題 点			感 度 設 定
		操作時間			マニプレーター	ラ ッ ク	C C T V	
部 分 ラ ッ ク （ ジ ャ ン パ 取 外 し ）	操作スタート	分	秒				7-ク	軸 し M H Z
	1 T/M をジャンパ管の下部側継 手場所へ移動・位置決め	0	00					2
	2 継手ボルトへI/M をセ ットし締め付ける	1	06 (66)					3
	NO 本数分 締め付け終了	2	34 (88)					4
	YES T/M をジャンパ管の下部側継 手場所へ移動・位置決め	2	57 (23)					5
	継手ボルトへI/M をセ ットし締め付ける	5	07 (130)	隣りのコネクタークラ ンプが邪魔するように 見え、その処置をし かける。実際はNaであ る。				6
	NO 本数分 締め付け終了	5	44 (37)	取手部へ移動し囲む				7
	YES T/M をジャンパ管の下部側継 手場所へ移動・位置決め	5	59 (5)	外し				8
	ジャンパ管を置台に置く	7	03 (64)					1
	YES 操作終了	7	24 (21)					2
								右
								3
								4
								5
								6
								7
								8
								左
								1
								2
								3
								4
								5
								6
								7
								8
								メインモニタ映し出数
								No 1 2 3 4 5 6 他
								全部
								サブモニタ利用度
								(メインの他に比較的型)
								① ② ③ ④ ⑤ ⑥ 他
								モニタ配置図
								照明 Lux
								故障した場合の部位

表 遠隔操作試験（ジャンパー管交換）結果）

作業名：J-10 取外し

作業者：S. H 単独

項目	操作手順及び状況	実施月日		状 況	問 題 点				感 度 設 定																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		操作時間			マニプレーター	ラ ッ ク	C C T V	結 L M H Z																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
部 分 ラ ッ ク （ ジ ャ ン パ 取 外 し ）	操作スタート	分	秒	途中からスタート (J-10下側ボルト位置)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

No. _____

表 遠隔操作試験（ジャンパー管交換）結果

J-8
取付け

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
操作スタート	0' 00"		0' 00"		0' 00"				平均
1 ↓ ジャンパ管を屋台より 取付位置へ移動	3' 40"	3' 40"	1' 45"	1' 45"	1' 46"	1' 46"			431 / 3 = 2' 24"
2 ↓ 取付場所へ位置決める		1' 40"		3' 40"		1' 24"			404 / 3 = 2' 15"
3 ↓ 継手ボルトへI/Wをセ ットし締め付ける	5' 20"	5' 37"	5' 25"	1' 29"	3' 10"	5' 02"			728 / 3 = 4' 03"
↓ (下側)	10' 57"		6' 54"		上 8' 12"				
↓ 本数分 締め付け終了		4' 41"		4' 11"		0' 10"			597 / 3 = 3' 18"
↓ (上側)	15' 38"		11' 05"		下 8' 22"				
↓ 反対側継手ボルト位置 へ移動し、位置決める		2' 49"		0' 30"		6' 02"			661 / 3 = 3' 40"
↓ 継手ボルトへI/Wをセ ットし締め付ける	18' 27"		11' 35"		14' 24"				
↓ J管を支えながら					上側本じめ 16' 10"				
↓ 本数分 締め付け終了		1' 05"		0' 52"	再び下側本締 18' 52"	2' 03"			240 / 3 = 1' 20"
↓ NO					20' 55"				
↓ YES	19' 32"		12' 27"						
操作終了 元位置戻り									

表 遠隔操作試験（ジャンパー管交換）結果

J-8
取付け

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
操作スタート 1 T/M ジャンパ管の下部側継手 場所へ移動・位置決め 2 継手ボルトへI/W をセ ットし締め付ける NO 本数分 締め付け終了 T/M ジャンパ管の下部側継手 場所へ移動・位置決め 継手ボルトへI/W をセ ットし締め付ける NO 本数分 締め付け終了 T/M ジャンパ管の下部側継手 場所へ移動・位置決め ジャンパ管を置台に置く 操作終了	0' 00"	2' 00"	0' 00"	1' 26"	0' 00"	1' 47"			平均
	2' 00"		1' 26"		1' 47"				313 / 3 = 1' 44"
		1' 56"		1' 05"		0' 53"			234 / 3 = 1' 18"
	3' 56"		2' 31"		2' 40"				
		0' 39"		0' 32"		0' 23"			94 / 3 = 0' 31"
	4' 35"		3' 03"		3' 03"				150 / 3 = 0' 50"
		0' 51"		0' 27"		1' 12"			
	5' 26"		3' 30"		4' 15"				
		0' 51"		1' 23"		1' 12"			206 / 3 = 1' 09"
	6' 17"		4' 53"	1' 16"	5' 27"				
		1' 30"			1' 29"				255 / 3 = 1' 25"
	7' 47"		6' 09"		6' 56"				

No

表 遠隔操作試験 (ジャンパー管交換) 結果

J-10
取外し HO単独

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
操作スタート									
1 T/M をジャンパ管の下部側継手場所へ移動・位置決め	0' 00"	1' 00"	0' 00"	1' 09"	0' 00"	0' 48"			129 / 2 = 1' 05"
2 継手ボルトへI/M をセットしボルトを緩める	1' 00"	1' 02"	1' 09"	1' 14"	0' 48"	1' 31"			227 / 3 = 1' 16"
継手ボルトへI/M をセットしボルトを緩める	2' 02"	0' 32"	2' 23"	0' 36"	2' 19"	0' 34"			102 / 3 = 0' 34"
本数分 緩め 操 作									
YES									
3 T/M をジャンパ管上部側継手場所へ移動・位置決め	2' 34"	0' 53"	2' 59"	0' 33"	下 2' 53"	1' 33"			179 / 3 = 1' 00"
4 継手ボルトへI/M をセットしボルトを緩める	3' 27"	0' 07"	3' 32"	0' 06"	4' 26"	0' 39"			52 / 3 = 0' 17"
継手ボルトへI/M をセットしボルトを緩める									
本数分 緩め 操 作									
NO									
YES	3' 34"		3' 38"		5' 05"				
5. T/M でベイル管を取外す		1' 23"		1' 24"		1' 23"			250 / 3 = 1' 23"
6. ジャンパ管を置台に置く	4' 57"		5' 02"		6' 28"				
操作終了									

№

表 遠隔操作試験（ジャンパー管交換）結果

J-10
取外し

HIO単独

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
操作スタート 1 ジャンパ管を置台より 取付位置へ移動 (上側) 2 取付場所へ位置決める 3 継手ボルトへI/Wをセ ットし締め付ける NO 本数分 締め付け終了 YES 反対側継手ボルト位置 へ移動し、位置決める (下側) 継手ボルトへI/Wをセ ットし締め付ける NO 本数分 締め付け終了 YES 操作終了	0' 00"	2' 00"	0' 00"	1' 51"	0' 00"	1' 42"			333 / 3 = 1' 51"
	2' 00"	0' 55"	1' 51"	1' 06"	1' 42"	1' 10"			191 / 3 = 1' 04"
	2' 55"	1' 20"	2' 57"	0' 43"	2' 52"	1' 15"			240 / 3 = 1' 20"
	2' 52"	2' 02"	3' 40"						
		0' 55"			4' 07"				
		0' 28"		0' 26"		0' 40"			97 / 3 = 0' 31"
	6' 20"		4' 06"		4' 47"				
		0' 45"		0' 27"		3' 23"			275 / 3 = 1' 32"
	7' 05"		4' 33"		8' 10"				
		0' 53"		0' 52"					105 / 2 = 0' 53"
	7' 58"		5' 25"						

No.1 / 2

表 遠隔操作試験（クレーンによる J-12 取付け）結果

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						利用カメラNo	備 考	
	1 回		2 回		3 回				
〔形 状〕 継手：ハンフォード型 管：25A、リジッド 重量：21.5kg	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
1 吊 上 げ ・ 移 動 （寄り付きまで） 2 下側継手取付け 3 上側継手取付け 4 フ ッ ク 外 し 5 ク レ ーン 移 動 (1) マニプレータ移動 (2) ボルト締付け (3) マニプレータ移動	61. 3. 3		61. 3. 5		同 左			# 1 (1)マニプレータ ブリッジかわし # 2 同 上	
	0' 00"	スタート	0' 00"	スタート	0' 00"	途中から			
	8' 18"	8' 18"	上 1' 49" 南 2' 05" 西 3' 13"	7' 38"	1' 35"	1' 35"	①、②		
		1' 57"	下 4' 01" 北寄 7' 38"	1' 10"		1' 22"			
	10' 15"		8' 48"		2' 57"		⑤		
		4' 36"		1' 30"		1' 19"		④、②	・ クレーン操作器（大型） の押しボタンSwは1分 以上押し続ける操作に は不向きである。 （レバー式が良い）
	14' 51"		10' 18"		4' 16"				
		0' 16"		1' 20"		0' 57"		④	
		15' 37"		11' 38"		5' 13"			
			2' 16"		1' 52"		0' 50"		①、②
	17' 53"		12' 30"		6' 03"				
	{マニプレータ ブリッジ手 摺止まり}		(同 左)		(同 左)				・ ブリッジをかわして物 を上、下降させる際、 No 1、No 2カメラでは 不安である。（遠近感 が無い）

No.2 / 2

表 遠隔操作試験 (J-12 取付け) 結果

操 作 手 順 及 び 状 況		操 作 時 間						平 均	備 考	
		1 回		2 回		3 回				
		経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
1 吊 上 げ ・ 移 動 (寄り付きまで) 2 下側継手取付け 3 上側継手取付け 4 フ ッ ク 外 し 5 ク レ ーン 移 動 (1) マニブレード移動 (2) ボ ル ト 締 付 け (3) マニブレード移動	61. 3. 5			0' 00"	スタート				クレーン仕様 定格荷重:2ton 巻上速度:4.2(0.84)m/min 横 行:9(3)m/min 走 行:9(3)m/min ()は微速	
	0' 00"	途中から		上 : 1' 49" 北 : 2' 25" 西 : 2' 47" 下 : 3' 54"	5' 35"			7' 10"		
	1' 50"	1' 50"		北 : 4' 45" 下寄:5' 35" 6' 44"	1' 09"			1' 12"		
		0' 20"			2' 26"			2' 34"		
		2' 59"		9' 10"				0' 53"		
		0' 44"		10' 18"	1' 08"			1' 12"		
		5' 09"								
		5' 53"								
		0' 51"		14' 13"	3' 55"					
		6' 44"								
				(床置まで)						
				スタート	6' 50"	スタート				0' 49"
				1' 11"	0' 26"					0' 58"
			1' 24"	7' 16"	0' 32"			1' 31"		
			1' 12"	7' 48"	1' 50"			0' 27"		
			0' 25"	9' 38"	0' 28"					
			4' 37"	10' 06"						
			3' 12"		3' 16"			16' 46"	計	

No 1 / 2

表 遠隔操作試験 (J-13 取付け) 結果

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間								備 考
	1 回		2 回		3 回				
(形 状) 継手：3 ボルト 管：25A、リジット 重量：11.5kg	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
	61. 2. 21		61. 2. 21						# 1 (1)ブリッジかわし 移動
1 吊 上 げ ・ 移 動 (寄り付きまで)	0' 00" 9' 15"	スタート 9' 15"	0' 22" 6' 20"	5' 58"	0' 00" 4' 15"	4' 15"			# 2 (1)ブリッジ間内移 動 (5)はブリッジかわ し
2 下側継手取付け	15' 00"	5' 45"	10' 30"	4' 10"	5' 57"	1' 42"			# 3 (1)ブリッジ内
3 上側継手取付け	16' 22"	1' 22"	11' 49"	1' 19"	6' 47"	0' 50"			☆# 2、3(1)は距り分約 3mとして1分加算す ると、ブリッジかわし に相当
4 フ ッ ク 外 し	17' 15"	0' 53"	12' 35"	1' 46"	7' 25"	0' 38"			
5 ク レ ーン 移 動	以下略		18' 07"	5' 32"	8' 10"	0' 45"			
(1) マニプレータ移動					(マニプレータ ブリッジ手 摺止まり)				
(2) ボルト締付け									
(3) マニプレータ移動									

No.2 / 2

表 遠隔操作試験 (J-13取付け) 結果

操 作 手 順 及 び 状 況		操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
		1 回		2 回		3 回		数	平 均	
		経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
1 吊 上 げ ・ 移 動 ↓ 2 下 側 継 手 取 付 け ↓ 3 上 側 継 手 取 付 け ↓ 4 フ ッ ク 外 し ↓ 5 ク レ ー ン 移 動 ↓ (1) マ ニ プ レ ー タ 移 動 ↓ (2) ボ ル ト 締 付 け ↓ (3) マ ニ プ レ ー タ 移 動		61. 3. 6		61. 3. 6					(7' 09")	☆参照
	0' 00"	途中から	0' 00"	途中から						
	1' 01"		1' 58"							
		1' 53"		0' 49"				2' 52"		
		2' 54"		2' 47"						
		0' 47"		1' 03"				1' 04"		
		3' 41"		3' 50"						
		0' 36"		0' 57"				0' 58"		
		4' 17"		4' 47"						
		0' 53"		0' 43"						
		5' 10"		5' 30"						
		マニプレータ ブリッジ手 指止まり	(同 左)							
		11' 57"	スタート	7' 17"	スタート	0' 14"	スタート	0' 49"		
	寄り付きまで 上部ボルト (3本)	13' 20"	1' 23"	7' 49"	0' 32"	0' 46"	0' 32"	3' 03"		
	下部ボルト	18' 17"	4' 57"	10' 17"	2' 28"	2' 29"	1' 43"	2' 12"		
最上部 南寄り	21' 19"	3' 02"	12' 25"	2' 08"	3' 54"	1' 25"	0' 59"			
	22' 09"	0' 50"	18' 16"スタート 18' 50"	0' 34"	5' 27"	1' 33"				
		10' 12"		5' 42"		5' 13"				

J-14のベイルが視覚を遮る
J-14のベイル（上部）干渉してI/W 挿入しにくい
上部ボルト操作時No.3ではソケット挿入代が解らない
フランジNo間違えやすいためNo明示の要有

No 1 / 2

表 遠隔操作試験 (J-14 取付け) 結果

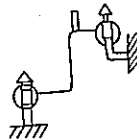
操作手順及び状況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
(形 状) 継手: 3 ボルト 管 : 25A フレキチューブ付 重量: 13.5kg 1 吊上げ・移動 (寄り付きまで) ↓ 2 下側継手取付け ↓ 3 上側継手取付け ↓ 4 フック外し ↓ 5 クレーン移動 ↓ (1) マニプレータ移動 ↓ (2) ボルト締付け ↓ (3) マニプレータ移動	経過	所要	経過	所要	経過	所要			61.3. 6 フックを替えて実施  フックボルトから外れない □ クレーンの横、走行は単一操作方式が安全と思われる。速度が遅いため慣れると2動作しなくなるが複雑な揺れを止めきれず周辺設備に当てる恐れが大。ここでの時間節約はあまり効果ない。
	61. 2. 21 0' 00" 上 : 2' 02" 西 : 3' 25" 下 : 4' 19" 北 : 5' 16"	6' 08"	61. 3. 6 0' 00" 1' 45"	途中から	0' 00" 2' 50"	途中から			
	下寄: 6' 08" 9' 19"	3' 11"	3' 30"	1' 45"	3' 52"	1' 02"			
	10' 16"	0' 57"	4' 10"	0' 40"	4' 55"	1' 03"			
	12' 00"	1' 44"	4' 25"	0' 15"	5' 15"	0' 20"			
	(フック外れない)		5' 10"	0' 45"	6' 15"	1' 00"			
			マニプレーブリッジ手 摺止まり		(同 左)				

No 2 / 2

表 遠隔操作試験 (J-14取付け) 結果

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						エ ラ ー		備 考
	1 回		2 回		3 回		数	内 容	
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要			
1 吊上げ・移動 (寄り付きまで)	61. 3. 6 0' 00" 2' 26"	途中から	61. 3. 6 0' 00" 5' 14"	最初から 5' 14"					
2 下側継手取付け	4' 03"	1' 37"	8' 53"	3' 39"				2' 15"	
3 上側継手取付け	4' 40"	0' 37"	9' 20"	0' 27"				0' 45"	
4 フック外し	4' 55"	0' 15"	9' 33"	0' 13"				0' 33"	
5 クレーン移動	5' 47"	0' 52"	10' 21"	0' 48"					
(1) マニプレータ移動	0' 10"	スタート 0' 59"	(同 左) 0' 10"	スタート 0' 43"	5' 30"	0' 36"	利用 から No ④① ③ ④⑤ ③	0' 46"	# 2  締付順 1-2-3-1
(2) ボルト締付け	1' 09"	2' 18"	0' 53"	1' 39"	6' 06"	2' 20"		2' 06"	
	3' 27"	6' 58"	2' 32"	4' 00"	8' 26"	2' 31"		4' 30"	
(3) マニプレータ移動	10' 25"	0' 55"	6' 32"	0' 43"	10' 57"	0' 35"		0' 44"	
	11' 20"		7' 15"		11' 32"				
		11' 10"		7' 05"		6' 02"			

表 遠隔操作試験（クレーンによる J-12 取外）結果

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						備 考
	1 回		2 回		3 回		
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要	
(1) マニプレータ移動	61. 3. 3		61. 3. 5				# 1 ①⑤マニプレータブリッジかわし移動 # 2 ①⑤ブリッジかわし # 3 ⑤ブリッジかわし 利用カメラ 1.①② 2.④ 3.④② 4.⑤ 5.6.①② ハンフォードタイプの紐 手は下図の形状の方が受部を傷めない 
(2) ボルトゆるめ	(1)~(3)省略		0' 00"	スタート			
(3) マニプレータ移動	0' 00"	スタート	上 : 1' 37" 南 : 2' 04" 西 : 3' 10" 下 : 4' 00" 北 : 4' 46" 下 : 5' 00"	5' 00"	0' 00"	途中から	
1 クレーン移動	6' 25"	6' 25"		1' 51"	1' 30"	0' 22"	
2 フック 掛 け	7' 25"	1' 00"	6' 51"	1' 00"	1' 52"	0' 16"	
3 上側紐手外し	11' 35"	4' 10"	7' 51"	0' 17"	2' 08"	1' 08"	
4 下側紐手外し	14' 38"	3' 03"	8' 08"		3' 16"		
5 吊 上 げ ・ 移 動			(3' 33")	7' 03"	マニプレータブリッジ部止まり		
6 仮 置 (床 面)	21' 09"	7' 31"	15' 11"				

No.2 / 2

表 遠隔操作試験 (J-12 取外し) 結果

操 作 手 順 及 び 状 況		操 作 時 間						備 考	
		1 回		2 回		3 回			平 均
		経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要		
(1)	マニプレータ移動	61. 3. 10 4' 40"	スタート 0' 29"	61. 3. 5 10' 09"	スタート 0' 29"			I/W用 35Mのソケット取付時、重さにより首垂れが大きい。	
	寄り付きまで 上側ボルト	5' 09"	0' 28"	10' 38"	1' 01"				
(2)		ボルトゆるめ	5' 37"	0' 42"	11' 39"	1' 15"			
		下側ボルト	6' 19"	0' 28"	12' 54"	0' 31"			
(3)	マニプレータ移動	6' 47"	2' 07"	13' 25"	3' 16"			J-13、14との平均	
	最上部								
	南寄り								
1	クレーン移動	61. 3. 5 0' 00"	途中から	61. 3. 5 0' 00"	途中から				
	(寄り付きまで)	1' 52"		2' 15"				5' 50"	
2		フック掛け	2' 20"	0' 28"	2' 50"	0' 35"			0' 51"
3		上側継手外し	2' 47"	0' 27"	3' 07"	0' 17"			1' 14"
4		下側継手外し	3' 32"	0' 45"		5' 21"			1' 18"
5	吊上げ・移動	{マニプレータ ブリッジ部 止まり}							
6	仮置(床面)	21' 50"		8' 28"				6' 42"	
								J-13、14との平均	

No.1/2

表 遠隔操作試験 (J-13 取外し) 結果

操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						平 均	備 考
	1 回		2 回		3 回			
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要		
(1) マニプレータ移動	61. 2. 21	(1)~(2) 省略	同 左	1.省略	61. 3. 6	スタート	利用カメラ	# 1.①⑤マニプレータブリッジをかわして移動 # 2. ⑤ブリッジ内移動
(2) ボルトゆるめ								
(3) マニプレータ移動								
1 クレーン移動	0' 05"スタート 7' 12"	7' 07"			0' 00" 上: 1' 22" 北: 1' 42" 西: 2' 12" 下: 2' 59" 北寄: 3' 24"	3' 24"	1. ①②	
2 フック掛け	10' 26"	3' 13"	0' 00" 3' 23"	3' 23"	5' 00"	1' 36"	2. ④	
3 上側継手外し		3' 58"		0' 57"		1' 30"	3.④ 4.⑤	
4 下側継手外し	14' 24"		4' 20"		6' 30"		5.①②	カメラパンチルトは必ず間違え、ジョイスティック式が良い。
5 吊上げ・移動		7' 26"		4' 00"		5' 05"	6.	
6 仮置(床面)	21' 50"		8' 20"		11' 35"			

No 2 / 2

表 遠隔操作試験 (J-13 取付け) 結果

操 作 手 順 及 び 状 況		操 作 時 間						備 考	
		1 回		2 回		3 回			
		経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要		
(1) マニプレータ移動 (2) ボルトゆるめ (3) マニプレータ移動 1 クレーン移動 2 フック 掛け 3 上側継手外し 4 下側継手外し 5 吊上げ・移動 6 仮置 (床面)	寄り付きまで	61. 3. 10 8' 48"	スタート 0' 40"	0' 18"	スタート 0' 52"	0' 27"	スタート 0' 53"	上下確 0' 48" 3' 17" 3' 23" 4' 41" 0' 46" 5' 50 2' 27" 2' 31" 6' 42"	3 ボルトのゆるめ完了が解からない (振動で入り込んでいる) # 1 フランジ (J管Na) が分からず間違える。 J-14のベイルが邪魔でボルトが見えにくい  このボルト J-12、14との平均 # 2 フランジにNaを付す J-12、14との平均
	上側ボルト	13' 20"	3' 52"	1' 10"	2' 08"	1' 20"	3' 15"		
	下側ボルト	13' 57"	0' 37"	3' 18"	4' 00"	4' 35"	3' 07"		
	最上部	14' 47"スタート	3' 03"	7' 18"	3' 40"	7' 42"	5' 41"		
	南寄り	17' 50"	0' 40"	ゆるみ確認 10' 58"	0' 39"	確 認 13' 23"	1' 00"		
		18' 30"	8' 52"	11' 37"		14' 23"	13' 56"		
	(寄り付きまで)	61. 3. 6 0' 00"	途中から	61. 3. 6 0' 00"	途中から				
		0' 15"	1' 57"	0' 41"	2' 04"				
		2' 12"	0' 59"	2' 45"	0' 22"				
		—							
	3' 01"	0' 48"	3' 07"	1' 01"					
	3' 49"		4' 08"						
	{ マニプレー タブリッジ 部止まり }		(同 左)						

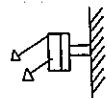
No. 1 / 2

表 遠隔操作試験 (J-14 取外し) 結果

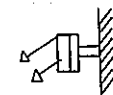
操 作 手 順 及 び 状 況	操 作 時 間						備 考	
	1 回		2 回		3 回			平 均
	経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要		
(1) マニプレータ移動 (2) ボルトゆるめ (3) マニプレータ移動 1 クレーン移動 2 フック掛け 3 上側懸手外し 4 下側懸手外し 5 吊上げ・移動 6 仮置（床面） 1. 下→上 東→西 北→南 東→西 南→北 上→下 微調 上、下同時に外れる	61. 2. 21		同 左		61. 3. 6		# 1 手順①はブリッジ かわし⑤はブリッジ 内移動 # 2 ⑤はブリッジかわ し移動	
	(1)～(3)省略		(1)～(2)略					
	0' 20"スタート							
	2' 00"	6' 30"			0' 00"	途中から スタート		
	2' 31"							
	3' 05"							
	3' 45"							
	4' 40"			0' 50"				
	6' 08"	5' 52"				1' 22"		
	6' 50"				2' 12"			
	12' 42"		0' 00"					
		2' 24"						
						0' 54"		
	15' 06"		0' 41"		3' 06"			
		3' 36"	8' 19"		4' 00"	0' 54"		
	18' 42"		9' 00"		マニプレータ ブリッジ部 止まり			

No.2/2

表 遠隔操作試験 (J-14 取外し) 結果

操 作 手 順 及 び 状 況		操 作 時 間						平 均	備 考
		1 回		2 回		3 回			
		経 過	所 要	経 過	所 要	経 過	所 要		
(1)	マニプレータ移動	61. 3. 10 0' 15"	スタート 0' 43"	同 左 11' 40"	スタート 0' 58"	同 左 14' 28"	スタート 0' 34"	上 3' 12" 下 3' 11" 確 4' 57" 0' 38"	水平（下部）フランジは3本ボルトを締める際先に緩めたボルトが再びナットに入り、J管外しができない。上部形式の構造が良い。  J管上部構造図
(2)	ボルトゆるめ	寄り付きまで 上部ボルト（3本） 下部ボルト	3' 00"	12' 38" 13' 06"	かた調断 0' 58" 3' 54"	15' 02"	2' 42"		
(3)	マニプレータ移動	最上部 南寄り	0' 36"	19' 11" ゆるみ確認 24' 09"	4' 58"	20' 56"	3' 12"		
1	クレーン移動	(寄り付きまで)	途中から	24' 49" 0' 09" 1' 17"	途中から	26' 30"	0' 38"		
2	フック掛け		1' 25"	4' 05"	2' 48"			5' 50"	→ J-12、13との平均
3	上側継手外し	上・下同時に 外れる	3' 05"	4' 05"				1' 52"	* 小フックの場合
4	下側継手外し		0' 26"		0' 25"				
5	吊上げ・移動		3' 31"	0' 49"	4' 30"				0' 58"
6	仮置（床面）		4' 20"	上：5' 34" 南：5' 59" 東：6' 46" 下：9' 16"	4' 46"			6' 42"	→ J-12、13との平均
			マニプレータ ブリッジ部 止まり						

水平 (下部) フランジ
は3本ボルトを締める際
先に緩めたボルトが再び
ナットに入り、J管外し
ができない。上部形式の
構造が良い。



J管上部構造図