

# 自動交換機の安定度について

渡 辺 孝 正\*

## The Stability of Automatic Switching Equipment

By Takamasa Watanabe, D.S.E.

Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

The writer describes the Hitachi's strowger automatic switching equipment which has undergone a marked development of late. The newest type completed at the Totsuka Works of the Company has passed the overall performance and life test with so marvellous a success that the goal of "forty-year trouble-free service" is believed to have been reached at last.

### 〔I〕 緒 言

電気通信機器には調整という事項がある。一般電気機器には調整などの工程はなく、設計が完全に行われて設計通りに正しく製作されておれば機器は所定の機能を発揮し保守も簡単に行える。電気通信機器で特に調整を重く取り上げるのはその機能を決定する諸元が多くあつて構成部品の精度の偏差の集積を一定範囲の内に納めることが困難であるためこれを調整で補うことを余儀なくされるからである。

高周波通信機器において最も調整が重視される。調整技術の巧拙が性能の良否に著しく影響する。またこれを施設あるいは保守するときにも、技術者をして機器が絶えず所定の状態にあるや否やを点検調整せしめなければならない。

自動交換機では過重なる機能を小形な機器に持たしめてある関係上特に調整値が指定されていて製作の場合の基準を示すとともに、調度が調整値規定の範囲内にあれば自動交換機器の完全動作を保証している。運営に移つてからは、機器が常に規定された動作を行うか否やの試験を行い、これに対処する処置を採る予防保全をなす必要がある。

高周波通信機のと看は一般に一箇所に集中施設される機器の数量は少ないため重点保守も可能であるが、自動交換機では同一箇所に数千数万と同形機器が装置されている故、特に各箇の機器が均一に製作されて安定性のあることが強く要請される。

安定度の高い自動交換機をうるためには調度が使用度

\* 日立製作所戸塚工場 工博

の重さなるに伴つて容易に変化せず、かつ各部分の調整に作業者の個人偏差の這入ることの少ない均一なものを作るようにしなければならない。

安定度の高い自動交換機を用いて電話交換を運営すれば発生する事故は少くて交換サービスはよく、しかも保守費は安く済む。現在 Forty-year trouble-free (40年間無事故) で使用のできる自動交換機が要望されているのもこのためである。

日立製作所戸塚工場では Forty-year trouble-free である安定度の高い自動交換機を作るよう努力してきた。最近 200 万回無事故で動作可能なストロージャスイッチも完成できたようである。

以下にこれらの事柄について述べて自動交換関係諸賢の御批判御教示を戴きたいと思う。

### 〔II〕 自動交換機に要請される安定度

自動交換機の品質は 40 年間使用して事故の起らぬことを理想としている。40 年とは自動交換機の使用される一生涯に相当する。一般に寿命とは機械がボロになつてそれを保守するのに多額の年経費を必要とし、新品と取換えた方が利益となるまでの期間をいうのであるが、自動交換の場合は交換サービスの低下を嫌うため新品を使用し始めてから障害が発生し出して全面的に保守の手入れをしなければならなくなるまでの期間を寿命と考えることが Forty-year trouble-free の理想からすると妥当なようである。

ストロージャ式自動交換機が 40 年間に使用される動作回数は

加入者用ラインスイッチ.....20~30万回転

セレクトタおよびコネクタ...200~250万回動作  
と考えればよい。

したがってラインスイッチに用いられる回転スイッチ  
および継電器は 20~50 万回転に相当する動作をする。

上昇回転スイッチおよびこれに組合せられる継電器は  
200~250万回の動作をする。ただし継電器のうち上昇回  
転両運動を司るものは  $(200\sim 250) \times 6 = 1,200\sim 1,500$  万  
回の動作をするものと考えられる。

自動交換機を構成する機器が上記の条件を満足する寿  
命を持つておれば発生する障害も僅少な偶発的なものに  
限られサービスはよく、かつ保守は楽になるものと期待  
される。

### 〔III〕 安定度の高い自動交換機への努力

長く使用して事故の起らぬすなわち長寿命にして信頼  
度の高い自動交換機は動作試験（寿命試験）を繰返し行  
つて逐次発見される弱点を克明に究明して設計に改良を  
加え製作に移すことの連続作業で実現される。今までに  
行つた改良をあげると次のようなものである<sup>(1)~(10)</sup>。

#### (1) 上昇回転スイッチ

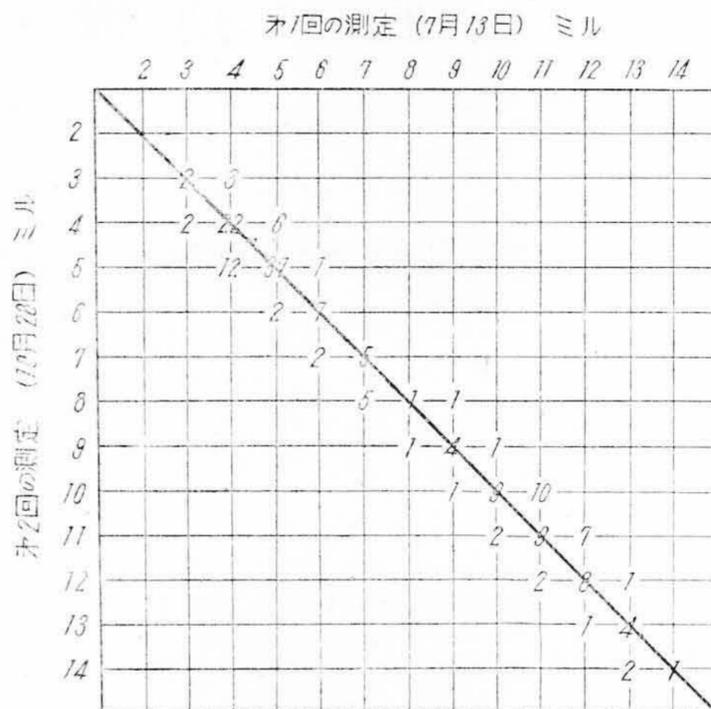
上昇回転スイッチは(A)部品の相互関係位置の改善と  
(B)運動部分の磨耗を少なくすることで完全に長寿命とな  
る。なお繰返して行われる寿命試験の指摘する機械的弱  
点を補強して長寿命に完璧を期することは勿論である。

すなわちダイカストスイッチフレーム<sup>(1)(2)</sup>を用いて寸  
法の精度を飛躍的に向上するとともに部品の精度をあげ  
て部品相互の関係位置はよくなる。ワイパシヤフトのハ  
ブ、ポール、アーマチュアのベアリングおよび同ピンに  
特殊材料を用いて部品相互の磨耗を少なくする。ノーマル  
ポスト、アーマチュアレバ、インタラプタスプリングの  
アームなどの形状寸法を変更して補正を加え今までの寿  
命試験で指摘された弱点を救済した。

#### (2) 回転スイッチ

回転スイッチの弱点はスイッチフレームが薄くて変形  
を起しやすいことである。この変形を起さないような装  
機方法が採用された。したがって回転スイッチはワイパ  
とバンクの関係位置が正しく置かれておれば軽負荷の加  
入者用ラインスイッチとして 30~40 箇年の使用数に相  
当する 20~30 万回転を無調整で無事故使用に十分耐え  
る。

最近重負荷用の回転スイッチの必要にせまられてこれ  
の試作研究が行われている。ワイパとバンク接点の材質  
を変更して磨耗を少なくすること。運動部分の相互磨耗を  
少なくするとともに部品の疲労を防止して破損を起さぬよ  
うにすること。ワイパとバンクの関係位置が永く正しく  
保たれるようにすること。などの処置を講じたものはよ



第1図 継電器の調整の経時変化  
(測定時期昭和27年7月13日より同10月28日)  
(まで供試品 1A セレクトタ 5 箇)

Fig.1. Variation of Adjustment of Relay by  
Time Duration

く長寿命となつて 100 万回以上の回転動作で無調整無事  
故の使用が可能となる。

#### (3) 継電器

水平形継電器の弱点は(A)接点材料の焼損、(B)調整  
の経時変化、(C)復旧時間が使用されるに伴つて延びる  
ことなどであるとされている。

(A)の接点の最も重要な箇所には白金を使用し、そ  
の他の接点には白金一金一銀、金一銀、銀をその重要度  
にしたがつて使用している。白金接点は最良のものである。  
米国ではパラジウム接点を白金につぐものとして  
使用しているようである。白金接点以外のところでこれ  
を必要とする箇所に使用することにすれば接点を長寿命  
たらしむることができると考えられる。なおパラジウム  
接点の寿命は 2,000 万回動作以上であることが確認され  
ている。

(B)の調整の経時変化はスプリングアッセンブリ自体  
の伸び縮みに原因するものと、使用がかさなるに伴つて  
起るものがある。

前者はフェノールレジソ積層板その他の材料に適切なも  
のを選んで部品を製作し、かつ空気調和をした部屋で特  
別な考慮を払つて組立を行えば実用上は問題にならぬ。

第1図はこの関係を明示している。

後者の使用されるにしたがつて調整の変化するのは接  
点の焼損とレジニアルネジの磨耗によるものとされて  
いる。レジニアルネジに硬質材料を使用することは関  
連する条件から困難である。形状を磨耗が最小であるよ  
うにすることがよいとの結論がでている。

(C)は鉄心の性質上復旧時間が多少のびることは免れない。最初に復旧時間を適当なる値に調整しておけば実害を起さぬようにできる。

〔IV〕 200万回動作の寿命試験<sup>(11)</sup>

以上のごとく自動交換機を構成する機器は逐次改良されている。昭和28年末の製品である1Aセレクタ10箇について200万回動作試験を行った。

この動作試験中に発生した障害は第1表に示す。また動作試験中に生じた調度の変化状況は上昇回転スイッチについては第2表(次頁参照)に、継電器については第3表(105頁参照)に示してある。

動作試験中に発生した障害は

- E継電器の調度不良 90~140万回に発生.... 5
- B継電器のスロー大 110万回に発生..... 1
- リリースリンク折損 110万回に発生..... 1
- 計..... 7

である。

上昇回転スイッチでは、リリースリンクの折損1件である。これは偶発的な原因で発生したものと認められる。

E継電器の調度不良による障害が90万回動作以後に5件発生していることは面白くない。

上昇回転スイッチが200万回の無調整無事故で使用可能であることが実用的に立証できるのに対し継電器はセレクタの100万回動作の前後において再調整の必要あることを教えている。

上昇回転スイッチの安定していることは第2表の動作試験中の調度の変化状況でわかる。

200万回の動作で調整の規格を外れたものは

上昇機構のポールとオーバーストップの間隔  
 回転機構のポールとフロントストップの間隔  
 であつても調整値の許容範囲が小なるところである。この2箇所の間隔が許容範囲から1~3mil程度大きく、あるいは小さくなつても上昇回転スイッチの完全動作には支障がない。

以上を総合して上昇回転スイッチは200万回の無調整無事故使用に耐えられるものであるといつて実用上差支えないであろう。

第3表から

A継電器は不感動電流値とゲーシングに規格値外れをだしている。ゲーシングは200万回近くで変化が顕著である。されどセレクタの200万回動作には支障をきたしていない。

B継電器は安定している。復旧時間で規格外れをだし1箇セレクタスイッチの完全動作を妨げている。

第1表 1Aセレクタの200万回動作の寿命試験の成績  
 Table 1. Result of 2 Million Operation Test of 1A Selector

供試品 1Aセレクタ10個 昭和28年11月製品																					
供試品	動作回数(万回)																				
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
番号 No. 1										x											
											Eの調度不良										
No. 2															x						
																Eの調度不良					
No. 3																					
No. 4										x					x						
											Eの調度不良					Eの調度不良					
No. 5																					
No. 6																					
No. 7													x								
													Bのスロー大								
No. 8										x		x									
											Eの調度不良		リリースリンク折損								
No. 9																					
No. 10																					

第 2 表 200 万回動作中における上昇回転スライツチの調度の変化  
 (200 万回の動作の寿命試験を行った10箇の 1A セクタの内 No. 1 から No. 5 までのものの調度の变化を主なる箇所について記す)  
 Table 2. Variation of Adjustment of Strower Switch During the 2 Million Operation Life Test of 1A Selector

区分	試験項目 (仕検規格)	動作回数 (万回)															
		No. 1			No. 2			No. 3			No. 4			No. 5			
		0	50	100	200	0	50	100	200	0	50	100	200	0	50	100	200
オフノーマル機構	接点間隔 (8 mil 以上)	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15	12~15
	アーマチュア軸方向の振れ (10mil 以下)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	ボールとオバーロー ストツブ間 (2~4 mil)	1.5	2	3	5	1.5	3	4	6	1.5	5	8	6	1.5	4	5	6
上昇機構	ボール先端の喰込位置 (1/2~1/4)	3/4	3/4	3/4	3/4	1/3	1/3	1/2	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4
	アーマチュア軸方向の振れ (3 mil 以下)	1~2	2~3	2~3	2~3	1~2	2~3	3~4	1~2	2~3	3~4	3~4	1~2	2~3	2~3	3~4	3~4
	ボールガイド (1/2 以下)	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	1/3
回転機構	ドツグとテイスの放射面 (3~10 mil)	6~8	6~8	8~10	6~8	6~8	6~8	8~10	6~8	6~8	8~10	10~12	6~8	6~8	6~8	6~8	8~10
	ボールとフロントストツブ間 (1.5~3 mil)	2	2	1.5	1	1.5	2	0	3	2	2	1.5	3	3	3	2	2
	インタラプタ接点間隔 (3~8 mil)	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	4~6	8~10	6~8	6~8	4~6	4~6	6~8	6~8	4~6	4~6
ドツグ機構	インタラプタ接点圧力	220	210	210	220	220	220	210	210	210	200	200	220	220	220	210	210
	バーチカルドツグの左右の位置 (2~10 mil)	4~6	3~4	2~3	2~3	4~6	3~4	3~4	4~6	4~6	3~4	2~3	2~3	2~3	4~6	4~6	4~6
	バーチカルドツグの上下の位置 (3 mil 以下) ダブルドツクスプリングの圧力 (250~400 gr)	0	1.5~2	0~1.5	0	1.5~2	0.5	0	0	0	0~1.5	0~1.5	0~1.5	0~1.5	0	0	0~1.5
復旧機構	ステーションナリドツグ前後の位置 (3 mil 以下)	0~2	0~2	0~2	1.5~2	0~1.5	0~1.5	0~2	0~1.5	0~1.5	0~1.5	1.5~2	1.5~2	1.5~3	1.5~3	1.5~3	1.5~3
	ステーションナリドツグ上下の位置 (3 mil 以下)	1.5~2	1.5~2	1.5~2	1.5~2	1.5~2	1.5~2	1.5~2	1.5~2	1.5~2	2~3	2~3	1.5~2	2~3	2~3	2~3	2~3
	ステーションナリドツグ左右の位置 (2~10 mil)	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	8~10	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8
その他	セツトスクリュー	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	0	0	0
	上昇黒バネの張力 (g)	200	200	200	190	180	180	180	170	170	170	160	170	170	200	190	180
	回転黒バネの張力 (g)	600	600	580	500	490	500	490	750	750	730	730	620	720	700	700	700

第3表 200万回動作中における継電器の調度の変化  
Table 3. Variation of Adjustment of Relay During the 2 Million Operation Life Test of 1A Selector

区分	試験項目 (社検規格)	動作回数 (万回)																
		No. 1			No. 2			No. 3			No. 4			No. 5				
		0	50	100	200	0	50	100	200	0	50	100	200	0	50	100	200	
A	感電流 (14.8 mA)	14.7	14.1	13.6	13.3	14.7	13.9	13.7	12.9	14.8	14.1	13.6	13.0	14.6	13.7	13.2	12.7	
	不感電流 (14.4 mA)	14.6	14.0	13.5	13.1	14.6	13.8	13.6	12.8	14.7	14.0	13.5	12.9	14.5	13.6	13.1	12.6	
	サイドアラーム (2~20 mil)	6	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	7	7	7	7	7
	エレクトロニックアラーム (7~11 mil)	2	1	1	1	2	1.5	1.5	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1
	ゲートアラーム (1.5~4 mil)	4	3	2	1.5	4	3	2	1.5	4	3	2	1.5	4	3	3	2	2
バイアスアラーム (4~5~3 mil)	15	10	9	9	15	14	14	13	15	14	14	13	15	15	15	15	14	
バイアスアラーム (15~20 mil)																		
B	感電流 (7.9 mA)	7.6	7.3	7.2	7.2	7.6	7.4	7.2	7.1	7.8	7.7	7.6	7.3	7.6	7.4	7.4	7.3	
	不感電流 (7.3 mA)	7.5	7.2	7.1	7.1	7.5	7.3	7.1	7.0	7.7	7.6	7.3	7.2	7.5	7.3	7.3	7.2	
	サイドアラーム (2~20 mil)	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13	13	13	10	10	9	10	
	エレクトロニックアラーム (0~2 mil)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ゲートアラーム (1.5~4 mil)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
バイアスアラーム (10~12~9 mil)	10	10	9	9	10	10	10	10	9	10	10	9	9	9	9	9	9	
バイアスアラーム (6~7~3 mil)	5	4	4	4	5	4	4	3	4	5	4	4	3	4	5	5	3	
復旧時間 (300~500 m/s)	375	510	620	650	340	490	530	580	380	470	520	540	370	450	510	560	600	
C	感電流 (85 mA)	77	75	74	74	72	68	68	66	76	72	70	70	83	80	74	74	
	不感電流 (69 mA)	76	73.5	72	72	70	68	68	64	74	70	68	68	81	77	72	72	
	サイドアラーム (2~20 mil)	8	8	1.5	1	8	2	2	11	8	8	2	2	11	11	11	8	
	エレクトロニックアラーム (S-4 mil)	1.5	1.5	1.5	1.5	0.5	0.5	0.5	0	2	2	2	2	1.5	1.5	1.5	3	
	ゲートアラーム (1.5~4 mil)	2	2	2	2	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2	1.5	1.5	1.5	2	
バイアスアラーム (11~14~11 mil)	12	12	12	12	11	13	13	12	13	13	13	13	15	15	15	11		
バイアスアラーム (7~9~7 mil)	8	8	8	7	7	8	8	7	8	8	8	8	9	9	7	7		
復旧時間 (75~150 m/s)	95	113	113	120	115	140	140	178	93	110	115	128	85	105	110	93	110	
D	感電流 (24.5 mA)	24	19.5	17.6	15	22.6	17.8	16.3	12	24	20.5	18.5	16.2	24	21.2	17.6	16.3	
	不感電流 (22~12.7 mA)	23/11	17.6	16.4	13.8	21.5	16.8	15.5	11.2	23.8	18.2	16.5	14.2	23/16.5	17.9	15.7	15/9.6	
	サイドアラーム (2~20 mil)	14	14	14	14	13	13	13	13	10	10	10	11	8	8	8	11	
	エレクトロニックアラーム (S-4 mil)	1.5	0	0	0	2	1.5	1.5	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1	0.5	0.5	0.5	
	ゲートアラーム (1.5~4 mil)	2	1.5	1.5	1.5	2	2	2	1	2	2	2	1	1.5	1.5	1	1	
バイアスアラーム (13~15~12 mil)	15	15	15	15	15	14	13	13	15	15	14	14	15	15	14	14	12	
バイアスアラーム (12~13~11 mil)	11	11	11	8	11	10	9	7	11	11	11	9	11	11	10	10	10	
バイアスアラーム (6~7~4 mil)	4	4	3	1.5	4	2	2	0	4	3	2	1	4	3	2	2	1.5	
バイアスアラーム (11~12~10 mil)	10	10	9	7	10	8	8	5	10	9	8	7	10	9	7	8	7	
バイアスアラーム (6~7~4 mil)	4	4	3	1.5	4	6	6	4	4	4	4	1	4	4	4	3	2	
復旧時間 (10~11~9 mil)	8	8	7	5	8	6	6	4	8	8	7	6	8	8	7	8	6	
バイアスアラーム (6~7~4 mil)	4	3	2	1	4	2	1	0	4	3	2	1	4	3	3	2	1	
E	感電流 (96 mA)	91	90	88	85	95.5	89	72	87	95	75.5	68	58.5	95.5	89	76	64	
	不感電流 (87 mA)	89	88	86	83	93.5	87.5	70.5	85	93	74	66	57	93.5	87.5	74	62	
	サイドアラーム (2~20 mil)	6	6	6	7	6	9	9	5	9	9	9	9	12	12	12	8	
	エレクトロニックアラーム (4~8 mil)	4	4	3	5	6	6	2	2	6	3	2	1	6	3	2	3	2
	ゲートアラーム (1.5~4 mil)	10	10	10	11	10	10	1	10	12	12	11	11	10	11	10	10	8
バイアスアラーム (10~13~9 mil)	4	4	4	4	4	3	2	6	4	3	2	2	4	4	4	2	2	
バイアスアラーム (6~7~4 mil)	4	2	2	4	4	3	1.5	1.5	4	3	3	2	4	4	3	2	2	

C 継電器は全く安定している。

D 継電器はゲーシングにおいて変化が甚しい。されどセレクトアの 200 万回動作には支障を起していないが障害を起す第一歩ともいふべき危い状態と判定される。

E 継電器はレンジユアルとゲーシングの変化が甚しい。E 継電器による障害は 5 件もあつて圧倒的に多い。

以上からして継電器のうち B, D, E はセレクトアの 200 万回動作の間無調整で放置することは危険と認められ、セレクトアの 100 万回の動作で再調整をすべきであるとの判定が下される。すなわち継電器はセレクトアの 100 万回動作には適格であるが、200 万回動作には現状の製品ではむつかしいといえる。

[V] 調整についての技 倆

調度の変化がセレクトアスイッチの動作に重大な影響を与えることは 200 万回動作試験の結果からあきらかである。さらにいくら使用しても調度の変らぬスイッチあるいは継電器を作るように努力すべきは勿論であるが、これにはおのずから経済的な限界もある。最初の調整を正しく均等に長寿命に適するようにとつて置く必要がある。これには調度の変化状況にしたがつて調整値の上限または下限部分に調整をとりかつ均一に調整することが理想的である。

日本電信電話公社では毎年自動交換機の保守者のうちから調整技術についてのベテランを集めて調整技術競技会を開催している。この競技成績は一応調整技術のできばえの基準を示すものと考えてよい。

1A セレクトアでは主要な調整箇所は上昇回転スイッチで 74, 継電器で 48, 計 122 箇所である。公社の検取検査ではこれらの調整箇所を点検して全調整項目に対する合否判定の最高平均不良率を 8% とおさえている。

調整競技会の際には点検箇所は検取試験の 122 箇所

に対して 192 箇所を指定して慎重を期している。

調整競技会では 30 名の選手によつて技倆を競つている。前記の 192 箇所の点検がすべて満足されたときが、300 点満点である。最近行われた競技会の成績は最高 299 点, 平均 288 点となつている。この平均点まで調整のできる技倆を持てばまずよいと考えてよろしい。この 288 点が検取試験のときの平均不良率の幾パーセントに相当するかを換算すると

$$\frac{300-288}{300} \times \frac{122}{192} = 2.54\%$$

となる。

このことは局においてスイッチの再調整を行つたときにおおむね 2.5% 程度の平均不良率のあることを意味する。新局の装機工事のときに搬入された自動交換機器の調整項目に対する平均不良率が 2.5~3% 以下であれば、再調整の労を省いて経費の節減と早期開通による収益増を期待する方が適切でなからうか。メーカーとしては以上の程度まで調整された自動交換機器が搬入されるよう努むべきであると思う。

[VI] どの程度の調整状況の自動交換機が搬入されるか

昭和28年度の工場出荷の際における 1A セレクトアの調整項目についての平均不良率は 1.48% である。上昇回転スイッチとしては 1.82%, 継電器部としては 0.82% であり、継電器部の内訳はゲーシング 0.65%, スロー 0.12%, 電流値 0.05% となつている。

調整がむつかしいとされている種類の継電器について継電器単体としての平均不良率は最高 5% となつている。

トラックおよび汽車輸送による調度の変化を 1A セレクトア 20 箇所について調査した。結果は上昇回転スイッチ

第 4 表 輸送前後における上昇回転スイッチの調度変化状況

Table 4. Variation of Adjustment of Strowger Switch by Transportation

調整項目	輸送の前後	不良率の分布状況の推定					社検の規格値	輸送後に調度の変化があつたもの20ヶの内	輸送後規格値を外れたもの	平均不良率%	
		0	1	2	3	4				輸送前	輸送後
バーチカルボールとオーバーバーストの間	前		0.3%				2-4 ミル	1	0	0.3	1.3
	後		0.8%			0.5%					
ロータリボールとフロントストの間	前	8.7%					15-3 ミル	2	0	8.7	12.1
	後	12.1%									
計										9.0	13.4

(備考) 供試品 1A セレクトア 20 箇所; 輸送中調度の変化あつた項目について記した。

を第4表に、継電器を第5表にそれぞれ示してある。

輸送の前後において調度が規格値を外れたものはないが、輸送の途次規格値の許容範囲内で調度の変化を来たしたものがあつた。輸送前の調整状況と輸送後の調度変化状況から輸送前後における不良率の分布状況を調整項目別に推定することができる。第4表および第5表は正規分布であつて、許容限界を95%、判定の危険率を5%としたときの計算値が記されている。

上昇回転スイッチで74は調整項目中の2項目のみ変化を起して平均不良率は50%方増加している。

継電器では48調整項目中34項目で変化して平均不良率が $334.1 \div 181.2 = 1.85$ すなわち85%方増加する。

したがつて現地に搬入されるとき平均不良率は上昇回転スイッチでは

$$1.82 \times \frac{2 \times 1.5 + (74 - 2)}{74} = 1.85\%$$

第5表(1) 輸送前後における継電器の調度の変化状況 (変化のあつた箇所の調度変化を示す; 供試品1Aセレクトタ20箇)

Table 5. (1) Variation of Adjustment of Relays by Transportation

継電器	調整項目	輸送前後	不良率の分布状況の推定		社検の規格値	輸送後に調度の変化があつたもの20箇の内	輸送後規格値を外れたもの	平均不良率%	
			前	後				輸送前	輸送後
A	感動電流	前	14.3 14.4 14.5 14.6 14.7 14.8 14.9 15.0	1.6%	14.8 mA	12	0	1.6	13.7
		後		規格外 13.7%					
	不感動電流	前	14.3 14.4 14.5 14.6 14.7 14.8 14.9 15.0	8.5%	14.4 mA	16	0	8.5	4.7
		後		規格外 4.7%					
	イヤギヤップ	前	0 1 2 3 4 5	12.4%	1.5-3.5ミル	5	0	12.9	21.2
		後		規格外 20.6%					
ゲージング1	前	4 5 6 7 8 9	28.0%	8-6ミル	7	0	26.0	12.0	
	後		規格外 11.8%						
バイヤススプリング	前	10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	20.2%	15-20g	1	0	20.8	23.0	
	後		22.4%						
B	感動電流	前	6.8 7.0 7.2 7.4 7.6 7.8 8.0 8.2 8.4	4.2%	7.9 mA	5	0	4.2	9.4
		後		規格外 9.4%					
	不感動電流	前	6.8 7.0 7.2 7.4 7.6 7.8 8.0 8.2 8.4	1.2%	7.3 mA	5	0	1.2	19.3
		後		規格外 19.3%					
	ゲージング1	前	2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	0.8%	12-9ミル	3	0	0.8	2.6
		後		2.6%					
ゲージング2	前	2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	0.4%	7-4ミル	7	0	0.4	10.9	
	後		10.9%						
ゲージング3	前	2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	0.2%	7-4ミル	5	0	0.2	9.9	
	後		9.9%						
復旧時間	前	250 300 350 400 450 500	6.0%	320-500ms	15	0	6.1	7.1	
	後		規格外 8.8%						

となり、継電器では

$$0.82 \times \frac{34 \times 1.85 + (48 - 34)}{48} = 1.31\%$$

となる。

1A セレクタとしての平均不良率は

$$\frac{1.85 \times 74 + 1.31 \times 48}{74 + 48} = \frac{137 + 63}{122} = 1.64\%$$

となる。

工場出荷のときに平均不良率が 1.48% であつた 1A セレクタは搬入のときには 1.64% の平均不良率になることが示される。

第 5 表(2) 輸送前後における継電器の調度の変化状況  
(変化のあつた箇所の調度変化を示す; 供試品 1A セレクタ 20 箇)

Table 5. (2) Variation of Adjustment of Relays by Transportation

継電器	項目	試験前後	不良率の分布状況の推定						社検の規格値	輸送後に調度の变化があつたもの20ヶの内	輸送後規格値を外れたもの	平均不良率%	
			65	70	75	80	85	90				輸送前	輸送後
C	感動電流	前							85 mA	8	0	0	0
		後							規格外				
	不感動電流	前							69 mA	6	0	2.9	1.9
		後							規格外				
	イヤヤッ	前							15-35ミル	2	0	13.7	21.9
		後							規格外				
	ゲツガ1	前							14-11ミル	9	0	5.6	10.2
		後							規格外				
	ゲツガ2	前							9-7ミル	7	0	9.3	27.2
		後							規格外				
	ゲツガ3	前							5-3ミル	4	0	0.9	5.1
		後							規格外				
復旧時間	前							80-100ms	19	0	0.5	1.7	
	後							規格外					
D	感動電流	前							24.5 mA	4	0	8.3	6.1
		後							規格外				
	不感動電流	前							22 mA	7	0	16.5	39.0
		後							規格外				
	イヤヤッ	前							15-3ミル	1	0	7.4	5.0
		後							規格外				
	ゲツガ1	前							15-12ミル	5	0	0.4	1.5
		後							規格外				
	ゲツガ2	前							13-11ミル	2	0	1.1	2.3
		後							規格外				

〔VII〕 調整をなすとき這入る個人偏差

自動電話交換機の装機工事をなすときに傾向試験といつて自動交換機の調整の傾向を点検する。そして調整の規格値から外れた箇所について再調整を行つている。

再調整は調整者のおのおのがスイッチ全体の調整を担

当して行うため、個人的な見解が導入されて個人偏差の多い調整が行われやすい。

X局において行われた1A セレクタおよび1F コネクタの傾向試験および再調整後の点検の成績は第6表および第7表(第110頁参照)に示す通りである。傾向試験に供した試料の数が少いため、正確なる結果を示さない

第5表(3) 輸送前後における継電器の調度の変化状況  
(変化のあつた箇所の調度変化を示す; 供試品1Aセレクタ20箇)

Table 5. (3) Variation of Adjustment of Relays by Transportation

継電器	項目	試験前後	不良率の分布状況の推定					社検の規格値	輸送後に調度の変化のあつたもの20ヶの内	輸送後規格値を外れたもの	平均不良率%									
			2	3	4	5	6				7	8	輸送前	輸送後						
D	ゲージ3	前			13.9%			7-4ミル	4	0	13.9	25.9								
		後	規格外		25.9%															
	ゲージ4	前			1.1%			12-10ミル	3	0	1.1	13.2								
		後	規格外		12.4%		規格外	0.8%												
	ゲージ5	前			7.4%			7-4ミル	3	0	7.4	14.6								
		後	規格外		14.6%															
ゲージ6	前			1.1%			11-9ミル	2	0	1.1	5.1									
	後	規格外		4.9%		規格外	0.2%													
ゲージ7	前			2.1%			7-4ミル	4	0	2.1	9.8									
	後	規格外		3.8%																
E	感動電流	前	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	96mA	2	0	3.1	3.3	
		後																3.3%	規格外	
	不感動電流	前	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	87mA	3	0	0.2	0.6	
		後																0.2%	規格外	0.6%
	サイドルー	前	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	4-15ミル	1	0	0.1	0.2	
		後																0.1%	0.2%	規格外
	ゲージ1	前	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	13-9ミル	3	0	2.5	1.9	
		後																0.7%	1.8%	規格外
	ゲージ2	前	1	2	3	4	5	6	7						7-4ミル	3	0	0.2	2.9	
		後																0.2%	2.9%	規格外
	ゲージ3	前													7-4ミル	4	0	0.2	0.9	
		後																0.2%	0.9%	規格外
不良率の合計														181.2	334.1					

第 6 表 1A セレクタ の 場 合  
Table 6. Adjustment Data Before and After the Readjustment of 1A Selector

傾 向 試 験 の 成 績

	供 試 数 量	スイッチ 1 箇の 点 検 箇 所 数	総 点 検 箇 所 数	不 良 件 数	不 良 率 (%)
上昇回転スイッチ	9	74	666	24	3.62
継 電 器	9	48	432	9	2.08

1A セレクタの不良率  

$$\frac{3.62 \times 74 + 2.08 \times 48}{74 + 48} = 3.00\%$$

再 調 整 後 の 点 検 成 績

	供 試 数 量	スイッチ 1 箇の 点 検 箇 所 数	総 点 検 箇 所 数	不 良 件 数	不 良 率 (%)
上昇回転スイッチ	20	74	1,480	20	1.35
継 電 器	24	48	1,152	15	1.30

1A セレクタの不良率  

$$\frac{1.35 \times 74 + 1.30 \times 48}{74 + 48} = 1.33\%$$

第 7 表 1F コ ン ネ ク タ の 場 合  
Table 7. Adjustment Data Before and After the Readjustment of 1F Connector

傾 向 試 験 の 成 績

	供 試 数 量	スイッチ 1 箇の 点 検 箇 所 数	総 点 検 箇 所 数	不 良 件 数	不 良 率 (%)
上昇回転スイッチ	5	67	335	4	1.19
継 電 器	5	107	535	11	2.09

1F コンネクタとしての不良率  

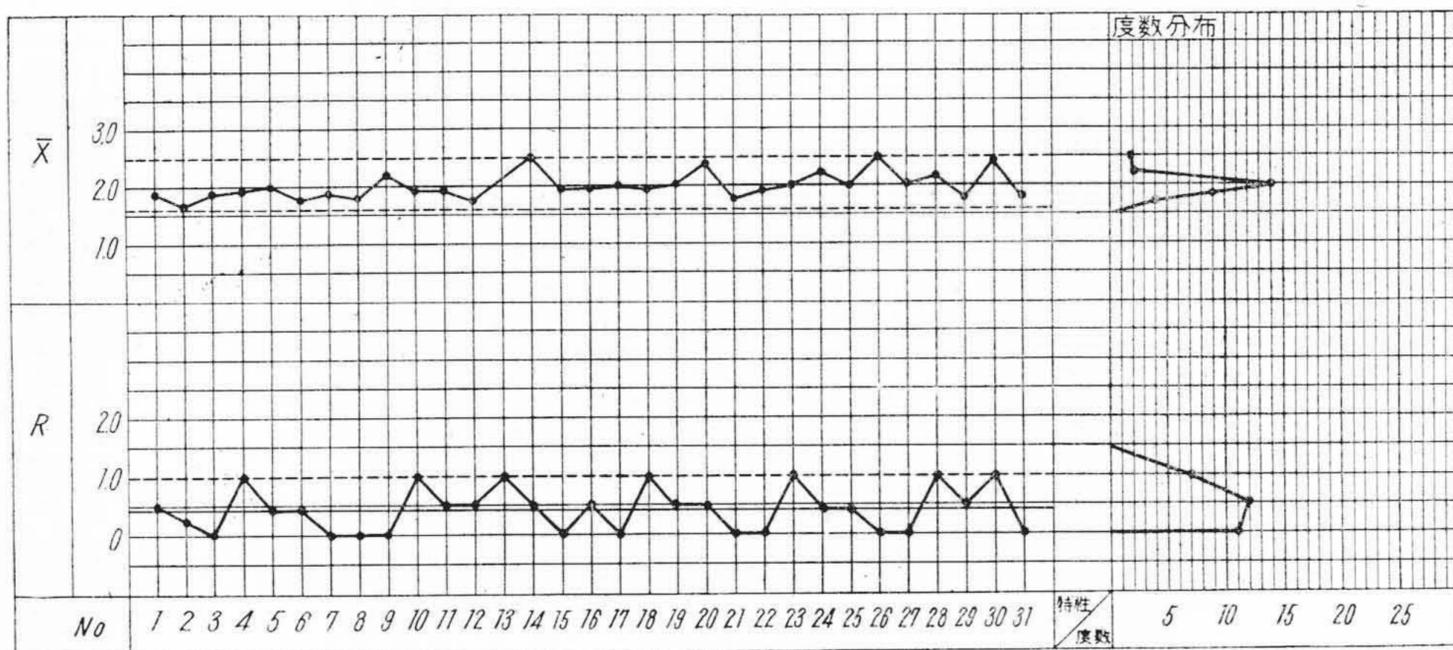
$$\frac{1.19 \times 67 + 2.09 \times 107}{67 + 107} = 1.74\%$$

再 調 整 後 の 点 検 成 績

	供 試 数 量	スイッチ 1 箇の 点 検 箇 所 数	総 点 検 箇 所 数	不 良 件 数	不 良 率 (%)
上昇回転スイッチ	18	67	1,206	12	1.0
継 電 器	20	107	2,140	49	2.29

1F コンネクタとしての不良率  

$$\frac{1.0 \times 67 + 2.29 \times 107}{67 + 107} = 1.79\%$$



(備考)  $U.C.L.=3.40 \text{ mil}$ ,  $\bar{X}=2.65 \text{ mil}$ ,  $L.C.L.=2.00 \text{ mil}$ ;  $U.C.L.=2.30 \text{ mil}$ ,  $\bar{R}=1.12 \text{ mil}$ ,  $L.C.L.=0 \text{ mil}$ ;

No. 6 製品名: 1A セレクタ上昇回転スイッチ

部品名: 機構部

工 程: 調 整

特性値: バーチカルボールとオバースローストツブ間

規格値: 2~4 mil

抽出数: 5

年月: 29/5~7

第 2 図 品 質 管 理 図

Fig. 2. Quality Control Chart

第8表 上昇回転スイッチについて傾向試験および再調整後の点検で発見した規格外れものを項目別に配列したもの

Table 8. Comparison of Adjustment Data Given in Table 6 and 7

点検箇所	1F コネクタ		1A セレクタ	
	傾向試験 (5箇)	再調整後の 点検(18箇)	傾向試験 (9箇)	再調整後の 点検(20箇)
オフノーマルブレード スプリング				2 (0.14)
上昇マグネットの位置	1 (0.3)		1 (0.15)	2 (0.14)
上昇ポールの位置ポー ルとテイス間			3 (0.45)	2 (0.14)
回転フロントストップ		2 (0.17)	1 (0.15)	1 (0.07)
回転バックストップ	1 (0.3)	1 (0.08)	2 (0.30)	2 (0.14)
バーチカルドツグ左右	1 (0.3)	1 (0.08)		
バーチカルドツグ上下	1 (0.3)	1 (0.08)	1 (0.15)	5 (0.34)
ダブルドツグスプリ ングの圧力		1 (0.08)		
ステーションナリドツグ 前後		1 (0.08)	8 (1.20)	
ステーションナリドツグ 上下		2 (0.17)		
レリーズの位置上下			1 (0.15)	
レリーズの位置前後		1 (0.08)		1 (0.07)
復旧セットスクリー ン		2 (0.17)		
復旧ヘリカルスプリ ング				1 (0.07)
カムアツセンブリ取付 カム、カラー間				1 (0.07)
カムの取付 (上, 下)			2 (0.30)	
カムのネジおよびナツ ト弛み				2 (0.14)
ワイバ姿勢および取付			1 (0.15)	
ワイバ絶縁物とワイバ スプリングとの間隔			2 (0.30)	1 (0.07)
ワイバ先端間隔			2 (0.30)	
計	4 (1.19)	12 (1.00)	24 (3.62)	20 (1.35)

(備考) 括弧内の数字は総点検箇所数に対する異状の発見率である。

第9表 継電器について傾向試験と再調整後の点検で発見した規格外れたものを項目別に集計したもの

Table 9. Comparison of Adjustment Data Given in Table 6 and 7

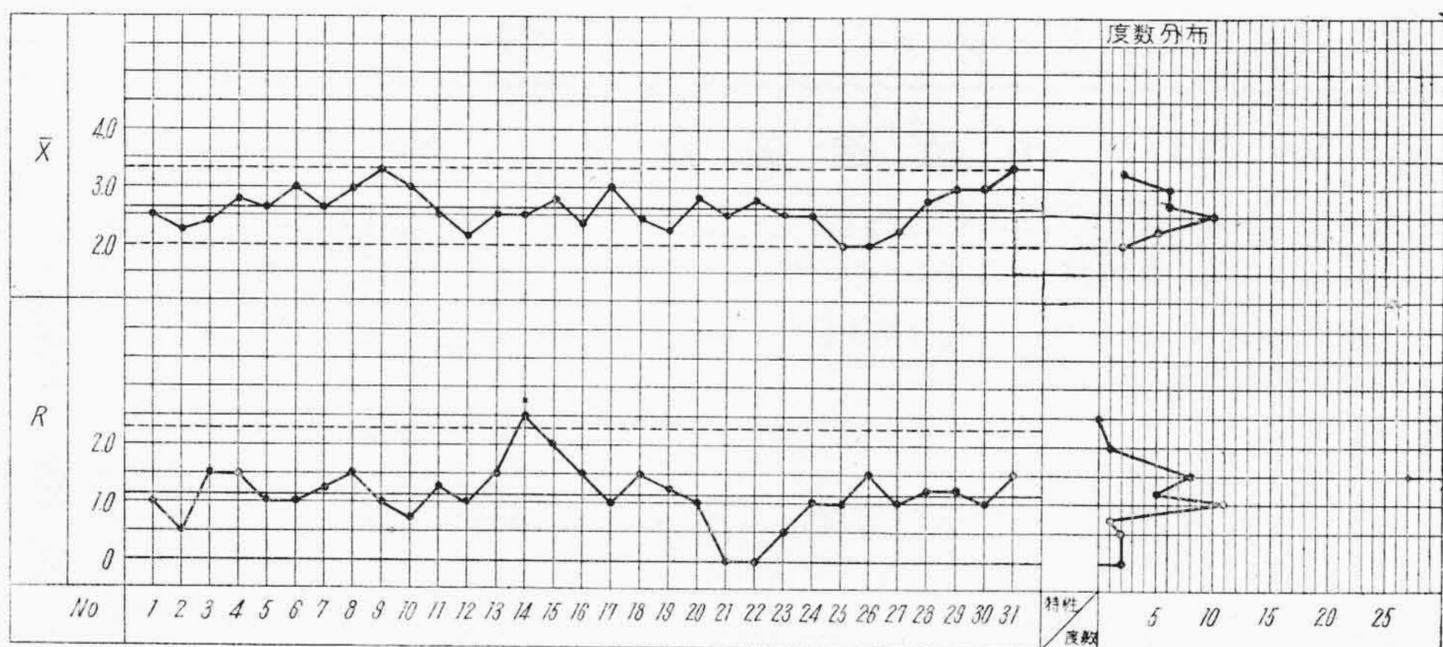
試験項目	1F コネクタ		1A セレクタ	
	傾向試験 (5箇)	再調整後の 点検(18箇)	傾向試験 (9箇)	再調整後の 点検(20箇)
感 動 電 流		3 (0.14)	2 (0.46)	7 (0.61)
エ ヤ ギ ヤ ツ プ			1 (0.23)	1 (0.09)
レ ジ ジ ュ ア ル	3 (0.56)		1 (0.23)	1 (0.09)
バ ッ ク ス ト ッ プ		12 (0.56)	2 (0.46)	3 (0.26)
ダ ン パ ー		3 (0.14)		1 (0.09)
ゲ ー ジ ン グ	4 (0.75)	3 (0.14)	2 (0.46)	2 (0.17)
テ ン シ ョ シ	4 (0.75)	25 (1.17)	1 (0.23)	
ス ロ ー		2 (0.09)		
ス ト ロ ー ク				
そ の 他		1 (0.05)		
計	11 (2.09)	49 (2.29)	9 (2.08)	15 (1.30)

(備考) 括弧内の数字は総点検箇所数に対する異状の発見率である。

かも知れないが再調整を行つた後の成績は香しいものとはいえない。

なお以上の傾向試験と再調整後の点検成績を上昇回転スイッチと継電器とに分けて規格値を外れたものと指摘された項目別に細分すると第8表および第9表に示すようになる。

この二つの表から上昇回転スイッチでも、継電器でも傾向試験で異状を認めなかつた項目に対して再調整後において大きな数字で示される異状を発見しているものがある。これは点検者の見方に相違のあることを教えているのである。



× 限度外  
作業者ゲージ使用相違

(備考)  $U.C.L.=2.50$  mil,  $\bar{X}=2.10$  mil,  $L.C.L.=1.70$  mil;  $U.C.L.=0.40$  mil,  $R=0.45$  mil,  $L.C.L.=0$  mil;

No. 12 製品名: 1A セレクタ上昇回転スイッチ 部品名: 機構部 工程: 調整  
特性値: ロータリポールとフロントトツブ間 規格値: 1.5~3.0 mil 年月: 29/5~7

第3図 品質管理図

Fig. 3. Quality Control Chart

以上のことから再調整の効果は絶対的でないことが知られ、再調整者の技術いかんによつては再調整の努力がマイナスに働く場合もありうる。再調整によつてスイッチの調度がよくなるとの盲信は改めなければならない。

個人偏差が少くよく均一状態に調整製作されたスイッチを無調整のまま装機して使用するのが技術的にもすぐれた結果をもたらす、また最も経済的となる。

個人偏差の導入を少くして自動交換機を組立てるには組立工程を数工程に分析し数人で分担して組立てるようになるのがよいようである。組立作業の各自はそれぞれ単一の仕事を担当するからそれに熟達することも容易であり、かつ作業指導も厳重に受けることができやすいから自己流による個人偏差の起る機会も少くなる。

工場においての上昇回転スイッチについての作業はまず組立および機械的調整を行いつぎに電流調整を行つている。組立調整は1~8工程に分割して1~5工程では組立作業を6~8工程では調整作業をベルトコンベヤで実施している。電流調整は1~8工程に分割して間歇駆動コンベヤで作業を行つている。

重要な調整作業については管理を行つてXRチャートで確認しているのは勿論である。たとえばバーチカルポールとオバースローストップとの間隔およびロータリポールとフロントストップとの間隔の管理図はそれぞれ第2図および第3図(前頁参照)に示されるようなものである。XRチャートはともに所期の成績をあげていることを示している。

[VIII] 結 言

以上長寿命にして安定度の高い自動交換機について述べた。また調整の技術がいかに自動交換機の安定度に重

大なる影響を与えるかについて記した。

上昇回転スイッチは無調整無事故でよく200万回動作に適応するようになつている。継電器も必要な接点にパラジウムを用ゆれば、よく上昇回転スイッチの200万回動作に適合するようになる。自動交換機の品質は米国の目標とするForty-year trouble-freeの品位を獲得しつゝあると考へてよいようである。

調整技術についての検討を行い、調整に関する新しい適切なる合否判定の基準を定めて現場の保守技術者をして安心して無調整で自動交換機を使用せしむるよう早く持つて行きたいものである。

自動交換機の品質の向上と保守の簡素化によつて自動交換の黄金時代の第一歩は踏みだされるであろう。

終りに種々データを提供されかつ御指導を賜つた日本電信電話公社の各位ならびに自動交換機の品質の向上に協力された日立製作所戸塚工場の諸君に厚く御礼を申上げる。

参 考 文 献

- (1) 山田：日立評論 (昭24-10)
- (2) 渡辺, 菊地：日立評論 (昭25-4)
- (3) 渡辺：施設 (昭25-10)
- (4) 渡辺：施設 (昭26-5)
- (5) 渡辺：施設 (昭27-1)
- (6) 渡辺：電気通信 (昭27-4)
- (7) 渡辺：電気通信 (昭27-12)
- (8) 渡辺：通学誌 (昭29-2)
- (9) 中野, 小野, 山内：日立評論 (昭29-5)
- (10) 三井：日立評論 (昭29-9)
- (11) A形上昇回転スイッチ寿命試験成績書——市内電話機器品質改良委員会 (昭28-12)

Vol. 15 日立造船技報 No. 3

◎Si-Mn-Cr系耐熱鑄鉄の研究(第2報).....	日立造船株式会社・技術研究所	渡 辺 精 三
◎冷凍船宮島丸冷凍機械室の機装について.....	日立造船株式会社・因島工場	伊 川 勝 蔵
◎大形鋼塊の砂きずに対する研究(第1報) ——大形砂きずの生因に対する検討——	日立造船株式会社・築港工場	{ 吉 田 豊 亨 吉 田 惣 三郎 大 野 惣 三郎
◎超硬バイトのチップブレーカについて.....	日立造船株式会社・桜島工場	松 浦 宏 明
◎圧力容器のエキスパンション部の研究.....	日立造船株式会社 { 設 計 部 技術研究所	{ 加 饒 村 宏 富雄 安 齋 田 長 益 一 藤 田 益 禎 三郎
◎全熔接製大形タンクの製作について.....	日立造船株式会社・神奈川工場	{ 植 田 早 苗 保 田 連 宏
◎特殊塗料の性能試験.....	日立造船株式会社・技術研究所	田 中

本誌につきましても御照会は下記発行所へ御願致します。

発 行 所 日立造船株式会社技術研究所  
大阪市此花区桜島北之町60