

ストロージャ形自動交換機の信頼度について

Reliability of Strowger Automatic Telephone Exchange

山内 康平*
Kōhei Yamauchi

岡島 良次*
Yoshiji Okajima

内 容 梗 概

自動交換機の普及発達は近年目ざましいものがあり、電話は広く国民大衆の日常生活に浸透し、いまや不可欠のものになってきた。したがって一般日常業務になんらの障害も与えぬためには、自動交換機の高い信頼度がきわめて重要になる。本報告においては、製造部門にて行なってきた1-Aセレクトアの寿命試験結果を経とし、ストロージャ形自動電話局の詳細な機械障害結果を緯として、両者の結合、相関を定量的に導き出し、その活用と技術的裏づけにより、昭和28年ころの製品と最新のロット(昭和35年製品)の開局後10年の実用状態における品質を推定し、両者を比較すれば、約3倍の品質向上になるであろうことを結論づけ、今後さらに品質向上を行なうためには、寿命試験にて検出しがたいほこり、中途回復障害の解明が必要であることを述べた。そして最後に、自動交換機の信頼度を定義づけ、いままで述べた機械障害と信頼度との相関性を求め、これを利用して、ストロージャ形自動交換機の代表機種1-Aセレクトアについて信頼度の推定を行ない、わが国のストロージャ形自動交換機が機械の品質のみに着目したとき、ほぼ100%に近い信頼度を有することを立証した。この値は、アメリカ、イギリスに比べて劣らない値であって、わが国のストロージャ形自動交換機が世界のトップレベルにあることを示している。

1. 緒 言

電話事業の目的は国民に豊富な電話施設を提供し、迅速、明確、安定な通話を低廉に提供することである。このためには、電話施設としてあげられる交換機、無線機、電話機、線路などが安定であり、また必要通信量に対し豊富かつ適切に配置されていなければならない。また低廉な価格で通話しうるためには、諸経費の低減と、事業全般の合理化が必要であり、たとえば保守に要する費用もできるだけ少なくしなければならない。このため電話施設は保守に手間のかからぬ信頼度大なるものであることが要求される。

自動交換機により通話を行なう場合、加入者の必要により発生した呼は、完全に相手加入者に接続され、明りょうな通話を円滑に行なうことができなければならない。発生した呼の数に対し、相手加入者に接続され通話を行ない得た呼すなわち通話完了呼の多いほど、その電話事業の質は高く、国民の要望と信頼に貢献し得たこととなる。

以上述べたところから、自動交換機の信頼度を定義づけると、ある自動交換機によって生起された呼数に対し、通話を完了した呼の数の比をもって示すことができる。さて自動交換機の信頼度を左右する要因について考えると、自動交換機、線路、電話機などの品質がすぐれ、かつ安定して、いかなる呼に対応しても、円滑迅速、確実にその状態を果しうるか、また自動交換機、線路、電話機などが国民一般の需要に十分応じきれるだけの余裕をもって設備されているかなどがあげられる。

電話設備が優秀な品質であっても、その設備数が少ないときは、「話中」現象となって現われて不完了呼は増大する。また設備数が多くても、その性能が低劣であるときは、不完了呼は増大する。

本報告において自動交換機の信頼度を論ずるにあたり上述の要因のうち、設備数の大小や、設備の品質のうちの電話機、線路などの要因は対象とせず、自動交換機の品質を主として要因にとりあげて論ずる。

なお、自動交換機の利用者は、各電話加入者と機械の運営保守を行なっている部門とがあるが、本報告においては、前者を加入者とし、後者を利用者として表わすこととする。利用者としては、機械の需要の70%以上を占め、その運営の規模においてもわが国最大で

* 日立製作所戸塚工場

ある日本電信電話公社(以下公社と呼ぶ)を利用者側の代表としてとりあげた。

さて、現在の自動交換機の大半はストロージャ形交換機であり、その誕生以来70年を経過し、わが国にて実用後40年、今日では、自動交換機の代表的量産機種となり、仕様も標準化されている。したがって、自動交換機の品質は主として製造品質において決定され、その信頼度は製造会社の努力の成果に負うところきわめて大である。

一方自動交換機の信頼度の評価は、各加入者から見たサービス品質と、利用者の電話局から見た機械障害件数とから行なわれ、いずれも保守を担当する日本電信電話公社保全部門にて、適確に、障害統計により表わされている。

すなわち、自動交換機の信頼度の向上は製造技術の改善に依存するところ大であり、一方信頼度向上の評価は電話局の障害統計の向上を通じてのみ客観的に与えられる。この意味で製造の品質は局の障害統計と密接な関係を有する。本報告において、製造品質改善のデータ特に寿命試験の結果と、詳細に調査した電話局障害統計より、二者の相関すなわち寿命試験の等価性を定量的に求め、次いでこの相関性の利用により自動交換機の実際使用時の信頼度に計量的推定を行ない、またある信頼度が要求された場合の解答を具体的に導き出す方法を提案したい。

2. 電話局の機械障害と製造の品質との関連

自動交換機はその需要の70%を公社で占め、公社は保全部門という強力な組織により交換機の品質保持および向上に努力されている。したがって製造会社の製造した機器の納入後の品質は、保全部門の各電話局の障害統計によるのが最も確実である⁽¹⁾。

さて電話局における交換機の障害表示方法に次の方法がある⁽²⁾。

不定時障害(T): 加入者および他局から不定時すなわち障害発生時に申告される障害である。

定時障害(R, r): 保守員の定期点検または臨時点検により発見された障害で、Rは明らかに障害となったもの、rは放置すればまもなく障害となるおそれあるもの。

発見障害(F): 各種試験(管理、品質、定期)によらず、保守員により発見申告される障害をいう。(例、

ヒューズ断線時警報による発見

これらの障害は月当り加入者当りの件数で算出する方法と、1局の交換機器を1-Aセレクタの数に換算して100セレクタ(またはスイッチ)当りの件数で算出する方法がある。一般には後者にて算出している。

(1) 電話局の機械障害の概要

公社では各電話局の障害の状況を年2回集計している。これは、公社が各電話加入者に対し良いサービスを提供しているかどうか、すなわちT障害が減少しているかどうか、また電話局の機械障害の状態がどのようであるか、すなわちR, F, r障害が減少しているかどうかの大局的な判断に有効な資料である。これらのT, R, F, rの障害の中には製造会社の機器に基因するもの以外に、線路工事の良否、保守技術の巧拙、加入者取り扱いなどによる障害も含まれていて、原因別調査のためには、さらに詳細な分析検討の要がある。

まず、ストロージャ形自動電話局の全般にわたる機械障害統計の概要を調査するとともに、セレクタ(取り上げて調査の対象としている1-Aセレクタも含まれる)のみの機械障害と局全体の機械障害の関係についても検討を行なう。さらに1万回動作試験^(3~5)の妥当性にも言及する。

(a) 開局後の電話局の機械障害発生状況の推移

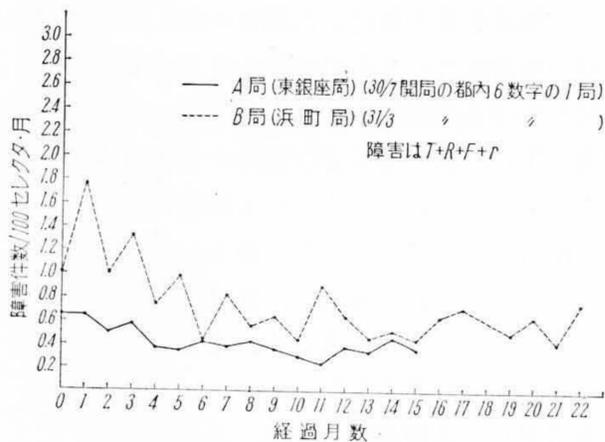
33年下期(以下33/下と記す)34/下の機械障害発生状況を公社発表の結果より日立製作所製品につき抜き書きすると第1表のとおりである(この表にて*は5, 6数字混合局13局と従局2局は除いたため計が合わない。**にて、旧局は昭和26年以前開局の局で、各社の製品が混合使用されている。当時は品質改良委員会未発足で一般に品質が低い局である)。

すでに筆者らが発表したように⁽⁵⁾、交換機は使用開始直後初期障害を発生し以後数箇月はなじみの過渡期で3箇月くらいまで障害が多い。第1図は東京都内の2局につきのT+F+R+r全障害を明示したもので約3箇月で安定期にはいることを実証している。

次に東京都内2局の35/下の機械障害の統計を例にとり障害発生状況をスイッチ種別に示すと第2表のとおりである。1局の障害率はセレクタの率とほぼ同値を示している。これは、セ

第1表 33/下, 34/下 現在の機械障害発生状況一覧表

		(単位 件数/100セレクタ・月)							
		6数字局		5数字局		4数字局		合計	
		障害数	局数	障害数	局数	障害数	局数	障害数	局数
33/下 (T)		0.28	5	0.27	7	0.23	27	0.26	39
33/下 (T+F+R)		0.44	5	0.45	7	0.43	27	0.43	39
34/下 (T)		0.17	7	0.26	10	0.17	38	0.20	55
34/下 (T+F+R)		0.32	7	0.35	10	0.32	38	0.33	55
33/下 (T)	旧局**	0.67	41	0.65	12	0.73	26	0.70	94*
(T+R+F)	旧局	1.15	41	1.30	12	1.49	26	1.20	94



第1図 開局直後の障害件数

レクタ台数が全スイッチの50%以上を占め、全スイッチの構造上の標準をなしていることから明らかである。なかでも1-Aセレクタは全セレクタの50%以上を占め全機器の30%以上を占めるので、全障害の検討により製造欠点を改良するためには、1-Aセレクタに着目して詳細に検討を行なうのが最も労少なくして効多い方法である。

(b) 1-Aセレクタの機械障害の検討と製造品質との関連

機械障害を全局にわたり調査することは至難であるため、次の条件に合致する日立製作所製品納入局より数局を抽出した。

- (i) 比較的大きな局であること。
固有障害により大局的判断を誤らぬため。
- (ii) 標準状態で運営保守されている局。
台風、浸水などの異常環境におかれなかったことが必要条件であるため。
- (iii) 新局であって35年までに4年以上サービス提出の局であること。

前記第1表の注**の理由による。

以上の点から選出した局を示すと第3表のとおりである。

調査の方法は、調査対象局に出向き、1-Aセレクタの中で第3表の製造年月のものを選出、1台ずつの障害記録原簿(別名スイッチカードといい、1スイッチ1枚専用)に基き詳細に障害を記録した。障害分類方法は第4表によった。

さて、これら6局の1-Aセレクタ6,420台のスイッチカードにつき調査統計し、各項目ごとに集計すると第5表のとおりになり、円グラフで示すと第2図となる。この中で37.4%は忠実に寿命試験を行なっていればなんらかの相関をもって社内データと関係づけられる性質のものであるので、「1-Aセレクタ寿命試験で検出する障害」と各づけた。ワイパについては除外し後述する。「T.C.C.」は取り調べ中に回復した障害であるが「ほこり」に含まれる場合も考えられるほど不安定な要素を有する。

第2表 各機種別の機械障害発生状況比較

(台数, 障害件数は35/下の6箇月累計)											
局名	機種別	台数	セレクタ換算数	T	月別100セレクタ当り	R	月別100セレクタ当り	F	月別100セレクタ当り	計	月別100セレクタ当り
Ao局	L/S	151,800	50,600	55	0.109	9	0.016	36	0.071	99	0.196
	SEL	101,201	101,201	261	0.258	90	0.089	185	0.183	536	0.53
	CONN	18,732	21,000	94	0.303	9	0.029	34	0.109	137	0.442
	REP	32,852	22,000	145	0.658	67	0.304	15	0.068	227	1.03
合計		304,585	204,801	555	0.27	174	0.084	270	0.133	999	0.487
局名	機種別	台数	セレクタ換算数	T	月別100セレクタ当り	R	月別100セレクタ当り	F	月別100セレクタ当り	計	月別100セレクタ当り
H局	L/S	169,125	56,400	33	0.0583	5	0.0089	12	0.0213	50	0.089
	SEL	153,169	153,169	208	0.136	94	0.0615	24	0.0157	326	0.213
	CONN	23,389	39,000	69	0.177	10	0.026	3	0.0077	82	0.21
	REP	52,372	35,000	149	0.426	34	0.097	3	0.009	186	0.53
合計		398,055	283,569	459	0.162	143	0.05	42	0.015	644	0.227

(35/下 公社保全成績より)

第3表 調査対象局およびその1-Aセレクタの数量

局名	所在地	開局当時の回線数(回線)	調査対象1-Aセレクタ数(個)	開局年月	調査対象1-Aセレクタ製造年月
Ao局	東京都	10,000	1,200	28/8	28年製
I局	東海	8,000	1,016	30/1	28/11
G局	東海	10,000	1,079	30/6	28/11~29/2
Ar局	東京都	10,000	975	30/9	29/7~30/2
H局	東京都	10,000	1,150	31/2	30/5~30/7
M局	北海道	4,000	1,000	32/5	30/12~31/6

注: 製造年月からみてAo局, I局, G局の3局は社内寿命試験の第1期製品, Ar局, H局, M局の3局は第2期製品に該当する。調査対象の1-Aセレクタは総数6,420個である。

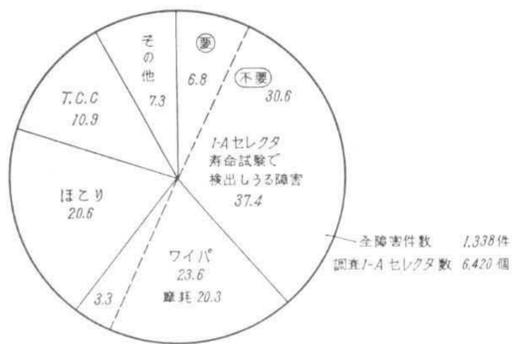
第4表 1-Aセレクトア障害分類項目一覧

品名	大分類	障害種別	障害項目	凡 例
1-A セ レ ク タ	上昇回転 機構部	取替不要	調整 ネジゆるみ ほこり	各種スプリング, スイッチシャフト調整など クランプネジ, ノーマルポストゆるみ 接点接触不良
		取替必要	折損 摩擦 脱落 断線ルーズ	ノーマルポスト, ボールスプリング 各種接点バネ 止めピン, ネジ, スプリング
	継電器	取替不要	調整 ネジゆるみ ほこり	接点間隔調整 アマチュア止めネジ 接点接触不良
		取替必要	折損, 脱落 摩擦 断線	接点バネ折損, 接点脱落 接点摩擦
ワイバ	その他	摩擦 ゆるみ 断線ルーズ	しゅう動面摩擦 ワイバハブ止めネジのゆるみ ワイバコード断線	
			下部板変形など	
付属 機器	ランプ バンク シェルフ その他		ランプフィラメント断線, ランプ脱落 バンク布線断線 シェルフ布線断線	
	その他	T.C.C.*		

* T.C.C.とはTesting Came Clearの略で取り調べ中回復した障害を示す。

第5表 1-Aセレクトア障害百分比

	障害種別	障害項目	機構部	リレー部	計
1-Aセレクトア自体の障害	取替必要障害	破損, 脱落	2.3	0.2	2.5
		摩擦	0.4	0.7	1.1
		ルーズ断線	2.0	1.2	3.2
	小計		4.7	2.1	6.8
取替不要障害	調整	9.6	13.5	23.1	
	ネジゆるみ	7.3	0.2	7.5	
	小計		16.9	13.7	30.6
ワイバ障害	摩擦	—	—	20.3	
	その他	—	—	3.3	
	小計		—	—	23.6
ほこり T.C.C. その他	ほこり	5.8	14.8	20.6	
	T.C.C.	—	—	10.9	
	その他	—	—	7.3	
総計					99.8



第2図 1-Aセレクトア障害百分比円

次にこの6局の障害中寿命試験に相関ありと考えられる障害を第4表の分類に従って分け、それぞれを1年ごとに累計して100セレクトア当たりで表わしたものが第6~11表である。ただし開局の年については1年に満たぬため12箇月に換算して表わした。

(2) 寿命試験と電話局機械障害との相関について

第2図で示した円グラフにて障害内訳の37.4%は寿命試験において発生する障害と同種である。したがって、この障害とすでに発表した寿命試験の障害⁽⁵⁾との相関を求める。さらに内容を部品

第6表 Ao局の1-Aセレクトアの障害一覧表

区分	内容	年										合計
		28	29	30	31	32	33	34	35			
機 構 部	不要	調整	11.3	3	5	5	6	3	16	9	58.3	
		ゆるみ	1.3	3	0	3	2	9	2	4	24.3	
		断線	0	1	0	0	1	1	0	1	4	
		計	12.6	7	5	8	9	13	18	14	86.6	
	累計	12.6	19.6	24.0	32.6	32.6	41.6	54.6	72.6	—		
	100台当り	1.05	1.63	2.05	2.12	3.47	4.55	6.05	7.22	—		
部 要	不要	脱落	2.7	1	0	1	1	2	2	1	10.7	
		折損	1.3	0	0	1	0	1	2	1	6.3	
		断線	0	0	1	0	1	1	2	0	5	
		摩擦	1.3	0	0	0	0	1	0	0	2.3	
	計	5.3	1	1	2	2	5	6	2	24.3		
	累計	5.3	6.3	7.3	9.3	11.3	16.3	22.3	24.3	—		
	100台当り	0.44	0.52	0.6	0.76	0.94	1.36	1.86	2.02	—		
リ レ ー	不要	調整	14.7	6	6	6	7	6	10	4	59.7	
		計	14.7	6	6	6	7	6	10	4	59.7	
		累計	14.7	20.7	26.7	32.7	39.7	45.7	55.7	59.7	—	
		100台当り	1.23	1.73	2.23	2.73	3.3	3.81	4.64	4.48	—	
部 要	不要	摩擦	0	0	0	0	0	2	3	1	6	
		断線	0	0	0	1	0	0	0	1	2	
		折損	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
		計	0	0	0	1	0	2	4	2	9	
	累計	0	0	0	1	1	3	9	0	—		
	100台当り	0	0	0	0.09	0.09	0.25	0.58	0.75	—		
合計	計	32.6	14	12	17	18	26	38	22	177.6		
	累計	32.6	46.6	58.6	15.6	93.6	119.6	157.6	179.6	—		
	100台当り	2.72	3.88	4.88	6.3	7.8	9.97	13.13	14.97	—		
不要	小計	2.28	3.36	4.28	5.45	6.77	8.36	10.69	11.70	52.89		
	小計	0.44	0.52	0.6	0.85	1.02	1.61	2.44	2.77	10.25		
合計	計	2.72	3.88	4.88	6.3	7.79	9.97	13.13	14.17	—		

第7表 I局の1-Aセレクトアの障害一覧表

区分	内容	年							合計
		30	31	32	33	34	35		
機 構 部	不要	調整	10.5	3	0	0	3	2	18.5
		ゆるみ	4.5	0	4	2	2	1	13.5
		断線	1.5	2	1	0	1	3	8.5
		計	16.5	5	5	2	6	6	40.5
	累計	16.5	21.5	26.5	28.5	34.5	40.5	—	
	100台当り	1.62	2.12	2.61	2.81	3.4	3.19	—	
部 要	不要	折損	0.75	0	1	1	1	0	3.75
		脱落	0	0	1	0	0	0	1
		摩擦	0	1	0	0	0	0	1
		計	0.75	1	2	1	1	0	5.75
	累計	0.75	1.75	3.75	4.75	5.75	5.75	—	
	100台当り	0.07	0.17	0.31	0.47	0.57	0.51	—	
リ レ ー	不要	調整	3.75	3	1	1	5	6	19.75
		計	3.75	3	1	1	5	6	19.75
		累計	3.75	6.75	7.75	8.75	13.75	19.75	—
		100台当り	0.31	0.66	0.76	0.86	1.35	1.94	—
部 要	不要	断線	2.25	4	0	2	0	0	8.25
		摩擦	0.75	0	0	0	0	0	0.75
		計	3.00	4	0	2	0	0	9.00
		累計	3	7	7	9	9	9	—
	100台当り	0.3	0.67	0.67	0.88	0.88	0.88	—	
合計	計	24	13	8	6	12	12	75	
	累計	24	37	45	51	63	75	—	
	100台当り	2.63	3.64	4.43	5.02	6.2	7.38	—	
不要	小計	1.99	2.78	3.37	3.67	4.75	5.93	22.49	
	小計	0.37	0.86	1.06	1.35	1.45	1.45	6.54	
合計	計	2.36	3.64	4.43	5.02	6.2	7.33	—	

取り替え要、不要のものにつきそれぞれ検討したい。

一般に電話局で用いられている上昇回転スイッチの動作回数は1年に5万回平均といわれる。したがって100万回は20年に、

第8表 G局の1-A セレクタの障害一覧表

区分	内容	年						合計	
		30	31	32	33	34	35		
機 構 部	不要	調整	17.5	4	2	4	6	4	37.5
		ゆるみ	12.8	3	0	4	1	1	21.8
		ルーズ	1.2	1	0	1	0	0	3.2
		計	31.5	8	2	9	7	5	62.5
		累計100台当り障害件数	31.5	39.5	41.5	50.5	57.5	62.5	—
	要	脱落	1.2	0	0	0	0	0	1.2
		折損	0	1	0	1	0	0	2
		断線	2.3	0	1	1	0	1	5.3
		摩擦	0	0	1	1	2	0	4
		計	3.5	1	2	3	2	1	12.5
リ レ ー	不要	調整	3.5	1	2	8	9	9	32.5
		計	3.5	1	2	8	9	9	32.5
		累計100台当り障害件数	3.5	4.5	6.5	14.5	23.5	32.5	—
		0.32	0.42	0.6	1.34	2.18	3.01	—	
		要	摩擦	2.3	1	2	0	1	0
	断線		0	1	0	0	0	0	1
	脱落		0	0	0	0	0	1	1
	計		2.3	4.3	6.3	6.3	7.3	8.3	8.3
	累計100台当り障害件数		2.3	4.3	6.3	6.3	7.3	8.3	—
	合 累	計	40.8	12	8	20	19	16	115.8
累計100台当り障害件数		40.8	52.8	60.8	80.8	99.8	115.8	—	
不 要	小計	3.24	4.08	4.44	6.02	7.51	8.80	34.09	
	小計	0.54	0.81	1.19	1.47	1.74	1.93	7.08	
合 計		3.78	4.89	5.63	9.49	9.25	10.73	—	

第9表 Ar局の1-A セレクタの障害一覧表

区分	内容	年						合計	
		30	31	32	33	34	35		
機 構 部	不要	調整	0	2	1	1	0	0	4
		ゆるめ	4.25	1	0	1	0	2	8.25
		計	4.25	3	1	2	0	2	8.25
		累計100台当り障害件数	4.25	7.25	8.25	10.25	10.25	12.25	—
		0.44	0.74	0.85	1.05	1.05	1.26	—	
	要	折損	0	4	1	0	0	0	5
		脱落	0	0	0	0	0	1	1
		計	0	4	1	0	0	1	6
		累計100台当り障害件数	0	4	5	5	5	6	—
		0	0.41	0.51	0.51	0.51	0.62	—	
リ レ ー	不要	調整	0	2	3	5	3	4	17
		ゆるみ	0	1	0	1	0	0	2
		計	0	3	3	6	3	4	17
		累計100台当り障害件数	0	3	6	12	13	19	—
		0	0.31	0.61	1.23	1.54	1.94	—	
	要	調整	0	2	3	5	3	4	17
		ゆるみ	0	1	0	1	0	0	2
		計	0	3	3	6	3	4	17
		累計100台当り障害件数	0	3	6	12	13	19	—
		0	0.31	0.61	1.23	1.54	1.94	—	
合 累	計	4.25	10	5	8	3	7	37.2	
	累計100台当り障害件数	4.25	14.25	19.25	27.25	30.25	37.25	—	
不 要	小計	0.44	1.05	1.46	2.28	2.59	3.20	11.02	
	小計	0	0.41	0.51	0.51	0.51	0.62	2.56	
合 計		0.44	1.46	1.97	2.79	3.1	3.82	—	

200万回は40年に相当する。K電話局の1-Aセレクタの発信呼の調査結果より34年10~12月の間に、2,000台の一次セレクタ(最初の加入者ダイヤルにより動作するステージのセレクタ)について、10月19,804H. C. S., 11月19,517H. C. S., 12月21,006H. C. S.であることがわかった。これから1スイッチ当り10H. C. S.となる。この場合発信呼であるから平均保留時間80秒、1日の呼量を最繁時の10倍とすれば(この値は常識として使用される値)年間の発信量すなわち動作回数は、

第10表 H局の1-A セレクタの障害一覧表

区分	内容	年					合計		
		31	32	33	34	35			
機 構 部	不要	調整	0	0	1	2	3	6	
		ゆるみ	4.2	6	6	3	8	27.2	
		計	4.2	6	7	5	11	33.2	
		累計100台当り障害件数	4.2	10.2	17.2	22.2	33.2	—	
		0.37	0.88	1.5	1.93	2.88	—		
	要	断線	0	0	1	1	1	3	
		脱落	0.8	0	0	1	0	1.8	
		計	0.8	0	1	2	1	4.8	
		累計100台当り障害件数	0.8	0.8	1.8	3.8	4.8	—	
		0.07	0.07	0.15	0.33	0.42	—		
リ レ ー	不要	調整	1.7	4	—	14	14	43.7	
		計	1.7	4	—	14	14	43.7	
		累計100台当り障害件数	1.7	5.7	15.7	29.7	43.7	—	
		0.14	0.5	1.37	2.58	3.8	—		
		要	合計	6.7	10	18	21	26	81.7
	累計100台当り障害件数		6.7	16.7	34.7	55.7	81.7	—	
	0.58		1.45	3.02	4.84	7.1	—		
	不 要		小計	0.51	1.38	2.87	4.51	6.68	15.95
			小計	0.07	0.07	0.15	0.33	0.42	1.04
	合 計		0.88	1.45	3.02	4.84	7.10	—	

第11表 M局の1-A セレクタの障害一覧表

区分	内容	年				合計	
		32	33	34	35		
機 構 部	不要	調整	0	0	1	4	5
		ゆるみ	1.08	0	2	1	5.08
		計	1.08	0	3	5	9.08
		累計100台当り障害件数	1.08	1.08	4.08	9.08	—
		0.11	0.11	0.41	0.9	—	
	要	布線断	0	0	1	1	2
		計	0	0	1	1	2
		累計100台当り障害件数	0	0	1	2	—
		0	0	0.1	0.2	—	
		リ レ ー	不要	調整	1.08	0	5
半田	1.08			0	0	1	2.08
計	2.16			0	5	8	15.16
累計100台当り障害件数	2.16			2.16	7.16	15.16	—
0.22	0.22			5.72	1.52	—	
要	コイル断		0	0	1	1	2
	計		0	0	1	1	2
	累計100台当り障害件数		0	0	1	2	—
	0		0	0.1	0.2	—	
	合 累		計	3.24	0	10	15
累計100台当り障害件数		3.24	3.24	13.24	28.24	—	
不 要	小計	0.33	0.33	1.13	2.42	4.21	
	小計	0	0	0.2	0.4	0.6	
合 計		0.33	0.33	1.33	2.82	—	

$$\frac{10^3}{80} \times 10 \times 365 \div 46 \times 10^3$$

1日に相当

となり約5万回/年の常識と一致する。

さてAo局に例をとり、第6表にて検討する。Ao局の1-Aセレクタの第1年目の障害は総合の件数にて昭和28年において2.72件/100セレクタ年である。一方Ao局製品は寿命試験の第1期製品に該当するから、第1期製品の寿命試験の5万回までの障害累計を求めれば⁽⁵⁾12件/100セレクタ年である。ゆえに1年間の動作回数=5万回という条件のもとに、2.72件と12件の値は対応することになる。同様にして2年目までの障害3.88件/100セレクタ2年と第1期の寿命試験における10万回までの障害累

第12表 電話局の障害と寿命試験の結果の比較(総合)(その1)

寿命試験結果		保守成績の表(7~9)			
動作回数(万)	障害累計(件) (100セレクト) 5万回当り x	経過年数(年)	障害累計(100セレクト・年当り)		
			Ao局(6表) y_1	G局(8表) y_2	I局(7表) y_3
5	12	1	2.72	3.78	2.36
10	28	2	3.88	4.89	3.64
15	50	3	4.88	5.63	4.43
20	73	4	6.30	7.49	5.02
25	95	5	7.79	9.25	6.2
30	118	6	9.97	10.73	7.38

第13表 電話局の障害と寿命試験の結果の比較(総合)(その2)

寿命試験結果		保守成績の表			
動作回数(万)	障害累計(件) (100セレクト) 5万回当り x	経過年数(年)	障害累計(100セレクト・年当り)		
			Ar局(9表) y_1	H局(10表) y_2	M局(11表) y_3
5	5	1	0.44	0.54	0.33
10	16	2	1.46	1.45	0.33
15	20	3	1.97	3.02	1.32
20	28	4	2.79	4.84	2.82
25	40	5	3.1	7.10	—
30	46	6	3.82	—	—

第14表 電話局障害と寿命試験障害の比(m)一覧表(総合)

経過年数	0~1年 1~2年 2~3年 3~4年 4~5年 5~6年					
	0~5万	5~10万	10~15万	15~20万	20~25万	25~30万
動作回数	1	2	3	4	5	6
Ao局	0.227	0.073	0.045	0.062	0.068	0.095
G局	0.315	0.069	0.034	0.081	0.080	0.064
I局	0.197	0.080	0.036	0.026	0.054	0.051
Ar局	0.088	0.093	0.128	0.102	0.026	0.120
H局	0.116	0.079	0.392	0.228	0.188	—
M局	0.066	0.080	0.248	0.187	—	—
T_i	1.009	0.394	0.883	0.686	0.416	0.330
$T_i^{(2)}$	0.215119	0.031380	0.236029	0.108438	0.049960	0.030122
n_i	6	6	6	6	5	4

(注) T_i : 各局の m の合計
 $T_i^{(2)}$: 各局の m の自乗の合計
 n_i : 局数

計28件/100セレクトとが対応する。これをさらに第1期製品であるAo局, I局, G局の3局につき表示すると第12表のようになり, 同様にして第2期製品のAr局, H局, M局の3局につき表示すると第13表のようになる。

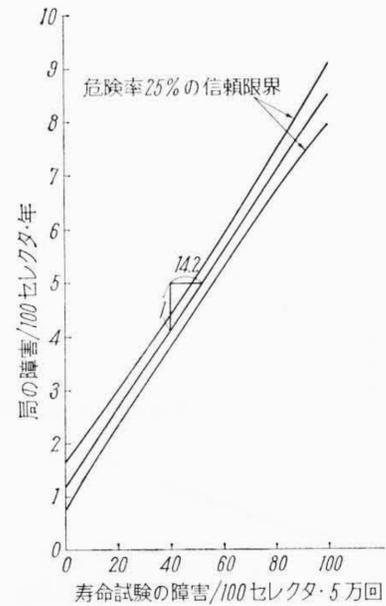
さて, ここでは寿命試験と電話局機械障害統計との相関を求めるためには, x と y_1, y_2, y_3 の間の相関を検定すればよい。そのためには, まず各局の1年目, 2年目……の各1箇年間に発生した障害件数と, 寿命試験において最初の5万回の障害件数で割った数値 m の表を作ると第14表となる。ここで全変動 S_T , 群間変動 S_G , 群内変動 S_W を求め, 一元配置法分散分析により, $i=1, 2, \dots$ における m の平均値 \bar{m} の一様性を検定すると⁽⁶⁾

$$F_0 = \frac{V_G}{V_W} = 1.23 < F_{27}^5(0.05) = 2.57$$

ここに V_G は群間不偏分散, V_W は群内不偏分散を示す。

すなわち \bar{m} の値は各群において一様であるという仮説は棄却し得ない。換言すれば, 各局の1年ごとの各年と, 寿命試験の5万回ごとの各5万回の間には発生した障害件数の比は, 経過年数および寿命試験回数により変化しないと考えてさしつかえないことがわかった。したがってこの結果から, 電話局累積障害件数 y と寿命試験累積障害件数 x との間には直線関係があることが推定できた。

次に, x と y との間関係を示す直線は, 最小自乗法により求



第3図 電話局障害と寿命試験障害との相関特性(その1)(総合)

第15表 電話局の障害と寿命試験の結果の比較(その3)(取り替え要)

寿命試験結果		電話局の障害一覧表(第6~8表)			
動作回数(万)	累計障害(件) (100セレクト) 5万回当り x	経過年数(年)	障害累計(100セレクト・年当り)		
			Ao局(6表) y_1	G局(8表) y_2	I局(7表) y_3
5	7	1	2.28	3.24	1.99
10	13	2	3.36	4.08	2.78
15	15	3	4.28	4.44	3.37
20	21	4	5.45	6.02	3.67
25	23	5	6.77	7.51	4.75
30	25	6	8.36	8.80	5.93

めることができる。いまこれを

$$y = a + bx$$

と表わし, データを代入し, 最小自乗法により a, b の値を決定する⁽⁶⁾。

$$y = 1.22 + 0.0706x \quad (b \text{ の逆数は } 14.2)$$

b の信頼限界は, 危険率25%にて,

$$0.0706 \pm 1.17 \times 0.00680 = 0.0626 \sim 0.0786$$

(逆数は 15.97~12.72)

以上の計算より, 寿命試験の結果と, Ao局以下6局のうち37.4%を占める折損, 調整, ねじゆるみなどの障害との間には相関関係があり, 寿命試験の強制の割合は14.2倍であること。すなわち電話局にて1年間に1-Aセレクト100台につき1件の障害が発生したとすれば, そのロットの寿命試験を行なえば, 5万回間に14.2件の障害が発生することになる。これらの関係は第3図に示す特性により示されることがわかった。

同様にして, 部品取り替えの必要な障害について求める。この場合前述の第12, 13表に相当するものとして第15, 16表が得られる。また同様にして, 1箇年ごとと5万回ごとの障害件数の比が経過年数および寿命試験回数により変化しないことを確認すると

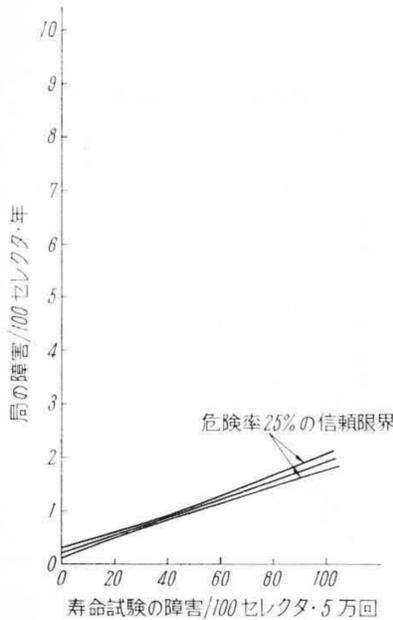
$$F_0 = 1.27 < F_{24}^5(0.05) = 2.62$$

となり, \bar{m} の値は各群において一様であるという仮説は棄却することができず, 両障害の比は, 経過に伴い変化しないことが確認される。この結果から, 第15表に示した電話局累積障害件数と寿命試験累積障害件数との間には直線関係があることが推定される。

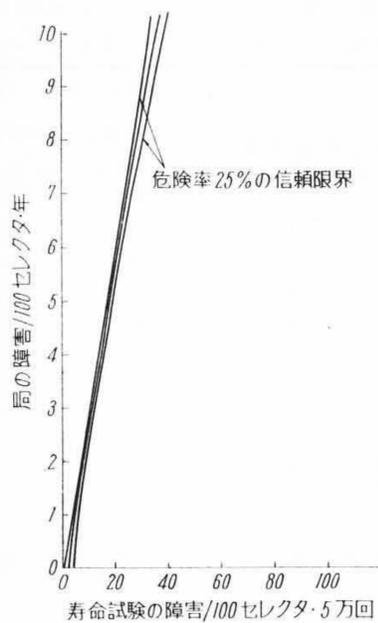
次に, 両者の関係を表わす直線を最小自乗法により求めると

$$y = a + bx = 0.2 + 0.0168x \quad (b \text{ の逆数は } 59.5)$$

となり, b の信頼限界は, 危険率25%にて



第 4 図 電話局障害と寿命試験障害との
 相関特性 (その 2) (取替要)



第 5 図 電話局障害と寿命試験障害との
 相関特性 (その 3) (取替不要)

$$0.0168 \pm 1.17 \times 0.00161 = 0.0142 \sim 0.0187$$

(逆数は 70.42 ~ 53.48)

同様に、部品取替不要の障害についても、電話局累積障害件数と寿命試験累積障害件数との間には直線関係があり、その関係式は、次のとおりである。

$$y = a + bx = -0.5 + 0.303x \quad (b \text{ の逆数は } 3.30)$$

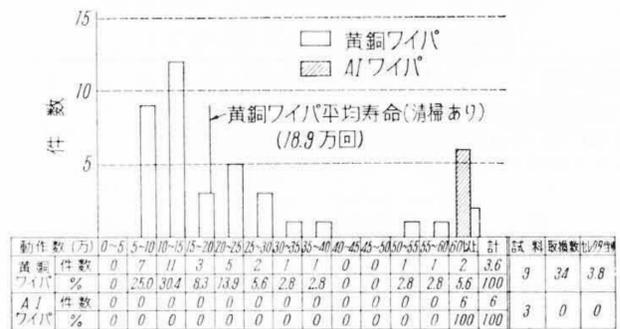
b の信頼限界は、危険率 25% にて

$$0.303 \pm 1.17 \times 0.0281 = 0.275 \sim 0.331 \quad (\text{逆数は } 3.64 \sim 3.02)$$

部品取替要、不要の各障害について、電話局累積障害件数と寿命試験累積障害件数との相関特性を図示すると第 4、5 図のとおりである。

以上の結果をまとめると、次のとおりである。

電話局の 6 局を選出し、1-A セレクタの障害を調査した結果、その障害のうち 37.4% に相当するものは、製造部門の寿命試験と相関があることが判明し、部品取り替えの要否を問わず総合的に考察した場合、電話局年間 100 セレクタ当たり 1 件の障害を発生するロットは、製造部門の寿命試験において 5 万回当たり、100 セレクタ当たり、14.2 件の障害を発生するロットである。この場合寿命試験の倍率は 14.2 倍であるという表現を用いれば、同様に、部品取り替えを要する障害のみに着目した場合、この倍率は 59.5 倍になる。また部品取り替えを要しない障害のみに着目すれば、この倍率は 3.3 倍にしかない。



(第 4 回 (昭和 33 年) 1-A セレクタ 公社実施寿命試験結果より引用)

第 6 図 電電公社における第 4 回 1-A セレクタ
 寿命試験におけるワイパ実験結果

1-A セレクタの寿命試験は加速寿命試験であり、その加速の割合は実用動作の倍にも達する。したがって取り替えを必要とする障害すなわち破損、摩耗、断線などは、寿命試験においては、実用試験に比較して著しく度数の多いくり返し荷重を受け、その結果、疲労、発熱などを促がし 60 倍の倍率となって現われるものと考えられる。

これに反し、調整不良、ネジゆるみなどは、250 倍の加速により受ける影響が破損障害などよりは、低いと考えられるほかに、調整不良、ネジゆるみなどの障害はその性質上不安定な障害で潜在不良となりやすい。特に調整不良は、ある場合には、接点接触圧力の低下となり、接触不良を徐々に起こし、その後この不良の度数が増加し、ついに動作不良となるもので、寿命試験において発見の時期を失うかまたは遅れがちとなる。一方電話局においては、接触不良障害の発生した場合調整の老化による障害か、ほりによる障害かの区別が明らかでない場合が考えられる。このように部品取換え不要障害はその原因がまぎらわしい場合が多いため、部品取換え要の障害に比べ、倍率が低いことが考えられる。しかし、この問題は今後具体的に現象を解明してゆくことにより明らかにすべき問題である。

(3) ワイパ障害について

前述の局障害の 100 分比のうち 23% を占めるワイパ障害について検討を行なう。

寿命試験においては、200 万回をわずか 2 箇月のうちに完了させるため、バンクの摩擦部は、実用状態に比べて著しく酷使され、寿命試験設備の一部であるバンク端子の摩耗は著しい。試料のスイッチは試験完了後交換されるが、バンクは引き続いて使用される。したがってバンク摩耗による交換をできるだけ避けるため、絶えずバンク・クリーナにて清掃している。すなわち、試験機の保証のため、供試品のワイパは寿命試験の本来有する過酷性とは逆に緩和条件にて試験せざるを得ず、ワイパは試験目的から除外している現状である。一方電話局においては、ワイパ摩耗による接触不良が上記の 23% の高率を占めている。公社ではこのワイパおよびバンクの改良に努力を傾倒し、ワイパバネを従来の黄銅材から、インジウム 18% 銀 82% の合金を黄銅材の先端 (バンク端子を摩擦する部分) にはり合わせた AI ワイパを開発し、懸案の障害に終止符をうった。この効果の一例として昭和 33 年公社にて行なわれた 1-A セレクタ寿命試験におけるワイパ寿命試験結果を示すと第 6 図のとおりである。これより明らかなように従来の黄銅ワイパでは、十分バンク清掃を行なった場合でも平均寿命が 18.9 万にしかならず、改良後の AI ワイパでは 60 万回以前には事故の発生のないことが知られ著しく改善されたことがわかる。さて第 2 図に示した障害百分比は、A₀ 局はじめ 6 局の機械障害について示したもので、これらの局は、AI ワイパ開発前の局で、AI ワイパ実用後逐次摩耗取替え代品として改良ワイパ

が使用されはじめたが、全体的には、ワイパ障害は改良前のもので発生していると判断してよい。ゆえに20%の高率を占めているが、さきに示した改良ワイパ使用により50万回までにて100スイッチ当り10件程度の障害発生にとどまるものと期待される(第6図より推定)。

3. 自動交換機の機械障害に関する推定

最近、公社では、電話局の増設、拡充計画が年を追って盛んになる状況にあり、したがって保守経費を少なくし、かつ従来以上の信頼度の高いサービスを加入者に提供する必要が出てきている。この情勢においては、交換機に対し高度の信頼度が要求されるのは当然のことで、製造会社としてはこの期待に応じなければならない。こ

こにおいて、従来の交換機の機械障害と製造品質の実態、ならびに製造と保守相互の品質の間の相関特性を活用して交換機の機械障害の推定を行ない、将来の信頼度向上の見通しについて述べたい。

(1) 推定の前提条件

いままで検討を加えた事項より前提条件をあげると次のとおりである。

(a) 電話局機械障害に現われた障害のうち寿命試験にて検出できる障害は37.4%である。またワイパ障害は改良前のワイパ使用局では、23.6%を占めている。

(b) 前述の37.4%の障害については、製造会社寿命試験と電話局機械障害の間に相関があり、危障率25%にて下記の値をとる。

総合障害:

$$\frac{\text{寿命試験の障害件数} / 100 \text{ スイッチ} \cdot 5 \text{ 万}}{\text{電話局機械障害件数} / 100 \text{ スイッチ} \cdot \text{年}} = 12.7 \sim 16.0$$

取替要の障害: 上記の値=53.5~70.4

取替不要の障害: 上記の値=3.0~3.6

(c) ワイパ障害は、改良ワイパ(AIワイパ)使用では、寿命試験結果にて50万回以上の寿命があり、従来品(黄銅ワイパ)の約15万回に比べて、3倍以上長寿命化している。なおワイパ使用の局もワイパ取替え時逐次AIワイパ黄銅に切り換えている。

(d) ほこり障害は20%を占めるがその実態は必ずしも明ら

第16表 電話局の障害と寿命試験の結果の比較(その4)(取替え要)

寿命試験結果		電話局の1-Aセレクトア障害一覧表(第9~11表)			
動作回数(万)	累計障害(件) (100セレクトア 5万回当り) x	経過年数(年)	障害累計 (100セレクトア・年当り)		
			Ar局(9表) y1	H局(10表) y2	M局(11表) y3
5	0	1	0	0.07	0
10	10	2	0.41	0.07	0
15	13	3	0.51	0.15	0.2
20	17	4	0.51	0.33	0.4
25	25	5	0.51	0.42	—
30	30	6	0.62	—	—

第17表 電話局機械障害の推定方法の一覧表

	調査した1-Aセレクトア数(台)	経過年数	寿命試験に関する障害						ほこり障害	ワイパ障害	T.C.C.障害	その他障害	合計						
			取替(要)		取替(不要)		総合						年間	月間					
			件	100セレクトア・年当り	件	100セレクトア・年当り	件	100セレクトア・年当り											
①	Ao局	1,200	8	34	0.36	136	1.42	170	1.78	32	0.332	0	0	0	0	14	0.146	2.25	0.186
	G局	1,076	6	20	0.31	87	1.34	107	1.65	29	0.45	56	0.86	4	0.06	38	0.53	3.52	0.292
	I局	1,060	6	20	0.33	59	0.97	79	1.3	157	2.6*	41	0.675	0	0	20	0.33	4.93	0.41
②	H局	1,150	6	9	0.13	76	1.10	85	1.23	24	0.35	122	1.77*	113	1.64*	17	0.25	5.23	0.44
	M局	1,000	5	2	0.04	22	0.44	24	0.48	17	0.34	34	0.68	4	0.08	7	0.14	1.72	0.14
	Ar局	975	6	6	0.1	30	0.51	36	0.62	17	0.29	64	1.09	26	0.44	5	0.085	2.53	0.21
③	①局平均			(100セレクトア・年当り) 0.33	0.21	(100セレクトア・年当り) 1.24	0.96	(100セレクトア・年当り) 1.58	1.18	(100セレクトア・年当り) 1.13	0.73	(100セレクトア・年当り) 0.512	0.84	(100セレクトア・年当り) 0.02	0.37	(100セレクトア・年当り) 0.335	0.247	3.57	0.296
	②局平均			0.09	0.21	0.68	0.96	0.78	1.18	0.33	0.73	1.18	0.84	0.72	0.37	0.158	0.247	3.16	0.395
④	①局平均			(100セレクトア・年当り) 0.33	0.21	(100セレクトア・年当り) 1.24	0.96	(100セレクトア・年当り) 1.58	1.18	(100セレクトア・年当り) 0.39	0.36	(100セレクトア・年当り) 0.512	0.699	(100セレクトア・年当り) 0.02	0.14	(100セレクトア・年当り) 0.335	0.247	2.84	0.237
	②局平均			0.09	0.21	0.68	0.96	0.78	1.18	0.33	0.36	0.885	0.699	0.26	0.14	0.158	0.247	2.41	0.2
⑤	3局平均を開局後10年目で推定すると(5-a)			$16 \times (\frac{1}{54} \sim \frac{1}{70})$ =0.30~0.23(イ)		$4 \times (\frac{1}{3} \sim \frac{1}{3.6})$ =1.36~1.12(ロ)		左の和 1.66~1.35(ハ)		0.36(ヌ)		0.7(ヌ)		0.14(ヌ)		0.25(ヌ)		3.17~2.80	0.26~0.23
	(5-b)							$20 \times (\frac{1}{12.7} \sim \frac{1}{16})$ =1.57~1.25(ニ)		0.36(ヌ)		0.7(ヌ)		0.14(ヌ)		0.25(ヌ)		3.02~2.70	0.25~0.23
⑥	35年度製造ロット開局後10年目の推定(6-a)			$2 \times (\frac{1}{54} \sim \frac{1}{70})$ =0.04~0.03(ホ)		0(ヘ)		左の和 0.04~0.025(ト)		0.36(ヌ)		$0.7 \times \frac{1}{7.5}$ =0.1(リ)		0.14(ヌ)		0.25(ヌ)		0.89~0.88	0.07
	(6-b)							$2 \times (\frac{1}{12.7} \sim \frac{1}{16})$ =0.16~0.13(チ)		0.36(ヌ)		$0.7 \times \frac{1}{7.5}$ =0.1(リ)		0.14(ヌ)		0.25(ヌ)		1.11~1.08	0.09
⑦	終戦前製造の昭和16年1年間の障害	19,317	1	スイッチ自体の障害						386.6	2	4,773	24.7	0	0	1,261.2	6.53	52.98	4.4
				取替(要)		取替(不要)		総合											
				件	100セレクトア・年当り	件	100セレクトア・年当り	件	100セレクトア・年当り										
				622.2	3.22	3,193.4	16.53	3,815.6	19.75										

備考 ①②は実績を示す(1/100セレクトア年)の計算を行なったもの。

- ③ 局平均を示す(*を含む)。
- ④ 局平均を示す(*を棄却する)。
*は異常現象を示す。

⑤⑥は推定方法には次の方式を用いた(第26図)。

(イ)は社内寿命試験(要)の28年度データの45万~50万回(9~10年)の5万回の障害値を求め16件を得、これに倍率の逆数をかけた。
倍率とは第3図の危険率25%のときの値をいう。

(ロ) 同様に社内寿命試験(不要)の45万~50万回の障害と(不要)の倍率(第4, 5図)を使用。

(ハ) (イ)と(ロ)の和。

(ニ) (イ)(ロ)と同様な方法で総合のデータを適用した。

(ホ) (ヘ)(チ)はそれぞれ35年度の社内寿命試験のデータ(文献(5)の第15)図を用い(イ)(ロ)(ニ)に準じて計算。

(ト) (ホ)(ヘ)の和。

(リ) ①~②局に比べ⑦の局は1/7.5に減少すると推定した。

(ヌ) ほこり(*を除く)T.C.C. そのほかは①の実績が毎年平均に発生すると仮定した。

⑤ (5-a)はスイッチ自体の障害に(要)(不要)それぞれに注目(5-b)は総合のみに注目。

⑦ 渡辺: わが国に望ましき自動交換方式について(p.49~52)。

かにされていない。

さて以上の条件より、自動交換機の機械障害を次の例をあげて検定する。

第 1 期の製品について、開局後 10 年目の機械障害。

第 5 期の製品（昭和 35 年製品）の実用後 10 年目の機械障害。

(2) 機械障害推定の具体例

(a) Ao 局, I 局, G 局などの属する第 1 期ロットの開局後 10 年目の機械障害の推定。

(i) 上記 3 局の障害データをスイッチ自体の寿命試験に関係ある障害とそのほかの障害に分け年間 100 スイッチ当りに換算する。具体的数値は第 17 表参照のこと。さらに危険率を減少させる意味より、第 2 期の H 局, M 局, Ar 局のデータを併記する。第 1 期, 第 2 期の値にて、ほこり障害では、製作上特に差のないことからその平均値を出す。ただし I 局の場合増設工事中のほこり多発が影響した特異値としてこれを除く。同様にして、異常局を除き各障害別に算出すると、表の④をうる。すなわち第 1 期の 3 局を含むロットの年間機械障害は 6~8 年間の平均として 2.84 件/100 セレクタ・年で与えられる。

(ii) 10 年後の機械障害の推定を考えると、まず、ほこり, ワイパ, T.C.C. その他の障害は 6~8 年間の値と不変と考え、第 17 表の④の値をそのまま採用して記入する(⑤欄)。

次にスイッチ自体の障害については、開局 10 年目に相当する寿命試験の 45~50 万回間の障害を障害累計曲線参考文献(5)の第 9 図から読みそれに相関の倍率を、危険率 25% の上・下限の二つの値を用いてかける。第 17 表備考(イ)(ロ)(ハ)欄参照のこと。このようにして第 1 期 3 局の開局 10 年目の障害は、2.80~3.11 件/100 セレクタ・年として求められた。

(b) 35 年製造ロットの開局後 10 年目の機械障害の推定

(i) スイッチ自体の障害については、上記に準じて求める値を第 17 表の(6)欄に示す。

(ii) ワイパ障害は、このロットでは、AI ワイパを使用しているの、公社寿命試験結果第 6 図を用い、それに寿命試験の倍率をかけて求めた。

(iii) ほこり, T.C.C., そのほかの障害については、第 1 期に比し、調整不良も少なく、保守費の弁別能力も向上するため減少するのが妥当と考えられるが、定性的考察であるので現段階にては、第 1, 2 期と同様と考えてその値をそのまま採用した。かくして合計を求めると、0.88~0.89 件/100 セレクタ・年となる。

(3) 推定値に対する検討

(2)で求めた値について検討を行なう。まず第 1 期のロットは開局後現在まで 6~8 年を経過しているがその間の障害は平均して約 2.8 件/100 セレクタ・年で、そのうち 50% は寿命試験により検出可能の障害で対策は比較的容易である。このロットはあと 3~4 年で開局後 10 年を経過することになるがほぼ現在の安定状態を維持し、開局 10 年後の推定障害件数は 2.9 件/100 セレクタ・年で変化しないと推定される。

次に第 5 期の昭和 35 年製品は、開局後 10 年の昭和 47 年ころにて、障害は第 1 期製品の 10 年目に比較し約 1/3 に低減する見通しである。この時期では、寿命試験により検出できる障害は 4% 以下となり、これ以上の信頼度をうるためには、ほこり, T.C.C. などの障害に徹底的検討を加えなければならない。したがって現段階では、年間 100 セレクタ当り 1 を下回らないと考えられる。

以上を要約すると、昭和 28~30 年ころの装置のロットと昭和

35 年製のロットをそれぞれ開局後 10 年の信頼度にて比べると、後者が 3 倍以上に向上することが見込まれる。

4. 自動交換機の信頼度と機械障害との関係

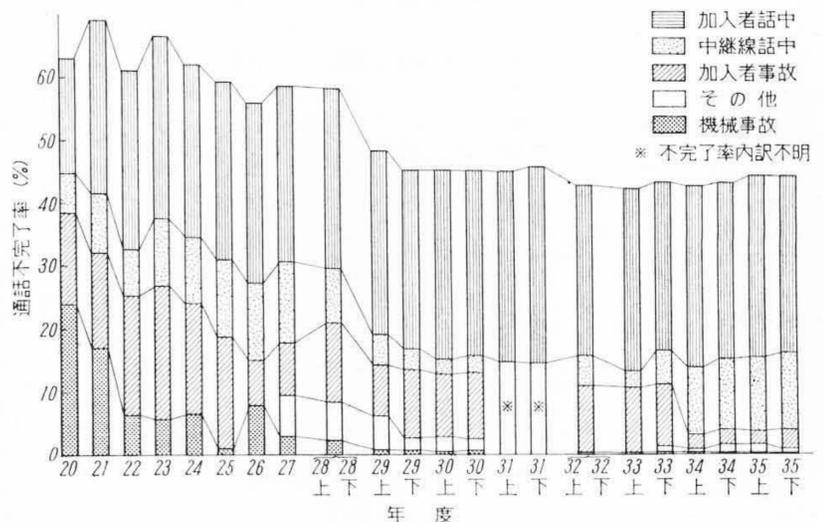
上記記述してきた品質評価方法は 100 セレクタ当り月当り（または年当り）の障害件数という形で求めたものである。しかし緒言に述べたように、自動交換機の信頼度は、発生した呼に対する有効比で求めるべきもので、既述の品質評価方法を呼の信頼度に結びつけて、本報告の主目的の信頼度の評価を行なう。

電電公社では、発生した呼に対する有効呼の比の実情調査のため東京市外局などにおいては、1 局につき約 40 加入の電話機を抽出して接続通話状況を監査している。

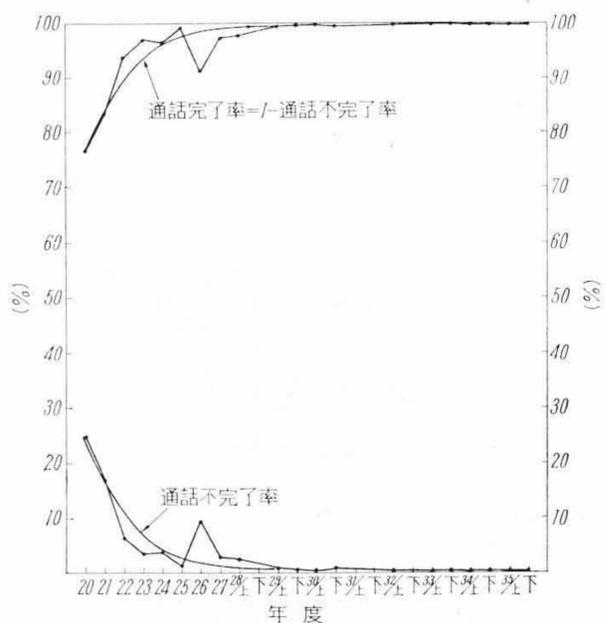
接続通話の完了した率すなわち発生呼に対し有効となった呼の数の比を「通話完了率」と称している。これは、われわれの定義による信頼度に等しい。(1-通話完了率)を「通話不完了率」と称しこの内訳を示すと次のとおりである。

- 中継線話中……中継線が話中のため接続できぬもの。
- 加入者話中……相手加入者が話中のため接続できぬもの。
- 機械障害……機械の障害のため接続できぬもの。
- 電話機および線路障害……電話機や線路が障害のため接続できぬもの。

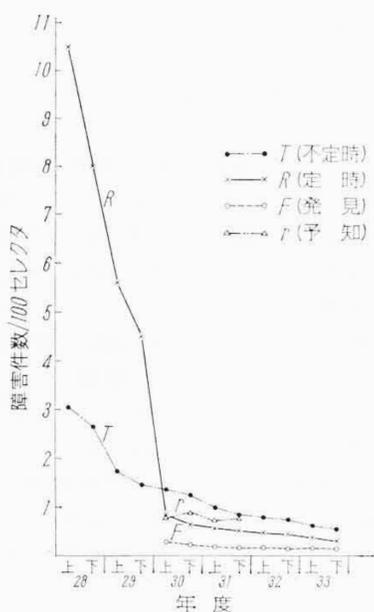
その他(原因不明を含む)……そのほかの原因で接続できぬもの。
このうち話中による不接続は、呼の需要に対し交換機、線路、電話機などの設備不足もしくは設備状況の不均衡によるものであり、電話機、線路障害によるものは本報告の自動交換機の対象外となる



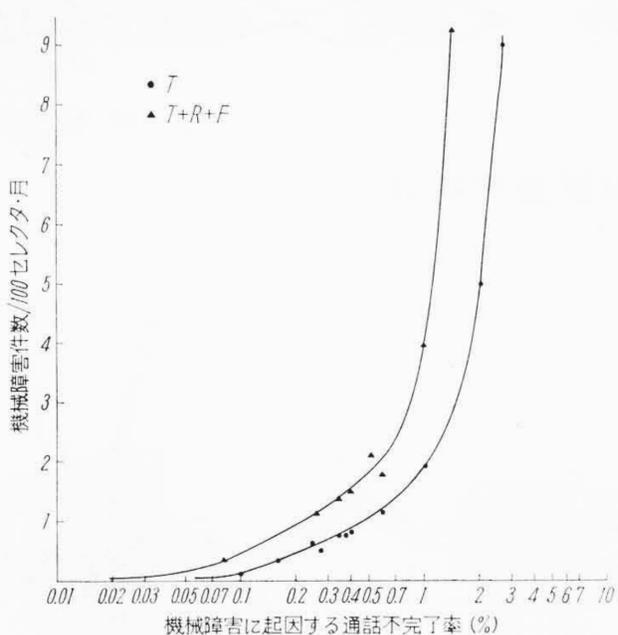
第 7 図 通話不完了率推移(東京通信局の例)



第 8 図 機械障害による通話不完了率ならびに通話完了率の推移(東京通信局)



第9図 電話局機械障害の推移(東京通信局)



第10図 機械障害件数と機械障害に起因する通話不完了率との関係

ので、いずれも除外する。すなわち、われわれの扱う自動交換機の信頼度として対象とするものは、加入者監査における機械障害による不接または誤接率である(実際には「1-信頼度」が等価となる)。第7図は、公社東京通信局管内の通話不完了率およびその原因別分類の昭和20年以降現在までの推移を表わしたものであり、第8図は機械障害のみに起因する通話不完了率および通話不完了率の推移を表わしたものである⁽¹⁴⁾。

一方電話局における機械障害を100セレクトタ・月当りで表わした障害件数の年度別状況を東京通話局管内について調べた電電公社資料によれば、第9図のとおりである。

さて、一般に電話局の機械の品質が悪く、機械障害が多ければそれだけ機械障害に起因する通話不完了率も増大し信頼度を低下させることになる。すなわち、機械障害と機械障害に起因する通話不完了率とはきわめて密接な関係を有することは自明の理である。この結果について渡辺氏の調査した結果が公表されている⁽⁷⁾。この特性は障害件数および通話不完了率がともにかなり高い値をもった昭和10~20年ごろの資料である。ここで昭和20年以降の機械障害値、通話不完了率(機械障害のみによる)についてその相互関係を求めると第10図のとおりとなる。この第10図から、ある電話局の[機械障害件数/100セレクトタ・月]が与えられたとき、その電話局の機械障害のみに起因する通話不完了率は求められ、機械障害に関する信頼度をうることができる。

さて、2, 3にて求めた機械障害の現状および、将来の推定値を用

第18表 電話局の信頼度の現状および将来の推定値(機械事故のみによる)

	対象局および開局後経過年月	T+R+F	機械障害による通話不完了率(%)	機械の信頼度(%)
		機械障害 100セレクトタ・月		
1	第1期(Ao, G, D)局の昭和35年における標準値	0.237±0.24	0.068	99.93
2	第2期(Ar, H, M)局の昭和35年における標準値	0.2	0.058	99.94
3	第1期局のロットの開局後10年目の推定値	0.26~0.23	0.068	99.93
4	第2期局のロットの開局後10年目の推定値	0.19	0.058	99.94
5	35年製最新のロットの開局後10年目の推定値(ストロージャ自動交換機の期待値)	0.07	0.02	99.98

いて通話不完了率、信頼度を求めれば第18表のとおりである。第18表につき考察を行なう。第18表(1)欄は第17表にてすでに求めた機械障害値であって、第1, 2期(昭和28~30年製)の製造ロットは、昭和35年当時と開局後10年目の値とは大差なく安定している。昭和35年製の最新ロットの開局後10年目の障害は、第1, 2期のロットの開局後10年目の障害と比較して1/3に減少する。さて信頼度について見ると、ほとんど問題として取上げるほどの有意差はなく、ほぼ100%と考えてさしつかえない。しかし現実に入局者の直面している電話サービスにおける信頼度は第7図よりわかるように改善されたとはいえ50~60%の低い値であり、その原因は電話機の中継線、交換機が呼の需要に応じきれないこと、および電話機、線路の障害によることが明らかである。

外国の例をとれば、機械障害のみに起因する不完了通話率は、アメリカ1%, イギリス2%であり⁽¹⁵⁾、信頼度はそれぞれ99, 98%となっている。したがって、わが国のストロージャ形自動交換機の信頼度は世界のトップレベルにあるといっても過言ではない。

5. 結 言

以上ストロージャ形交換機の代表機種1-Aセレクトタに例をとり、逐年向上してきた製造の品質を示す寿命試験結果と電話局における機械障害との間の相関を求めるため、昭和28~30年製品納入局6局を選出して詳細に障害データを分析した。その結果電話局機械障害のうち寿命試験に関連のある障害37%、ほかにワイパ摩耗障害が20%であることを知り、この37%の寿命試験に相関ありと考えられる障害について相関係数を求めた結果一次式の相関があることがわかり、その係数を定量的に算出しえた。さらにその係数を活用して、具体的に昭和28年ころの製品の10年後の機械品質を1とすれば、最新のロット(昭和35年の製品)の10年後の機械品質は約3倍に向上しうることがわかり、それ以上の向上を期するためには、多くの問題を含んでいるほこり障害、T.C.C. 障害(取調べ中回復障害)の解明が最も必要となり、それなくしては、現状の機械障害の限界を打破し得ないことが結論づけられる。

なお本報告では、品質変化の推移を交換局機械障害件数で表示してきたが、われわれの定義した「発生呼に対する有効となった割合」で示される自動交換機の信頼度にて論ずると、通話不完了となる原因中、中継線話中、加入者話中、電話機、線路障害を除いた機械障害では、信頼度は99%以上になり、アメリカ、イギリス両国のそれ(アメリカ99%, イギリス98%)に比べ遜色のないことを確信することができた。かくしてわが国のストロージャ形自動交換機の信頼度は、機械の品質の面から考察した場合世界のトップレベルにあって安定していることを実証することができた。

終わりにのぞみ、本研究に長期にわたり適切かつ懇切なるご指導

を賜った日立製作所通信事業部渡辺技師長、また種々ご指導いただき各種資料の提供に格別のご配慮をいただいた日本電信電話公社勝田保全局次長、木村同局市内機械課長はじめ各位の方々、調査にご便宜を与えてくださった関係電話局の方々、終始ご指導をいただいた工場幹部の方々、また推計学に関し多くのご助言をいただいた日立製作所中央研究所島田主任研究員に対し深い感謝の意を表する。

参考文献

- (1) 電電公社：電話局内機械統制(自形自動局)第1版(暫定)
- (2) 電電公社市内電話品質改良委員会：A形上昇回転スイッチ寿命試験成績書
- (3) 菊地，山内：ストロージャスイッチの改良(その2) 日評29-5
- (4) 山内，岡島，兼子：ストロージャ形自動交換機の寿命，日評別冊31-12

- (5) 山内，岡島，海野：ストロージャスイッチの改良(その3) 日評36-12
- (6) W.E. デミング：「推計学によるデータのまとめ方」森口訳 岩波書店
- (7) 朝香鉄一著：「品質管理のための統計的解析」日本規格協会
- (8) 池谷，中山：貴金属を用いたワイパー，施設34-3, p.91
- (9) 渡辺孝正：「電話交換機とその理論」共立出版社
- (10) 渡辺孝正：「我が国に望ましき自動交換方式について」通信省工務局調査課
- (11) 田口玄一：「推計学による寿命試験と推定法」科学新興社
- (12) 島田正三：「推計学入門」電気書院
- (13) 池谷，佐藤：ステップ・バイ・ステップ自動交換機の異状障害とそのアクション，施設35-12
- (14) 日本電信電話公社東京市外局：市外局サービス監査成績(昭和27年～昭和35年までの各年のもの)
- (15) 米国の電気通信事情 海外生産性シリーズ第5集(日本能率協会)



新案の紹介



登録新案第520192号

仲野善一

空気遮断器におけるエアリング送気装置

高電圧用屋外空気遮断器においては、中空の支持がい管の内面を常時乾燥状態に保つため、空気タンクより少量の乾燥空気を支持がい管内に絶えず送り込むいわゆるエアリングを行なっている。

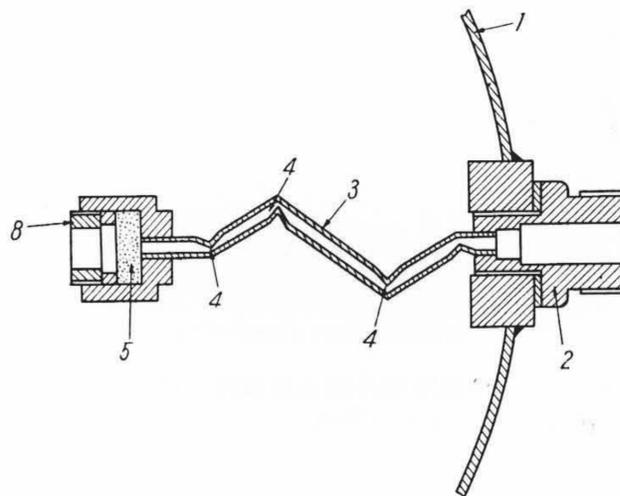
このエアリングを行なうためには、空気タンク内の高圧空気を減圧して常に一定量の空気を送り出す送気装置が必要である。

本考案は細孔を有するパイプで送気管を構成し、この送気管に数段の折り曲げ部を設け、折り曲げ部のしぼりによって減圧作用を行なわせるものである。

空気タンク1内の高圧空気は、フィルタ5の締付中空ナット8およびフィルタ5を通して送気管3に流入し、送気管3に形成した数段の折り曲げ部の減圧しぼり4によって減圧されプラグ2を通して支持がい管内に送られる。

送気量の調整は送気管3に形成した折り曲げ部の数を増減することで容易に行なえるものである。

このように本考案は、きわめて簡単な構造で減圧作用を行ない常に安定したエアリングを行なうことができる。(岩田)



Vol. 44 日立評論 No. 10

目次

- ・インド・シャラパティナー納 99,000 kVA 交流発電機
- ・800 kW 直流立坑巻上機の自動制御
- ・デジタル計算機による電力系統の故障計算法
- ・超高圧電力研究所武山試験研究所納 350 kV 変圧器
- ・産業用タービン計装について
- ・加入者番号検査装置
- ・テレビ受信機用トランジスタの特性
- ・トランスについて
- ・ヒートポンプ付ルームクーラー
- ・東武鉄道株式会社納 ATS 装置
- ・レールガス圧接器
- ・連動形ブレーキエンジン
- ・引込クレーン用ブーム寸法の電子計算による決定法

- ・60 kV 3×1,000 mm² アルミ導体パイプ形ガスフィールドケーブル
- ・熱間工具鋼 YPD について

ガス深冷分離装置特集

- ・大容量 TO プラント
- ・富士製鉄株式会社室蘭製鉄所納 10,000 Nm³/h TO プラント運転実績
- ・TO-H プラント
- ・窒素洗浄装置の最近の実績
- ・エチレン分離装置
- ・コークス炉ガス分離装置
- ・TO プラントの原料空気除じんについて

発行所 日立評論社
取次店 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区丸の内1丁目4番地
振替口座 東京 71824 番
東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
振替口座 東京 20018 番