## U.D.C. 621.395.363

# SATT 方 式 の 一 考 察 (第2報)

Some Observations of the SATT System (Part 2)

中野富士雄\*二見二郎\* 大 塚 英 次 郎\*

#### 容 梗 概 内

自動交換証作成装置<sup>(1)</sup>(SATT 方式)では、ティケッティング・トランクは市外線の数とほぼ同数使 用されるので、ティケッティング・トランクの経済性および安定性はそのまま SATT 装置全体の経済 性および安定性に関係する。

この目的のために,角形磁化特性をもつ異方性パーマロイ巻鉄心を用い蓄積装置を試作し実用化試験 を行なつた。

まず磁心記憶装置としての構造,形状の概要を述べ数字蓄積励磁巻線(nex),検出巻線(n1),出力巻 線(n2),鉄心の形状,寸法,磁性など,特性におよぼす要因につき主として,3水準直交配列法実験計 画により検定した結果を述べた。

次に実際の検出用負荷を冷陰極放電管,有極継電器とした場合の動作範囲を実験的に検討し有極継電 器を検出負荷とすれば、冷陰極放電管に比し比較にならないほど鉄心の仕様が容易になることが述べて ある。

鉄心の過渡現象と n2 負荷抵抗に関する検討の一段階につき論議を試みたが,この件はふたたび今後 べつの機会に詳細に論議する。

#### [I] 緒 言

第1報<sup>(1)</sup>では, 試作 SATT 装置の概要について述べ たが,さらに実験検討を行なつた結果実用化に際しては, まだ多くの問題を含んでいることがわかつた。すなわち 実用化に際して、もつとも問題になるのは経済性と安定 性の向上にある。とくに SATT 方式では、ティケッテ ィング・トランクは、市外線の数とほぼ同数使用される ので,ティケッティング・トランクの経済性および安定 性は、そのまま SATT 装置全体の経済性および安定性 に関係する。すなわちティケッティング・トランクでは, 発信加入者番号,被呼加入者番号,通話時分など多数の 情報を通話中蓄積する必要があるので、この蓄積装置に 関しては多くの検討の余地を残している。従来はこの蓄 積装置として,継電器あるいは放電管が使用されていた が,いずれも比較的高価になり,とくに前者では構造上 多くの取付面積を必要とし不経済である。本報告では新 しい試みとして蓄積装置として,磁性材料を使用したも のにつき、実験検討を行なつた結果について述べる。





蓄積装置は電子計算機の発達とともに急速な進歩を し、各方面への応用が期待されている。

電子計算機に関しては, 我国でも多くの解説書があり よく知られている。(2)(3)(4)(5)

このうちとくに磁心蓄積装置として,パーマロイ系統 の金属テープの巻鉄心を用いて数字を蓄積して, SATT 装置のティケッティング・トランクに応用することを検 討してみた。

従来継電器回路で数字を蓄積する場合, 2 out of 5 の 形式で蓄積すれば1数字当り5個の継電器を必要とし

日立製作所戸塚工場 \*

記憶磁心の構造図 第1図 Fig. 1. Construction of a Ferromagnetic Material as Storage Device

第2図 記憶磁心卷線 Fig. 2. Winding of a Core as Storage Device

た。本装置を用いれば、5個の磁心を一組にしたもので 1数字を蓄積することができ、取付面積は従来の継電器 式に比べて約1/5ですむ。その安定度, 寿命に関しては 継電器に比べて遥かに有利である。

今回上記目的の蓄積装置として、実用に供しうる第一 次試作が終了したので,今後検討する点が多いが,まず 第一段階として報告する。

#### 記憶磁心の概要 [II]

第1図は記憶磁心の構造図である。



---- 14 -----

SATT 方 式 の 一 考 察 (第 2 報)



第3図 冷陰極放電管を負荷とした結線図 Fig. 3. Connection Diagram of Storage Device with Cold-Cathode Starter-Anode Type Gas-Triode



第4図 有極リレーを負荷とした場合の結線図 Fig. 4. Connection Diagram of Storage Device with Polarized Relay

第2図はその鉄心巻線の説明図。

第3回,第4回は検出負荷をそれぞれ冷陰極放電管, または有極継電器とした場合の使用回路例を示す。



第5図 異方性パーマロイの磁性と出力波形 Fig. 5. Magnetic Characteristics of the Square-loop Magnetic Material and Wave Form of Output

従来継電器回路で数字を蓄積する場合,2out of5の 形式で蓄積すれば1数字当り5個の継電器を必要とした。

第1図のように角形ヒステリシス特性を有する鉄心5 個で一組にして使用すれば、その残留磁化の有無で1数 字を蓄積することができ、取付面積は従来の継電器式蓄 積法に比べて約1/5 ですむ。

結線は第2図のように端子回を共通アースとして,① ②③④⑤は各鉄心ごとに施した数字蓄積励磁巻線 nex で ある。これは単に励磁して残留磁化を与えるだけである から,巻数は接点の電流容量と実用的巻線の範囲に選べ ばよい。

検出巻線①→ ⑫は,図において5個の巻鉄心に共通に 数ターン  $(n_1)$ 巻いたものである。二次巻線  $(n_2)$  とし て検出出力巻線が負荷の冷陰極管グリッド,または有極 継電器に所要の出力をうるためには, $n_1$ , $n_2$ に対する巻 数,電流,抵抗,鉄心の固有抵抗,形状,磁性の過渡特 性に対して問題になる。

第5図において,(a)は角形磁化曲線で蓄積巻数にて 飽和まで励磁し,電流を断とすれば(b)図における1 -2の出力波形がでる。(b)図の波形は,実験の都合上 電源の極性だけ切替えて一次巻線 n<sub>1</sub>で蓄積,検出を交 互にしている。ゆえに 1-2の波形は検出の際の誤動作 となる原因のものであるから角形性の良好なものを用い

第 1	表	試料の	種類	(その一)	
Table	e 1.	Kind	of	Samples	

				· ·	
A		В	С	D	E
磁	性	鉄心径の大きさ	$n_1$	$n_2$	H
1	Ŧ	大	a	x	H 0.5
	Z	中	h	У	H  1.0
Ī	丙	<u>بار</u>	С	z	H  1.5
	A Rá	A 磁 性 甲 乙 丙	A     B       磁     性     鉄心径の大きさ       甲     大       乙     中       丙     小	A     B     C       磁     性     鉄心径の大きさ     n1       甲     大     a       乙     中     h       丙     小     c	A     B     C     D       磁     性     鉄心径の大きさ     n1     n2       甲     大     a     x       乙     中     h     y       丙     小     c     z

てできるだけ小さいものとする必要がある。検出励磁と して、 $n_1$  に 2-3 の反転磁化を与えれば(b)図出力電 圧波形は 2-3 となる。これにより冷陰極放電管または 有極リレーを動作させる。

磁気蓄積は原理的からも時間に関係なく安定である。 振動に対しても自動交換機取付場所の状態では問題にな らない。安全な環状鉄心であるから漏洩磁束の問題なく 相互干渉の異状は認められない。

### 〔III〕実験結果

記憶磁心の特性に影響する要因は, 鉄心の磁性, 形状 方法, 検出巻線 n<sub>1</sub>, その抵抗 R<sub>1</sub>, 出力巻線 n<sub>2</sub>, その負 荷 R<sub>2</sub>, 磁化 (*H*) の大きさなどである。

これを実験計画直交配列法で検討する。

(1) 実験計画(その一)

3水準として要因を製造会社別による磁性,鉄心の大

---- 15 -----

第2表 無負荷電圧に関する分散分析表 Table 2. Analysis of Variance for the No-load Voltage

	SS	f	mS	F	$F_0$
$S_A$	18.33	2	9.17	0.013	
$S_B$	1,788.96	2	894.45	1.29	F <sup>2</sup> 3.63
$S_C$	2,048.29	2	1,024.24	1.48	16 6.23
$S_D$	3,506.74	2	1,753.37	2.53	
$S_E$	11,001.40	2	5,500.70	7.95 **	
$S_e$	11,073.91	16	692.11		

第 3 表 出力電圧巾に関する分散分析表 Table 3. Analysis of Variance for the Breadth of Output Voltage

	SS	f	mS	F	$F_0$
SA	2,016.22	2	1,008.11	1.497	
$S_B$	1,442.00	2	721.00	1.071	$F^2$ 3.63
$S_C$	561.55	2	280.77	0.417	16 6.23
$S_D$	630.89	2	315.45	0.469	
$S_E$	18,072.66	2	9,036.33	13.342**	
S <sup>e</sup>	10,770.69	16	673.17		

きさ,検出巻線 n<sub>1</sub>,出力巻線 n<sub>2</sub>,励磁の大きさ H と して,第1表試料の直交配列表で実験した。

第 4 表 電圧波高値×電圧巾に関する分散分析表 Table 4. Analysis of Variance for the Height of Voltage  $\times$  Breadth of Voltage

	SS	f	mS	F	$F_0$
$S_A$	80,072.9	2	40,036.5	2.92	
$S_B$	39,369.0	2	19,684.5	1.436	F2 3.63
$S_C$	13,661.7	2	6,530.8	0.476	16 6.23
$S_D$	151,311.2	2	75,655.6	5.52 *	
$S_E$	41,987.7	2	20,993.8	1.532	
$S_e$	219,253.2	16	13,703.3		

	Table 5. Ki	ole 5. Kind of Samples (No.)			
	要因 A	В	C		
水進	<i>n</i> <sub>1</sub>	$n_2$	H(エルステッド)		
0	10	200	0.5		
1	20	300	1.0		
2	30	400	1.5		

第5表試料の種類(その二)



一次コイル巻数 10 T, 出力電圧波形はシャープで

測定項目 出力電圧波形 X出力電圧 Y出力  $X \bullet Y$ 

(a) 出力電圧波高値に関する検定(第2表)

この結果によれば、磁化力の大きさ H が一番大きく影 響し,検出用巻線に加える検出磁化は直流磁化特性の場 合の角形曲り角 0.05 エルステッドより、20 倍程度大き い磁場をかけるような R1 が選定されねばならない。

(b) 出力電圧巾に関する検定(第3表)

この結果は前の(a)と同様に検出磁化の大きさに有 異差がある。

(c) 電圧×電圧巾に関する検定(第4表)

出力波形に関しては、出力巻線 n2 の巻線に関して有 異差がある。

(d) 無負荷電圧の波形

以上の要因で検出巻線の仕様を変えて測定すると,第 6図(a)では $n_1$ が小のため尖鋭な出力がえられ $n_1$ を 中間の仕様にするとだんだん頭がだれてくる。

n1 を大きくすると電圧波形の頭が二つになる。

このような現象が実験的には確かめられたので第2回 目として要因を巻線と検出磁化の大きさに整理して実験 してみる。

(2) 実験計画(その二)

巻線と励磁の大きさの影響をはつきりさせるため同一

第6図 一次コイル巻数の電圧波形に対する影響 Fig. 6. The Influence of Primary Winding for the Voltage Wave Form

第6表 出力無負荷電圧に関する分散分析表 Table 6. Analysis of Variance for the No-

load	Vo	ltage
------	----	-------

	SS	f	mS	F	$F_0$
$S_A$	5,780.22	2	2,890.11	20.1**	F2 3.49
$S_B$	4,296.22	2	5,148.11	14.9**	20 5.85
$S_C$	13,752.67	2	6,876.34	47,6	
Se	2,875.56	20	143.78		



---- 16 -----

SATT 方 式 の 一 考 察 (第 2 報)

第7表 出力無負荷電圧巾に関する分散分析表 Table 7. Analysis of Variance for the Breadth of No-load Voltage

	SS	f	mS	F	1	7 <sub>0</sub>
S <sub>A</sub>	31.63	2	15.82	12.36**	F2	3.94
S <sub>B</sub>	0.52	2	0.26	0.20	20	5.85
$S_C$	231.41	2	160.71	125.5**		
Se	25.74	20	1.28			

第8表 波高値×電圧巾に関する分散分析表 Table 8. Analysis of Variance for the Height of the Voltage × Breadth of Voltage

	SS	f	mS	F	$F_0$
$S_A$	5,613.0	2	2,806.5	1.269	F <sup>2</sup> 3.94
$S_B$	128,270.6	2	64,135.3	28.99 **	20 5.85
$S_{\mathcal{C}}$	12,795.0	2	6,397.5	2.89	
Se	44,242.9	20	2,212.15		





(b) 無負荷出力電圧巾に関する検定(第7表) 電圧の巾は過渡磁化特性に対する要因として, A 要因

0 0.5 10 15 - 磁化力H (エルステッド)

第7図 同一鉄心にて無負荷電圧に対する n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>の影響

Fig. 7. The Influence of  $n_1$ ,  $n_2$  for the No-load Voltage with Same Core

材料,同じ大きさで第5表のような試料として直交配列 法で実験した。

出力電圧測定はその無負荷電圧の波高値とし,所要感 動出力は実際の負荷接続で検定した。

測定項目 出力電圧波高值 X

出力電圧巾 Y

出力 X•Y

(a) 出力電圧波高値に関する検定(第6表)

すなわち波高値に関しては A, B, C 要因とも有異差 あり, A, C 要因は過渡磁化特性に関係し, B 要因は無 負荷二次巻線であるから当然影響力はあるわけである。 C 要因が非常にきくので *HC* はできるだけ小さい方が よい。

この場合の n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>, H を変えた実測値を第7図に示す。

冷陰極放電管を使うと n<sub>2</sub>, n<sub>1</sub> の仕様指定は範囲がせま くなる。しかし有極継電器を使用すると非常に高感度に 応動するため本実験の試料ではどれでも動く。それゆ え,仕様は非常に容易なものとなる。 すなわち n の値, C 要因すなわち H が非常に影響する。B 要因すなわち  $n_2$  は関係しない。

(c) 出力に関する検定(第8表)

この出力に関しては、二次コイルの巻数 n2 に有異差が非常にあり、ほかの要因には有異差はない。

〔IV〕 二次側抵抗負荷の場合におけ

る矩形磁心内過渡磁化の検討<sup>(8)</sup>

(1) 理論式の解析

異方性パーマロイを使用した磁心の理論的検討は,す でに 1951 年頃より研究発表<sup>(6)(7)(8)</sup>があり今後このよう なものを参考にして論議を進めたいと思う。文献<sup>(8)</sup>を参 考として簡単に検討してみた。

まずつぎの仮定をおこなう。

1. 供給磁界 H は Z 方向で, かつテープ状磁心の 周辺について一様である。

2. x 方向の両端では電界はない。

3. 誘電率 *ε* を無視する。

4. *E-H* は平面波と同様に考える。

5. t=0 で磁界, 電界はない。

この場合, Max well 方程式は

 $\begin{cases} \frac{\partial Ey}{\partial x} = -\frac{\partial Bz}{2t} \\ \frac{\partial Hz}{\partial x} = -\sigma Ey \end{cases}$ 

---- 17 -----

通信機器特集号 第2集



esis Curve for Increasing H

:  $\frac{\partial^2 H_z}{\partial x^2} = -\sigma \frac{\partial B_z}{\partial t}$ さらに, ヒステリシス曲線を第9図



のごとく考える。

6. 電源は電流 I<sub>0</sub> なる定電流源と 仮定する。

しかる時は,任意の時間 t において 磁心の中央部における磁界 H(o,t) は

 $H(o,t) = \frac{NI_0}{s} - \frac{N_1 i_R}{s}$ ただし、N = -次巻数  $N_1 =$ 二次巻数  $i_R =$ 二次誘起電流  $s = 2\pi r$ r =  $2\pi r$ 名荷端子間誘起電圧は、

 $v_R = e(t) = -N_1 \frac{d\phi}{dt}$ ただし、h = = 27 - 0巾 Maxwell 方程式を適用し、境界条 件、初期条件を代入すれば

$$: e(t) = \frac{2hN_1(H_o - H_s)w}{\sqrt{G^2 + \frac{2(H_o - H_s)\sigma}{k\mu H_s}}t}$$
[volts.]
  
ただし、 $H_o = \frac{NI_o}{s}$ 
  
 $H_s = 飽和磁界, ヒステリ$ 
  
シス曲線参照
  
 $w = = 27 - 0$ 巻数

 $R = 10 \text{ k}\Omega$ 





 $R=5 \,\mathrm{k}\Omega$ 

 $R=200 \Omega$ 



### Magnetic Core

第11図 負荷抵抗Rを変えた場合における負荷端子電圧波形 Fig.11. Voltage Wave Forms of Variable Resistance Loaded Core



R = 負荷抵抗 また,板全体が飽和してしまうに要する時間 ts は,  $t_s = \frac{\sigma k \mu H_s d^2}{\delta (H_o - H_s)} \left( 1 + \frac{4G}{\sigma d} \right)$ 54 ただし, d=厚さ また、 $t > t_s$  に対しては  $e(t) \rightarrow 0$  と考えてよい。実際 は, exponential に減少するであろう。 (2) 実験結果 測定は次のコアーを用いて行つた。  $\exists \mathcal{T} - h = 10 \text{ mm}$ 27 Z d = 0.1 mmE w = 27ρ =45×10<sup>-8</sup> Ωm (固有抵抗) 衙 µs = 106 (比導磁率)  $s = 1.6 \pi \text{ cm}$ 出力側卷数=200 turns 入力側卷数=30 turns 励磁電流=120 mA  $H_0 = 71.7 \text{ AT/m}$  $H_s \rightleftharpoons 3.2 \text{ AT/m}$ 第11図は、負荷抵抗 R を任意に変えた場合における



第12図 抵抗負荷の検出出力電圧理論的波形 (抵抗6種類)

Fig. 12. Theoretical Voltage Output during Switching of a Resistance Loaded Core for Six Different Load Resistance

負荷端子出力電圧波形を示す。第12図は、前項と同じ 条件における理論式による波形を示す。

(3) 結果の検討

1. 理想化したヒステリシス曲線における H<sub>s</sub>の決定 に難点がある。アンペアターンが小さい範囲では,この 理想化は適応できないのでなかろうか。

2. 理論よりの計算値は測定値に一致しないが,波形 はよく似ている。とくに飽和後のHの増加に対してBの 変化はないとしたのは,結果にほとんど影響していない。

3. t=0 の時の誘起電圧は

$$e(0) = \frac{H_o - H_s}{N_1} 2\pi r R \qquad (V$$

となり R に比例し, N<sub>1</sub> に反比例する。かつ, その比例 定数は負荷に関係のない定数である。これはおかしい結 果である。かくて, t が 0 に近い範囲においては, R の大 なる場合この理論は適応できないであろう。

4. これは定電流源として理想化したことに難点がある。すなわち実際は t=0 で $i=I_0$  でない。

5. スイッチインにおける過渡現象論的洞察を行うべきである。

6. 前書の仮定は再検討すべきである。

# 〔V〕 結 言

以上のように,磁気蓄積装置を使用すれば従来の継電 器式あるいは放電管式に比べて遥かに,経済的で安定な ティケッティング・トランクをうることができ,実用化 に際して非常に有利であることがわかつた。また磁気蓄 積装置は SATT 装置のみでなく,蓄積装置として継電 器の変りに広く実用化できる見透しもついた。なお実験 結果をまとめて列挙すれば,

(1) 第1図でわかるように,小形異方性パーマロイ 巻鉄心で負荷を冷陰極放電管とした場合,検出巻線 n<sub>1</sub> は 10 ターン,出力巻線 n<sub>2</sub> は 400 ターン程度で十分使用 できた。

(2) 同じく第7図でわかるように,負荷を有極継電器とした場合,その高感度速動性のため試作した試料中小のどれでも十分に応動した。ゆえにこの負荷の場合は,鉄心の形状,寸法,巻線仕様はより小形製作容易なものとなしうる。

(2) 出力に関係する要因

有極継電器負荷の場合,出力巻線 n<sub>2</sub>の負荷特性により波形は第11図のように複雑に変化し,過渡磁化特性としては今後論議しなければならない。

しかし,実用的には今回試作の磁心なら十分駆動でき るゆえ,実験計画の要因は負荷を冷陰極放電管とした場 合が問題である。すなわち二次側無負荷として検定して もよい。

(4) 実験計画による要因の検定

出力に関しては,この試料の範囲では材質の特性によ る影響および鉄心の断面積が同じなら形状の大きさは影

品

紹

響しない。

冷陰極放電管負荷に対し論議すれば,無負荷電圧波高 値には,検出巻線 n<sub>1</sub> 出力巻線 n<sub>2</sub>,検出磁化力 H のす べてが非常に影響する。しかし,その電圧巾(Y)につ いては n<sub>1</sub> と H が影響し,その出力波形 X・Y につい ては n<sub>2</sub> のみ影響する。

(5) そのほかの事項

実験結果として表示はしてないが、角形性  $\delta = \frac{B\gamma}{B1}$ は 93% 以上程度に押えたい。86% 程度では誤動作の要因 となるので使用できない。

蓄積は時間の経過に対しては安定で,24 時間後動作 させても異状はない。

積み重ねによる漏洩磁界,機械的微小振動についても 安定である。

この点は実用上は重要であるから,次回数量的に表示する。

終りに臨み,この研究の機会を与えられた日立製作所 通信事業部技師長渡辺博士,御指導御鞭撻をいただいた 日立製作所戸塚工場小林有線部長,電話課設計課三井主 任にあつく感謝するとともに,試料の作成に御協力をい ただき優秀な材料を供給していただいた東北金属工業株 式会社池内氏,若井氏,日立研究所小野主任研究員,渡 辺氏に深甚なる謝意を表する。

#### 参考文献

- (1) 中野,大塚,平子: 日立評論 38 1153 (昭 31-9)
- (2) 高橋: 電子計算機 岩波講座現代物理学 10 巻 1955
- (3) 室賀, 高島: 電子計算機 通信工学講座 8-D.
   1955
- (4) 山下,元岡: 電学誌 73 (1953);74 (1954)
- (5) 元岡,山下: 通学誌 Vol 39 No. 5 (1956)
- (6) D. F. Hunt: Saturation Time for Deltamex Trans former 1951 Internal report. Burroughs Corpolation
- (7) S. H. chow: Journal of Applied Physics 1954 Vol 25 No. 3
- (8) A Papoulis: Journal of Applied Physics 1954Vol 25 No. 2



# HXC-2A クロスバー自動交換機

Type HXC-2A Crossbar Automatic Telephone Exchange

関西電力株式会社八日市営業所のクロスバー式自動交 換機は日立製作所により製作納入されたものでその特長 仕様は次のごとくである。

	-	般	加	入	者	回	線	数		Ę	50	П	線											
	局				線						5		線	Į										
	自	動	式	私	設	市	外	線			3	П	線	l										
	磁	石	式	私	設	市	外	線		3	10	П	線	Ę										
	寸	法			高	さ		2,5	520	n	nn	n		巾	畐	9	73	m	m	1		3 字	品	
	接	続	方	式		(a	.)	完	全	共:	通	制	御	-	段	接	続	方	式					
						(b	))	有	紐:	式	外	線	手	動	扱	方	式							
						( c	:)	加	入	者	水	平	路	収	容	通	話	装	置	垂ī	直路	各収	容	
	主	要	装	置		(a	.)	通	話	接	続	用	ク	ц	ス	バ	-	ス	1	ッ	チ	3 個	1	
								ts	5	び	K	制	御	y	V	-	群		式					
14	1					(b	))	主	制	御	装	置	マ	-	カ	<b>2</b>	個	(	本	機	お。	よび	、予	
×.								備	機	)														
						( c	;)	副	制	御	装	置	V	ジ	ス	タ	容	量	3	個領	実 ?	表 2	個	
						(d	()	通	話	装	置	容	量	10	個	実	装	8	個					
						(e	))	そ	Ø	ほ	か	$\nu$	Ł	-	4	,	信	号	機	監	視業	<b>麦</b> 置	関	
								係	-	式														
	本	機	は	E	記	の	2	Ŀ	き	構	成	で	Z	く	R	P	B	X	用	Ł	ι.	て耶	i扱	
									22					~~ /						22			22.45	

本機は上記のことさ構成でとくに FDA 用として取扱 いの簡素と小型経済化,装置の単純化に主眼点を置き信 号機主監視盤,テスト盤などもすべて内蔵しコンパクト な構造となつており,さらに防塵に関しては完全密閉型 とし無人式に適するようになつている。



第1図 HXC-2A クロスバー自動交換機 Fig. 1. Type HXC-2A Crossbar Automatic Telephone Exchange

接続動作に関しては自己試験確認方式を各所に採用し 動作の確実を図つており,たとえ障害などが発生しても 早期発見を可能にするための統計装置も自蔵している。

主制御装置マーカの接続を行う時間は非常に速く 0.2 ~0.3 秒であり、その割に電力消費は少ない。

また本機は現在2数字式で運転しているがジャムパ線の変更のみで,簡単に3数字式に変更できるようになつている。

