

国鉄小千谷連絡送電線用

搬送保護継電装置の人工故障試験

川 井 晴 雄*

Field Test of Carrier Current Protective Relaying Set
Installed on the Ojiya Power Transmission
Line of National Railways

By Haruo Kawai

Kokubu Branch Works of Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The artificial field fault test of Hitachi's carrier current protective relaying set installed on the Ojiya Power Station and the Senju Power Station of National Railways, which had been remained due for a long time, was effected from June 30 for a couple of nights.

The set was taken into service last August. Since then it has had several chances to operate on occasions of actual line faults with satisfactory results, and the test given this time was to confirm and determine specifically its regular capacity.

Even though the conditions of the test imposed were far much severer than those to be met in the practical use, it could prove its consistent high accuracy in function. The operating times were $4.2 \sim 4.9 \sim$ at one line ground faults and $3 \sim 3.3 \sim$ at two line ground faults. The latter figure should be considered unsatisfactory for this kind of relay if it not for the line voltage which was lowered at that time to $60 \sim 80\%$ of the normal.

The abnormal voltage between the poles of the circuit breaker opened at the time of artificial line fault was also measured to reveal that the highest was 256% of the normal voltage.

〔I〕 緒 言

国鉄の小千谷発電所は周知の如く信濃川流域に位する重要発電所であつて、上流の千手発電所と共に国鉄電化の心臓部を形成している。従つてこの両発電所を結ぶ小千谷連絡送電線は一刻たりとも無為の停電を許されない重い使命を持つている。本送電線のかゝる重要性に鑑み、国鉄当局の御英断により本邦最初の試みとして搬送保護継電方式が採用され、日立製作所が製作に当り、昭和26年8月小千谷発電所の送電開始と共に運転に入つたが、

* 日立製作所国分分工場

爾来好調に動作し、現在迄に数回に亘り事故を選択遮断してその責務を果たして来た。

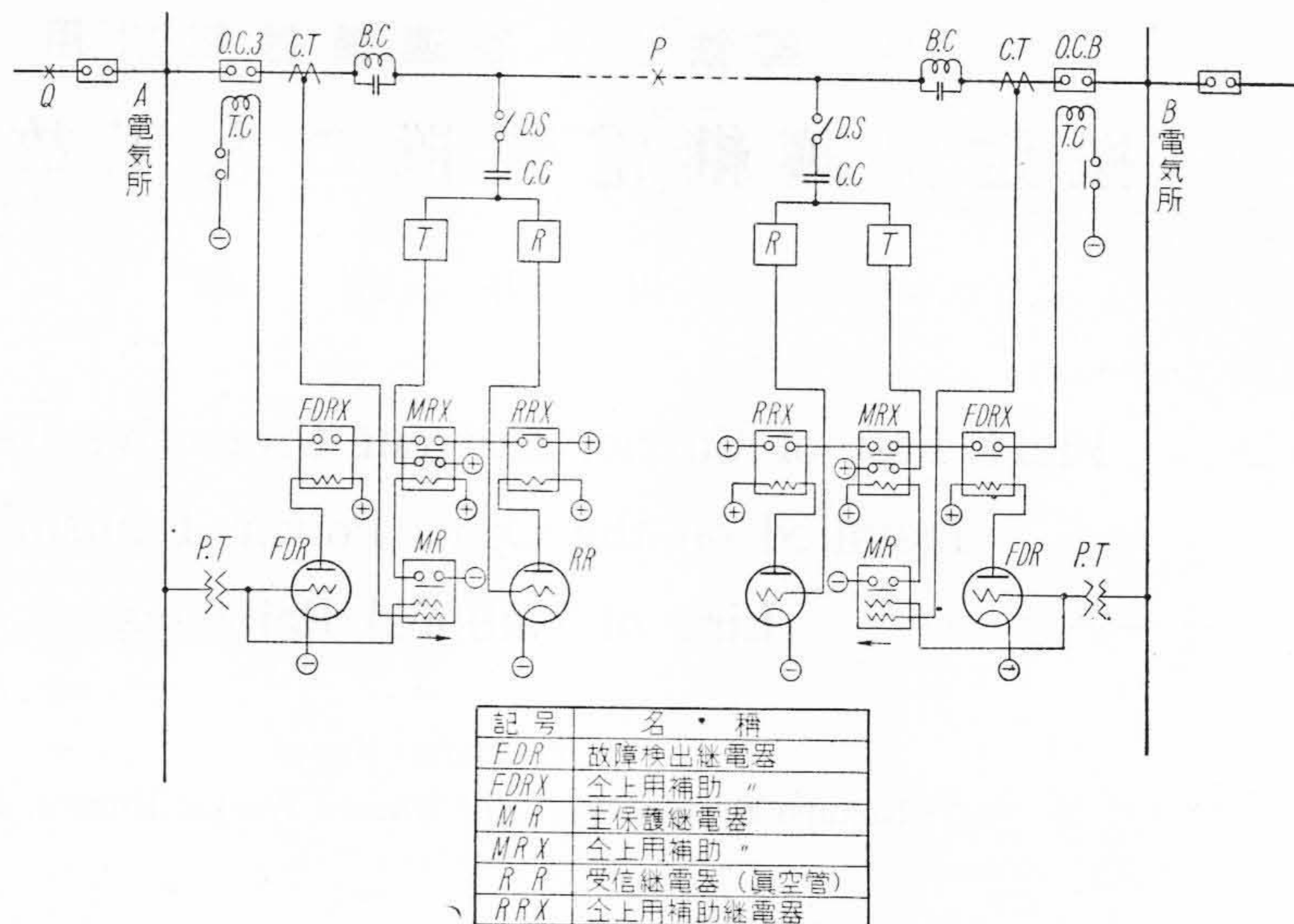
本装置を正規の運転に入れるに先立ちこれが動作性能については綿密な試験が行われたが、当初予定された人工故障による実地試験は種々の事情に制約されて延期の止むなきに到つていた。それが今回漸く実施の運びとなり、昭和27年6月30日夜から7月2日の早暁にかけて2晩に亘り実施された。なおこれと同時に故障時に線路に現われる異常電圧の測定も行つた。今回の試験に当り搬送保護継電装置は終始適正な動作を行いその責務を全うすることを立証したが、以下その概要を御紹介する。

第 1 図

CSR 型搬送保護継電装置
動作説明図

Fig. 1.

Schematic Diagram of
Type CSR Carrier Current
Relaying Set



〔II〕 供試搬送保護継電装置と遮断器

試験に供された搬送保護継電装置と碍子型制弧遮断器については既に本誌上に発表⁽¹⁾してあるが、その要点を述べると次の如くである。

(1) CSR 型搬送保護継電装置

本装置の仕様は第 1 表に示す如くである。なお第 1 図に本装置の動作原理を、又第 2 図に各継電器の動作順序を示す。その特長とする処は、

- (a) 常時送出式なる故点検装置を必要としないこと、
- (b) 搬送装置故障の場合は両端共自動的に本装置を閉塞せしめ、誤遮断の懸念が全くないこと、
- (c) 電力動揺その他の故障類似状態で誤動作しないこと、
- (d) 搬送装置は相互干渉や雑音波の影響を受けることが少ないこと、等である。

(2) BO-200A-PA 碍子型制弧遮断器

本器の仕様は下記の通りである。

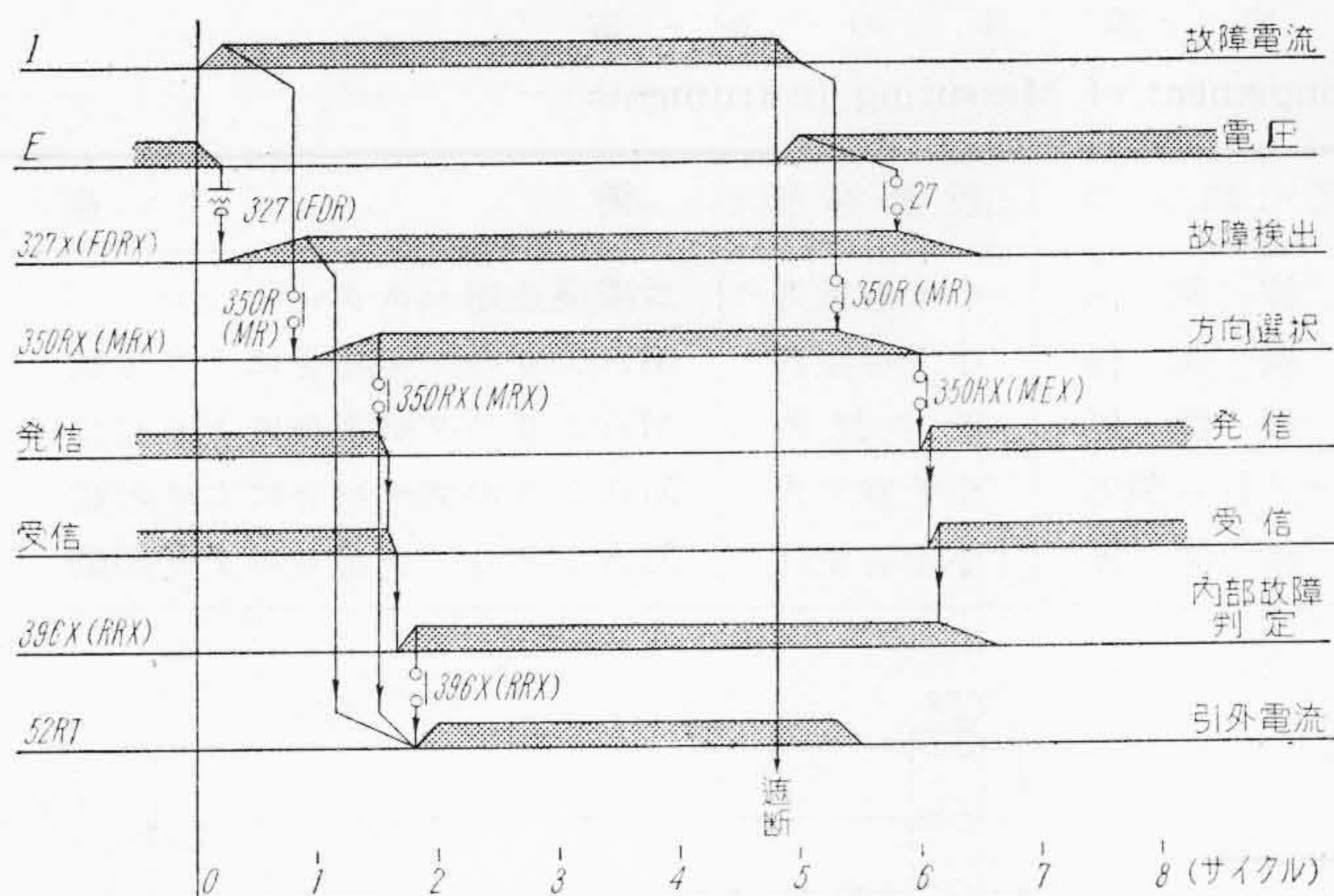
型 式	BO-200A PA
定 格 電 圧	161 kV
定 格 電 流	800 A
遮 断 容 量	2,000 MVA
投 入 容 量	20 kA
短 時 間 電 流	7,200 A
開 極 時 間	70 mS 以下
全 遮 断 時 間	100 mS 以下
衝 撃 波	825 kV
絶 縁 耐 力	(1×40 μS)
動 作 責 務	O-1 分-CO-3 分-CO

本器は絶縁耐力が衝撃波で 825 kV 以上なることが従来の制弧遮断器に比し異なる点である。

第 1 表 CSR 型 搬 送 保 護 継 電 装 置 の 仕 様

Table 1. Specification of Type CSR Carrier Current Relaying Set

継 電 方 式	間接方向比較常時送出釈放式 非変調異周波式
送 受 信 方 式	水晶制御発振方式 水晶濾波器による狭帯域受信、スーパーヘテロダイン検波
伝 送 回 路	一線大地帰路
送 信 出 力	5W (37 db) 以上
受 信 出 力	D.C. 100 mA 以上
使 用 継 電 器	誘導環型電圧抑制付高速度電力方向継電器(KRV-QW) 誘導環型瞬時動作接地方向継電器 (KG-QC)
装 置 の 時 定 数	3 mS 以下
動作時間(標準)	短 絡 30~40 mS 地 絡 70~90 mS



第2図 CSR型搬送保護継電装置動作順序説明図
Fig. 2. Sequence Diagram of Type CSR Carrier Current Relaying Set

〔III〕 試験系統と試験方法

(1) 試験系統

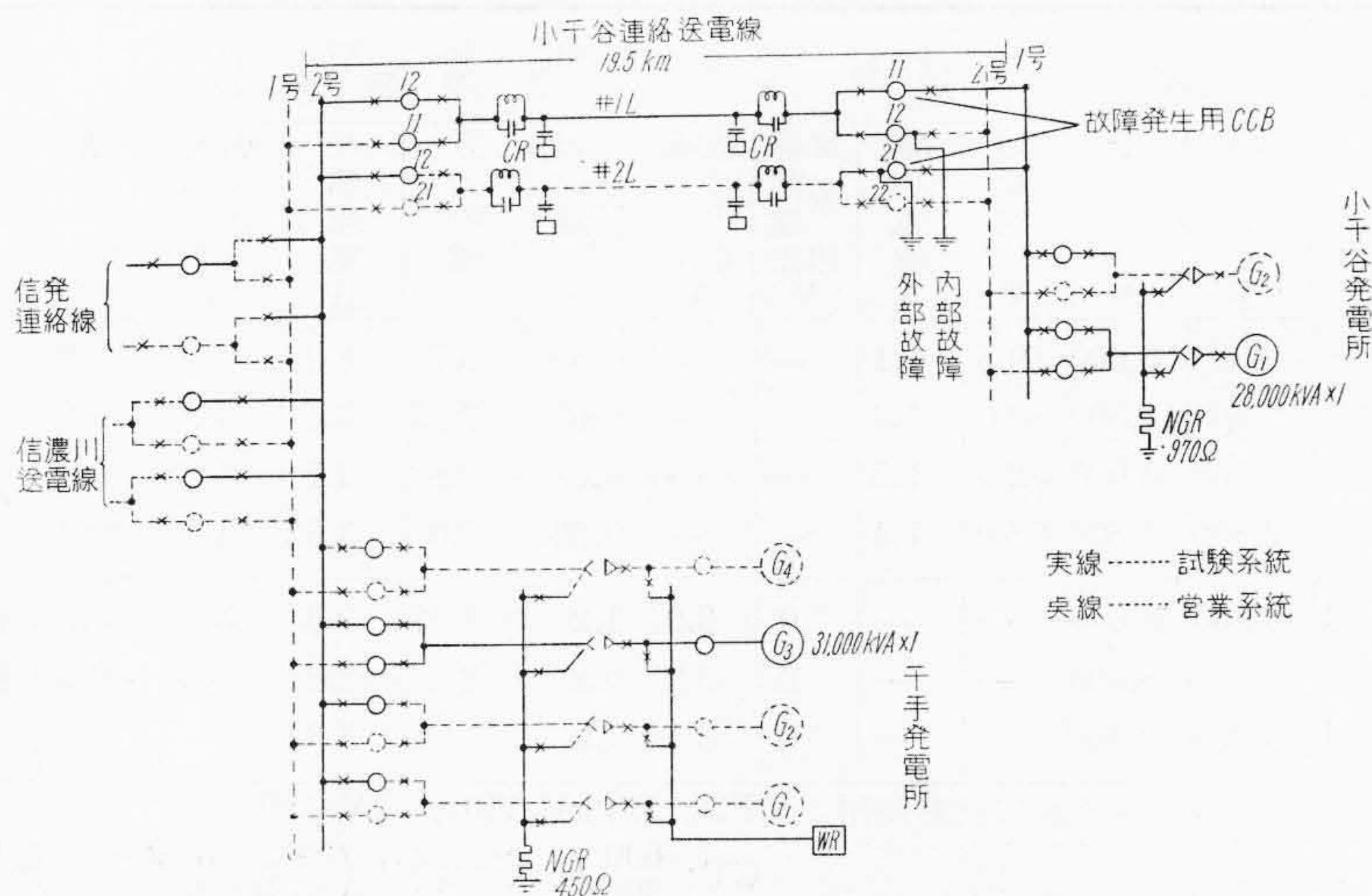
試験系統は第3図に示す如く構成された。即ち2号送電線で営業送電を続け、1号送電線を独立した試験系統とした。電源容量及び負荷は下記の通りである。

電源容量	千手	31,000 kVA×1
	小千谷	28,000 kVA×1
負荷	千手	5,000~11,500 kW
	小千谷	2,800~3,500 kW

第2表 試験の種類と回数

Table 2. Kinds and Times of Tests

月/日	試験番号	接地相	系統電圧(%)	回数	備考
6/30 ~ 7/1	⑫	R	60	1	区間内故障
	⑬	R	80	1	区間内故障
	⑮	T	80	1	区間内故障
7/1 ~ 2	⑳	R-S	60	1	区間内故障
	㉑	R-S	80	1	区間内故障
	㉒	S	80	1	区間内故障
	㉓	S-T	80	1	区間外故障



第3図 試験系統接続図
Fig. 3. Connection Diagram of Ojiya Transmission Line Under Test

負荷としては千手の水抵抗器を使用した。人工故障発生地点は小千谷発電所とし、故障発生用遮断器としては区間内部故障に対し 52 R₁₂, 区間外部故障に対し 52 R₂₁を使用した。故障発生は 150 mm² 銅線による金属接地とした。なお故障発生用遮断器は、故障発生後 30~ で自動遮断する如くした。

(2) 試験の種類と回数

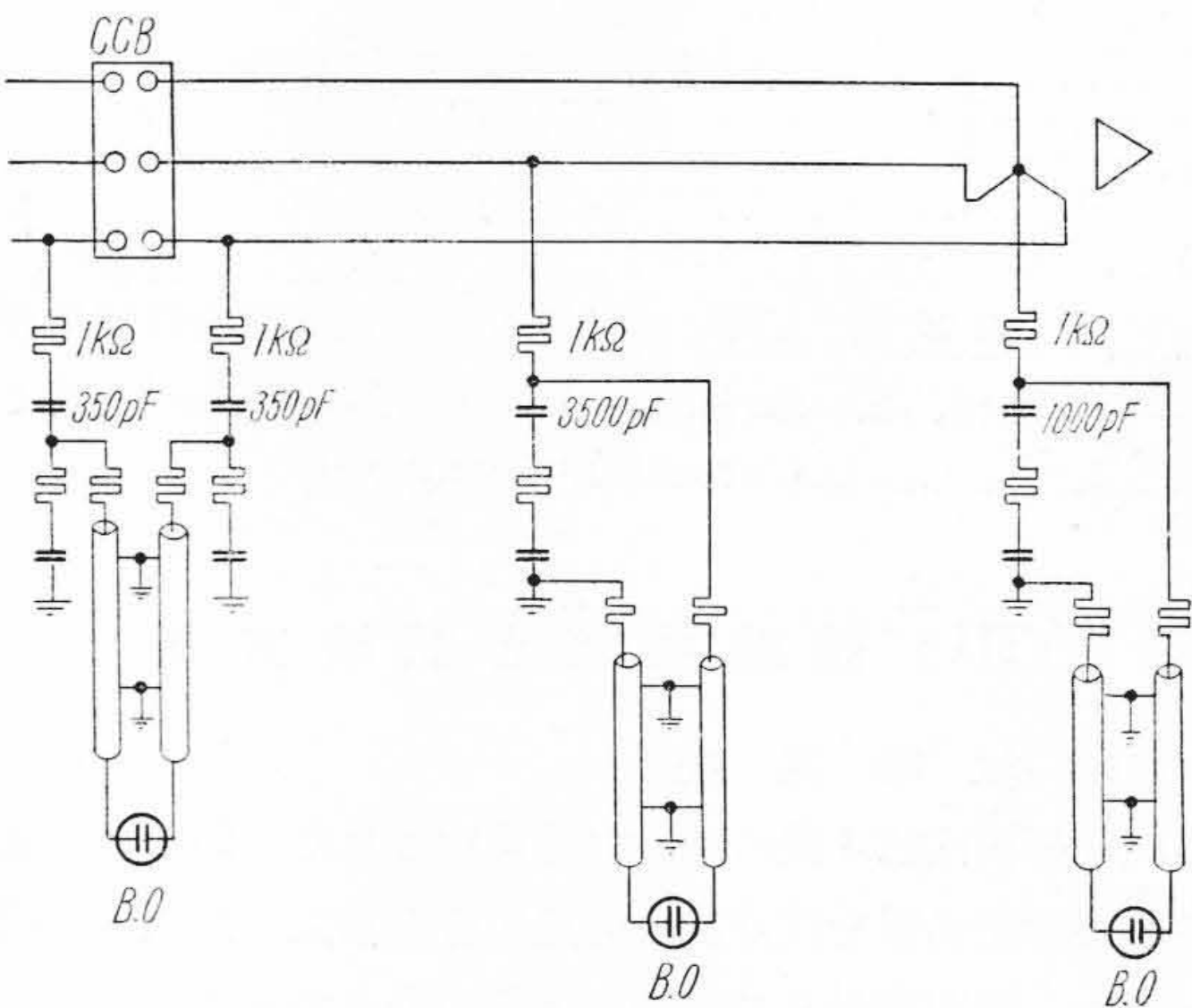
実施された試験の回数は時間の都合により当初の計画と若干異なつたものとなつたが、第2表に示す通り一線接地4回、二線接地3回(内1回は区間外故障)であつた。なお人工故障により系統に与える衝撃の大きなことを慮り、系統電圧を 60%, 80% と順次上げて試験を行つた。このように定

第 3 表 測 定 器 具 の 配 置
Table 3. Arrangement of Measuring Instruments

記 号	種 別	測 定 内 容	設 置 場 所	備 考
MA	6 要素電磁普通型	送電線関係	小千谷屋外	故障発生用マスターオシロ
MB	6 要素電磁ロング	発電機関係	小千谷屋内	MAよりのブザ指令により起動
MC	6 要素電磁ロング	発電機関係	千手屋内	MAよりのブザ指令により起動
MD	6 要素電磁ロング	キャリアリレー関係	小千谷屋内	MAよりのブザ指令により起動
BO	3 要素ブラウン管	遮断器関係	小千谷屋外	MAよりのブザ指令により起動

第 4 表 継電器関係測定項目
Table 4. Arrangement of Oscillograph Elements (MD)

試験種別	エレメント番号	測 定 項 目
一線接地試験	1	零相電流 (I_0)
	2	零相電圧 (V_0)
	3	接地故障検出継電器 (364 S) 動作
	4	方向接地継電器 (364 R) 動作
	5	受信継電器 (396) 動作
	6	引外電流
二線接地試験	1	故障相電流 (I)
	2	故障相線間電圧 (E)
	3	短絡故障検出継電器 (327) 動作
	4	方向短絡継電器 (350 R) 動作
	5	受信継電器 (396) 動作
	6	引外電流

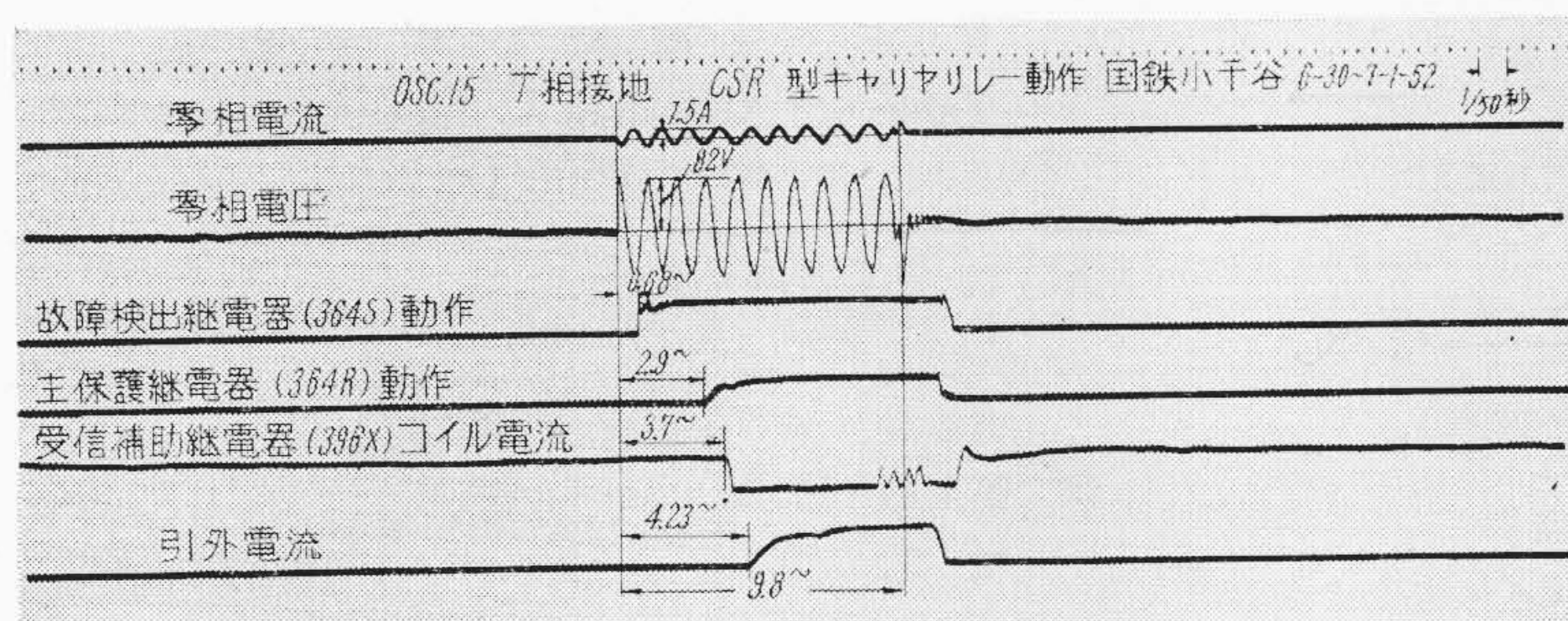


第 4 図 異 常 電 圧 測 定 回 路
Fig. 4. Schematic Diagram for Measuring of Abnormal Voltage

第 5 表 搬送保護継電装置試験結果一覧表
Table 5. Results of Tests for Carrier Current Relaying Set

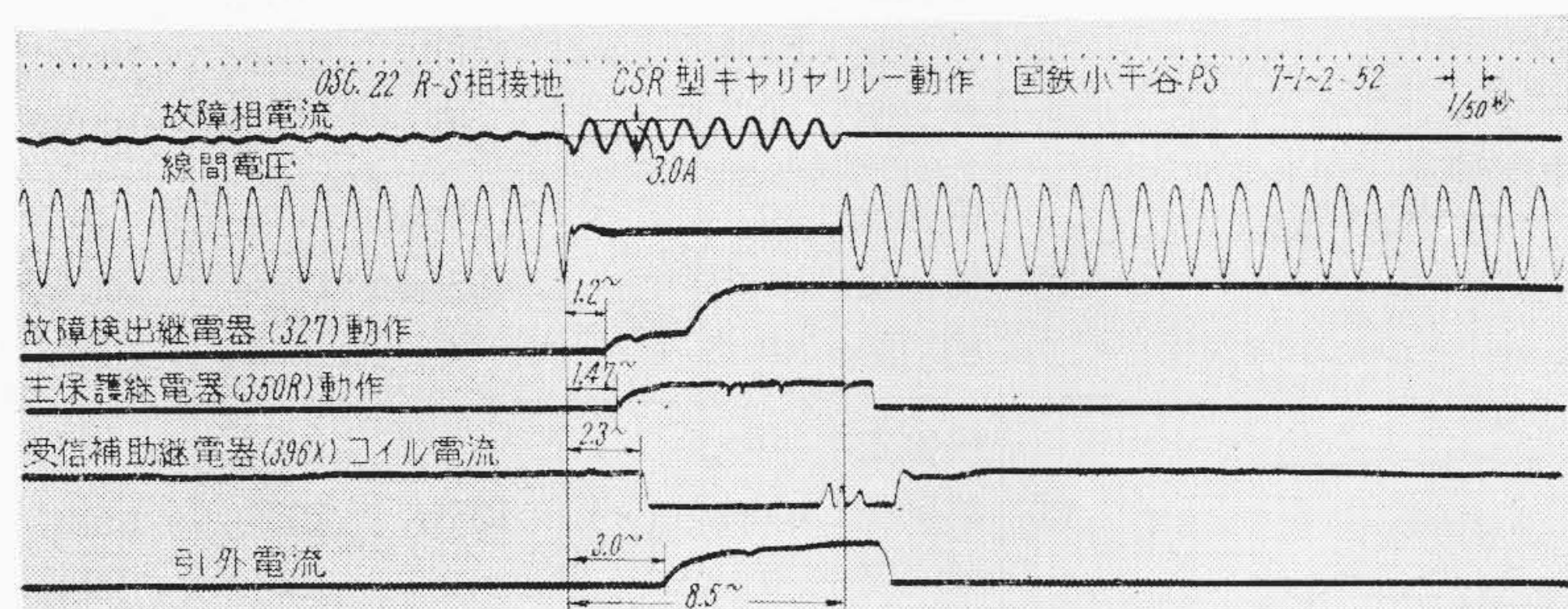
試験種別	試験番号	接 地 相	系 統 電 圧 (kV)	負 荷 (kW)		変 成 器 二 次 側				動 作 時 間 (〜) (算)					動 作 時 間 (〜) (遮 断 器)		
				小 千 谷	千 手	零 相 電 圧 (V)	零 相 電 流 (A)	故 障 間 電 圧 (V)	故 障 相 電 流 (A)	故 障 電 流 出 器	方 向 継 電 器	受 信 継 電 器	引 外 コ イ ル 始	遮 断 完 了	開 極 時 間	電 弧 時 間	全 遮 断 時 間
一線接地故障線障	⑫	R	95	3,500	5,000	59.5	1.1	—	—	0.85	3.7	4.2	4.9	10.2	(4.0)	1.3	5.3
	⑬	R	122	3,500	11,500	82.0	1.4	—	—	0.69	2.95	3.6	4.2	9.8	(4.0)	1.6	5.6
	⑮	T	122	3,500	10,000	82.0	1.5	—	—	0.68	2.9	3.7	4.23	9.8	(4.0)	1.6	5.6
	⑰	S	135	2,800	8,800	93.0	1.4	—	—	0.92	3.0	3.62	4.23	10.2	(4.0)	2.2	6.2
二線接地故障線障	⑳	R-S	98	3,500	6,000	—	—	0	3.0	1.2	1.47	2.3	3.0	8.5	(4.0)	1.5	5.5
	㉑	R-S	132	3,500	8,000	—	—	0	3.2	0.8	2.1	2.2	3.3	9.5	(4.0)	2.2	6.2
	㉓	S-T	130	3,000	7,000	—	—	0	3.1	1.0	—	3.3	—	—	—	—	—

- (註) 1) 零相電圧電流はそれぞれ三次を使用。 PD: 154 kV/110/√3 V/110/3 V
CT: 600/5 A 三次付 (一次 3 ターン 於 600A, 6 ターン 於 300A 三次 15 ターン)
試験の際は 300/5 A を使用す。
- 2) 方向継電器のタップ整定値は下記の通り
短絡用 (350R).....1.5A
地絡用 (364R).....0.5A
- 3) 遮断器の開極時間は試験開始直前に測定したものである。



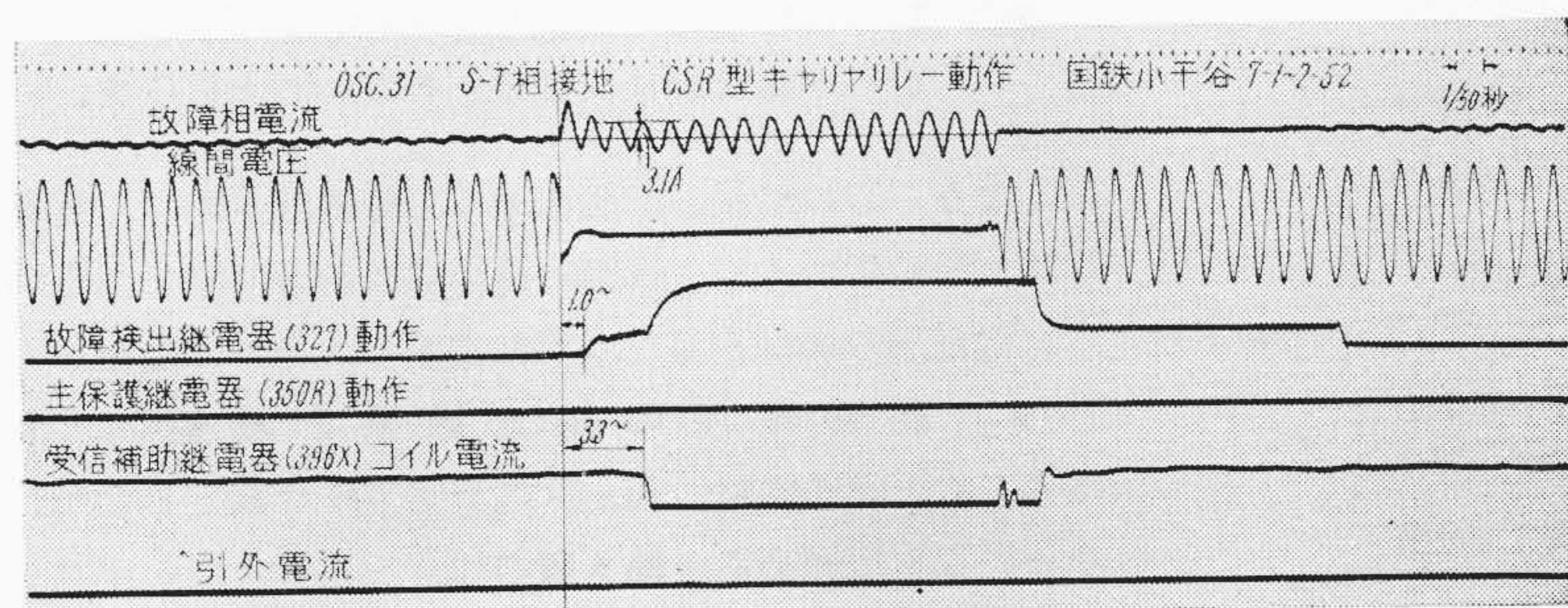
第5図 動作オツシログラム (試験番号 15, T相接地)

Fig. 5. Operating Oscillogram (Test No. 15, T-phase Grounded)



第6図 動作オツシログラム (試験番号 22, R-S相接地)

Fig. 6. Operating Oscillogram (Test No. 22, R-S-phase Grounded)



第7図 動作オツシログラム (試験番号 31, S-T相接地)

Fig. 7. Operating Oscillogram (Test No. 31, S-T-phase Grounded)

格値よりも低い電圧で試験が行われたので、継電器の動作に対しては実際の使用状態に比し悪条件となつたことは免れない。

(3) 測定器具及び測定要素

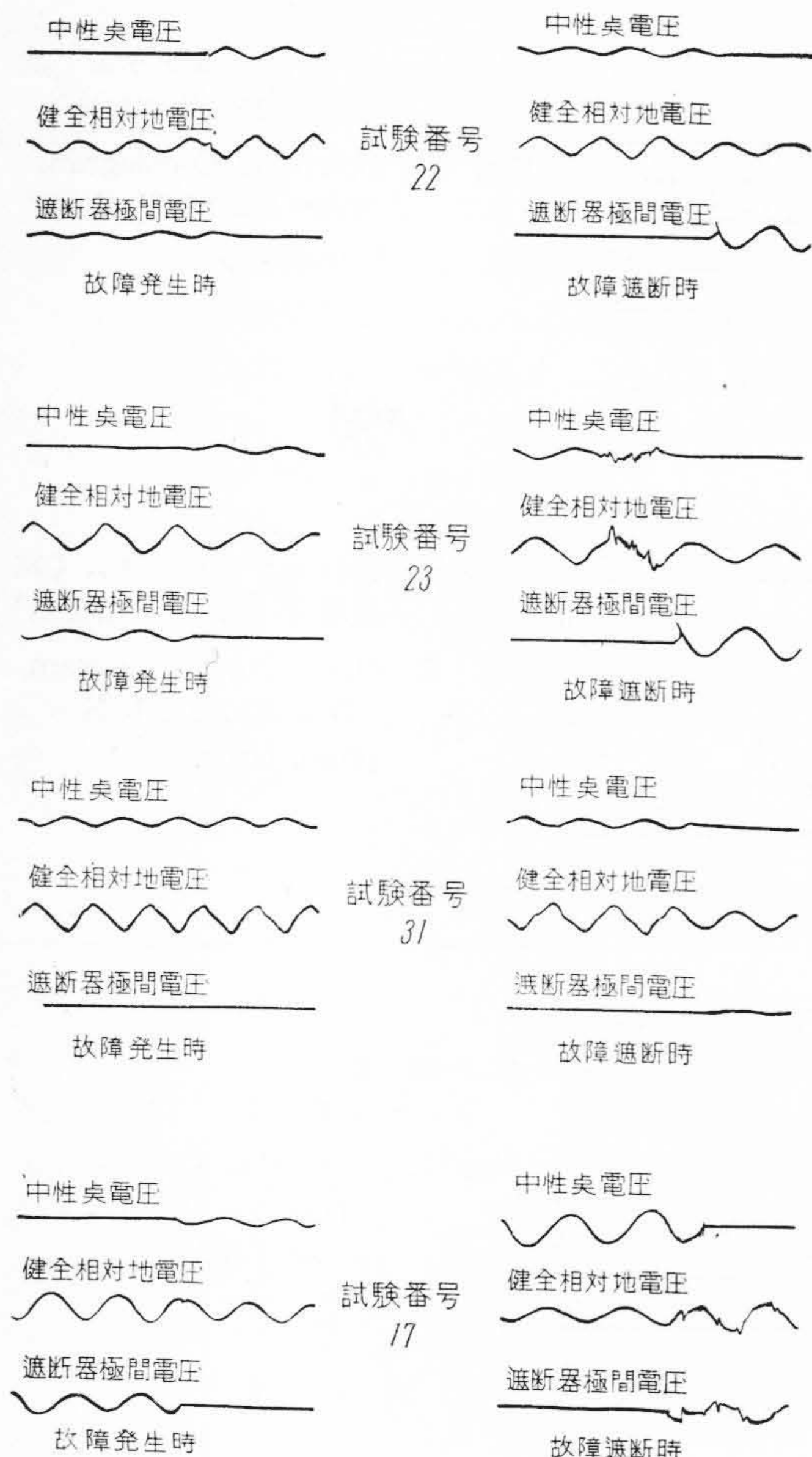
測定器具としては6要素電磁オツシログラフ4台と3要素ブラウン管オツシログラフ1台を用い第3表の如く配置された。搬送保護継電装置関係の測定項目は第4表に示す如くである。又ブラウン管による線路に現われる異常電圧の測定回路を第4図に示す。

〔IV〕 試験結果並びに検討

(1) 搬送保護継電装置の試験結果と検討

試験結果を取纏めると第5表に示す如くであつて、全試験を通じ搬送保護継電装置は終始適確な故障選択動作を行い、十分その責務を全うすることを立証した。第5～7図に動作オツシログラムを示す。試験時の系統電圧は定格の60～80%に選定され、且系統の電源容量が実際の運転状態より遙かに小さかつたので、継電器の動作時間は若干長くなつてゐる。即ち一線接地故障に対し継

電器に流れた電流は電流タップ整定値(0.5A)に対し200～300%で、且零相電圧は50～80%の低い値であつた。又二線接地故障に対しては継電器電流は電流タップ整定値(1.5A)に対し200%程度しか得られなかつた。実際の運転状態では電流は500%程度、電圧は100%近い値になるから、搬送保護継電装置の動作時間は一線接地に対し3.5ms、短絡に対し1.5ms程度となる。次に故障遮断時に受信継電器(RR)に電流が断続的に流れているが、これは遮断電弧の高周波分によるもので、遮断開始後に限られるからこのために遮断時間が延びたり又は誤動作を招来する心配は全くない。故障が弧光接地の場合は故障発生時に最大尖頭50db程度の雑音妨害波が発生することが旧日登猪苗代旧幹線に於ける試験で確認されているが⁽²⁾、この雑音波も最初の0.5ms程度続くのみでその後は急激に減衰するから、これにより引外時間が遅延したり或は引外不能に到ることは全然ない。今回の試験は金属接地故障であつたため、故障発生時の雑音妨害波は全く見られなかつた。次に遮断器の全遮断時間は6.2msで定格値5msより若干長いが、これは遮断電流



第 8 図 故障時の異常電圧のオツシログラム

Fig. 8. Oscillogram of Abnormal Voltage Appeared when Fault Occurred

が定格の 10% 以下で著しく小さいことと、引外回路に挿入したオツシロ用シャントの影響により開極時間が若干延びていたことに起因する。従つて遮断電流が定格の 25% (1,800 A) 程度迄増加し引外電圧が定格値以上あれば、線間電圧が 161 kV の場合も十分 5 $\sim$ の全遮断時間に入り得るものである。又一線接地の場合、故障相電流の最後の半周波に於て再点弧の如き現象を呈しているのがオツシログラムより観取される。一線接地の場合は接地抵抗のために二線短絡或は三線短絡に比し電圧が零に近い処で遮断電流が零になる傾向にあるから遮断し易い訳である。

従つて故障電流は遮断距離の短い処で一旦消滅するが、絶縁耐力が十分でなく 1/4 $\sim$ 後に回復電圧が最高に達した附近で他相の電流が遮断されてその再起電圧が故障相の回復電圧に重畳するために、こゝで再点弧するこ

第 6 表 故障時の異常電圧

Table 6. Abnormal Voltage Appeared when Fault Occurred

試験番号	測定箇所	故障前	故障時	故障後	遮断時	遮断後
②②	中性点	0	—	33%	—	0
	健全相	100%	—	170%	—	100%
	極間	0	—	0	152%	95%
②③	中性点	0	—	36%	84%	0
	健全相	100%	—	146%	256%	100%
	極間	0	—	0	179%	100%
③①	中性点	0	—	39%	—	0
	健全相	100%	—	155%	—	100%
	極間	0	—	0	—	100%
①⑦	中性点	0	—	92%	—	0
	健全相	100%	—	133%	195%	100%
	極間	0	—	0	135%	99%

(註) 1) 故障前の対地電圧を 100% とする。

2) 一印は特に異常電圧のないことを示す。

とになる。この結果、一線接地も二線接地も略同じ電弧時間となつている。これ等の再点弧は誘導回路であるから充電電流の場合と異なり異常電圧のおそれはない。

(2) 異常電圧の測定結果と検討

人工故障時に線路に現われる異常電圧を測定したが、その結果を取纏めると第 6 表の如くである。なおオツシログラムを第 8 図に示す。

第一回目の測定は雨中で行われたが、結合蓄電器低圧側回路の漏洩が甚しかつたため低圧側に殆ど電圧が出ず、止むを得ず測定を中止した。第二回目の時は天候は回復したが漏洩抵抗はなお数 k Ω 程度で、厳密に云うと周波数特性を持つた分圧回路を形成している訳である。第 8 図で、極間電圧が故障前に出ているかの如く見えるのは、2 箇の分圧器の位相の差に基くものである。一線接地後は一方の極が接地されるためこの電圧は無くなる。

次に故障発生時には中性点、健全相共異常電圧は殆ど発生していない。故障発生後には中性点及び健全相の対地電圧はそれぞれ上昇するが、これには第三高調波が相当多く含まれている。故障相の電圧と電流の位相差は一線接地時には約 45 $^\circ$ で、そのため遮断は比較的速に行われる。試験番号 17 のオツシログラムでは遮断器の接触開離後二度目の電流零点で先づ遮断が行われている。この時の再起電圧の周波数は 1,200 $\sim$ である。次で再点弧が一回行われ、次の電流零点では完全に遮断が行われている。

異常電圧は主として遮断時に発生しているが特に顕著なものはなく、最高は二線接地の際の 256% であった。

〔V〕 結 言

国鉄小千谷連絡送電線に設置された日立 CSR 型搬送保護継電装置は、本邦に於けるこの種装置の嚆矢をなすもので、昭和 26 年 8 月の運転開始以来その成績は斯界の注目の的であるが、現在迄数次に亘り事故を選択遮断してその責務を全うして来た。今回行われた人工故障試験に於ても、上述せる如くその性能を遺憾なく発揮して全試験を通じ終始適確に動作した。

送電系統の安定度確保の見地より、搬送保護継電装置

が高速度制弧遮断器と共に今後益々広く採用される機運にある時、本文が幾分なりとも電力関係技術者の御参考になれば幸である。

終りに臨み、今回の試験遂行に当り、諸種の困難な事情を排除して強力にこれを推進された国鉄東京給電管理事務所森尻課長その他の各位、国鉄信濃川工事事務所橋立課長その他の各位、国鉄千手発電区大平区長、小千谷発電区土橋区長、鉄道技術研究所林技師及び千手、小千谷両発電所の各位に対し、厚く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 川井、森井、猿渡、家形：日立評論 33, 6 (昭 26-6)
- (2) 山田、川井、目原：電学誌 69, 11 (昭 24-11)



最近登録された日立製作所の特許及び実用新案 (その 1)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	特許年月日
特 許	196372	蒸気加圧式製塩装置に於ける圧縮機冷却方式	川崎工場	岡崎 真秀	27. 10. 16
"	196373	自動着床制御装置	日立工場	前川 敏明	"
"	196374	粉体空気輸送機に於ける粉体受入れ及び送出報知信号装置	川崎工場	酒井 真平	"
"	196375	極超短波用電子管	茂原工場	沢田 良嘉	"
"	196376	ガイドピン型サブプレス	多賀工場	北景 工景	"
"	196377	ガイドピン型サブプレス	多賀工場	工景 工景	"
"	196378	電子顕微鏡乃至類似装置の軸調整装置	中央研究所 多賀工場	近藤 弥太郎	"
"	196379	電子廻折装置又はその類似装置の試料保持器	中央研究所	近藤 弥太郎	"
"	196380	送風機	栃木工場	南部 誠一	"
"	196381	三温度式冷蔵庫	栃木工場	楠本 陽一郎	"
"	196382	有軸木管式糸条捲取装置の捲取運動装置	川崎工場	薄 正四	"
"	196383	低揚程渦巻ポンプの逆流防止装置	亀有工場	寺田 進	"
"	196384	電圧抑制式過電流継電器	日立工場	西堀 博	"
"	196385	冷蔵庫化粧板取付装置	栃木工場	楠本 陽一郎	"
"	196386	作業量表示装置	亀有工場	大大 西野 昇	"
"	196387	蒸気タービン外匣支持装置	日立工場	佐久保 藤博	"
"	196388	グラブバケツ巻上装置	亀有工場	平原 栗保	"
"	196389	高速度継電器	日立工場	西堀 博	"
"	196390	質量分析器質量目盛記録装置	中央研究所	神原 豊三	"
"	196391	質量分析器磁界制御装置	中央研究所	神原 豊三	"
"	196392	点火栓	多賀工場	千田 実	"
"	196393	気化器	戸塚工場	菰原 連	"
"	196394	質量分析器組成記録装置	中央研究所	神原 豊三	"
特 許	196400	ケーブル起重機	亀有工場	赤木 進	27. 10. 16

特 許 月 報

最近登録された日立製作所の特許及び実用新案 (その 2)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
実用新案	396265	水 銀 整 流 器 の 風 冷 装 置	日立工場	山口 又右衛門	27. 9. 18
"	396266	ポ ン プ 呼 水 口 等 の 栓	多賀工場	益 子 三 郎	"
"	396267	圧 力 開 閉 器	日立工場	角 田 勝 美	27. 9. 18
"	396982	風 冷 式 水 銀 整 流 器	日立工場	桑 島 千 秋	27. 10. 17
"	396983	風 冷 式 水 銀 整 流 器	日立工場	桑 島 千 秋	"
"	396984	風 冷 式 単 極 整 流 器	日立工場	桑 島 千 秋	"
"	396985	集電環における中空軸支持装置	亀有工場	小 林 棋 郎	"
"	396986	エレベータ階床扉開閉用リンク装置	多賀工場	神 峰次郎	"
"	396987	複 線 式 レ ー ル ク ラ ン プ	亀有工場	江 守 忠 哉	"
"	396988	グ ラ ブ バ ケ ッ ト	亀有工場	江 守 忠 哉	"
"	396989	巻 上 機 の 制 御 装 置	亀有工場	渋 谷 英 寅	"
"	396990	ホ イ ス ト の 巻 胴 駆 動 装 置	多賀工場	横 内 直 中	"
"	396991	冷 蔵 庫 棚 網 装 置	栃木工場	楠 本 陽一郎	"
"	396992	パ ワ ー シ ョ ベ ル	亀有工場	安富 井田 輝厚夫	"
"	396993	ポ ン プ の 逆 止 弁 装 置	亀有工場	堀 田 昭 正 雄	"
"	396994	水 槌 作 用 防 止 装 置	亀有工場	堀 田 正 雄	"
"	396995	真 空 バ ル ブ	中央研究所	近 藤 弥太郎	"
"	396996	タワ ー エ キ ス カ ベ ー タ に 於 ける ロ ー プ 移 動 表 示 装 置	亀有工場	大 西 昇	"
"	396997	計 数 管 陰 極	中央研究所	萩 原 平 一 明 介	"
"	396998	積 算 電 力 計	多賀工場	加 宗 像 木 土 忠 夫	"
"	396999	枠 取 付 型 発 弧 接 触 子 付 電 磁 開 閉 器	日立工場	白 須 白 土 治 治 雄 夫	"
"	397000	電 磁 開 閉 器 火 花 樋 支 持 装 置	日立工場	白 浅 鈴 伊 二 木 久 夫	"
"	397001	電 磁 誘 導 回 転 装 置 の 回 転 力 調 整 装 置	多賀工場	伊 藤 一 謙	"
"	397002	粒 状 熱 的 可 変 抵 抗 体	中央研究所	二 木 久 夫	"
"	397003	ホ イ ス ト 操 作 ス イ ッ チ	多賀工場	横 内 直 中 一	"
"	397004	吹 消 線 輪 付 電 磁 開 閉 器	日立工場	白 土 忠 治	"
"	397005	プ ラ ン ジ ャ 型 電 磁 開 閉 器	亀戸工場	千 原 錦 吾	"
"	397006	ホ イ ス ト の 走 行 制 限 装 置	多賀工場	加 茂 谷 春 一	"
"	397007	ホ イ ス ト 走 行 制 限 装 置	多賀工場	加 茂 谷 春 一	"
"	397008	屋 外 用 走 行 起 重 機	亀有工場	赤 木 進	"
"	397009	ホ イ ス ト に 於 ける ロ ー プ エ ン ド 抜 止 装 置	多賀工場	加 茂 谷 春 一	"
"	397010	堅 坑 巻 上 機 に お ける ケ ー ジ 停 止 制 御 装 置	亀有工場	渋 谷 英 寅	"
"	397011	電 動 圧 縮 機 の 導 線 口 出 プ ラ グ	栃木工場	松 清 達	"
"	397012	電 動 圧 縮 機 用 導 線 口 出 プ ラ グ	栃木工場	松 清 達	"
"	397013	プ ラ ン ジ ャ ー 型 電 磁 開 閉 器 密 閉 開 閉 室	亀戸工場	千 原 錦 吾	"
"	397014	ホ イ ス ト リ ミ ッ ト レ バ ー 調 整 装 置	多賀工場	加 茂 谷 春 一	"
"	397015	電 線 接 続 装 置	亀戸工場	鬼 頭 国 忠	"
"	397016	ホ イ ス ト の 巻 過 ぎ 防 止 装 置	多賀工場	加 茂 谷 春 一	"
"	397017	直 流 発 電 機	日立工場	今 尾 隆	"
"	397018	ホ イ ス ト 制 御 ス イ ッ チ 吊 下 装 置	多賀工場	加 茂 谷 春 一	"
実用新案	397019	紡 糸 電 動 機 取 付 装 置	多賀工場	大 岡 宏	27. 10. 17