

超 高 圧 用 変 流 器

村 山 隆 男* 浅 野 次 男**

Current Transformers for Super-High Tension Use

By Takao Murayama and Tsugio Asano
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

As one of the protective equipment for the new Hokuriku Main Transmission line of Kansai Electric Power Co. which is under way of construction, 287.5 kV insulator type current transformers are featured as a noteworthy product of this kind. And Hitachi, Ltd., one of the major suppliers for the project, has recently completed these current transformers. The writers, who designed and manufactured them in charge, publish in this paper the results of the test they conducted which ended to prove the excellent characteristics of the product. The content may be summarized as follows.

As these transformers are in such a trend that their combined use with high speed distance relays is prevailing, the ratio error characteristics of the transformers are necessarily not alone for normal condition but also for overcurrent range as well as transient state. In the test, Hitachi current transformers satisfied with ample margin such demand that the error ratio should not exceed $\pm 5\%$ if the overcurrent would not exceed 500% of the rated value. Further, it was proved that the ratio error is kept within $\pm 5\%$ for the overcurrent up to 500% even in the transient state.

As it is specified to serve as well for the supporting insulator for the extra high tension Contrarc circuit breaker, the breakdown of the transformer may fatally affect the function of the breaker, therefore, the greatest care is given in its design to incorporate the sturdy construction as well as the unfailing interior insulation.

〔I〕 緒 言

現在建設中の関西電力株式会社の新北陸幹線は我国最初の超高圧送電線であり、それに使用せられる機器は特に細心の注意を払って設計製作せられている。計器用変成器は、送電線の知覚神経ともいうべき重要なものであるが、日立製作所に於て新愛本変電所及び成出発電所用として合計 21 台の 287.5 kV 変流器及び 275 kV 計器用変圧器 4 台を受注した。その内変流器については十数年前から多数、満鮮方面に納入した 230 kV 変流器の経験とそれに対する十分なる検討を加えて製作完成しその試験の結果、満足すべき特性を得ることが出来たので以下にその概略を述べる。

* ** 日立製作所日立工場

〔II〕 特性上の問題

特性上最も重要なことは、この変流器が高速度距離継電器と組合せて使用せられることである。距離継電器は元来欧米に於て発達したものであるが、我国に於ても最近送電の安定度向上の有力な方策として重要送電線に使用される傾向にあり、新北陸幹線にもこれが採用されている。これは送電線の単位長毎のインピーダンスが一定であることを利用して継電器設置点より故障点までの距離を測定して動作するものである。

本継電器を使用せる場合の保護範囲は、継電器の整定によつて決定されるのであるが、その距離測定精度を向上して保護範囲に拡めるためには継電器自身の誤差と共に、これに使用される計器用変成器の誤差を出来る限り

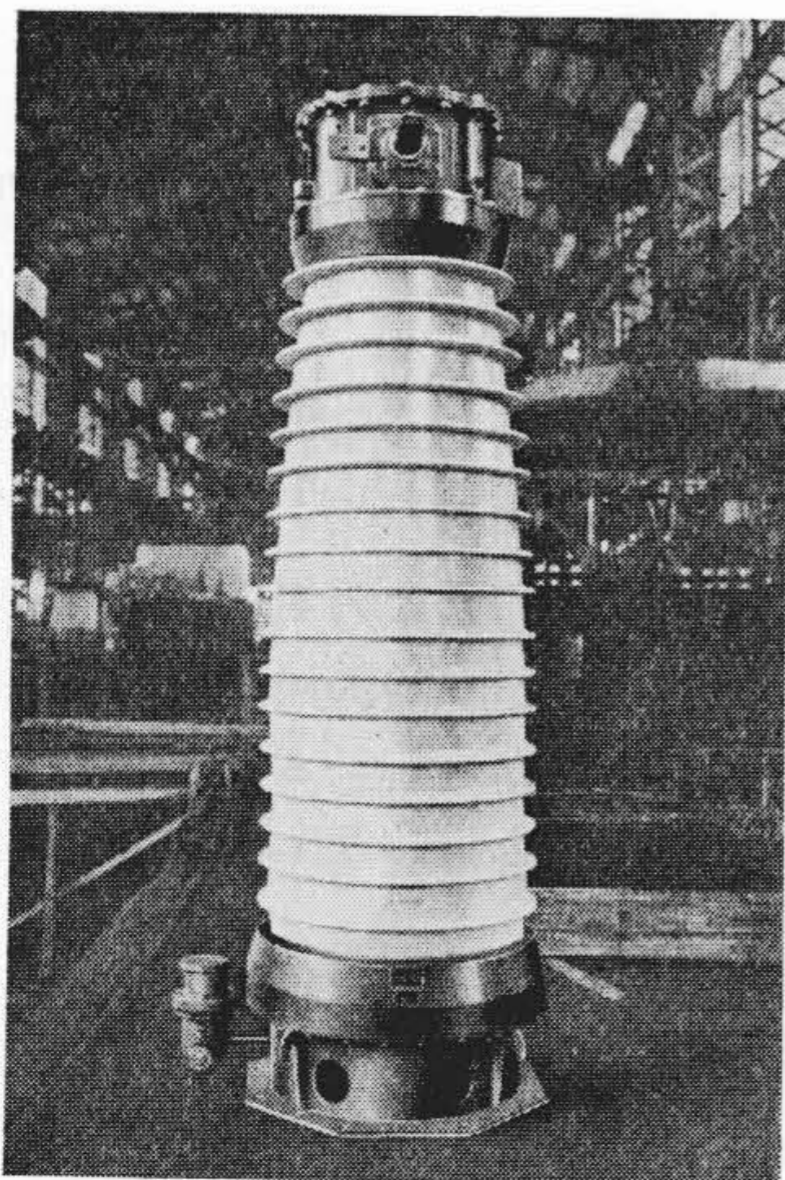
小さくすることが必要であり、特に変流器に於ては故障時の過電流範囲に於ける、又計器用変圧器に於ては、低電圧に於ける特性が重要視されるわけである。

今回製作せる変流器に就いては、定格電流の 100%~500% の過電流域に於て比誤差が ±5% 以内であることを指定せられている。我々としても我国の重要な送電幹線に設置せられるものである故、この趣旨に沿い過電流域に於ける定常状態の特性は勿論のこと、実用上継電器に必要な故障発生直後の過渡状態に於ける特性に就いても各種設計を比較検討して最適の形式を選定せる次第である。今回の変流器の仕様を下記に示す。

- 定 格 電 圧..... 287,500 V
- 定 格 負 担..... 40 VA
- 周 波 数..... 60~
- 定 格 一 次 電 流..... 800~400 A
及び 200 A の 2 種
- 定 格 二 次 電 流..... 5 A
- 絶 縁 階 級..... 200 号
- 誤 差 階 級..... 1.0 級
- 過 電 流 強 度..... 40 倍, 1 sec

〔III〕 構 造 上 の 問 題

中身の構造としては励磁電流と二次漏洩インピーダンスの減少を図るため鉄心は打抜型の環状鉄心を使用し、二次巻線は鉄心に一様に分布して巻く方式とした。二重比の切替方式としては、二次切替と一次切替の二法があり、前者は切替操作と構造が極めて単純であるが低電流のタップに於ては特性が幾分劣り、後者は各電流比共同様な特性が得られるが切替操作及び構造が少々複雑になる。今回のものに就いては低電流のタップに於ても十分



第 1 図 287.5 kV 碍子型計器用変流器
Fig. 1. 287.5 kV Current Transformer

良好な特性が得られる故、切替方式及び構造の単純な二次切替を採用した。

更に外部の構造上特に留意した点は、本変流器を超高压制弧遮断器の支持碍管兼用としたことである。この方式によると変流器の事故は単に変流器のみの事故に止まらず、遮断器にとつても致命的な事故となる虞れがあるため、変流器の内部絶縁は勿論のことその構造に於ても遮断器の重量を支持し、且つ遮断器動作の際の震動を十分考慮する必要がある、この種の変流器 80.5kV 級のもの数十台、161 kV 級のもの十数台の製作経験に基き十分信頼し得る構造とした。第 1 図は本変流器の外観を示す。

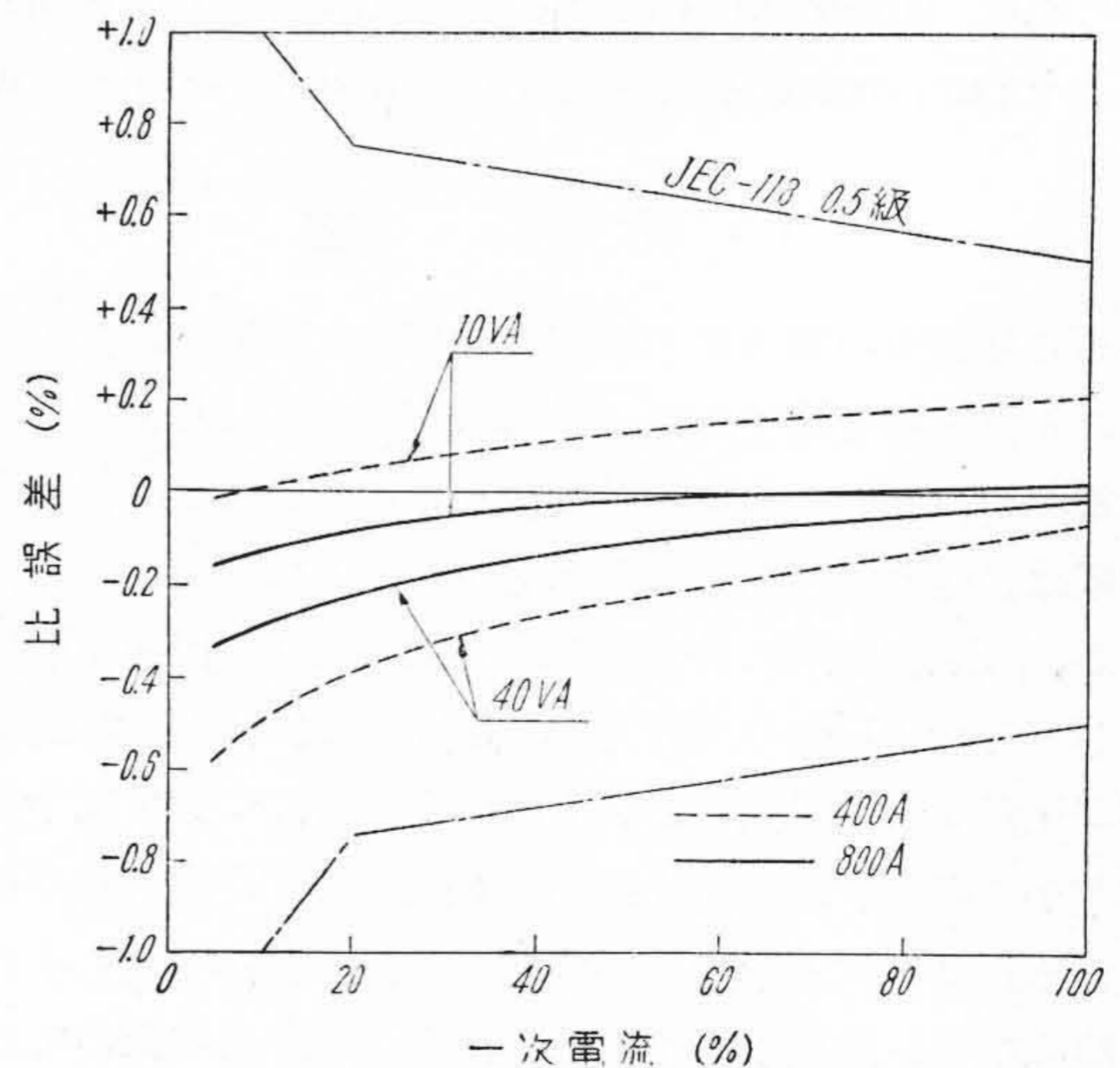
〔IV〕 特 性

次に本変流器の特性に就いて述べる。

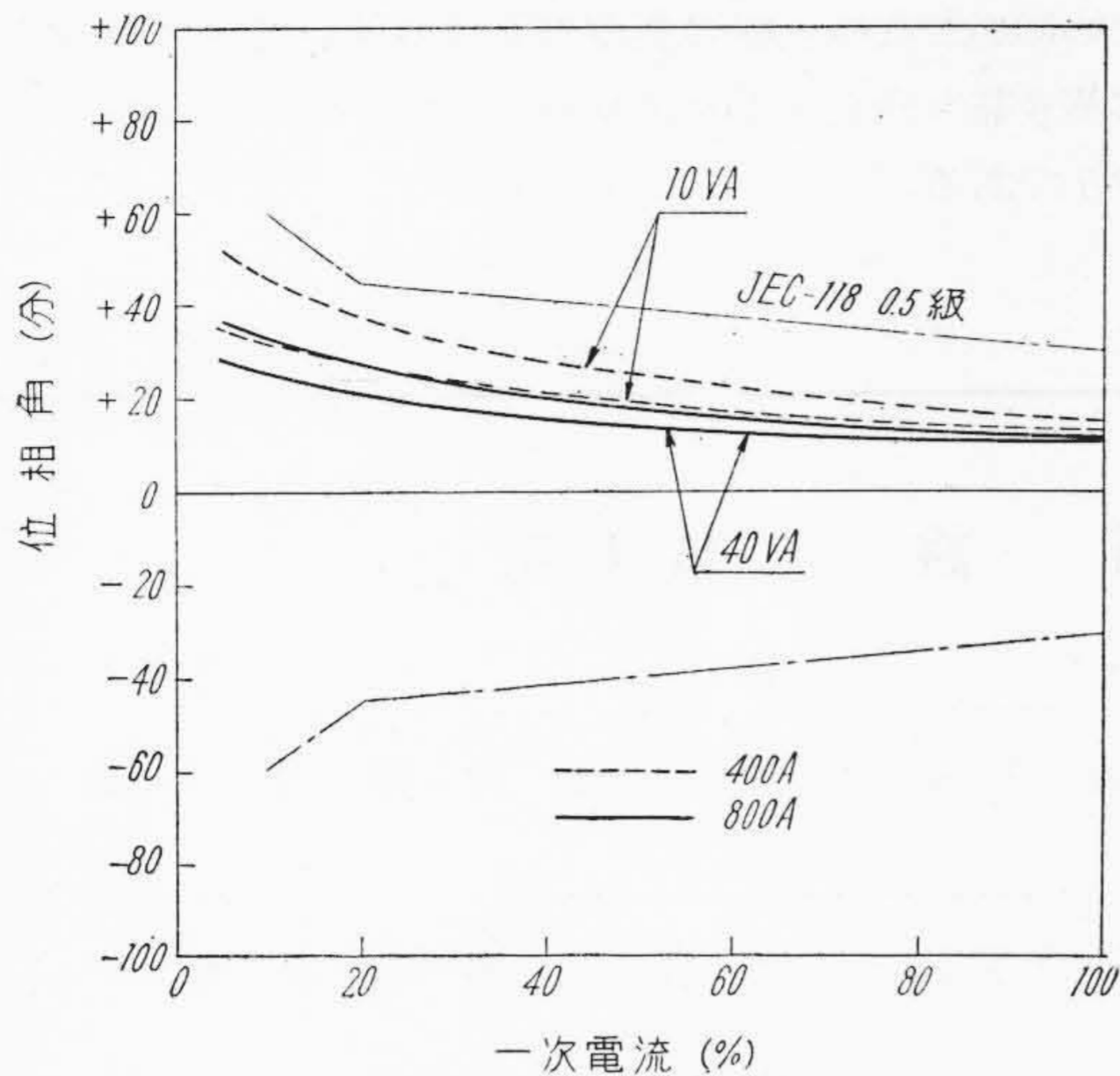
(1) 定常状態に於ける特性

定格電流の 100% 迄の本変流器の比誤差特性を第 2 図に、位相角特性を第 3 図に示す。本図中鎖線で示したのは JEC-118 に規定せられている 0.5 級の保証範囲で、本変流器の特性が良好なものであることが判ると思う。

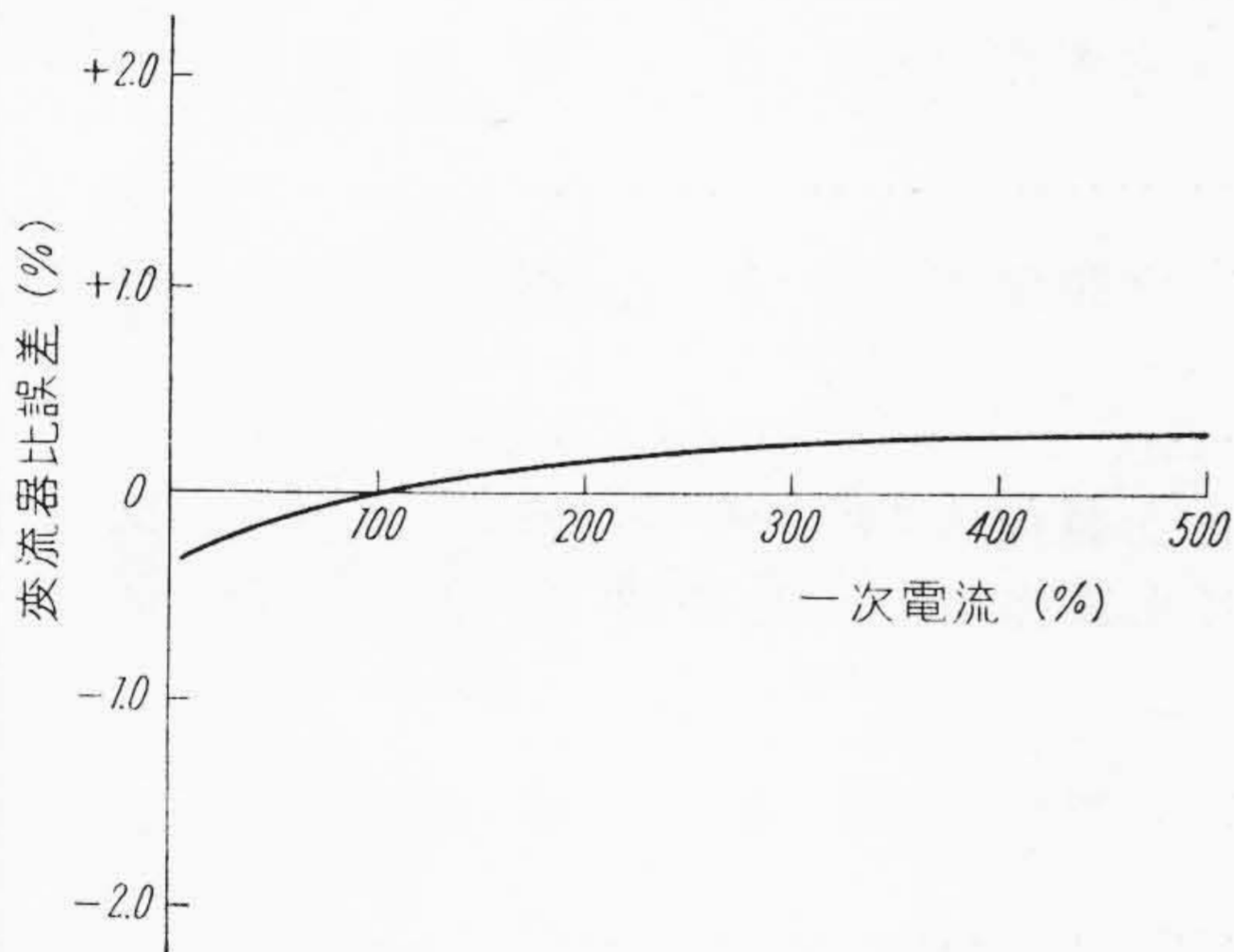
次に一次電流が定格値の 500% 迄の過電流域に於ける比誤差特性の実測例を第 4 図に示す。今回の仕様書によれば、この比誤差は ±5% 以下の指定であるが、実測の特性は十分にこの仕様を満足している。尙現在 JEC-118 によれば変流器の過電流域に於ける特性は過電流定数によつて表わすように規定されている。過電流定数とは変流比誤差が 10% になつた時の一次電流値を定格電流値の倍数で表わすもので、この値の大きいもの程過電流域の特性が良好であるといえるが、本変流器に就いて実測した結果によれば 30 倍以上となつている。



第 2 図 比 誤 差 特 性
Fig. 2. Ratio Error Characteristics



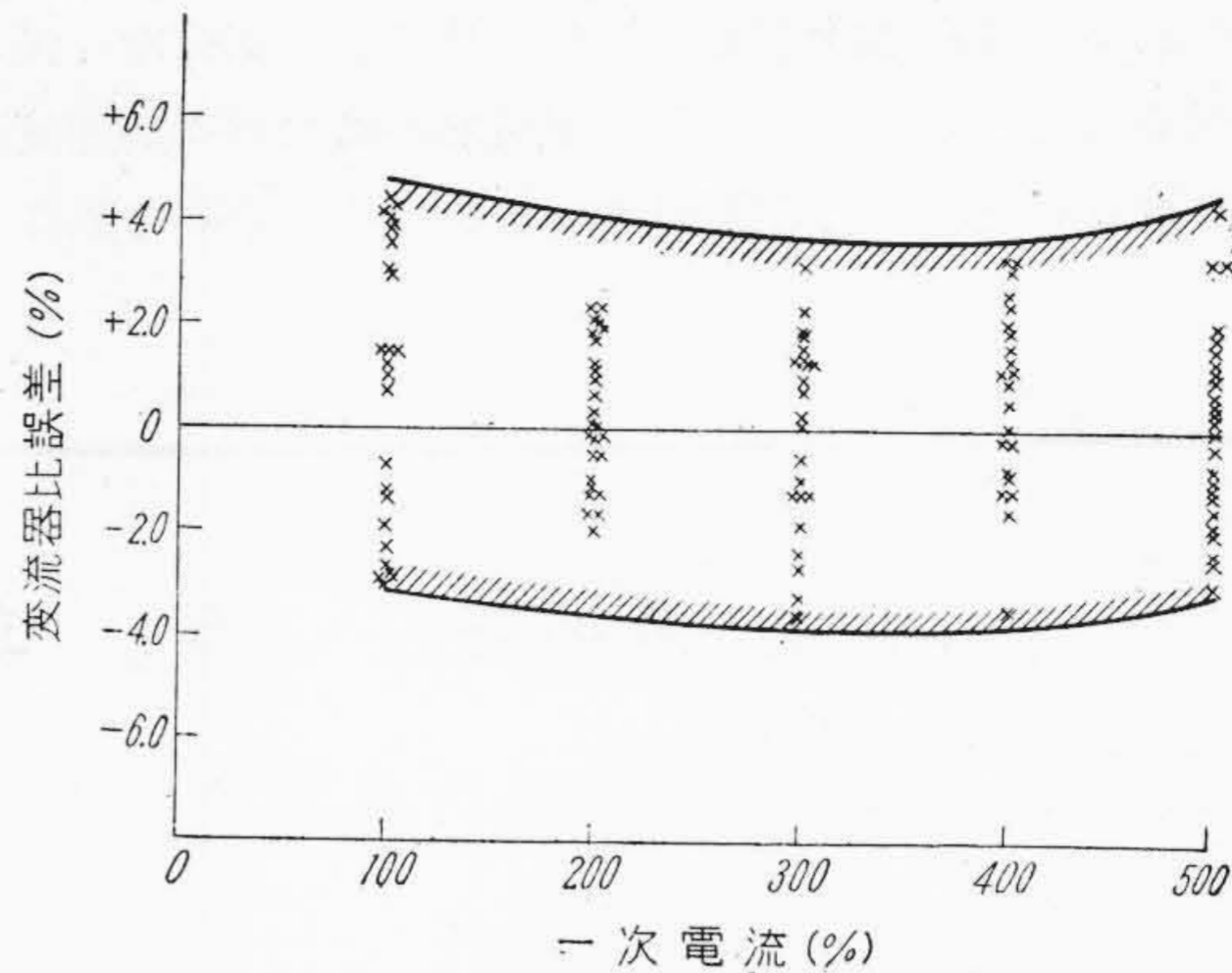
第3図 位 相 角 特 性
Fig. 3. Phase Angle Characteristics



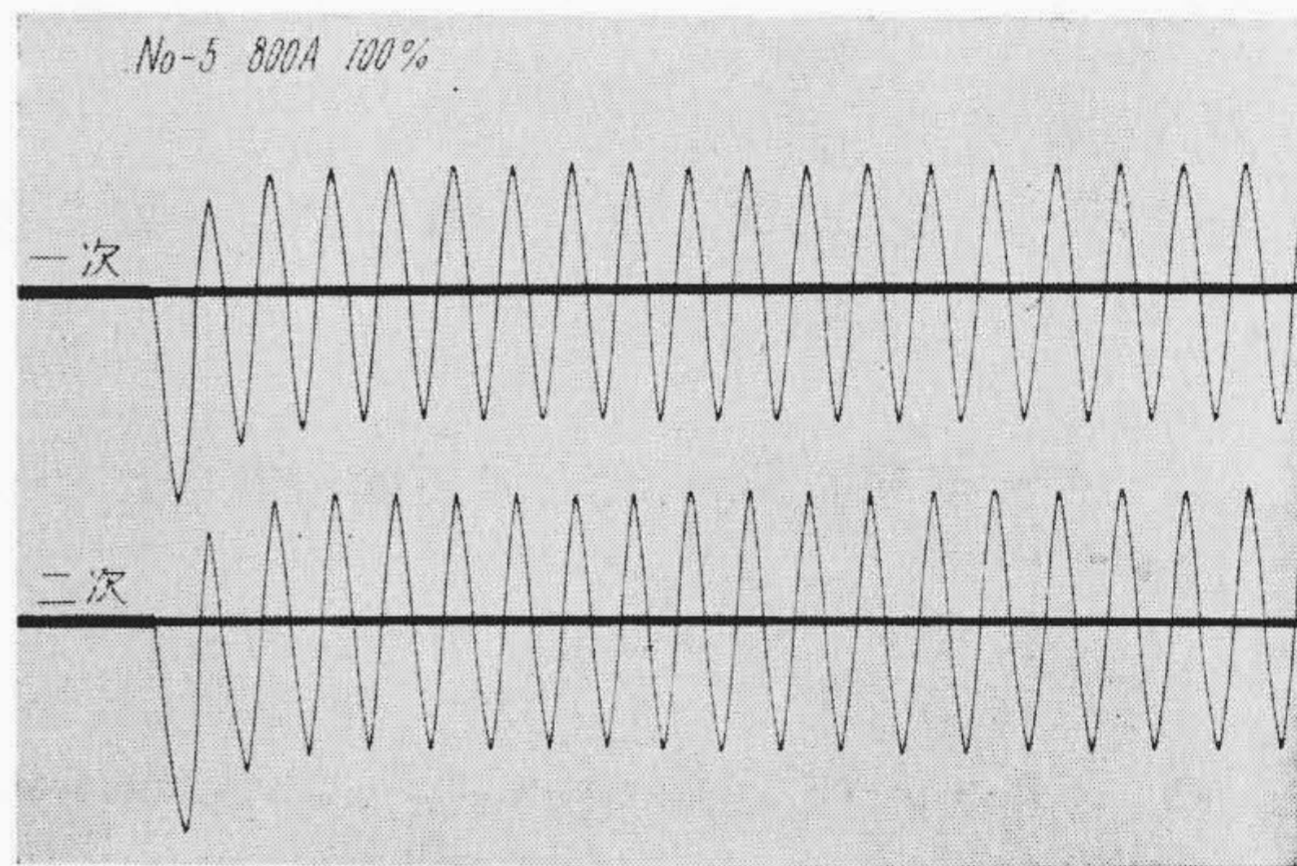
第4図 過電流域に於ける比誤差特性
Fig. 4. Ratio Error Characteristics under the Over Current

(2) 過渡状態に於ける特性

線路故障時の過渡状態に於ける特性が変流器の特に問題になるのは、これと組合わせて使用し、系統保護の任を負う高速度距離継電器の距離測定精度に大きな影響を及ぼすためである。即ち距離継電器は計器用変成器をへて導入される電氣量に基いて距離を測定し、故障発生後1~2~の短時間に高速度動作をするものであるため、これら変成器の誤差は直ちに測定距離の誤差となり最悪の場合隣接区間の誤遮断、或いは保護範囲の短縮等の結果を招来する。従つて変流器に就いても実際に必要な特性は定常状態に於けるものよりも、定常時より故障時へ移行する過渡状態に於ける特性が問題となつて来るのである。この測定の方法は極めて困難であり、従来この実測例は殆ど見ることが出来なかつた。我々は、実用上必要と思われるこの特性を知るために、今回の変流器に就いて参



第5図 過電流過渡状態に於ける比誤差特性
負担 40 VA P.F. 0.8, 800 A タップ
Fig. 5. Ratio Error Characteristics under the Transient Condition
Burden 40 VA P.F. 0.8, 800 A Tap



第6図 過渡状態に於けるオシログラムの一例
Fig. 6. Oscillogram of the Transient Condition

考試験として二次定格負担に於て過電流投入時の過渡状態を 100, 200, 300, 400, 500% の電流に就き各々数回電磁オシログラムにて撮影し、投入後 2.5~ 迄の波高値に於ける比誤差を定常時の波形との比較により計算し、概略の傾向を知り得た。その結果を示したのが第5図であり図中の斜線を施した範囲がその比誤差の範囲であつて、500% の電流までは $\pm 5\%$ 以内に収つている。過渡時の比誤差は投入時の位相により相当異つた値を示すものと思われるが、今回の測定では数回の測定を集めたもの故、あらゆる位相に就いても概ねこの範囲内に収まる。今回のこの特性は他の種の変流器の測定例と比較して相当良好なものであると確信する。

〔V〕 結 言

以上今回納入した超高压用変流器の概略を述べたが、今回の試験結果により定常状態に於ては勿論、過電流過渡状態に於ける特性に就いても略々満足すべき結果が得

られ、高速度距離継電器と組合わせて十分支障なく使用し得ることが判つた。将来重要送電線には益々高速度距離継電器が使用される傾向にあるが、その確実な動作の

ために必要な変流器の誤差の問題に就いては今回の結果に基き益々研究を重ねより良い特性を得るよう努力する積りである。

第 35 卷 日 立 評 論 第 4 号

- ◎ 沼沢沼揚水発電所建設について.....
東北電力株式会社 館内三郎
- ◎ 東北電力株式会社納沼沢沼揚水発電所用ポンプ.....
日立製作所・亀有工場 本多孝一
- ◎ 水車の仕様決定について.....
日立製作所・日立工場 大森敏夫
- ◎ 最近に於ける水車の進歩.....
日立製作所・日立工場 深栖俊一
- ◎ 抄紙機用電気設備.....
日立製作所・日立工場 {西 一郎
政 隆
- ◎ ターボ発電機水素冷却装置用計器について.....
日立製作所・多賀工場 {島 田 稔
藤 芳 男
日立製作所・日立研究所 岩 淵 芳 雄
- ◎ 渦巻ポンプ系におけるウォーターハンマー防止法について.....
日立製作所・亀有工場 堀田正雄
- ◎ PM-212 型 150 MC FM ウォークーターキ.....
日立製作所・戸塚工場 東長年
- ◎ 八 木 空 中 線.....
日立製作所・戸塚工場 古谷勝美
- ◎ アンモニア縦型凝縮機の熱伝達に就いて.....
日立製作所・栃木工場 須藤清治
- ◎ 合成ゴムの絶縁線への応用 (第2報).....
——保護被覆材料としてのネオプレンの特性——
日立製作所・日立電線工場 {吉 川 充 雄
福 田 太 市
渡 辺 茂 隆
- ◎ 水の衝撃による金属の腐蝕.....
日立製作所・戸塚工場 山辺知定

東京都千代田区丸ノ内1ノ4
(新丸ノ内ビルディング内)

日 立 評 論 社

誌代 { 1カ月 ¥100 千 12
6カ月 ¥430(送料共)
1カ年 ¥840(送料共)