

分散リアクトル接地系配電線における 1線地絡電流に関する基礎研究

堀田 剛, *春田 清, *大谷 博信,
北村 岩雄, 藤田 宏, 池田 長康

1. ま え が き

社会の高度化に伴い電力の安定供給に対する要請は、ますます高くなってきており、配電線事故が発生した場合、早期送電と事故予知は電力供給を担う配電部門にとって重要な課題である。特に、雷害等、自然災害は気象情報により、予測的対応が可能であるが、一般故障は突発的に発生するため、事前対応が困難である。

北陸電力管内で発生した配電線停電事故を調査した結果、平成元年度から平成5年度の5年間をみても毎年300~400件発生し、その内80%以上は地絡事故が占めていた。

そこで、我々は配電線地絡事故時の電氣量変化をとらえて、事故原因物およびその状態を判別する技術が事故点の早期発見や事故の未然防止に役立つと考え、その第一段階として、補償リアクトルを含んだモデル配電系統において、一線地絡電流とリアクトル補償率との関係をシミュレーション解析したので、その概要を報告する。

2. 等 価 回 路

図1にシミュレーションに用いた配電系統の等価回路を示す。また、以下の条件を仮定し、シミュレーションはPSPICEプログラムを使用した。

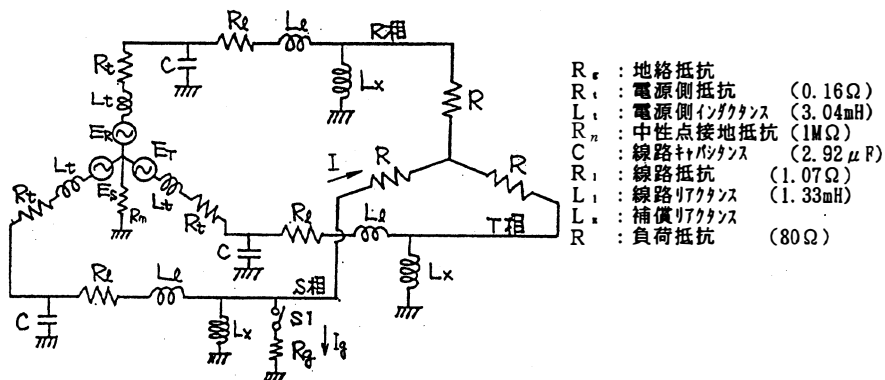


図1 等価回路

*北陸電力株式会社

仮定①；負荷抵抗・線路キャパシタンス・線路抵抗等は三相平衡しているものとする。

仮定②；地絡点はスイッチ S_1 と抵抗 R_g で模擬し、地絡相はS相とし、S相の電圧の任意のピーク時に S_1 が ON となり、それ以後その状態を継続するものとする。

3. シミュレーション結果

3.1 地絡電流波形

図1の等価回路を用いた地絡電流波形のシミュレーション結果の代表例を図2、図3に示す。図2はリアクトル補償率を80%一定とし、地絡抵抗値を $1\text{k}\Omega$ 、 100Ω 、 10Ω と変化させた結果であり、図3は地絡抵抗値を $1\text{k}\Omega$ 一定とし、リアクトル補償率を60%、40%、20%と変化させた結果である。図2をみると、地絡抵抗値が 10Ω の場合は、パルス状の振動波形が発生する。図3をみると、第1波のピーク値はリアクトル補償率を変化させても変わらず、定常値はリアクトル補償率が大きくなると、小さくなっているのがわかる。ここで、リアクトル補償率を次式で定義する。

$$\text{リアクトル補償率 (\%)} = (I_L / I_C) \times 100$$

I_L ：リアクトル補償電流 (A) I_C ：対地充電電流 (A)

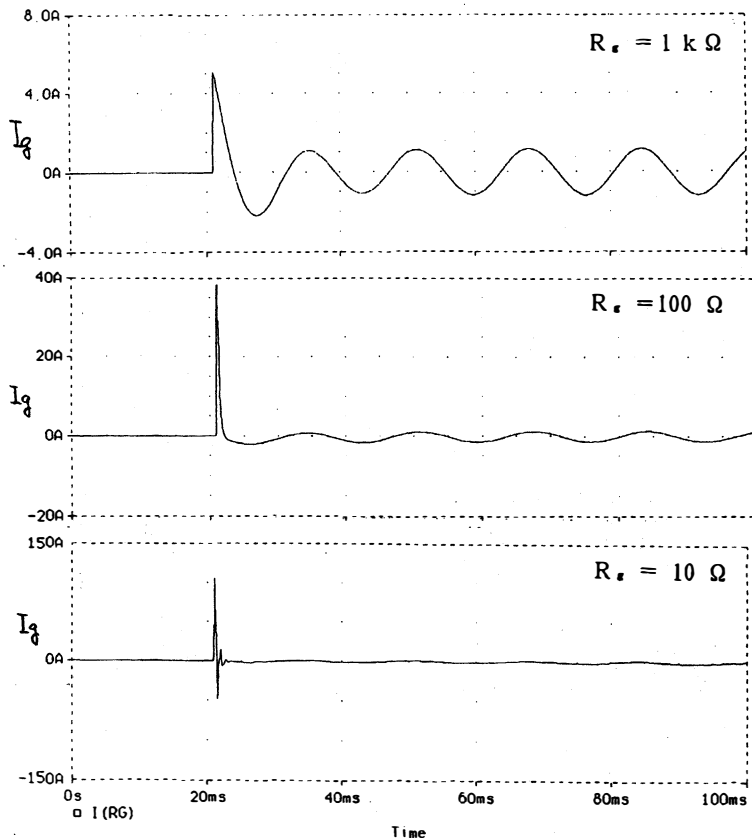


図2 地絡電流波形の代表例
(リアクトル補償率80%一定)

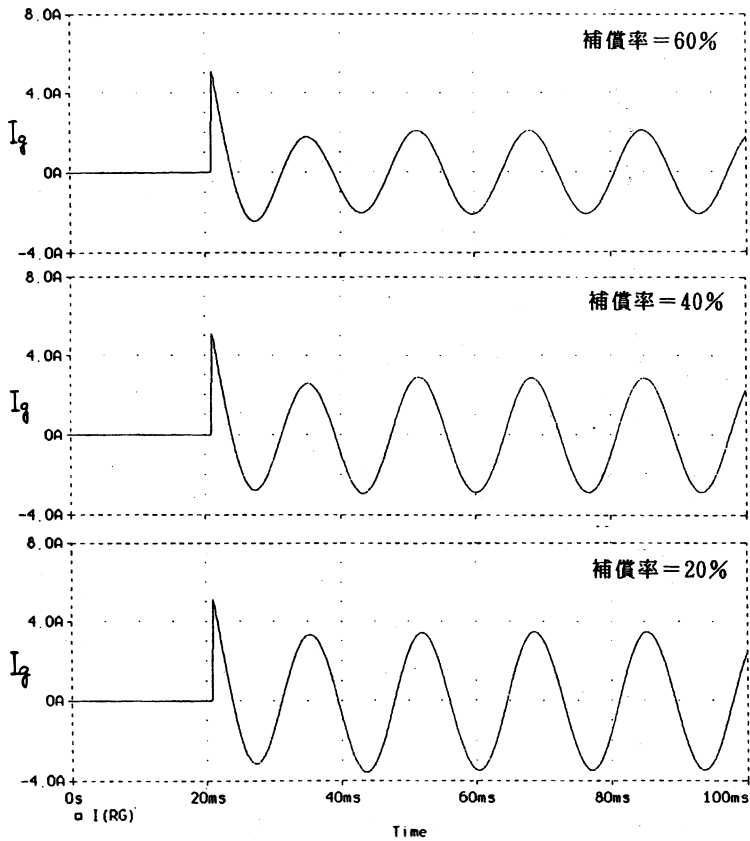


図3 地絡電流波形の代表例
(地絡抵抗 $1\text{ k}\Omega$ 一定)

3.2 地絡抵抗値・リアクトル補償率の影響

図4に地絡抵抗値を変化させた時の地絡電流の第1波のピーク値の変化を示す。一般性を持たせるために、横軸は負荷抵抗値 R に対する地絡抵抗値 R_g を、縦軸は相電流 I に対する地絡電流 I_g で表した。これをみると、地絡電流ピーク値は地絡抵抗値が大きくなるにつれて小さくなっている。リアクトル補償率を変化させても、同一曲線となり全く変わらない結果となっている。

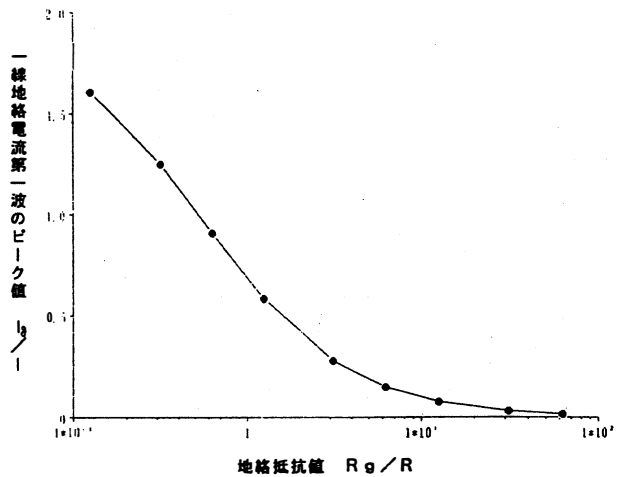


図4 地絡抵抗値に対する一線地絡電流第1波のピーク値

図5に地絡抵抗値を変化させた時の地絡電流定常値の変化を示す。リアクトル補償率を大きくすると、地絡電流は小さくなる傾向があり、これは地絡抵抗値が小さいほど顕著である。

また、リアクトル補償率を横軸にとると図6のようになり、リアクトル補償率が大きい時は、地絡抵抗値を変化させても地絡電流値の変化が少ないことがわかる。

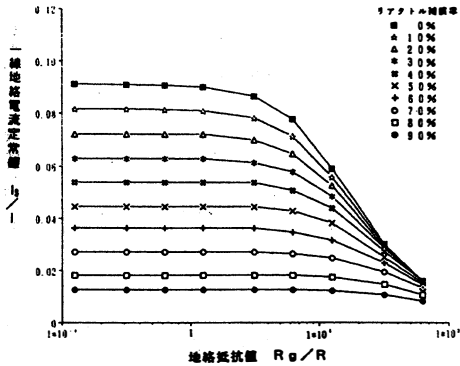


図5 地絡抵抗値に対する
一線地絡電流定常値

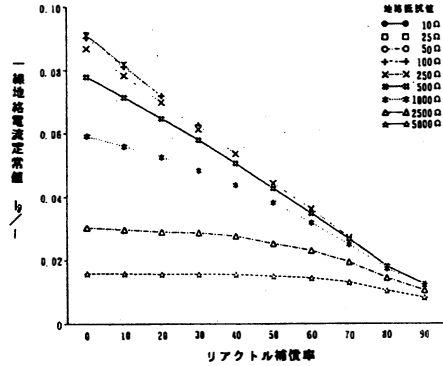


図6 リアクトル補償率に対する
一線地絡電流定常値

3.3 地絡発生位相の影響

図7、8に地絡発生位相を変化させた時の地絡抵抗値に対する地絡電流の第1波のピーク値・定常値の変化を示す。地絡電流の第1波のピーク値は位相角が $\pi/2$ の時(正のピーク時)が一番大きく $0 \cdot \pi$ の時が一番小さい結果となっている。また、地絡電流の定常値は、位相角を変化させても変わらない。

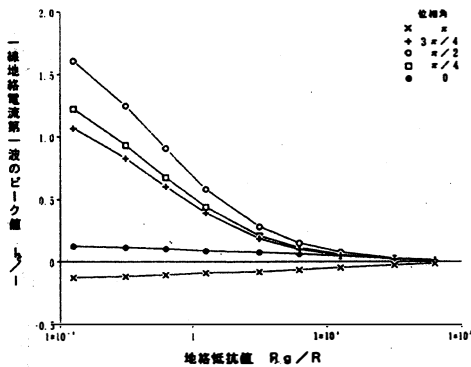


図7 地絡抵抗値に対する一線地絡電流
第1波のピーク値
(地絡発生位相変化)

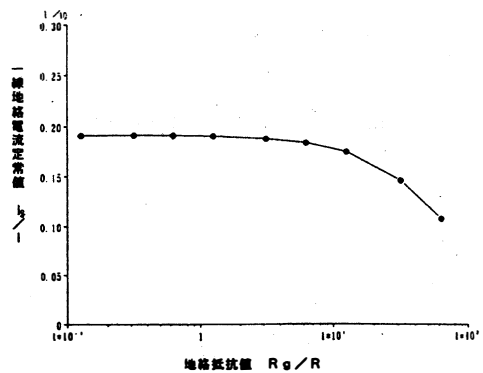


図8 地絡抵抗値に対する一線地絡電流
定常値 (地絡発生位相変化)

3.4 負荷抵抗値の影響

図9に負荷抵抗値に対する一線地絡電流第1波のピーク値の変化を示す。これをみると、地絡抵抗値が大きい時(1000Ω)よりも小さい時(10Ω)の方がピーク値は大きく変化するのわかる。

4. 結 び

分散リアクトル接地系配電線における地絡電流をシミュレーション解析した結果、以下のことが判った。

- (1) 一線地絡電流の第1波のピーク値にはリアクトル補償効果は現れず、地絡抵抗値と対地静電容量に依って決まる。
- (2) リアクトル補償効果は一線地絡電流の定常値に現れ、地絡抵抗値が小さいほどその傾向は顕著である。

今後は人工地絡実験とシミュレーション解析との比較検討を行い、地絡点における電气的様相を原因別に解明し、地絡事故時の原因判別手法の確立に向けて努力していきたい。

参考文献

- 1) 荒金他：送配電線の故障様相と電流電圧波形に関する基礎試験(その2)，平成4年度電気学会全国大会講演論文集，1229，(1992)
- 2) 岡村：SPICEによるシミュレータ新活用法，CQ出版社
- 3) 岡村：PSPICE/CQ版(Ver.5)の使い方，CQ出版社

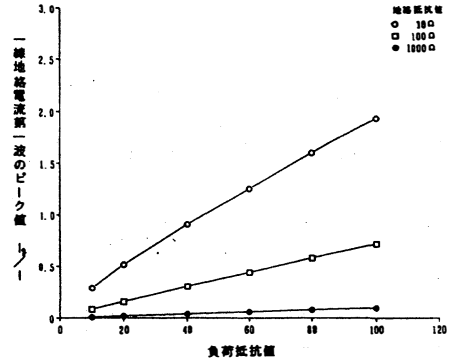


図9 負荷抵抗値に対する一線地絡電流第1波のピーク値

Basic study on the current signals caused by one line grounding fault in distribution lines consisting of neutral system with grounding reactors

Tsuyoshi Horita, *Kiyoshi Haruta, *Hironobu Ootani,
Iwao Kitamura, Hiroshi Fujita, Nagayasu Ikeda
*Hokuriku Electric Power Co.

There is ground fault as one of the most important problems in distribution lines. It is urgently necessary to establish the technology to distinguish the causes of their faults for preventing them beforehand or finding their locations at the early stages. The current signals caused by one line grounding fault in the distribution lines consisting of the neutral system with grounding reactors were simulated by PSPICE program. It is found from the simulations that the first peak of the fault current signal depends on both the grounding resistance and the capacitance to ground, the compensation effect due to reactors comes out to the steady state current after the fault and the amplitude of the current is larger as the grounding resistance is smaller.

[英文和訳]

分散リアクトル接地系配電線における 1線地絡電流信号に関する基礎研究

堀田 剛, *春田 清, *大谷 博信,
北村 岩雄, 藤田 宏, 池田 長康
*北陸電力株式会社

配電線における重要な問題の一つとして地絡事故がある。これらの事故を未然に防ぐか、または早期の段階でその位置を見付けるため、事故の原因を明らかにする技術を確立することは緊急に必要なことである。分散リアクトル接地系配電線における1線地絡事故の電流信号をPSPICEプログラムによってシミュレーションした。このシミュレーションから、1線地絡事故の電流信号の第1ピークは接地抵抗と対地静電容量に依存し、リアクトルの補償効果は事故後の定常電流に現れ、その電流の大きさは接地抵抗が小さい程、大きいということが分かった。