

【個別技術紹介】配電系統相電圧解析への MATLAB® 活用事例

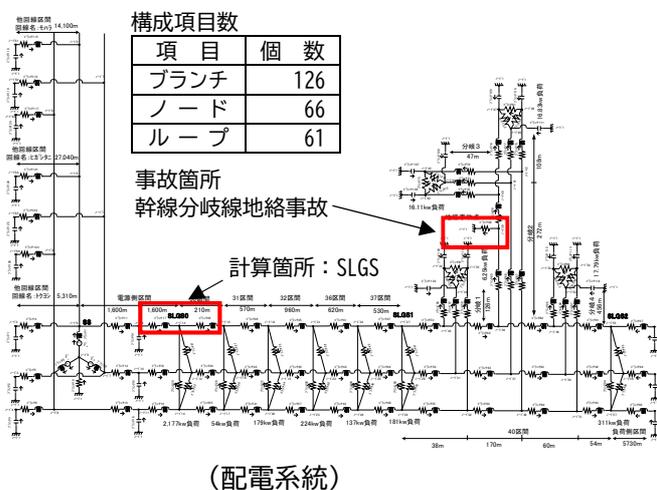
<概要>

- 当社では、配電系統に発生する配電系統事故をスピーディーに解析するため、雷サージや短絡サージの過渡波形解析を EMTP、電圧・電流の変動波形解析を MATLAB® などの技術計算言語を活用し、電気の品質維持と電力の安定供給に貢献する技術を保有している。今回、その中から配電系統相電圧解析に MATLAB® を活用した事例を紹介する。

<経緯・活用事例>

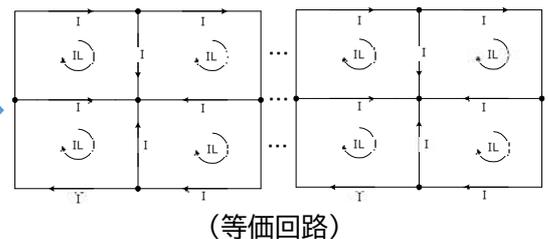
- 配電系統は、変電所から末端まで面的拡がりから複数の分岐が存在し、電気設備においても電圧調整装置、柱上変圧器などが多数設置され、複雑な電気回路を構成している。また、近年は再生エネルギーの大量導入による逆潮流が発生するなど、更に複雑さが増してきている。
- そのような状況でも電圧の維持、停電時間短縮などの解決に向けて、配電系統の電圧・電流解析技術を必要とした運用業務のシステム化が進められている。
- 当社は電力会社のグループ会社として、電力系統の技術計算に古くから取り組んできており、前述の複雑な配電系統に対し、複雑な計算を不要とするために簡略化する等価回路や、正確な計算結果を得るための緻密な等価回路を構成するなど、必要な結果精度に応じた等価回路、計算式の構築を行っている。
- 電圧・電流解析について、一例として、キルヒホッフの法則を応用したループ電流法などを使用した対象回路に応じて、大規模かつ複雑な行列計算や複素数計算を MATLAB® を用いて電圧・電流解析を行い、1線地絡事故時の相電圧解析を行った。

●配電系統における1線地絡事故時の相電圧解析



●計算条件

項目	個数
事故相	A相
事故様相	1線地絡事故(幹線)
事故箇所	幹線分岐線事故
計算箇所	SLGS(センサ開閉器)



- 上記の配電系統を等価回路に置き換え、MATLAB®プログラムにより行列・ベクトル演算から計算箇所での相電圧(ノード電圧：NV)を解析

●MATLAB®演算処理の一部抜粋

```

%*****
% ブランチインピーダンス行列設定
%*****
z1=zeros(rmax,rmax);

% 3相負荷(kw)
pw41r=100*1000/3;
pw43r_1=100*1000/3;
pw43r_2=200*1000/3;
pw23r=100*1000/3;
pw21r=60*1000/3;

% 21 地点負荷
switch tno
case 1,
    riki=pw21r/(sqrt(pw21r^2+pw21xL^2));
    z_20=ee20*ee20*(riki^2)/pw21r-ee20*ee20*(1-riki^2)/pw21xL*i;
    z_21=ee21*ee21*(riki^2)/pw21r-ee21*ee21*(1-riki^2)/pw21xL*i;
    z_22=ee22*ee22*(riki^2)/pw21r-ee22*ee22*(1-riki^2)/pw21xL*i;
case 2,
    riki=pw21r/(sqrt(pw21r^2));
    z_20=ee20*ee20*(riki^2)/pw21r;
    z_21=ee21*ee21*(riki^2)/pw21r;

%*****
% 網目電流の計算
%*****
r1t=r1';
zz=r1*z1*r1t;
zz=inv(zz);
rupui=zz*inv*e1;

%*****
% ブランチ電圧の計算(V)
%*****
branchv=z1*branchi;
branchv_real=real(branchv);
branchv_imag=imag(branchv);
abs_branchv=abs(branchv);
ang_branchv=angle(branchv)/pi*180;

%*****
% ブランチ消費電力の計算(KW)
%*****
branchp=branchi.*branchv/1000;
branchp_real=real(branchp);
branchp_imag=imag(branchp);
abs_branchp=abs(branchp);
ang_branchp=angle(branchp)/pi*180;

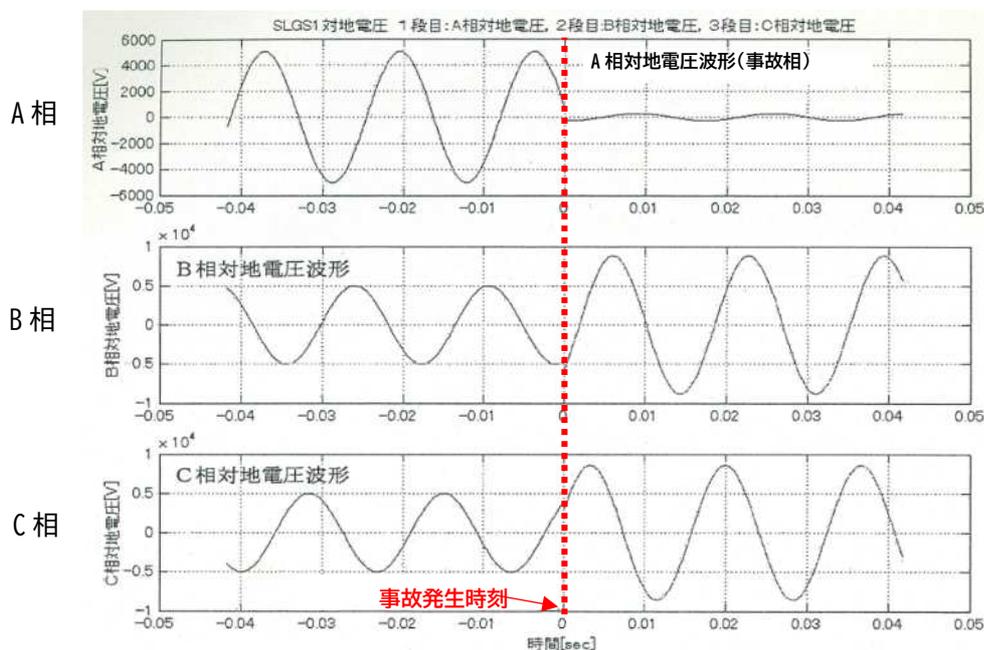
```



(MATLAB®画面イメージ)

引用元: MathWorks®社 HP <https://jp.mathworks.com/>
 ※MATLAB®はMathWorks®社の登録商標です。

●解析結果



- 上記グラフは、健全時から事故時（1線地絡事故）に移行した際の任意の計算箇所における各相電圧（A相、B相、C相）解析結果
- 1線地絡事故のため地絡相（A相）の電圧が低下し、他相（B相、C相）の電圧が増加していることが確認できる
- このように、MATLAB®計算により任意の計算箇所のノード電圧・ブランチ電流が把握できるため、零相電流・零相電圧の方向及び大きさより、事故時の検証に役立てることが可能となった

<まとめ>

- 配電システムの電圧・電流解析に、当社の電力系統技術によるアルゴリズムを施し、MATLAB®を活用することで、システムに発生する様々な事象(事故、電圧変動など)の事前シミュレーションや事後の検証を容易かつ短期間で行うことが可能となる。
- 今後は、配電システムに発電設備や受電設備が接続されたことによる配電システムへの影響を解析し、能動的な電力予測や設備の監視・制御などのエネルギーマネジメントシステムへの取組み、また、プラント制御などの配電システム以外にも複雑な技術計算が必要とされるものに対し、広範囲な解析に取組んでいく。

以上