

XTAP 例題集		番 号	STL-02
例題名	500 kV 垂直配列 2 回線送電線のサージ伝搬シミュレーション		
分 野	サージ解析 (過電圧解析), 線路モデル		
文 献	電力中央研究所 研究報告 H07005 「周波数領域分割法に基づく瞬時値解析用送電線モデル」		
概 要	<p>各種サージ解析 (過電圧解析) では, 送電線や地中ケーブルを伝搬するサージ (高電圧進行波) の正確なシミュレーションが重要となる。</p> <p>本例題では, 我が国でよく用いられている 500 kV 垂直配列 2 回線送電線のサージ伝搬シミュレーションを行う。線路モデルには, 電線および大地の表皮効果とその周波数特性を考慮できる周波数依存線路モデルを用いる。</p>		

解析回路・解析条件

解析対象とした 500 kV 垂直配列 2 回線送電線の装柱を図 1 に、サージ伝搬シミュレーション回路を図 2 に示す。

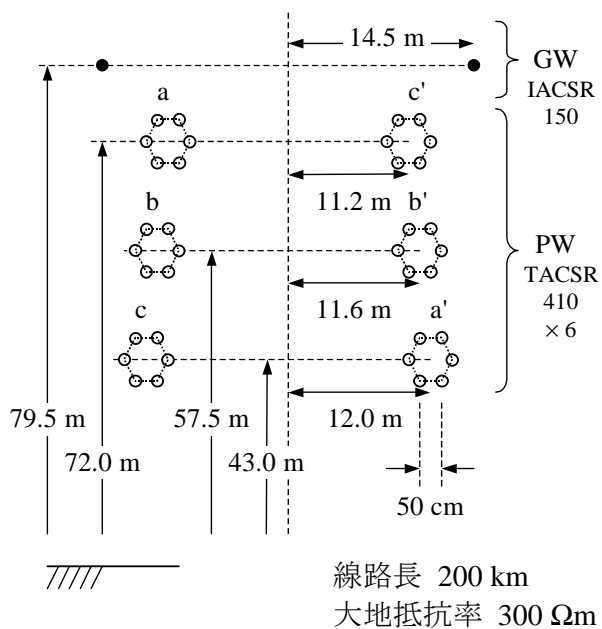


図 1 500 kV 垂直配列 2 回線送電線の装柱

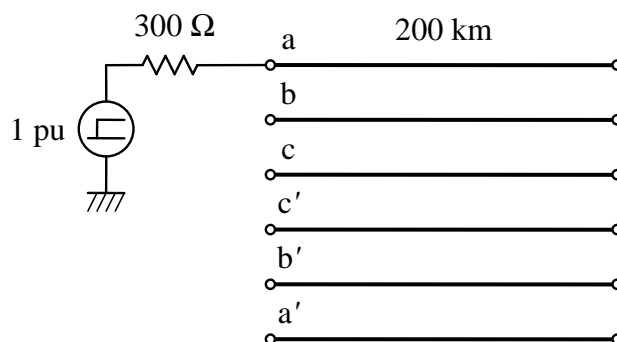


図2 サージ伝搬シミュレーション回路

【解析する現象】

n 相の送電線上をサージが伝搬するとき、その波形は n 個の伝搬モードに分解できる。本送電線のような 6 相線路の場合、5 つの線間波モードと 1 つの大地帰路モードに分解できる。線間波モードは往路、復路とも電力線とするモードであり、導体中を電流が流れるため、減衰が小さく、伝搬速度がほぼ光速であるという特徴を有する。一方、大地帰路モードは、6 本の電力線を往路とし大地を復路とするモードで、大地中を電流が流れるため減衰が大きく、伝搬速度が光速より遅い。5 つの線間波モードの各モードがどのような電流分布となるのかについては、次の文献に詳しい解説がある。

雨谷, 「分布定数回路論」, コロナ社

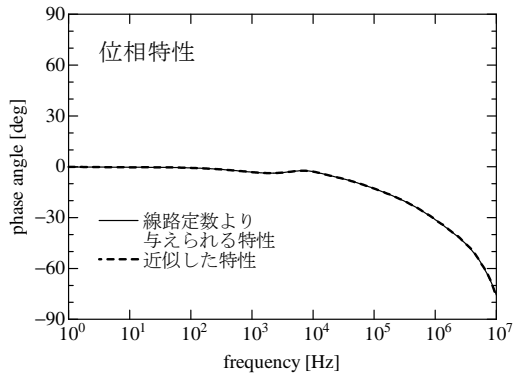
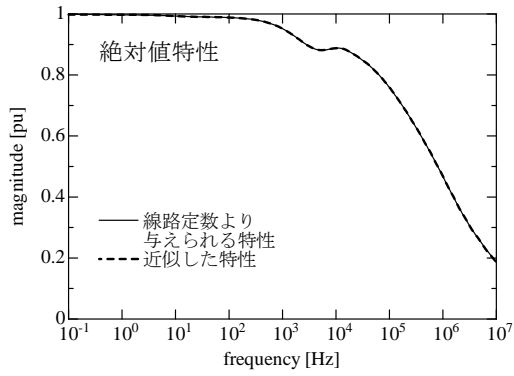
図 2 に示すように、始端の 1 相に矩形波状の電圧を印加すると、電圧波形は送電線上を伝搬するに従って、上記 6 つのモードに分波し (分波現象)、終端では、まず 5 つの線間波モードが到着し、次いで大地帰路モードが到着する様子が観測できる。

【線路モデルの作成】

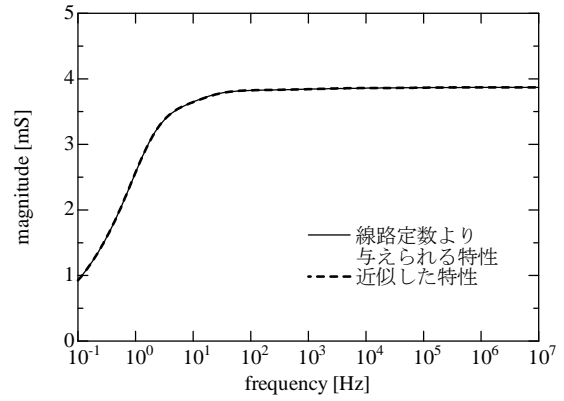
XTAP に付属の線路定数計算プログラム XTLC を用いて、図 1 に示した装柱を入力し、周波数依存線路モデル (線路モデルの分類は、テキストの「送配電線・地中ケーブルのモデリング」を参照のこと) を作成する。周波数依存線路モデルを用いれば、電線や大地の表皮効果とその周波数特性を再現することができる (これにより分波現象が生じる)。

周波数依存線路モデルを作成するときの条件は以下の通り。図 1 の装柱と以下のパラメータを入力し、周波数依存線路モデルのモデルファイル (.xmf) を作成する。このとき、XTLC が装柱から算出した線路の周波数特性 (伝搬関数と特性アドミタンスの周波数特性) と線路モデルの周波数特性が一致していることを、画面上に表示されるグラフで確認すること (図 3, 4)。

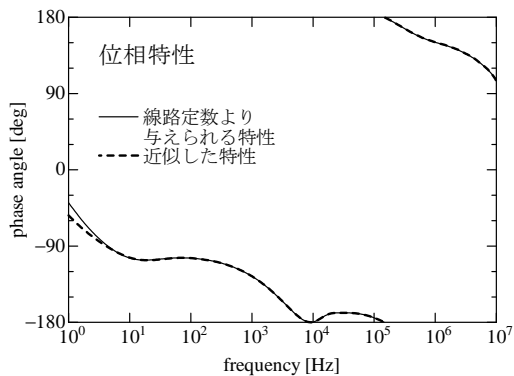
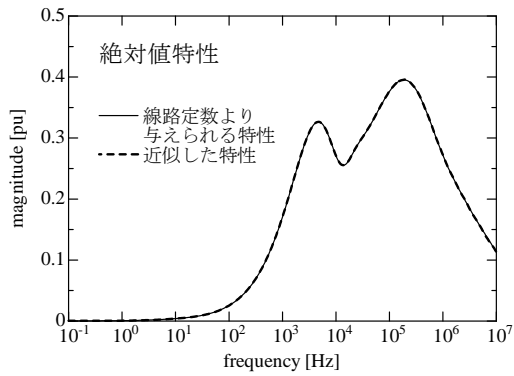
- ・ 周波数範囲 : 0.1 Hz ~ 10 MHz
- ・ 周波数サンプル数 : 400 点
- ・ 大地抵抗率 : 300 Ωm



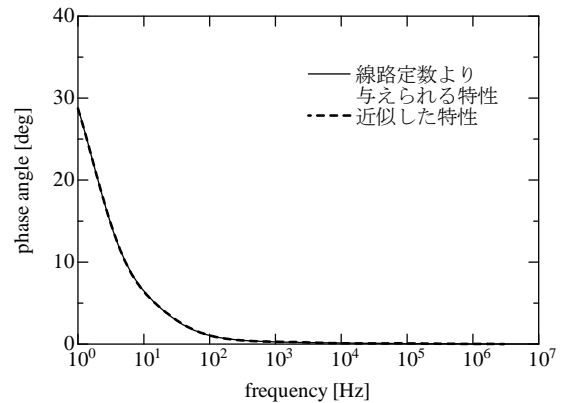
(1, 1) 要素



(a) 絶対値特性



(2, 3) 要素



(b) 位相特性

図4 特性アドミタンス行列 (1, 1) 成分の周波数特性近似結果

図3 伝搬関数行列 (1, 1), (2, 3) 成分の周波数特性近似結果

【サージ伝搬シミュレーション】

図2の回路をXTAP上の作成し、瞬時値解析を行う。送電線は周波数依存線路モデルとし、これをダブルクリックして、先にXTLCで作成したモデルファイル(.xmf)を指定する。

【解析条件】

解析条件は以下の通りとする。

- ・ 計算時間刻み 0.2 μ s
- ・ 計算開始時間 0 ms
- ・ 計算終了時間 1.0 ms
- ・ 表示開始時間 0.5 ms
- ・ 表示終了時間 1.0 ms

【XTAP 入力例】

本例題をXTAP上に作成した例を図5に示す。

例題名：500 kV 垂直配列 2 回線架空送電線のサージ伝搬シミュレーション 番号：TL-02

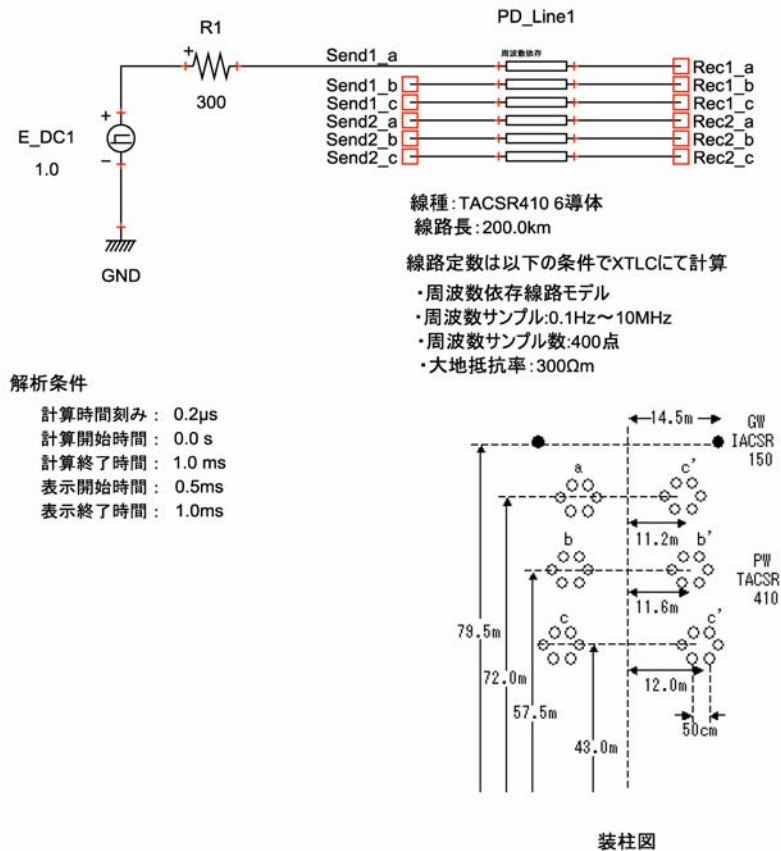
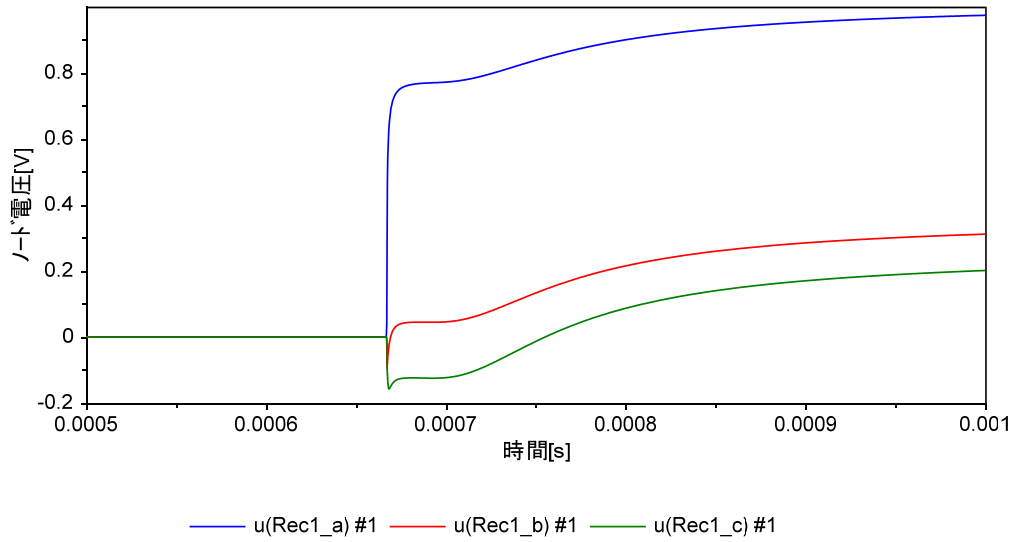


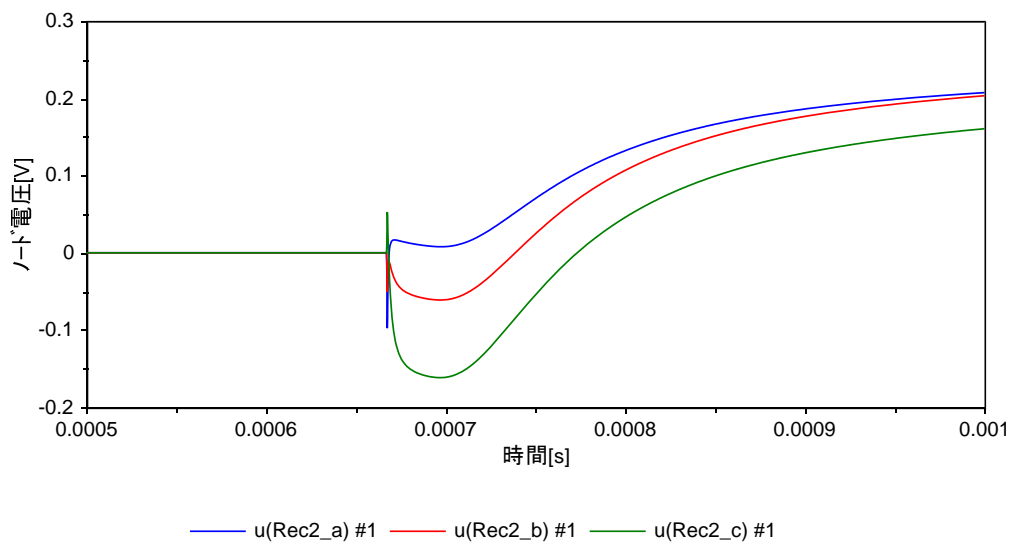
図5 XTAP 入力例

解析結果

本例題を XTAP により実行した結果（終端電圧波形）を図 6 に示す。



(a) 第 1 回線終端電圧波形



(b) 第 2 回線終端電圧波形

図 6 XTAP による解析結果

以上

更 新 履 歴

日 付	例題ファイル バージョン	変 更 内 容
2014/11/19	2.0	XTAP Ver. 2.00 用に修正 XTLC の変更に伴い，線路定数を再計算
2012/07/19	1.2	XTAP Version 1.20 用に修正
2011/10/18	1.1	XTAP Version 1.11 用に修正 XTLC の有効桁数を変更したため，線路定数ファイルを変更した。
2010/07/16	1.0	初版作成（XTAP Version 1.10 用）

