

XTAP 例題集		番 号	PS-01-A
例題名	電気学会 WEST 10 機系統のシミュレーション		
分 野	電力系統解析		
文 献	<p>(1) 電力系統標準化モデル調査専門委員会, 「電力系統の標準化モデル」, 電気学会技術報告 第 754 号, 1999.</p> <p>(2) T. Noda, H. Takizawa and T. Nakajima, “A Study of Electromagnetic Transient Simulations Using IEEJ's West-10 Benchmark Power System Model,” Proc. of International Conference on Power Systems Transients (IPST) 2015, Paper # 35, Cavtat, Croatia, 2015. (www.ipstconf.org よりダウンロード可)</p> <p>(3) 野田 琢, 坂本 織江, 米澤 力道, 「遠方系統の単相実効値模擬による電力系統瞬時値解析の高速化」, 電気学会論文誌 B, Vol. 135, No. 8, pp. 502-510, 2015.</p>		
概 要	<p>我が国の 60 Hz 系統は, 複数の電力会社の系統を 500 kV 送電線で東西に連系した 1,000 km を超えるくし形系統となっている。この系統を 10 機の発電機で模擬したものが文献 (1) で提案されている電気学会 WEST 10 機系統である。WEST 10 機系統は, そもそも実効値解析 (過渡安定度解析) のために用意されたモデル系統であるが, 本例題では, XTAP により瞬時値解析を試みている。また, 本例題票では, XTAP による瞬時値解析の結果と, 当所開発の CPAT による実効値解析の結果を比較し, 両者がよく一致することも示している。なお, WEST 10 機系統の詳細については文献 (1) を, 実効値解析結果との比較の詳細については文献 (2) を参照されたい。</p>		

解析回路・解析条件

図 1 に WEST 10 機系統の概略図を示す。系統周波数は 60 Hz である。10 機の発電機は全て, d, q 各軸 1 個の制動回路を有する発電機モデルで模擬され, その発電機定数は主として大容量火力機用の値とする。また, 各発電機モデルの慣性定数は 7 秒で, 主として火力・原子力用の调速機

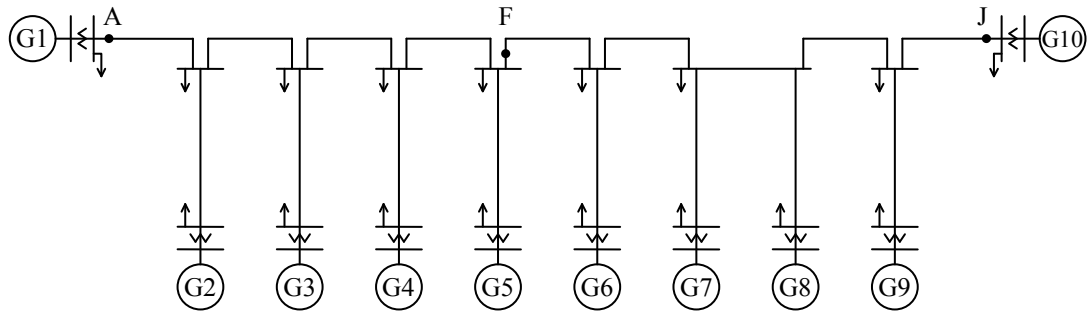


図 1 電気学会 標準電力系統モデル「WEST 10 機系統」

系モデルと、回転形励磁機のモデルを有している。各発電機の昇圧用変圧器のインピーダンスは、全て、自己容量ベースで 0.14 pu であり、タップ比は1としている。変電所間をつなぐ連系線は、それぞれが 100 km の2回線送電線で、発電所と変電所をつなぐ電源線は、それぞれが 50 km の2回線送電線である。ただし、G8の電源線だけは亘長を 100 km とする。負荷については、負荷端電圧を V_L としたとき、有効電力が、 $V_L \geq 0.7 \text{ pu}$ で定電流特性、 $V_L < 0.7 \text{ pu}$ で定インピーダンス特性となり、無効電力が V_L によらず定インピーダンス特性となるモデルで模擬する。潮流条件としては、昼間断面（重負荷時）と夜間断面（軽負荷時）の2ケースを想定し、それぞれの断面に対して、各発電機と各負荷の潮流条件が指定される。また、各送電線のインピーダンスと、各断面における変圧器のインピーダンスが設定される。

瞬時値解析は実効値解析よりも詳細なモデルデータを必要とするが、WEST 10 系統は、そもそも実効値解析（過渡安定度解析）のために作られたモデル系統であるから、瞬時値模擬を行う場合には、不足するデータを生じる。そこで、瞬時値模擬部分で不足するデータについては、次のように設定した。発電機の定格電圧は 22 kV とし、その中性点は発電所の接地抵抗を想定した 0.1Ω の抵抗を介して接地した。変圧器の結線は、Y- Δ とし、発電機側を 22 kV の Δ 結線、送電線側を 500 kV のY結線とした。また、Y結線の中性点は、先の発電所の接地抵抗を想定した 0.1Ω の抵抗に接続した。送電線については、本来であれば、一定パラメータ分布定数線路モデルや周波数依存分布定数線路モデルを用いた現実的な模擬をすべきであるが、今回の検討では、相間の結合を有さない π 型等価回路モデル（1段）を用いた。相間の結合、進行波の伝搬現象、線路定数の周波数依存性を考慮した現実的な解析は、今後の課題としたい。

系統事故として、図1のA点、F点、J点それぞれにおける1回線3線地絡事故（事故継続時間 70 ms ）を想定し、各ケースに対して昼間断面と夜間断面の計算を行った。計算時間刻みは、XTAPを $100 \mu\text{s}$ 、CPATを 10 ms とした。

以上のようにしてXTAP上に作成したWEST 10 機系統を図2に示す。

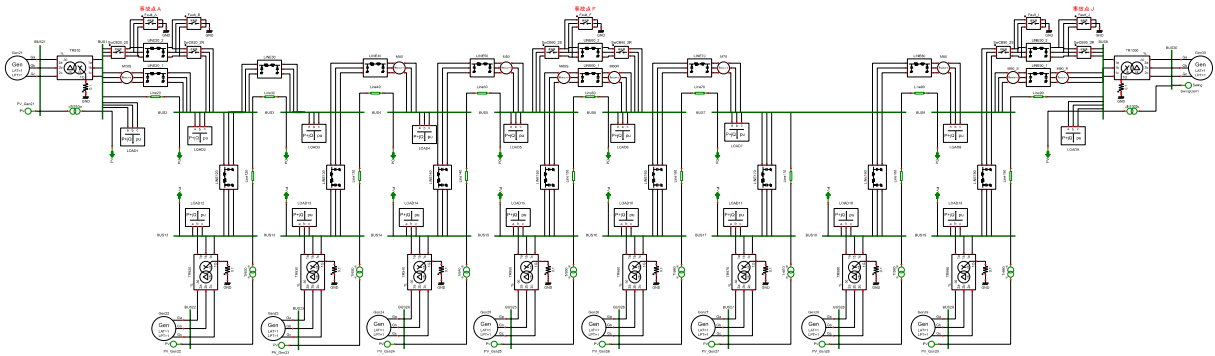


図 2 XTAP 上に作成した WEST 10 機系統

解析結果

解析結果を図 3～5 に示す。図中には、XTAP による瞬時値解析の結果に加えて、比較のため CPAT による実効値解析の結果も合わせて示している。計算結果より、A 点および F 点地絡のケースでは、昼間断面、夜間断面とも XTAP による瞬時値解析の結果は CPAT による実効値解析の結果とよく一致している。一方、J 点地絡の結果は概ね一致しているものの、差異が見られる。このときの XTAP による事故電流波形計算結果を示すと図 6 となる。b 相の電流に直流分が重畳し、事故後 70 ms 付近で電流の零点が無く（ゼロミス）、結局、最初に零点が来て事故電流を遮断できるのが事故後 100 ms 付近となっている。これにより、瞬時値解析では b 相のみ事故継続時間が 100 ms 程度となり、実効値解析の結果との間に差異が生じたものと考えられる。特に、図 5 (a) に示した J 点地絡で昼間断面のケースにおいては、CPAT の結果では発電機 G6～G9 が脱調していないにもかかわらず、XTAP の結果では脱調するという大きな違いを生じている。

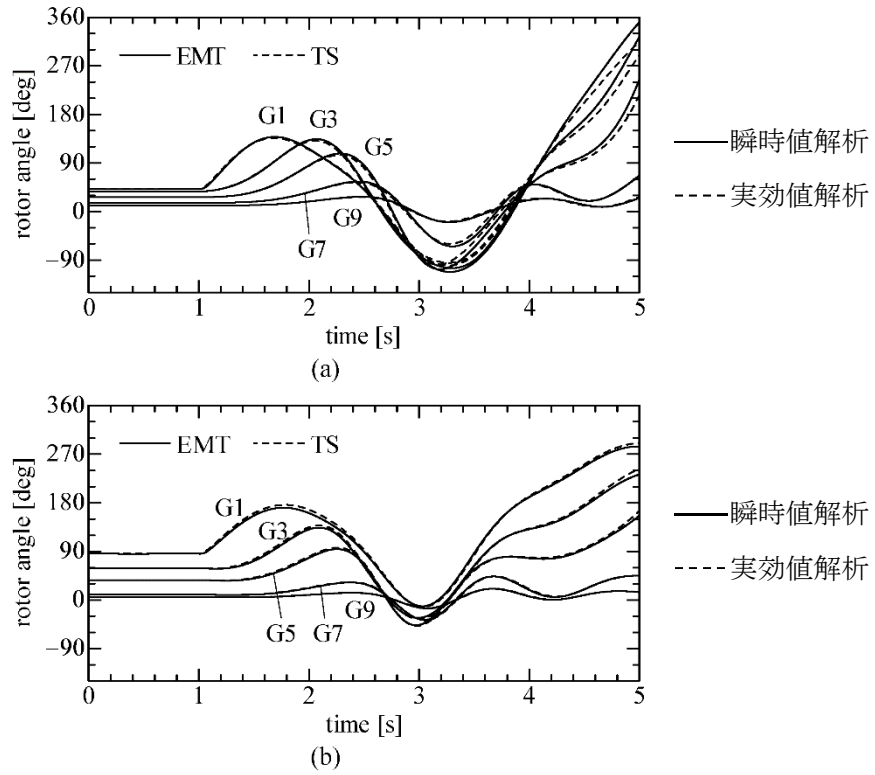


図 3 XTAP による瞬時値解析の結果と CPAT による実効値解析の結果の比較

地絡点 : A, (a) 昼間断面, (b) 夜間断面

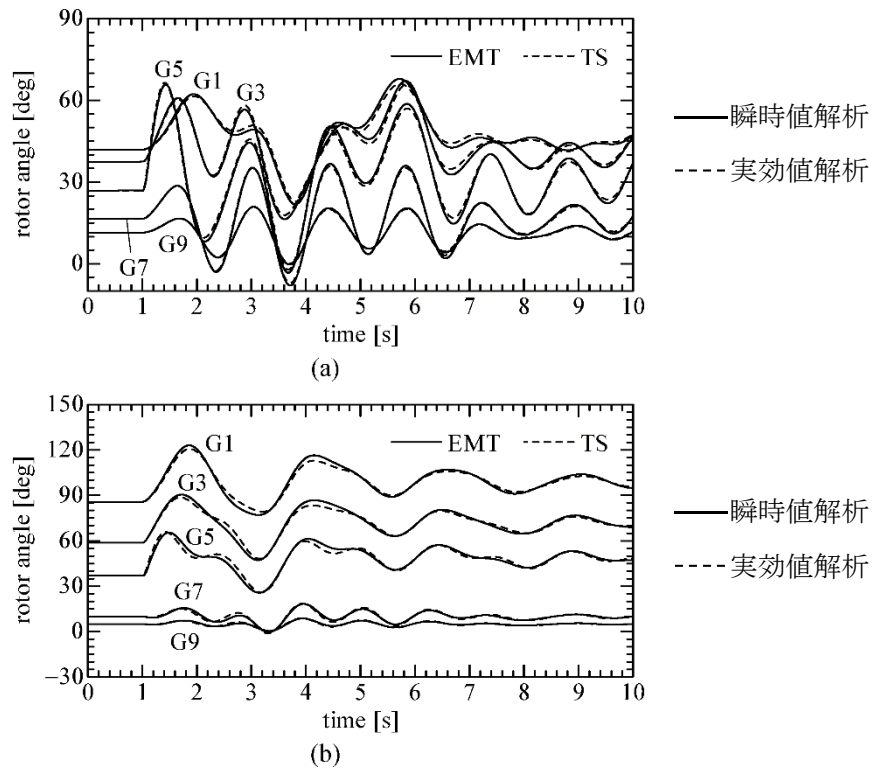


図 4 XTAP による瞬時値解析の結果と CPAT による実効値解析の結果の比較

地絡点 : F, (a) 昼間断面, (b) 夜間断面

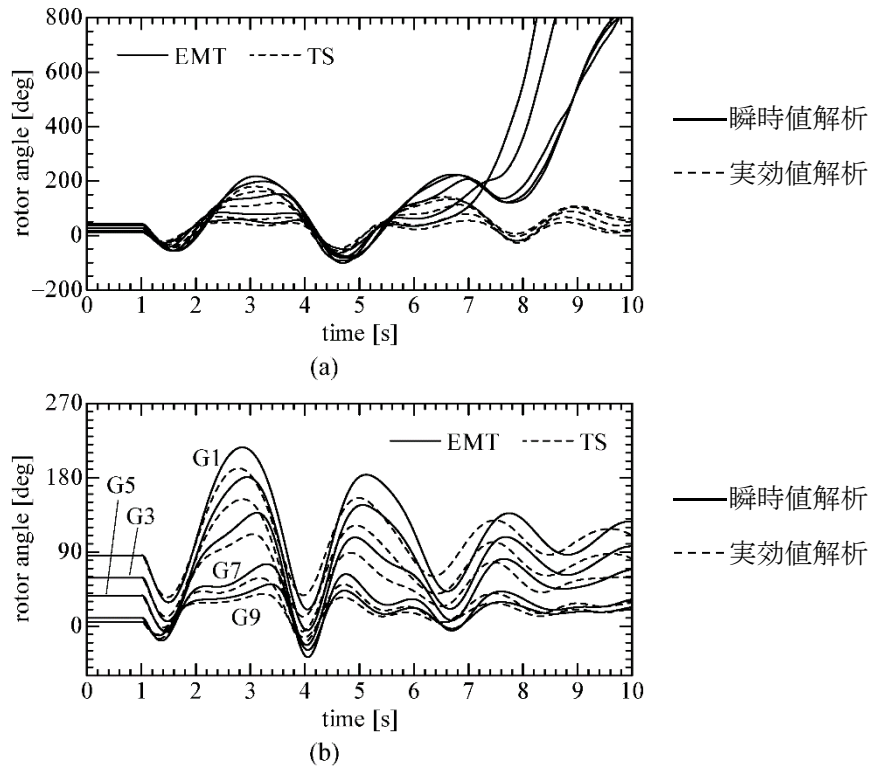


図 5 XTAP による瞬時値解析の結果と CPAT による実効値解析の結果の比較
 地絡点 : J, (a) 昼間断面, (b) 夜間断面

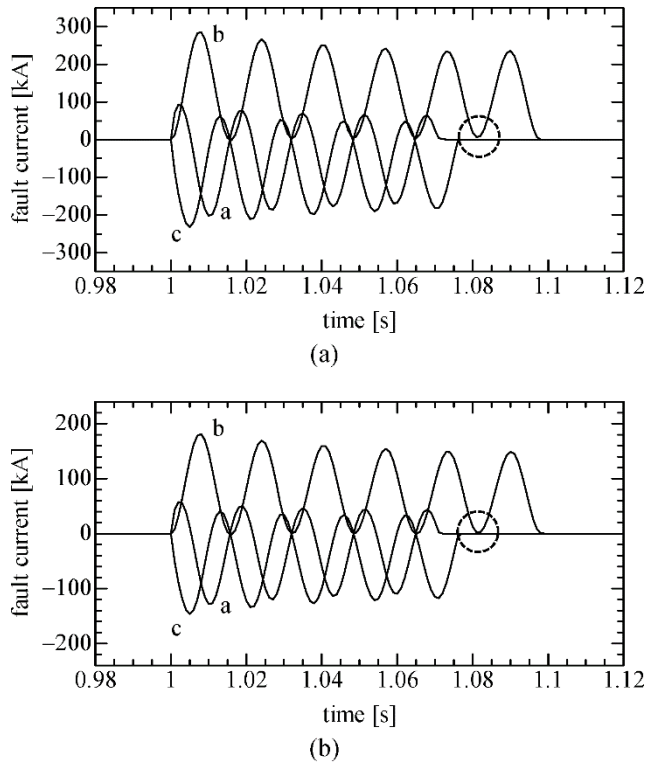


図 6 地絡点 J の場合の地絡電流波形
 (a) 昼間断面, (b) 夜間断面

更 新 履 歴

日 付	例題ファイル バージョン	変 更 内 容
2015/09/24	2.0	初版作成（XTAP Version 2.01 用）
2021/03/04	2.1	負荷モデルについて潮流計算結果から情報を取得可能なモデルに変更。例題名称を変更。