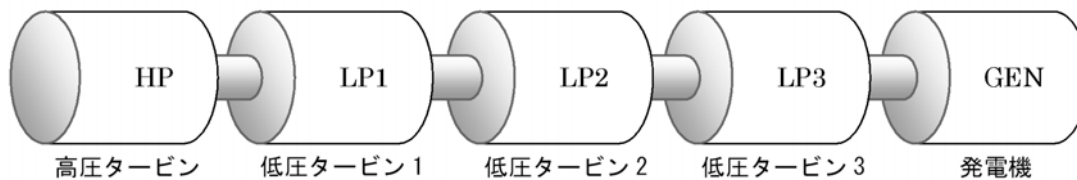


XTAP 例題集		番 号	MAC-01-C
例題名	同期発電機（軸ねじれトルクのシミュレーション）		
分 野	電力系統応用		
文 献	<p>本研修コースのために作成した例題であるため、文献なし。</p> <p>軸系の定数の例として、以下の文献がある。本例題は[1]を参考に作成した。</p> <p>[1] 岡本ほか「遮断器開閉制御が発電機・タービン軸系に与える影響の評価」, 電力技術・電力系統技術合同研究会資料, PE-99-101, PSE-99-98</p> <p>[2] “First Benchmark Model for Computer Simulation of Subsynchronous Resonance”, IEEE Trans. Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-96, No. 5, pp. 1565-1572, 1977</p> <p>[3] J.F. Goossens et al, “Full Scale Short Circuit and Other Tests on the Dynamic Torsional Response of Rodenhuize NR 4-300 MW – 3000 RPM Turcogenerator Part II”, IEEE Trans. PAS, Vol. PAS-100, No. 9, pp. 4174-4185, 1981</p>		
概 要	<p>解析する系統は、同期発電機 1 機と無限大母線が並行 2 回線送電線で接続された 1 機無限大母線系統である。</p> <p>本例題では、並行 2 回線送電線の片回線に 3 相地絡事故が生じ、その回線の両端の遮断器が動作して事故が除去される現象を模擬し、同期発電機の軸ねじれトルクの解析を行う。</p>		

## 解析回路・解析条件

解析する発電機のシャフト構成および定数を図1に示す。



M :	0.37s	1.69s	1.83s	1.71s	2.65s
K :	21.4	150.2	112.5	144.1	

(shaft stiffness in pu torque/electrical rad)

図1 シャフト構成と定数

### 【解析する現象】

同期発電機を、軸系を考慮したモデル「同期発電機 (d1q1, 軸トルク考慮)」とし、3LG-O 事故時の軸ねじれトルクのシミュレーションを行う。発電機本体以外の解析系統は、例題 MAC-01-B と同じ条件である。

### 【軸系のデータ】

図1の軸系データを同期機モデルに入力する。入力画面を図2に示す。

02 同期発電機(d1q1.軸トルク考慮)

パラメータ1    パラメータ2    **パラメータ3**    数式    ヘルプ    表示

LP1	LP2	LP3	LP4	LP5	LP6	発電機	EX
0.0	0.0	0.37	1.69	1.83	1.71	2.66	0.0
0.0	0.0	0.35	0.21	0.21	0.23		
0.0	0.0	21.4	150.2	112.5	144.1	0.0	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

※データ入力の注意点  
 データは発電機側からタービン側へ空白を作らずに入力してください  
 出力分担比は合計が1となるように入力してください  
 自己・相互制動系数は制動効果を無視する場合は0として下さい

OK    キャンセル

図2 同期発電機の軸系データ入力画面

【軸系のモデル構成】

(1) 計算手順

発電機の軸系の諸量は、下記の手順で算出している。

- ① 入力された定数の p.u.換算と初期値の計算
- ② 軸ねじれトルクと制動トルクの算出
- ③ 各質点への入力トルクと各質点からの出力トルクの算出
- ④ 各質点の角速度  $\omega$  , 回転角  $\theta$  を算出

(2) トルクの式

p.u.換算後の定数を用いると、トルクの式は以下ようになる。トルクの単位法の基準値は発電機の定格容量である。添え字  $x$  は質点の番号である。

- 慣性トルク  $TQM_x$ [p.u.]  $TQM_x = LMT_x \cdot \frac{d\omega_x}{dt}$
- 軸ねじれトルク  $TQS_x$ [p.u.]  $TQS_x = CKTP_x \cdot (\theta_x - \theta_{x+1})$
- 自己制動トルク  $TQDS_x$ [p.u.]  $TQDS_x = RDSP_x \cdot \omega_x$
- 相互制動トルク  $TQDM_x$ [p.u.]  $TQDM_x = RDMP_x \cdot (\omega_x - \omega_{x+1})$

(3) 各質点の角速度  $\omega$ , 回転角  $\theta$  の算出

各質点について、入力トルクと出力トルクとの差が、慣性トルクとなる。この関係から回転角速度  $\omega$  の変化分（速度偏差  $S_g$ ）を求めることができる。ここでは  $\omega$  の初期値は定格(1 [p.u.]),  $S_g$  の初期値を零とする。タービン 2 を例とすると、次式のようなになる。

(タービン 2 への入力) = (タービン 2 の慣性トルク) + (タービン 2 の出力トルク)

$$TQIN_2 = TQM_2 + TQOT_2$$

$$LMT_2 \frac{d\omega_2}{dt} = (TQIN_2 - TQOT_2)$$

$$S_{g2} = \frac{d\omega_2}{dt} = \frac{1}{LMT_2} (TQIN_2 - TQOT_2)$$

以上から、 $\omega$ ,  $\theta$  が算出される。

- 角速度  $\omega_2 = S_{g2} + \omega_{INIT2} = S_{g2} + 1.0$
- 回転角  $\theta_2 = \int S_{g2} dt + \theta_{INIT2}$

## 解析結果

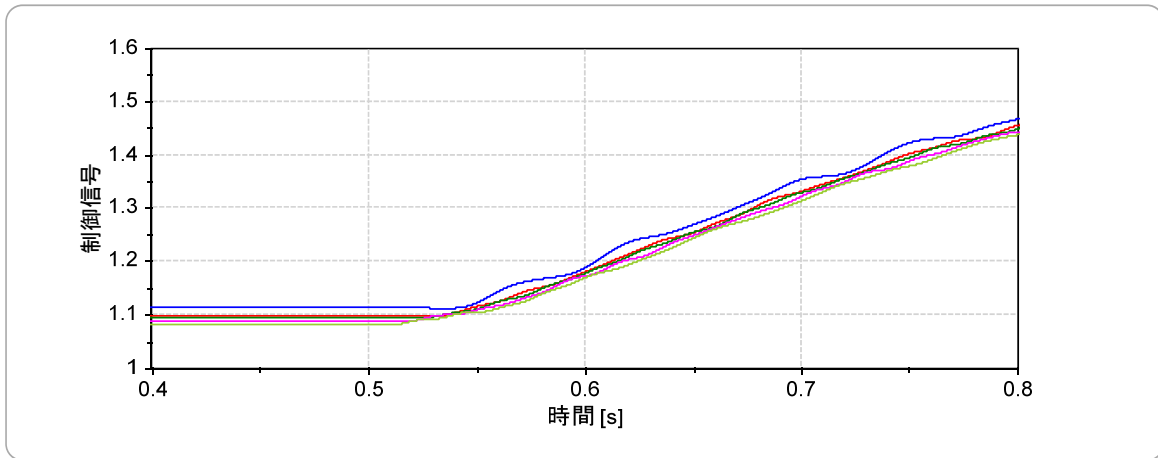
本例題を XTAP により実行した結果を図 3～図 5 に示す。

図 3 は各質点の回転角である。初期状態では入力側（図 1 の左側）の方が発電機側より大きくなっている。系統事故後は、概ねその関係を保ったまま、軸系全体が加速していく。

図 4 は各質点の角速度である。系統事故発生前は全ての質点が定格角速度（1 [p.u.]）で回転しており、系統事故後は質点がそれぞれ異なる角速度の変動を示す。

図 5 は各質点間の軸ねじれトルクである。各質点について、出力側（図 1 の右側）に隣接する質点との間の値を示したものである。発電機（質点 7）は、本例では末端である（右隣に質点が無い）ため、結果は零となっている。系統事故の発生前は、入力側から発電機側へ一定のトルクが伝えられており、系統事故後は軸ねじれ振動が生じている。

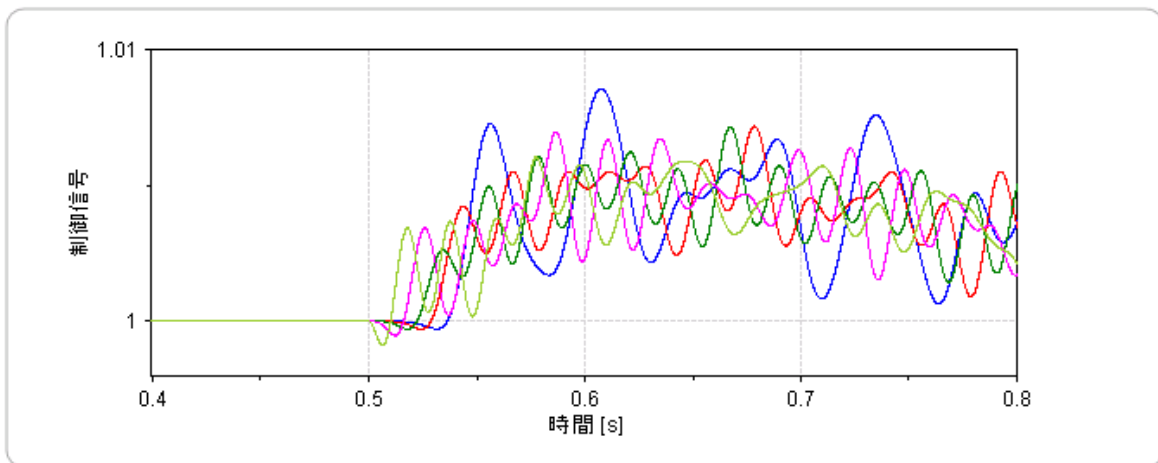
MAC-01-C



— s(SyncGen1/DLTR3) #1    — s(SyncGen1/DLTR4) #1    — s(SyncGen1/DLTR5) #1  
— s(SyncGen1/DLTR6) #1    — s(SyncGen1/DLTR7) #1

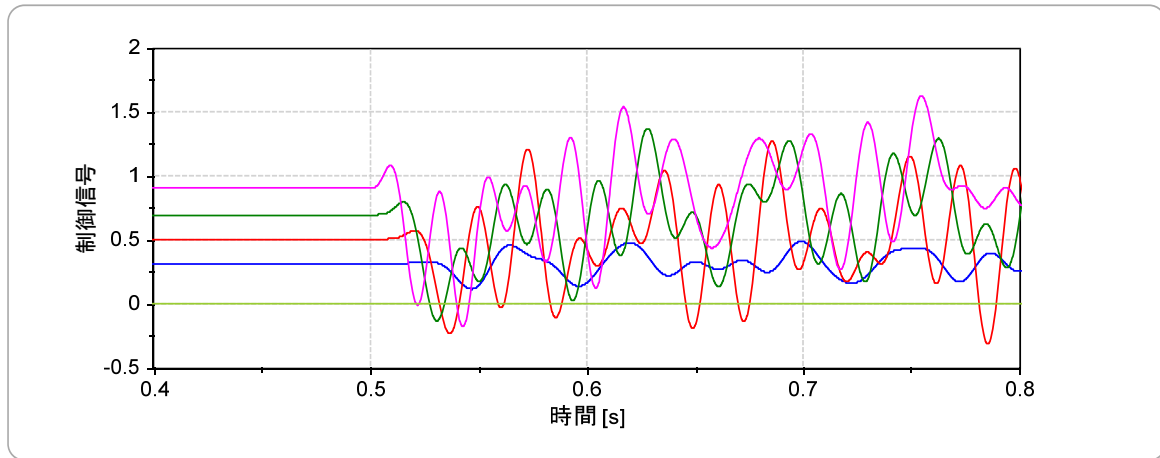
図3 各質点の回転角[rad]

MAC-01-C



— s(SyncGen1/OMG3) #1    — s(SyncGen1/OMG4) #1    — s(SyncGen1/OMG5) #1  
— s(SyncGen1/OMG6) #1    — s(SyncGen1/OMG7) #1

図4 各質点の角速度[p.u.]



— s(SyncGen1/TQS3) #1    — s(SyncGen1/TQS4) #1    — s(SyncGen1/TQS5) #1  
— s(SyncGen1/TQS6) #1    — s(SyncGen1/TQS7) #1

図5 各質点の軸ねじれトルク (図1で右側に隣接する質点との間)

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 Version 2.00 用に修正 部品の変更に伴い, PV 指定発電機母線 部品を再接続
2013/04/19	1.3	初期値計算改良による事故発生時刻の変更 潮流条件を MAC-01-A, B と合わせた
2012/07/19	1.2	XTAP Version 1.20 用に修正
2010/10/18	1.0	初版作成 (XTAP Version 1.11 用)

