

| XTAP 例題集 | | 番 号 | MAC-03-B |
|----------|---|-----|----------|
| 例題名 | 誘導発電機の系統並列シミュレーション | | |
| 分 野 | 回転機, 発電機, 負荷, 電力系統応用 | | |
| 文 献 | <p>[1] R. Yonezawa, "A phase-domain synchronous machine modeling technique by using magnetic circuit representation of armature and rotor windings," Electric Power Systems Research, vol 219, June 2023.</p> <p>[2] 米澤, 川崎, 「固定子および回転子巻線の磁気回路表現による誘導機の相領域モデルの提案」, 電気学会論文誌 B, vol. 143, no. 12, pp. 1-9, 2023.</p> <p>[3] Paul Krause, Oleg Wasynczuk, Scott Sudhoff, and Steven Pekarek, Analysis of electric machinery and drive systems, 3rd edition, Picattaway, NJ, IEEE Press, 2012.</p> <p>[4] 誘導機の過渡現象シミュレーション技術調査専門委員会: 「誘導機の過渡現象解析技術」, 電気学会技術報告第 891 号, 2002.</p> | | |
| 概 要 | <p>本例題は, 誘導発電機を系統並列させた場合のシミュレーションである。誘導発電機は系統並列時に定格電流よりも大きな突入電流が流れることが知られており, このシミュレーションでも定格電流を超える突入電流が流れることが確認できる。</p> <p>誘導機のモデルには文献 [2] で開発された相領域モデルを用いる。なお同モデルは, トルクと回転数を逆にすることで電動機と発電機のどちらとしても動作する。例題 MAC-03-A では同モデルを誘導電動機として動作させた場合のシミュレーションを行っている。モデルに関する説明については例題 MAC-03-A の例題票に説明がある。</p> <p>誘導機相領域モデルの詳しい説明は文献 [2] を, 誘導機の基本原理については文献 [3], [4] を参照されたい。</p> | | |

解析回路・解析条件

図1に、本例題で解析を行う誘導発電機およびその外部システムの回路図を示す。系統周波数は50 Hzである。ここでは、あらかじめ誘導発電機を一定回転で運転しておき、時刻1sで遮断器SW1を投入することで誘導発電機を系統並列する。また、時刻3sから5sまでかけて3000 Nmの機械入力（トルク）をランプ状に与える。系統および誘導発電機のパラメータは図中に示す通りであり、計算時間刻みは100 μsとし、計算終了時刻は5.5sとする。

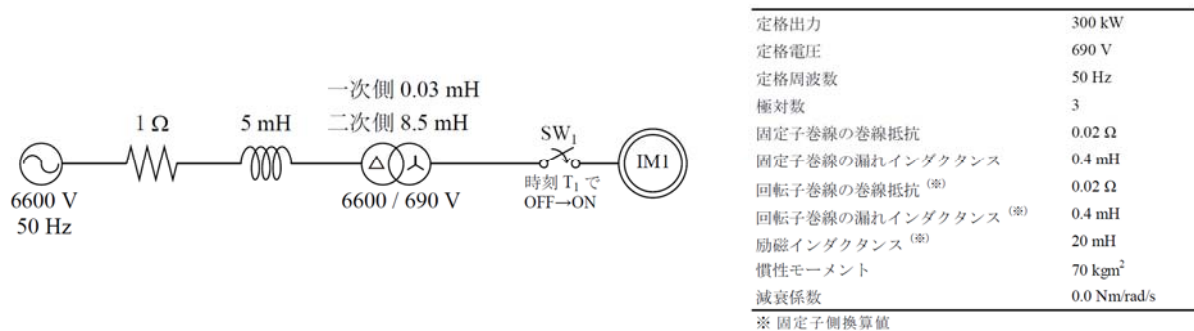


図1 誘導発電機の系統並列シミュレーションの単線結線図およびパラメータ

図2に、図1の回路をXTAP上に再現した回路図を示す。系統は三相一括配線で作成され、三相端子から单相を引き出し、誘導機モデルの固定子巻線側端子（sa, sb, sc）に接続している。またこの計算では、誘導機をかご形誘導発電機と仮定し、回転子側の端子は短絡している（浮いた回路とならないよう、回転子側端子は接地している）。

計算開始時のすべりには負の値として-0.5246を設定する。この誘導機の同期速度は1000 rpm ($= 120 \times 50 / (2 \times 3)$)であるから、このときの回転数は $1000 \times (1 - (-0.5246)) = 1525$ rpmとなる。また外部トルクには負の値を与えることで、系統に対して電力を出力させる。

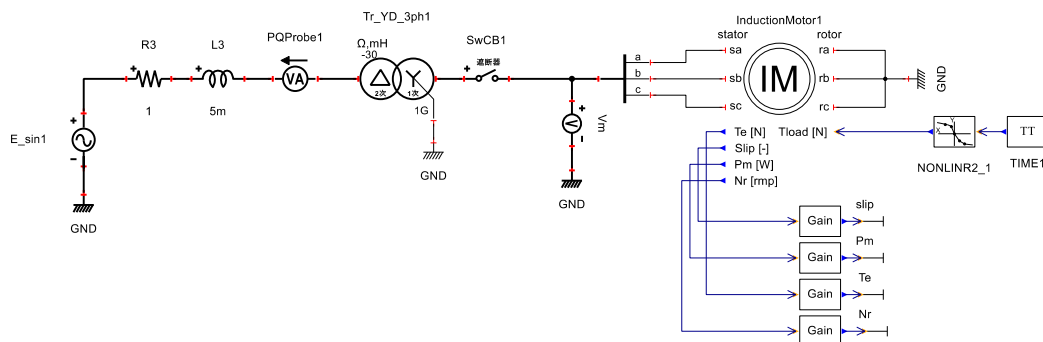
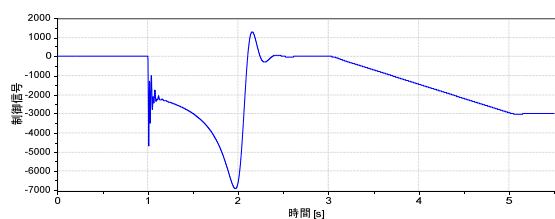


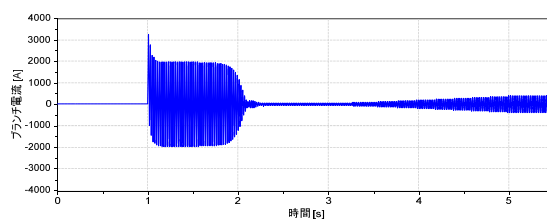
図2 XTAP上に模擬した解析回路

解析結果

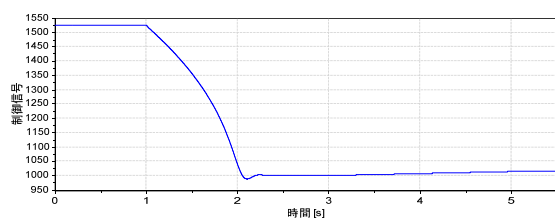
図 3 に、誘導機の電磁トルク、回転数、固定子巻線（a 相）の電流、回転子巻線（a 相）の電流、外部系統へ出力する有効電力、無効電力の解析結果を示す。始動直後の固定子巻線にはピーク値で約 3,200 A の電流が流れている。この誘導発電機の定格電流は 251 A で、そのピークは $\sqrt{2}$ 倍の 355 A であるため、この例題では瞬間的に波高値の約 9 倍の電流が流れて、その後 1 秒程度は約 5.6 倍の電流が流れていることが確認できる。



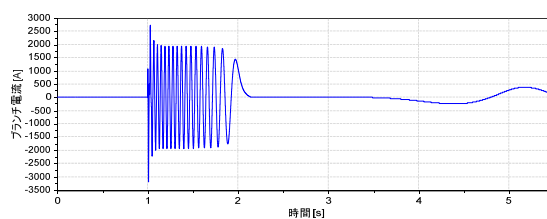
電磁トルク [N]



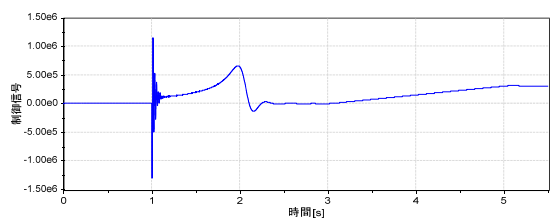
固定子巻線電流 [A]



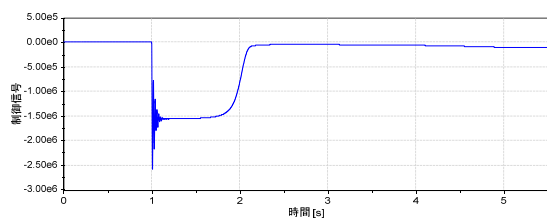
回転数 [rpm]



回転子巻線電流 [A]



有効電力 [W]



無効電力 [var]

図 3 解析結果

更 新 履 歴

| 日 付 | 例題ファイル バージョン | 変 更 内 容 |
|------------|-----------------|---------------------------|
| 2023/10/02 | 1.0 | 初版作成 (XTAP Version 3.5 用) |