

誘導機型小水力発電の多数台連系時における突入電流評価モデルの構築

AE14070 竹谷悠太

指導教員 藤田吾郎

1. はじめに

近年、地球温暖化などの環境問題やエネルギーセキュリティへの関心の高まりから、再生可能エネルギーを用いた発電が注目されている^[1]。再生可能エネルギーのなかでも小水力発電は、太陽光発電や風力発電と比較して、出力が比較的安定している。また、設備が容易なこと、導入ポテンシャルが高いことの他に未利用発電を利用する点で注目されている。小水力発電に用いられる発電機には、誘導発電機と同期発電機が用いられている。現在では、構造が堅牢で励磁装置もなく保守が容易である点から、誘導発電機を用いたシステムが多く採用されている。しかし、誘導発電機を用いた場合、単体では電圧が確立できず、単独運転には対応できない。また系統並列時に定格の6~7倍の突入電流を生じることから電力品質の低下が懸念されている^[2]。

先行研究では小規模分散型電源系統に、誘導発電機を多数台並列した際の系統の安定度について、導入可能量の観点から評価を行った。

本稿では、小規模分散型電源系統に、誘導発電機を多数台並列した際の突入電流を数値解析により確認する。またスケールダウンさせたモデルと実測値との比較を行い、より整合性の高いデータを元に突入電流を評価するモデルを構築することを目的とする。

2. 数値解析

2.1 系統モデル

瞬時値解析モデルを用いて、誘導発電機の導入容量を0kW~100kWまで10kWずつ変化させた時の、誘導発電機から流れる突入電流と負荷にかかる電圧を波形として確認する。図1に瞬時値解析モデルの概略図を示す。

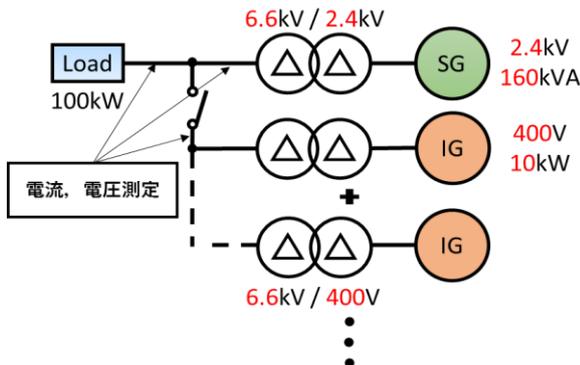


図1 瞬時値解析モデルの概略図

2.2 解析条件

解析時間は10秒とする。解析開始から、5秒後に定格回転数付近で回転している誘導発電機を投入する。本モデルは小規模な独立系統を想定している。10kW出力の誘導発電機を1~10台投入するパターンを想定し、シミュレーションを行う。

2.3 結果

以下にシミュレーション結果として、誘導発電機側の電流変動、負荷側の電圧変動を図2、3に示す。図2、3より、誘導発電機の導入容量の増加に伴う突入電流の増大と電圧降下の増大も確認した。

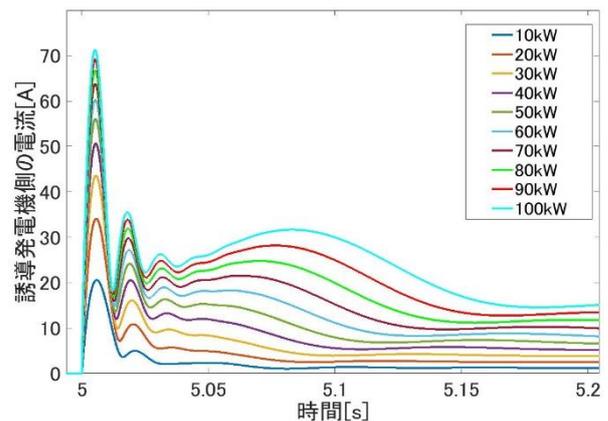


図2 誘導発電機側の電流変動

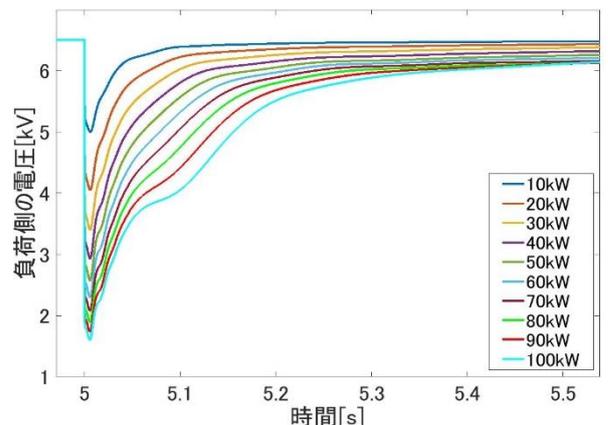


図3 負荷側の電圧変動

3. 実験室レベルへのスケールダウン

図1のモデルの整合性を評価するには、実験室レベルの200Vの系統モデルに落とし込む必要がある。図4に図1をスケールダウンさせたモデルを示す。誘導発電機か

ら流れる突入電流と負荷にかかる電圧を波形として確認する。解析条件は2.2章と同様であるが、台数のみ1台または2台に変更する。

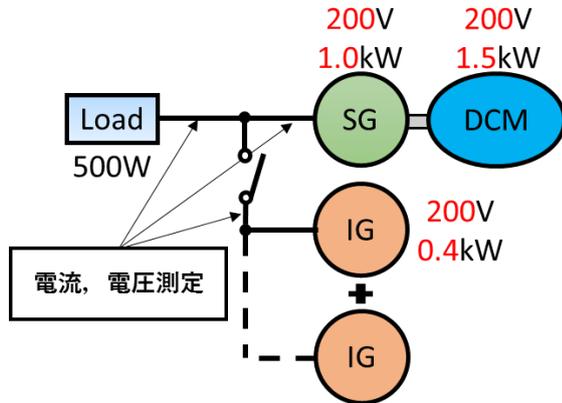


図4 スケールダウンしたモデルの概略図

4. 結果

図5, 6に負荷を500Wとした時のシミュレーション結果として、誘導発電機側の電流変動, 負荷側の電圧変動を示す。図5, 6より図2, 3と同様の波形を観測した。また, 図7, 8に誘導発電機側の電流変動, 負荷側の電圧変動の実測値を記載する。図7, 8より突入電流は観測できたが, 電圧降下がシミュレーション結果より実測値の電圧変動の幅は小さくなった。

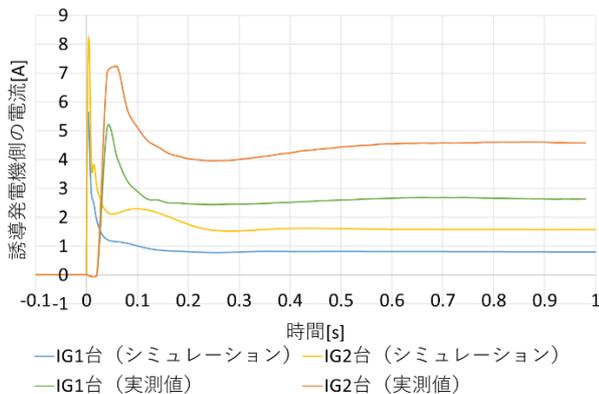


図5 誘導発電機側の電流変動の比較

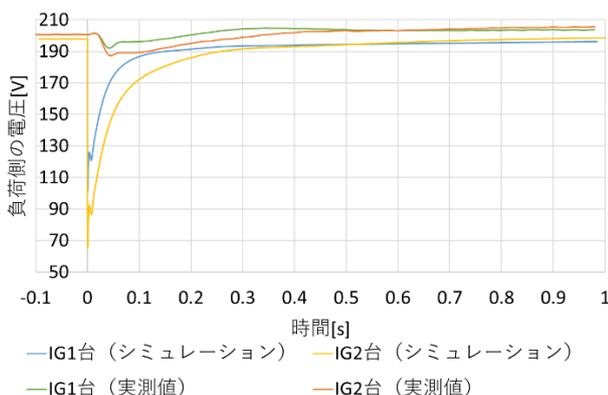


図6 負荷側の電圧変動の比較

5. 考察

本研究により, 誘導発電機の導入容量の増加と突入電流の増大の関係性, それに伴う電圧降下を明らかにした。突入電流の最大値は, シミュレーション結果と実測値の双方とも誘導発電機が1台の時に5A程度, 2台のときに7~8A程度であったため, スケールダウンする前のモデルとスケールダウンした後のモデルについても, 定格の約5~7倍の突入電流を観測できたと考えられる。よって実験室レベルで整合性の評価が可能であると考えられる。しかし, 図6についてシミュレーション結果では100V近い, または100V以上の電圧降下が見られたが, 実測値の電圧変動は10V程度であった。この電圧変動幅の違いについて検討が必要である。

6. まとめと今後の展望

誘導機型小水力発電並列時の課題である突入電流について, 数値解析により求めた。数値解析の結果の整合性を確かめるため, スケールダウンした実測装置を用いて実測を行った。結論として, 誘導発電機の導入容量の増加と突入電流の大きさの増大の関係性, またそれに伴う電力品質の低下を明らかにした。しかし, 実測値との整合性の部分では, 電圧降下についてシミュレーション値と大きく異なった。

今後は電圧降下の原理を明らかにすると共に, 突入電流対策の一手法である限流リアクトルを用いた系統解析も行い, より精度の高いモデルでの小水力発電の導入の普及に貢献して行く予定である。

参考文献

- [1] 経済産業省資源エネルギー庁 HP
「<http://www.enecho.meti.go.jp>」2017年11月5日アクセス
- [2] 佐藤正毅, 志満嘉夫, 高橋宏郎, 三瓶義高: 「誘導発電機の系統並列時突入電流に関する考察」電学誌, 111巻8号, 1991年

発表論文

- (1) 竹谷悠太, 藤田吾郎, 竹本泰敏, 平井涼介, 「誘導機型小水力発電の多数台連系時における突入電流の評価」, 電気学会B部門大会, P26 (2017)
- (2) Yuta Takeya, Thanh Son Tran, Yasutoshi Takemoto, Ryosuke Hirai & Goro Fujita, "Evaluation of influence on utility caused by inrush current in case of multiple interconnection of small hydroelectric generation", 26, VJSE2017 (2017)