

風力発電における 周波数低下時の発電機脱落対策

AE17066 坪 悠馬

指導教員 藤田吾郎

1. はじめに [1]

近年、風力発電のFRT(Fault Ride Through)要件について追補がなされ、洋上風力発電機の増加を促す「海域再エネ利用法」が制定されるなど、日本の風力発電に対する取り組みが活発化している。そのため、今後、大幅な風力発電量の増加が予想される。しかし、風力発電や太陽光発電等の再生可能エネルギー電源は、気象条件によって出力変動が生じ、瞬時電圧低下時(瞬低時)には発電機が電力系統から解列されることにより、系統の電圧・周波数安定度の維持に影響を与えるという問題が発生している。また、再エネ電源の導入量が増加し、供給に占める割合が増すにつれて、瞬低時の影響はより大きくなるため、レジリエンスな電力システムが求められている。

本研究では、地震等による瞬低時の周波数に注目し、FRT要件や発電機のGF(Governor Free)幅、負荷側UFR(Under Frequency Relay)の値を変更することで、風力発電機が系統から不要解列することを防ぐのが目的である。

2. シミュレーション方法

2.1 シミュレーションモデル

本研究ではAGC30モデルをシミュレーションに用いる。

AGC30モデルは電気学会によりMATLAB/Simulinkで作成された電力供給・周波数シミュレーションの標準解析モデルであり、複数発電機の諸設定、需給・供給等に任意の数値を入力して3時間程度のシミュレーションを行える解析モデルである

2.2 シミュレーション条件

本研究では、提案対策に柔軟性を持たせるために3パターンの事故断面を模擬し、シミュレーションを行う。

2.3 事故断面

各パターンにおいて、地震等によって、時刻13:30に系統事故や振動検知による発電機停止に至り、供給力喪失が起きたとする。

いずれのパターンにおいても、供給力喪失により、風力発電機の解列が起きる想定である。また、各パターンの停止発電機を表2.1に示す。

また、パターン1~3はそれぞれ、火力、水力、原子力が停止した場合を模擬している。

表2.1 パターン別停止発電機

項目	パターン1			パターン2		パターン3
	火力			水力		
	石油	石炭	LNG	流込	揚水	
ユニット [MW]×[機数]	700×3	700×1 1000×2	700×1	3415×1	300×3	500×3 1000×3
設備容量[MW]	2100	2700	700	3415	900	4500
発電機数	7			4		6
電源比率[%]	10	13	3	16	4	21
合計電源比率[%]	26			20		21

2.4 提案対策 [2]

・FRT要件の変更

FRTとは系統の電圧・周波数変動時に発電機を系統から解列する機能である。FRT要件の周波数変動耐量を変更し、風力発電の不要解列低減を試みる。

・GF幅の変更

GFとは、EDC(Economical Load Dispatching Control)やLFC(Load Frequency Control)では対応できない数分以内の周波数変動に対して、蒸気加減弁等を自動的に調整する機能である。

GF幅とは、GFによって調整できる割合であり、その数値を変更して、風力発電の不要解列低減を試みる。

・負荷側UFRの変更

UFRとは周波数が一定以下に低下した際、系統から負荷を解列させる機能である。

負荷側UFRを変更し、周波数が一定値まで低下した際、一定の負荷を解列し、風力発電の不要解列低減を試みる。

3. シミュレーション結果

3.1 FRT

図3.1に示す各パターンにおける周波数変動より、パターン毎に解列を防ぐのに必要なFRT要件変更値を表3.1に示す。

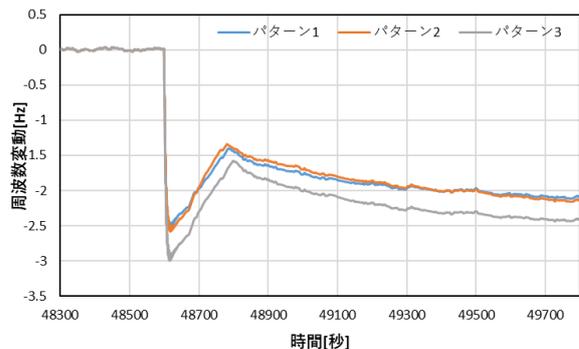


図3.1 各パターンにおける周波数変動

表3.1 FRT要件変更値

項目	UFR[Hz]		変化率[Hz/s]	
	変更前	変更後	変更前	変更後
パターン1	47.5	47.4	-2	-2.5
パターン2		47.3		-2.6
パターン3		46.9		-3

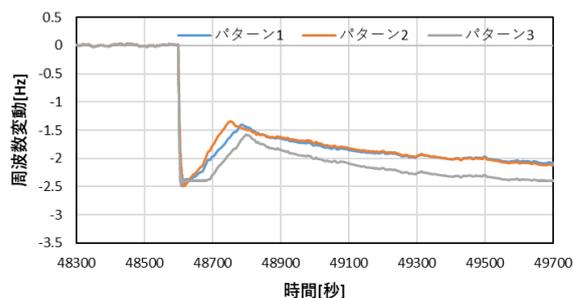


図3.3 負荷側UFR変更後の周波数変動

3.2 GF

表3.2に各事故断面における、解列を防ぐのに必要なGF幅の変更数値を示し、図3.2に各パターンにおけるGF幅変更後の周波数変動を示す。

表3.2 GF幅の変更数値

項目	GF幅[%]			
	GTCC以外		GTCC	
	変更前	変更後	変更前	変更後
パターン1	5	7.5	10	10
パターン2		7.5		12.5
パターン3		10		20

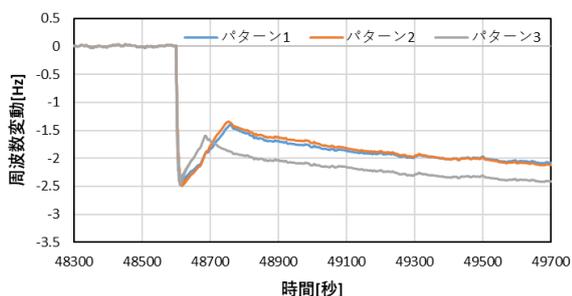


図3.2 GF幅変更後の周波数変動

3.3 UFR

表3.3に各事故断面における、解列を防ぐのに必要な47.6Hz時の負荷側UFRの遮断容量を示し、図3.3に各パターンにおける負荷側UFR変更後の周波数変動を示す。

表3.3 負荷側UFRの変更数値

項目	UFR[Hz]	遮断容量	
		[MW]	需要比[%]
パターン1	47.6	100	0.05
パターン2		150	0.09
パターン3		900	5.17

4. 考察 [3]

表2.1及び表3.1、表3.2、表3.3より、パターン1が最も停止発電機の電源比率が高いにも関わらず、全ての提案対策でパターン3の変更数値が大きくなるのが分かった。パターン3で風力発電を解列させないように提案対策を行った場合、どの提案対策を実施したとしても、平常時の系統安定性低下や、発電単価上昇が起こり、現実的ではないことが分かった。

しかし、電力自由化により、様々なビジネス形態の契約が増えたので、「電力を安価に供給するが、緊急時には負荷側UFRによって系統から解列される」というような内容で一定量の契約を成立させれば、負荷側UFRの提案対策については実現性が増すと考えられる。

5. まとめ

考察で述べたように、現状では一つの提案対策での問題解決は難しいことを示した。しかし、複数の提案対策を同時に実施すれば、より少ないデメリットで効果が得られると考えられるため、今後は複数対策の同時実施について研究を行う。

また、再エネ電源の供給に占める割合が増加した場合、提案対策の数値も変更が求められるため、それを想定したシミュレーションも必要であると考ええる。

6. 参考文献

- [1] 「太陽光・風力発電機の周波数変動に伴う解列の整定値等の見直し」
電力広域的運営推進機関-電力レジリエンス等に関する小委員会- 2019年1月22日
- [2] 「系統連系規定」 日本電気協会系統連系専門部会
- [3] 「電力系統のレジリエンス強化に資する緊急時の周波数制御に関する基礎検討-再エネ脱落特性を考慮した分散制御方式-」 電力中央研究所 研究報告：R19005 2020年9月 佐藤 勇人