

# 風力発電装置を有する直流送電システムの送電端回路の定常特性解析

Steady-State Characteristics Analysis of a Sending-End Circuit for a DC Transmission System with Wind Turbine Generator Systems

EE07 小野田凌 EE38 森岡岳大  
指導教員 山下健一郎

## 1. まえがき

現在, 地球温暖化や化石燃料の枯渇など種々な問題を背景に, 再生可能エネルギーを利用した発電方法が注目されている。なかでも風力発電は国内外で多くの研究が行われている。図 1 に風力発電装置を有する直流送電システムの構成を示す。同システムは, サイリスタコンバータ/インバータを用いて電力変換を行うため, 高い信頼性を有する反面, サイリスタの転流に起因した高調波が発生してしまう問題がある。本研究では, 特殊三巻線変圧器を用いた高調波除去を可能とする電力補償装置を提案し, 同装置による受電端側回路における高調波除去について検討している<sup>[1],[2]</sup>。本研究では, 同装置を送電端側回路に接続した場合の波形改善効果について検討を行う。

## 2. 特殊三巻線変圧器を有する電力補償装置

図 2 は図 1 のシステムを想定した供試装置(同期機: 2[kW], 200[V], 50[Hz], 1500[rpm])を用いた場合の三巻線変圧器各部の電流波形(制御遅れ角  $\alpha=45[\text{deg}]$ )を示したものである。サイリスタコンバータへ流入する電流にはサイリスタの転流に起因して同図(c)のように高調波が含まれている。その結果, 同期機(同図(b))だけでなく, 系統(同図(a))の電流波形にも高調波が含まれていることがわかる。

こうした高調波を除去する方法として, 筆者らは特殊三巻線変圧器を有する電力補償装置を提案している<sup>[2]</sup>。同変圧器は負の値となる漏れインダクタンスを有している。この負の漏れインダクタンスで同期機の初期過渡インダクタンスを打ち消すことにより, 正弦波となる同期機の内部誘導起電力を変圧器の励磁回路に直接印加することができる。その結果, 系統電流を正弦波とすることができる。

## 3. 送電端側回路における波形改善効果

前章で述べた波形改善効果が実際に得られるかを確認するため実験的検討を行った。図 3 はその結果(制御遅れ角  $\alpha=45[\text{deg}]$ )である。同期機の電機子電流(同図(b))とサイリスタコンバータへの流入電流(同図(c))は図 2 と同様に高調波が含まれていることがわかる。これに対し, 系統電流(同図(a))の波形は高調波を殆ど含まない正弦波となっていることがわかる。また, サイリスタコンバータの

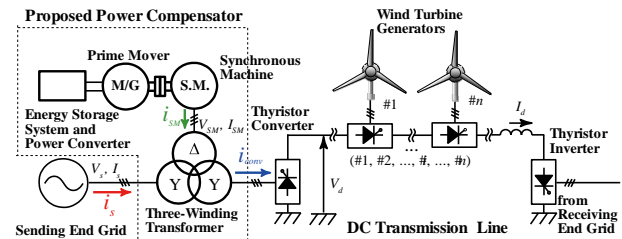


図 1. 風力発電装置を有する直流送電システム

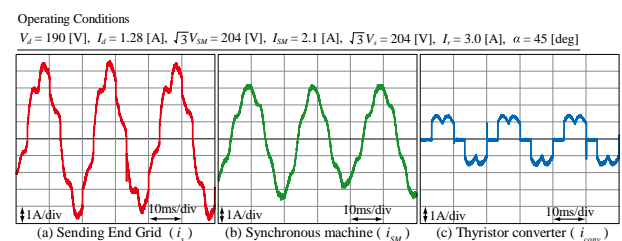


図 2. 送電端側回路各部の電流波形(従来方式)

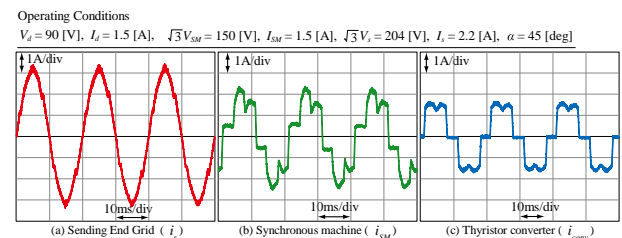


図 3. 送電端側回路各部の電流波形(提案方式)

制御遅れ角  $\alpha$  を変化させた場合においても同様な結果の得られることがわかった。

## 4. むすび

本研究では, 風力発電装置を有する直流送電システムの送電端側回路に特殊三巻線変圧器を有する電力補償装置を接続した場合の波形改善効果について検討を行った。その結果, 受電端側回路と同様に, 送電端側回路においても同装置が有用であることが明らかとなった。

## 文 献

- [1] 山下, 西方, “複数台の風力発電装置を有する直流送電システムの電力補償装置の提案”, 電気学会全国大会, 7-004, (2010)
- [2] 山下, 亀田, 竜田, 鈴木, 西方, “三巻線変圧器を用いた高調波除去を可能とする再生可能エネルギー用電力補償装置の開発”, 電気学会全国大会, 7-090, (2015)