

長距離ケーブル連系における高調波共振

浅野 雅彦 (あさの まさひこ) 日新電機株式会社 静止機器事業部 産業・海外技術部 主幹

要約 これからは、再生可能エネルギーの大量導入が進み、大規模な太陽光、風力、洋上風力発電所等が今後増えてくるものと予想される。これらの発電所は連系する既存の電力供給設備（電力会社の変電所等）から離れた場所に設置されることが多く、保守が容易で景観上の問題も少ない長距離地中ケーブル送電を採用するケースがある。一方、電力系統内に高調波が存在している場合や発電システム内のインバータから高調波が発生していると、長距離地中ケーブルの対地静電容量と系統リアクタンスの共振特性によってはこれらの高調波が拡大する可能性がある。本稿では長距離地中ケーブル送電システムモデルにより、電力系統内に存在する高調波を対象にした共振拡大現象と共振を抑制する対策装置（高調波フィルタ）について解説する。

1. はじめに

世界的な脱炭素化の流れにより、日本国内でも再生可能エネルギーの主力電源化への取り組みが進められている。そのため、太陽光発電、風力発電への期待は高く、積極的な導入が進められているが、これらの発電所を設置できる場所は限られており、連系する既存の電力供給設備（電力会社の変電所等）から離れた場所になる可能性がある。

送電線の長距離化に関し、架空送電線では、鉄塔用地の確保、鉄塔・送電線の保守、積雪、雷撃リスク等の問題があり、保守が容易で景観上の問題も少ない長距離地中ケーブル送電が採用されるケースが増えてきている。

一方、電力系統内に高調波成分が存在していた場合、長距離地中ケーブルの対地静電容量と系統リアクタンスの共振特性によって高調波が拡大する可能性がある。

この高調波拡大によって、電力系統内の電圧ひずみも拡大すると、電力品質の低下を招き、需要家側機器に障害を与えることになる。

本稿では、長距離地中ケーブルシステムモデルにより、電力系統内に存在する高調波成分の高調波共振拡大現象と共振拡大を抑制する対策装置（高調波フィルタ）の概要について述べる。

なお、本稿の内容は具体的なプロジェクトを想定したのではなく、一般的な電気回路理論による説明としている。

2. 長距離ケーブル送電連系システム

今回の説明に使用する長距離地中ケーブル送電システムを図1、回路定数を表1に示す。

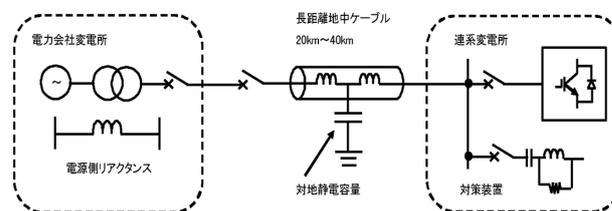


図1 長距離地中ケーブル送電連系システム

表1 回路定数（仮定値）

回路周波数：50 Hz、回路電圧：66kV

場所	項目	回路定数
電力会社 変電所	電源短絡容量	500 MVA
		$8.712\Omega \Rightarrow 27.7\text{ mH}$
電力会社 変電所	変圧器	50 MVA %Z : 8%
		$6.970\Omega \Rightarrow 22.2\text{ mH}$
長距離 地中ケーブル	ケーブル長さ 20km~40km	対地静電容量 $8\mu\text{F}$ (距離考慮)

3. 高調波共振拡大メカニズム

送電連系システムにおいて、図1に示した長距離地中ケーブルを設置すると、その距離の分だけケーブル