

## 3.30 ネットワーク2重化の敷設に関する教訓 (T30)

教訓  
T30

### 意味がない、一緒に束ねた2重化配線!

#### 問題

A社では、自然再生可能エネルギーによる電力供給を管理するシステムを持ち、個々の風車をつないだウィンドファーム（風力発電所）を運用している。個々の風車の制御装置をつなぐネットワークは、デュアルリング型の構成を取っており、A系ループ（プライマリ）とB系ループ（セカンダリ）がある。A系ループで切断があれば、瞬時にB系ループに切り替わり、また、A系、B系が同時に切断する事態が発生しても、ノードからの折り返し機能により復旧することが可能なネットワークであった。

以下、障害のあったC風車の回線を中心に、A系ループ、B系ループのそれぞれのノード（結線）を持つ回線を往路回線、ノード（結線）を持たない方を復路回線と呼ぶことにする。

ある日、A社のウィンドファーム内の風車の制御装置をつなぐネットワークで、障害が発生した（図 3.30-1）。上述の通り、A社のネットワークは、デュアルリング型なので、A系ループの障害が起きた時点で、B系ループに切り替わろうとしたが、A系、B系ともに接続断が発生した（図 3.30-1 ①）。さらに同時にノードがない復路回線も接続断となり（図 3.30-1 ②）、折り返し機能によって、C風車とD風車間のすべての風車がネットワークから切り離された（図 3.30-1 ③赤点線枠）。

C風車の現場に担当者が駆けつけ、C風車でケーブルの断線を発見して再接続した。その結果、ネットワークは復旧し、A社は、運転を再開することができた。

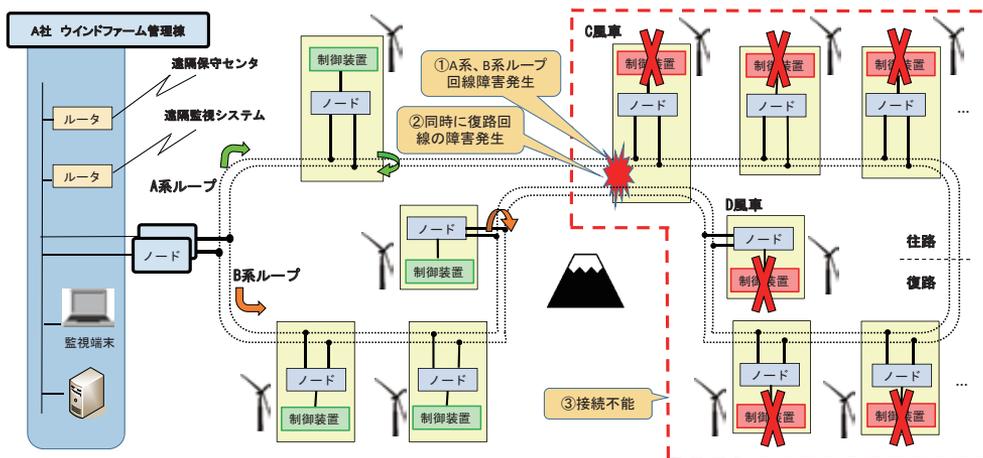


図 3.30-1 障害状況

## 原因

直接原因は、工事作業員がC風車の建屋の中で「風車保守作業」を行った際に、ケーブルを誤って切断したことであった。2重化されたケーブルの両系が断線され(図3.30-2①)、同時にリングの復路にあたるケーブルが切断されてしまった(図3.30-2②)。切断箇所は、工事のために一時的に両系のケーブルの往路(4回線すべて)と復路が建屋の中で束になって仮配線されていた個所であった。

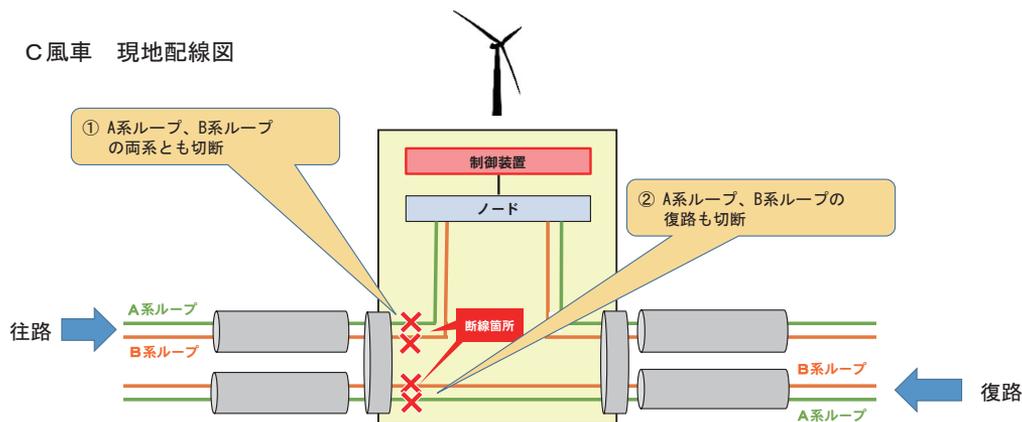


図 3.30 - 2 障害原因

背後要因を探ると、工事発注者が施工者に工事の注意点を説明しておらず、さらに施工者の作業状況を確認していなかった。そのため、現場でどのような状況でケーブルが敷設されているか知らなかった。つまり、折り返しケーブルまでも建屋の壁に空けた1個の穴を通る同一の配管内に束ねた工事を行っていたという「見えないところでシングルポイントとなっていた」ことが根本原因である。

本来なら、発注者は、施工者に工事を発注する場合に、それぞれのケーブルがどのような役割を持っているかを丁寧に説明すべきであった。つまり、各ケーブルを束ねて敷設すると、複数ケーブルの同時切断が起こる障害発生の可能性が高くなるため、複数ケーブルを束ねるようなことがないように敷設条件を明確に提示する必要がある。それによって、均質な品質を保つことができたと考えられた。

## 対策

せっかくネットワークを2重化にしているにもかかわらず、敷設工事のときにケーブルを一緒に束ねておいては、今回のように意味をなさないことが起きてしまう。そこで、以下のような対策を行った。

## (1) 緊急対策の実施

全風車の建屋内のケーブルの設置状況、敷設状況の点検を行い、今回の切断箇所と同様に集線されている個所では、配線を分離した。

## (2) 2重化構成になっているが両系切断になりうる個所の点検・変更

ウインドファーム構内のケーブル敷設で、2重系となっているが両系切断となりうる個所の点検・変更を行い、その分離を2つの方法で行った(図3.30-3)。

- ケーブルの敷設をA系ループのシールドと、B系ループのシールドに分離し、同時に断線にならないようにした(図3.30-3①)。
- 建屋内の基幹ループの往路と復路の両方が引き込まれている建屋では、のケーブルのシールドを往路(A系ループ、B系ループ)と、復路(A系ループ、B系ループ)とに分離した(図3.30-3②)。

### C風車 現地配線図

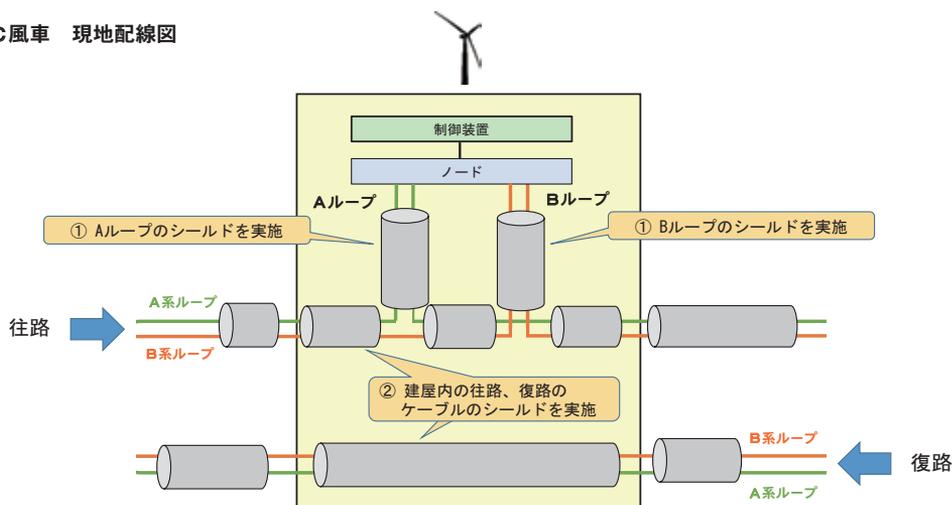


図 3.30 - 3 対策

## (3) 施工標準の見直し

ネットワーク構成の強化および故障時の信頼性確保のため、②の対策を盛り込んだ「施工基準」を設定し、社内担当者はもちろんのこと、施工業者にも説明をし、理解してもらった。

## (4) 将来のネットワークの見直し

今回の対策を行っても、今後両系ともに障害が発生しないとは限らないため、以下の4点を将来の設計時に見直すことにした。

### a) 大規模災害を想定した対策

分離したとはいえ、大規模な災害などを考慮すると、ループの往路と復路を身近なルートで施設するのは、未だ危険が残るので、さらに敷設ルートの距離を空けること(別ルート)を検討する。

### b) ネットワーク障害マニュアルの作成と研修、訓練

今回の障害は、日常の運用保守で障害訓練を行っていれば、事前に気づくこともあったと考え

### 3.30 ネットワーク2重化の敷設に関する教訓 (T30)

られた。そこで、ネットワーク障害時の対策マニュアルを作成し、そのマニュアルを使った研修、障害訓練を行うことを検討する。

#### c) ネットワークのシングルポイントの点検、検討

システムのネットワーク全体を見直したとき、シングルポイントの個所を点検し、装置の重要度に合わせて、2重化にすべきかどうかを検討する。特に、確認できない(見えない)個所をなくすことが必要である。

#### d) 監視機能の強化

ウインドファーム管理棟で風車の制御装置の状況が監視できない事態が発生したときの対策として、別回線を使った監視用ネットワークを検討する。

これらの将来の設計段階でのネットワーク構成の見直しを考えると、図 3.30-4 のようになる。

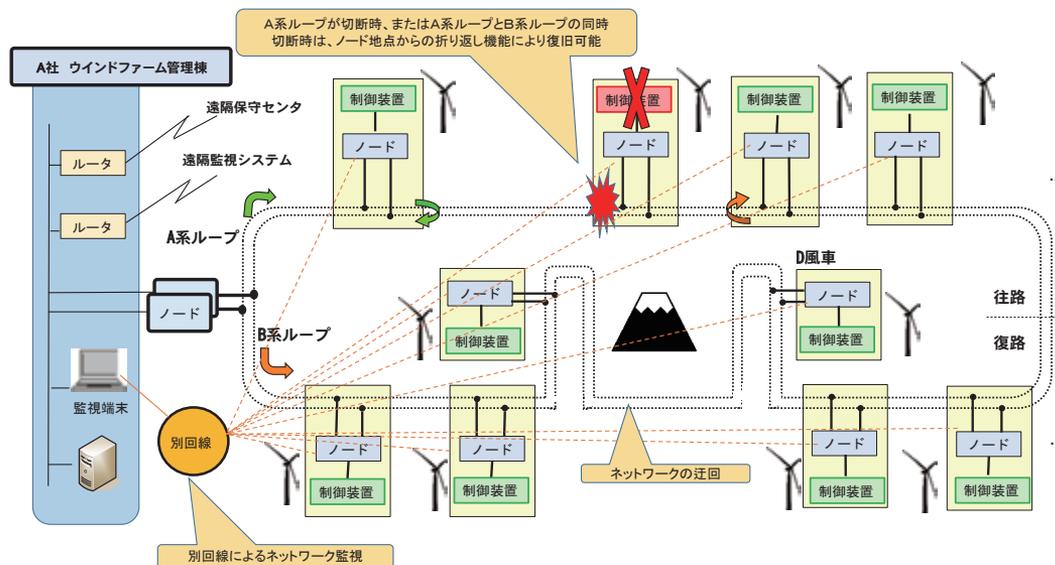


図 3.30-4 将来に向けたネットワーク

## 効果

ネットワークが現場でどのような物理的形状で敷設されているのか、物理的な2重化が機能するような形状になっているのかを現地確認することにより、信頼性は担保される。

また、ケーブルを2重化している目的を、「施工基準」として明確にすることにより、「2重化しても意味のない」工事を防ぎ、どの敷設業者が敷設を行っても、均質な品質を保った工事を行うことができる。

## 教訓

ネットワークは、現場でどのような物理的形狀で敷設されているのかを確認しないと、「2重化しているから大丈夫。」とは言えず、シングルポイントを作っていることがある。この教訓は、「ネットワークは現場での敷設状況を確認することが、設計時の品質を担保するために必要である」ことを教えてくれる。