

平成23年5月16日
東北電力株式会社

平成23年3月11日、4月7日発生の地震による 東北北部系統広域停電の概要と信頼度向上対策について

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、多数の送電線や一次変電所^{*1}にほぼ同時に事故が発生したことにより、広範囲に停電が発生しました。また、地震と津波の影響により、太平洋側の原子力・火力発電所が停止するなど、当社の流通設備^{*2}、発電設備に大きな被害を受けました。

さらに4月7日に発生した地震でも、3月11日の地震による被害の復旧過程のなか、多数の送電線や一次変電所にほぼ同時に事故が発生することにより広範囲に停電が発生しました。また、両日の停電により、東通原子力発電所の外部電源が喪失する事象も発生しました。

このため、両日の系統事故の状況とそれを踏まえた送電線、変電所等の電力流通設備の強化対策について以下のとおり取り纏めました。

1. 地震による系統事故の概要

3月11日の地震では、宮城変電所近傍を中心とした27万ボルトの送電線や一次変電所に事故が多数発生し、宮城変電所に接続されている27万ボルトの送電線、50万ボルト/27万ボルト変圧器^{*3}が遮断されることにより、当社管内の電力系統が宮城変電所を境に北部と南西部に分離されました。

北部と南西部の電力系統分離後は、北部系内の電力需要が供給力を上回ったことから周波数・電圧が大幅に低下し、火力発電所が停止、北部系の広域停電に至りました。

4月7日発生の地震でも、ほぼ同時に多数の送電線等に事故が発生し、また、3月11日の地震による影響により、一個所の27万ボルト送電線の保護装置^{*4}が動作せず、事故を検知した周辺の複数送電線他が遮断されました。この結果、3月11日と同様に北部と南西部に電力系統が分離され北部系の広域停電に至りました。

2. 電力系統および流通設備の強化対策

今後も大規模な余震の発生が懸念される中、4月7日の余震時のような事故が発生しても、系統連系を維持し停電を防止するため次の対策を実施することといたしました。なお、これらの対策により、東通原子力発電所の外部電源確保という観点からも信頼性の向上が図られます。

(1) 抜本的系統信頼度強化対策

平成25年10月運開を予定している「50万ボルト北部系統（十和田幹線・北上幹線）」を可能な限り早期に運開させることにより電力系統の連系強化をはかり、系統信頼度の向上をはかります。（平成23年6月末目途）

この50万ボルトの送電線が運開することにより、今回の地震のように多数の

27万ボルトの送電線や50万ボルト/27万ボルト変圧器が遮断されても、50万ボルトの送電線で電力系統の連系を維持することができ、北部と南西部の分離が防止されることから、今回のような広域停電を回避できるものです。

(2) 流通設備の被害状況と強化対策

3月11日発生の地震ならびにその後発生した津波により、当社流通設備に多数の被害が発生し、その復旧過程のなか、4月7日発生の地震によりさらに被害が発生しました。なお現在、3月11日の被害設備の約7割が仮復旧あるいは本復旧を完了しています。

今回の地震による被害状況を踏まえ、地震による設備被害が発生しにくくなるよう、以下の設備強化対策を行います。

a. 送電設備の強化対策

超高压送電設備^{*5}では、支持がいし^{*6}が折損し電気事故が発生していることから、この折損箇所への暫定対策として、懸垂がいし連^{*7}を追加することで電気事故を防止する対策を行っております。今後は、恒久的な対策として折損の可能性がないV字形の懸垂がいし連^{*8}に取り替える計画とします。(平成23年7月頃目途)

b. 変電設備の強化対策

今回の地震においては、複数の変電所で機器(変圧器や断路器^{*9}、避雷器^{*10}など)のがいし部分の損傷が多く見られたことから、今後の対策としては、変圧器ブッシング^{*11}への新素材採用ならびに断路器の耐震対策強化の検討(来年度以降採用予定)、避雷器への新素材採用拡大(23年5月以降)、広範囲事故の早期復旧に備えた予備品(変圧器ブッシング、断路器の支持がいしなど)の追加配備(23年8月以降)などを実施します。

以上

(別紙)

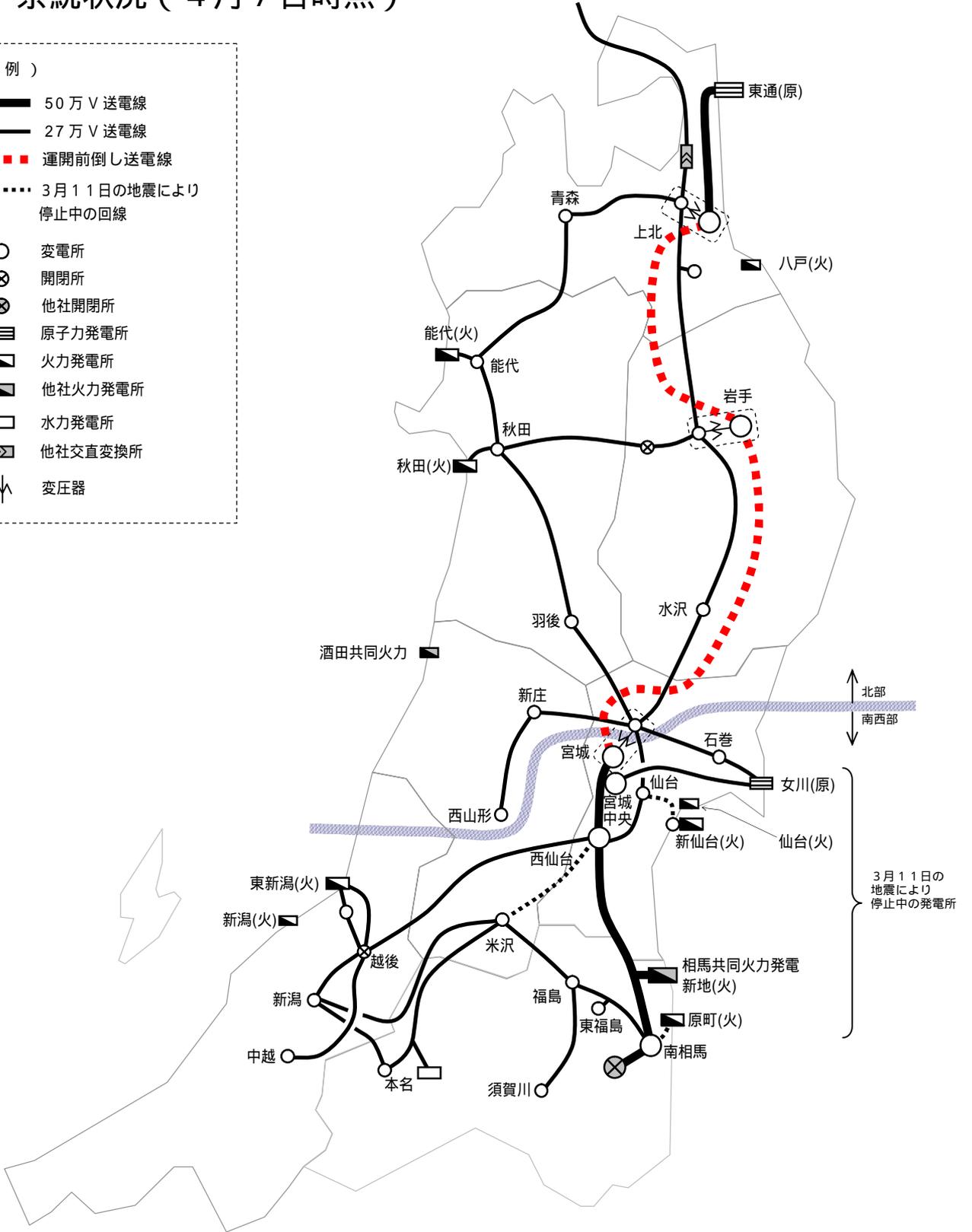
1. 系統状況(4月7日時点)
2. 東北地方太平洋沖地震による流通設備被害状況
3. 送電設備の対策
4. 変電設備の被害概要
5. 送変電設備の地震対策一覧表
6. 送電線保護装置が動作しなかった原因と対策について

(用語の解説)

- * 1 一次変電所とは、電圧が15万ボルト以上の送電線が接続される拠点の変電所。
- * 2 流通設備とは、お客さまへ電気を届けるための電気の流れる設備で、送電線、変電所等の設備。
- * 3 変圧器とは、電圧を変換する機器。トランスとも呼ぶ。
- * 4 保護装置とは、送電線や変圧器にショート等の事故が発生した場合に、その事故を検出し電力系統を保護するためブレーカーを開放する信号を出力する装置。
- * 5 超高圧送電設備とは、当社電力系統の根幹を形成している、電圧が50万ボルトまたは27万ボルトの送電線。
- * 6 支持がいしとは、鉄塔から電線を支持する棒状の絶縁体。
- * 7 懸垂がいし連とは、鉄塔から懸垂させて電線を支持する絶縁体が連なったもの。
- * 8 V字形の懸垂がいし連とは、V字のように2支持点から電線を保持する懸垂がいし連。
- * 9 断路器とは、点検時などに電気回路を開閉するスイッチ。
- * 10 避雷器とは、雷の電気を大地に逃がし変圧器などの機器の損傷を防止する装置。
- * 11 ブッシングとは、変圧器などの機器に電線を接続する部分。

系統状況 (4月7日時点)

- (凡 例)
- 50万V送電線
 - 27万V送電線
 - 運開前倒し送電線
 - 3月11日の地震により停止中の回線
 - 変電所
 - 開閉所
 - 他社開閉所
 - 原子力発電所
 - 火力発電所
 - 他社火力発電所
 - 水力発電所
 - 他社交直変換所
 - 変圧器



東北地方太平洋沖地震による流通設備被害状況

東北地方太平洋沖地震（3月11日，最大震度7）ならびに同余震（4月7日，最大震度6強）による当社電力流通設備の主な被害状況は以下のとおり。

1．平成23年3月11日（金）14時46分発生 東北地方太平洋沖地震本震

震源：三陸沖 規模：マグニチュード9.0

震度：7……宮城県北部

6……岩手県沿岸部・内陸部，宮城県南部・中部，福島県中通り・浜通り 他

<変電設備>

設備被害 57箇所（うち仮復旧または本復旧完了43箇所）

変圧器 70台（ブッシング損傷・漏油，ラジエータからの漏油，基礎ボルト折損ほか）

遮断器 197台（タンク損傷，ガス漏れほか）

断路器 179台（支持がいし折損，ブレード変形ほか）

その他機器（避雷器損傷，計器用変圧器がいし損傷ほか）

このうち，気仙沼市，南三陸町，石巻市，多賀城市，山元町，仙台港地区へ供給している変電所7箇所については，津波により甚大な設備被害を受けた。

<送電設備>

設備被害 105線路（うち仮復旧または本復旧完了78線路）

鉄塔損壊・折損・傾斜42基（うち津波被害40基）

電線断線・がいし折損22箇所

地中ケーブル損傷14箇所（うち津波被害11箇所），地すべり14箇所 他

2．平成23年4月7日（木）23時32分発生 東北地方太平洋沖地震余震

震源：宮城県沖 規模：マグニチュード7.4

震度：6……宮城県北部・中部・南部 他

<変電設備>

設備被害 19箇所（うち仮復旧または本復旧完了16箇所）

変圧器 15台（ブッシング損傷・漏油，ラジエータからの漏油ほか）

断路器 15台（支持がいし折損）

その他機器（避雷器損傷，計器用変圧器がいし損傷ほか）

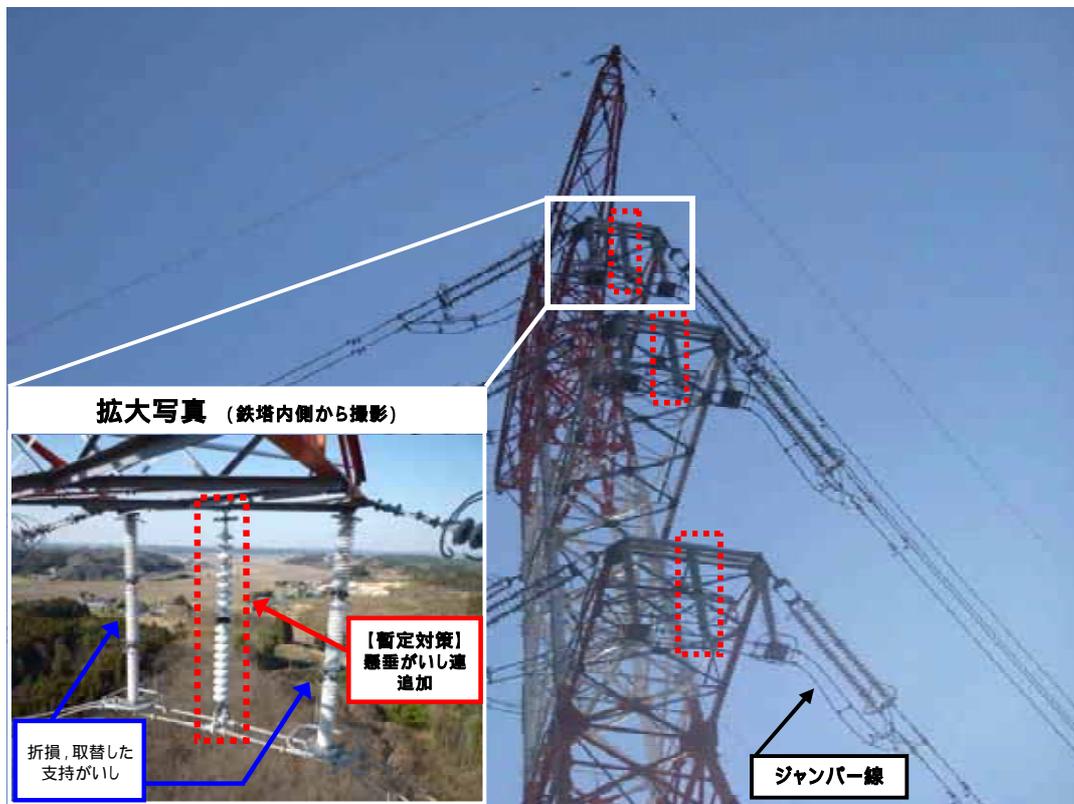
<送電設備>

設備被害 12線路（うち仮復旧または本復旧完了12線路）

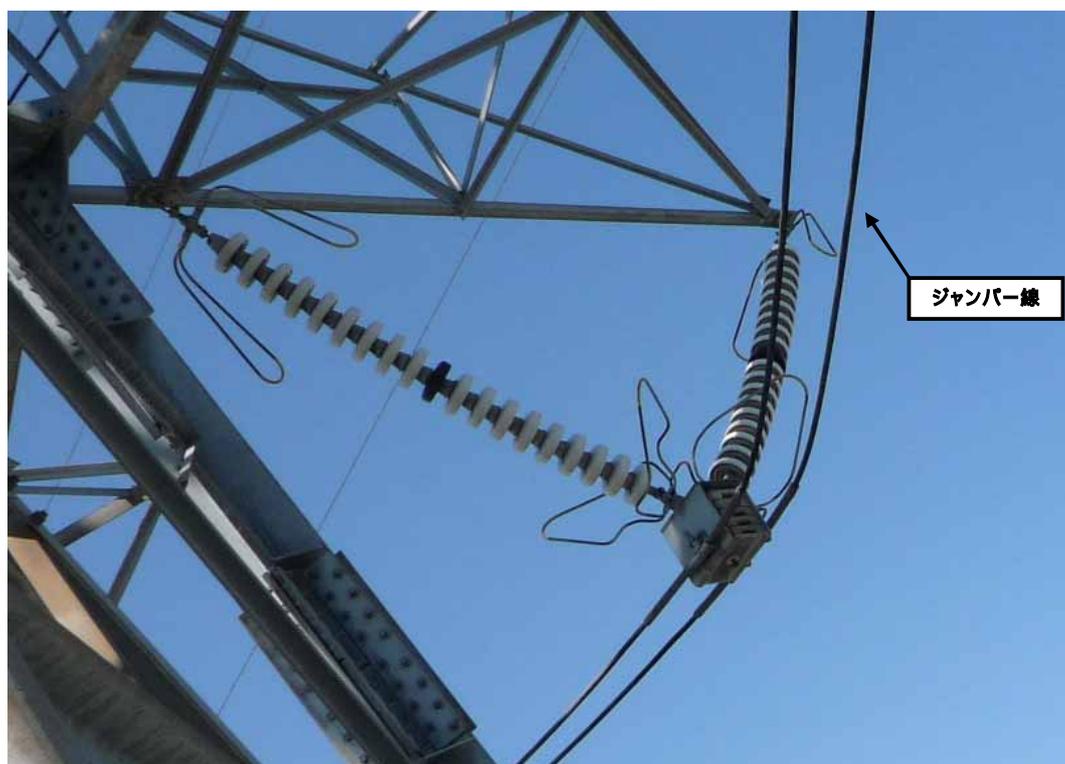
がいし折損5箇所，地すべり3箇所 他

送電設備の対策

支持がいし折損の暫定対策写真（懸垂がいし連の追加）

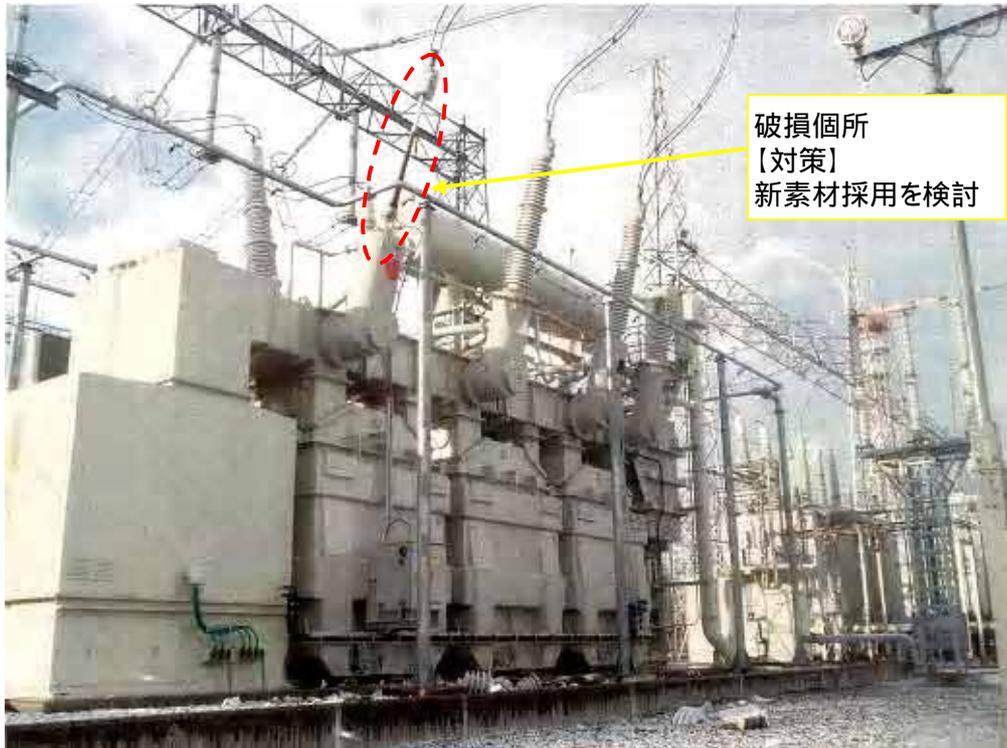


支持がいし折損の恒久対策のイメージ（V字形の懸垂がいし連への取替）

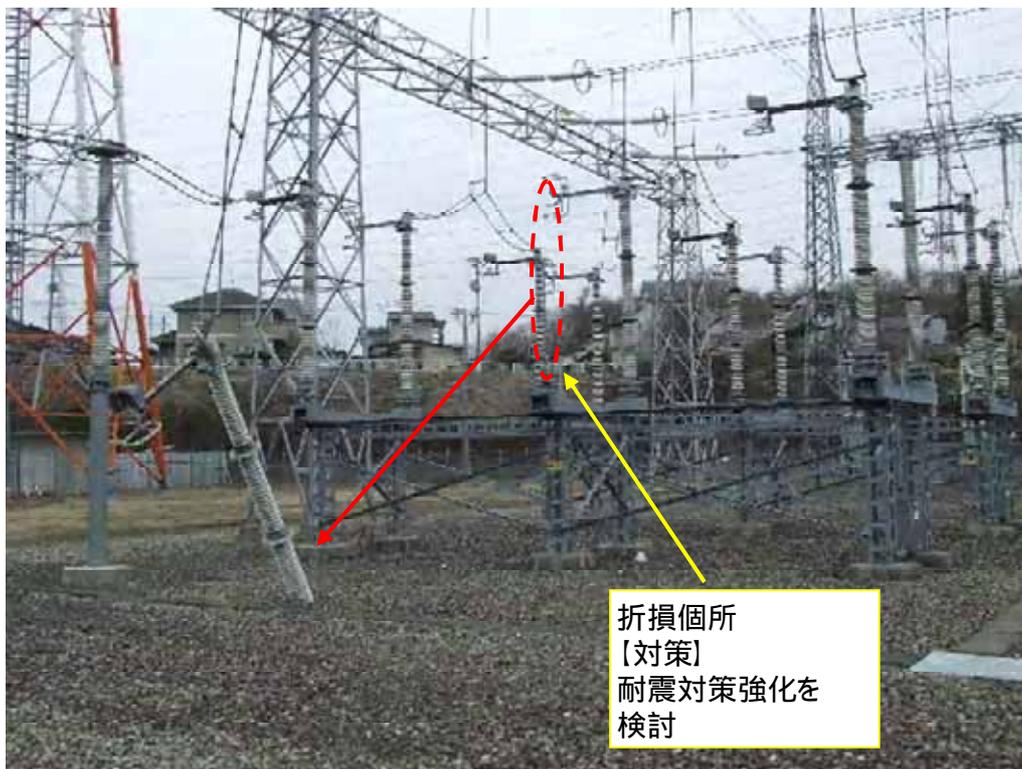


変電設備の被害概要

変圧器ブッシング破損



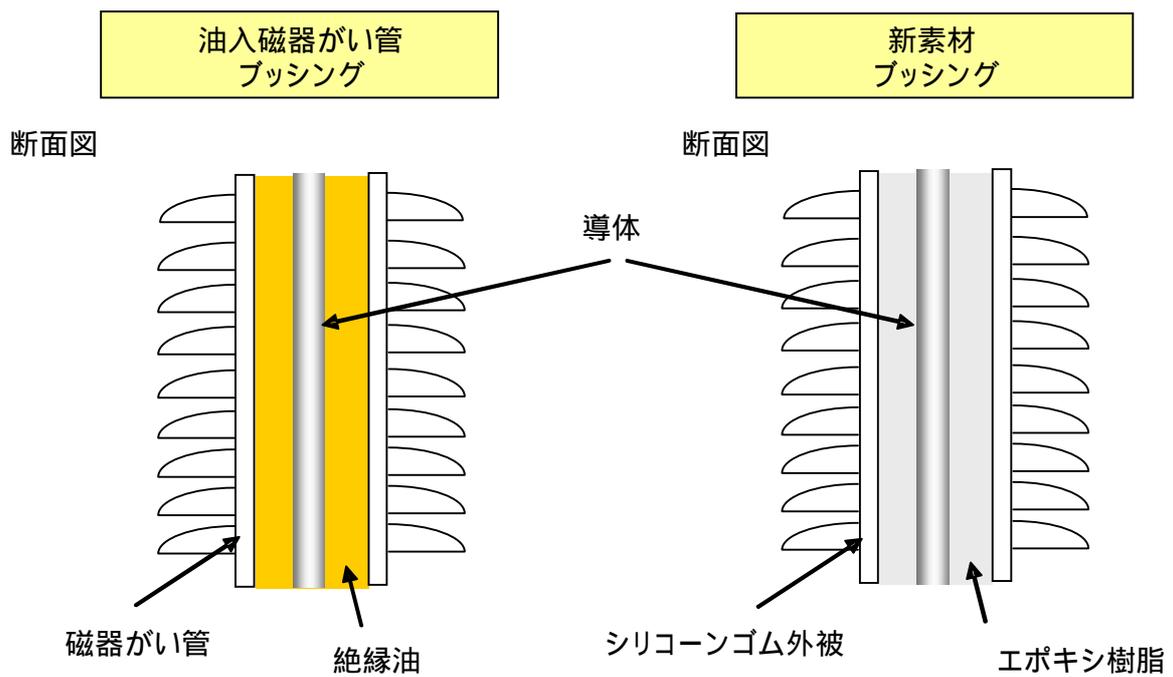
断路器がいし折損



避雷器がいし折損



変圧器ブッシングの比較



送変電設備の地震対策一覧表

1. 短期的に取り組む対策

| 機器名 | 項目 | 対策内容 | 対象設備および実施状況 |
|------|----------------------------------|---|---|
| 送電線路 | 支持がいし折損時の電線落下防止対策としての懸垂がいし連の暫定設置 | 27万V送電線路で、今回、支持がいしが折損した個所に、懸垂がいし連1連を追加する。 | (対象設備) 27万V送電線路で、今回、支持がいしが折損した個所 (実施時期) 本年4月実施済み |
| | V字形の懸垂がいし連による電線(ジャンパー線)把持方式への変更 | 今回、支持がいしが折損した個所について、恒久対策として、鉄塔上での電線把持方式を構造的に折損の生じないV字形の懸垂がいし連による電線(ジャンパー線)把持へと変更する。 | (対象設備) 27万V送電線路で、今回、支持がいしが折損した個所(上記、暫定対策実施個所) (実施時期) 本年7月中 |

2. 中長期的に取り組む対策

| 機器名 | 項目 | 対策内容 | 対象設備および実施状況 |
|-----|---------------|--|--|
| 変圧器 | 予備ブッシングの配置 | 今後の大規模地震を考慮し、27万Vおよび15万V用変圧器の予備ブッシングを追加配備する。 | (対象設備) 27万V用を6台分程度、15万V用を10台分程度の追加配備 (実施時期) 本年8月以降 |
| | 新素材ブッシングの採用検討 | 軽量かつ衝撃に強い新素材ブッシングの採用に向け検討を加速する。 | (対象設備) 15万V用変圧器ブッシング (実施時期) 来年度以降採用(本年度検討) |
| 断路器 | 予備がいし・導電部の配置 | 今後の大規模地震を考慮し、断路器用予備がいしおよび導電部を追加配備する。 | (対象設備) 15万V以上の断路器用のがいしおよび導電部を追加配備 (実施時期) 本年8月以降 |
| | 高強度がいし採用拡大 | 断路器の支持がいしへの高強度がいしの採用を拡大する。 | (対象設備) 15万V以上の断路器 (実施時期) 来年度以降採用(本年度拡大範囲検討) |
| 避雷器 | 新素材がいし採用拡大 | 軽量かつ衝撃に強い新素材がいし形の採用を拡大する。 | (対象設備) 15万V以上の避雷器 (実施状況) 重要変電所の弱点個所は対策済。その他個所へ順次採用拡大。(本年5月以降) |

参考(実施済みの対策)

| 機器名 | 項目 | 対策内容 | 対象設備および実施状況 |
|-----|-------------|---|---|
| 変圧器 | ブッシングずれ止め対策 | 地震動による変圧器のブッシングのずれによるがい管*の応力破壊対策として、電気協同研究で推奨する耐震構造を満たしていない機器については、既設ブッシングの外周に、がい管ずれ止め金具を設ける。 | (対象設備) 超高圧変電所、一次変電所および15万V水力発電所の15万V以上の変圧器 |
| | 基礎ボルト耐震対策 | 基礎と変圧器本体ボルト固定部に隙間がある構造に対し、隙間を埋めるスペーサを挿入しボルトの曲げ応力を低減させるとともに、高強度の基礎ボルト採用によりボルトの折損を防止する。 | (対象設備) 15万V以上の変圧器 |
| 断路器 | 架台補強 | 15万V以上の断路器の架台に斜材の挿入等により架台を補強し、地震時の揺れの低減を図り、断路器の安全率の向上を図る。 | (対象設備) 15万V以上の断路器 |

*がい管とは、ブッシングを構成するがいしの管状部分

送電線保護装置が動作しなかった原因と対策について

1. 発生事象

当該保護装置は、3月11日の地震による北部と南西部の系統分離時、周波数の大きな変化を検知し、機能を停止した状態（以下「異常状態」という。）となり、装置の設置されている変電所と監視制御を行う制御所にそれぞれ異常が表示された。その後、広域停電の継続に伴い、変電所の所内電源喪失によりバッテリーを電源とする保護装置の直流電圧が低下し「異常表示」が消灯したものの、装置の異常は継続しており、保護装置の状態を示す表示と実際の状態に不一致が生じ4月7日まで継続した。

2. 要因

保護装置の電源は所内電源喪失時にはバッテリーから供給されるが、今回のように長時間の停電によりバッテリーの電圧が徐々に低下していった場合、保護装置の状態を示すスイッチと保護装置の異常を検出するスイッチが元に戻る電圧特性に違いがあったため、電圧が一定以下に低下した際に「異常表示」のみが消灯したものの。

3. 対策

当面の対策としては、今後、一旦保護装置の異常が表示された場合、その後、異常表示が消灯した場合であっても保護装置の状態を確認することとしている。

恒久的な対策としては、同形装置について、保護装置の異常状態が継続している間、異常状態を示す表示も継続するよう回路構成を見直す。なお、今回対象となった当該装置を優先し、23年中に全ての同形装置について対策を完了する予定である。

以上

送電線保護装置の異常状態と異常表示のイメージ図

