

# 新潟下越雪害の概要

## Outline of Snow Damage in Southern Niigata Prefecture

小田島 達彦(T.Odashima)

東北電力株式会社

### 1. はじめに

平成 17 年 12 月 22 日 8 時 10 分頃から、東北電力管内の新潟県下越地域を中心に最大で約 65 万戸におよぶ停電が発生した。この停電に対しては、新潟県内外の工事会社ならびに他電力会社から応援を受け復旧に取り組んだ結果、停電からおよそ 31 時間後の 12 月 23 日 15 時 10 分に全ての停電を復旧させることができた。復旧に対しては、送電線の巡視・点検およびがいし洗浄も含め、12 月 22 日～28 日の 7 日間、延べ約 2,500 人の体制で対応した。

この新潟下越地域における大規模停電の原因と再発防止対策について、その概要を紹介する。

### 2. 事故の概要

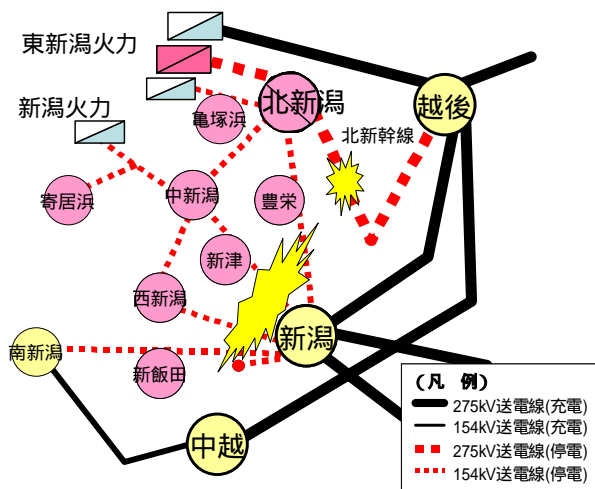


図 1 事故発生時の送電系統

新潟県下越地域の事故発生時の送電系統の概要を図 1 に示す。

新潟下越地域への電力供給は、新潟および北新潟変電所の二か所の超高圧変電所を拠点に、常時は新潟変電所から複数ルート of 154kV 送電線で供給している。

12 月 22 日は、朝 6 時 40 分頃から 275kV 北新幹線にギャロッピングによる事故が度々発生し、8 時 12 分には 275kV 北新幹線 2 号が停止中に、275kV 北新幹線 1 号に事故が発生した。さらに、8 時 17 分には、複数の 154kV 送電線で塩雪害による事故が発生した。このため、新潟変電所から電力を供給している複数の送電ルートが絶たれ、広範囲な地域で長時間の停電に至った。

### 3. 事故の原因

#### 3.1 事故当時の気象状況

平成 17 年 12 月 22 日の気圧配置は図 2 に示すとおり、本州南岸を進む“主低気圧”と、新潟付近を進む“小低気圧”が存在する“二つ玉低気圧パターン”になっていた。このうち、小低気圧は 22 日 3 時には佐渡付近で中心気圧 984 hPa に発達し、22 日 9 時には東北南部を通過して太平洋に進んでいる。

主低気圧と小低気圧の西側には、活発な積乱雲を伴う“寒気内小低気圧”とよ

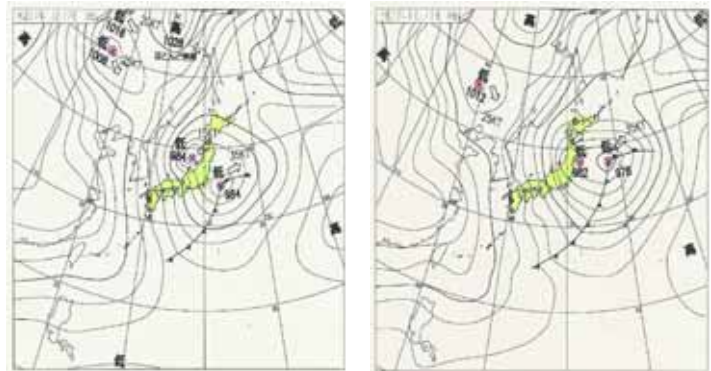


図 2 停電時の気象の状況(地上天気図)

ばれる渦上の小規模擾乱（じょうらん）が存在し、ゆっくりと東へ移動していた。レーダーアメダス解析雨量図より、佐渡の北寄りに渦状の寒気内小低気圧が観察されている。

このときの気象状況を新潟地方気象台で観測されたデータで見たものが図3となる。12月22日は、雪が3時頃より降り始め、低気圧の通過とともに6時から8時の間、10分間平均風速で10m/sを超える強風が続いた。新潟地方気象台観測の風速値は、9時から15時までのデータが欠損（今回の停電の為）しているが、欠損部分のデータを東新潟火力B線の気象データとの前後関係から類推すれば、同様な強風が長時間にわたり続いていたことが推定できる。また、気温は3時から17時までの間、着雪適温帯と言われる0～2程度であり、湿った雪が着雪しやすい状況であった。

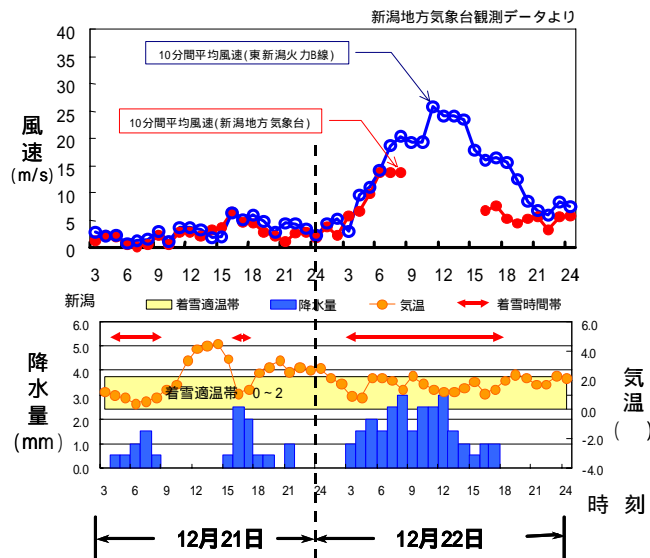


図3 停電時の気象の状況（風・降水・気温の推移）

この気象状況は新潟地方気象台における過去30年間の観測記録から、着雪適温帯における10分間平均風速について、その気温を記録した3時間の平均風速および3時間の累積降水量とともに最大値を示しており、着雪適温帯での降水量が多い中で、長時間強風が吹き続けたという、送電線にとって過去に経験のない厳しい気象条件であった。

### 3.2 事故発生メカニズム

#### (1) がいしへの塩雪害

塩雪害の発生メカニズムについては、送電線路のがいしに付着した雪のサンプル調査において、海水と非常に類似した成分が観察されたことから、いかにして海塩粒子を含んだ雪が内陸まで運ばれたのかを12月22日の気象データから推定した。

海水の蒸発および波浪により、海から放出された海塩粒子は、強い寒気の影響により起こった上昇気流に乗って、上空高くまで運ば

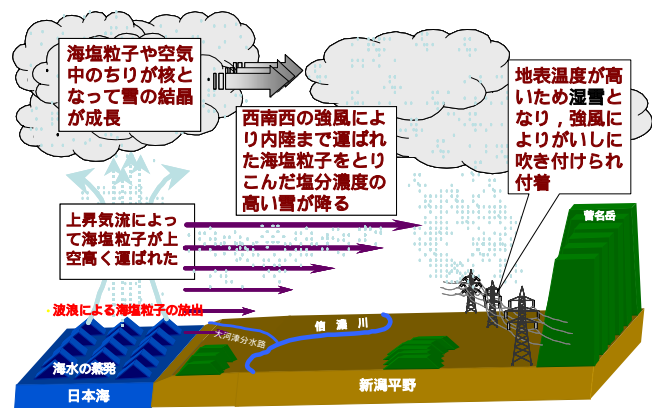


図4 海塩粒子を含んだ雪の降雪概要

れたものと推定される。上空では、この海塩粒子や空気中の塵が核となって雪の結晶が成長し雪片となる。この雪は、内陸に運ばれ、山にさえぎられ降雪するが、地表温度が高いため湿雪となった。（図4）

この降雪には、海塩粒子が西南西の強風により運ばれ、さらに塩分の供給があったものと推察される。

この塩分を含んだ湿った雪が、強風によりがいしに吹きつけられ、ひだの奥まで入り込み、ついにはひだを埋めつくし固結したため、

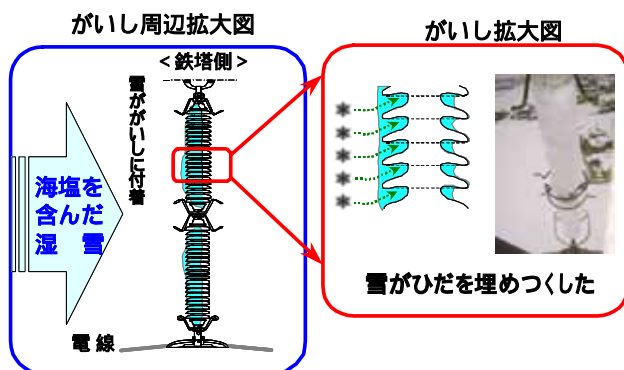


図5 がいしへの着雪概要

がいしの絶縁耐力が低下したものと考えられる。(図5)

## (2)ギャロッピング現象

一般にギャロッピングは、気温0～2℃で、最大瞬間風速25m/s～30m/s、10分間平均風速5m/s～10m/sの風が吹いており、風向と線路のなす角が45度以上の場合に多く発生する可能性があるといわれている。しかしながら、ギャロッピングは、かなり偶発性の大きい事象であり、その条件がそろっていても、必ずしも発生するとは限らない。

今回、相間短絡による事故点が発見された箇所は、風上、風下とも水田地帯であり、風が遮へいされるような物がない所であった。この事故が、ギャロッピングの発生によるものであると判断したのは、気象観測のデータが発生条件を満足していたこと、事故様相および現地の巡視において電線の異常動揺(ギャロッピング)を確認していたことなどからである。

## 4. 事故の再発防止対策

### 4.1 送電設備への対策

#### (1) 塩雪害対策

今回は長幹がいしのひだが着雪により埋め尽くされたため、がいしの絶縁低下を招いたと考えられる。懸垂がいしは、長幹がいしに比べ笠間隔が広く、連結部外径と笠径の差も大きいという特徴があることから、2回線送電線の片側1回線を懸垂がいしに取替え、懸垂がいしと長幹がいしを併用することにより、それぞれの特性を生かし種々の過酷な気象に対して信頼性を高めることとした。(図6)

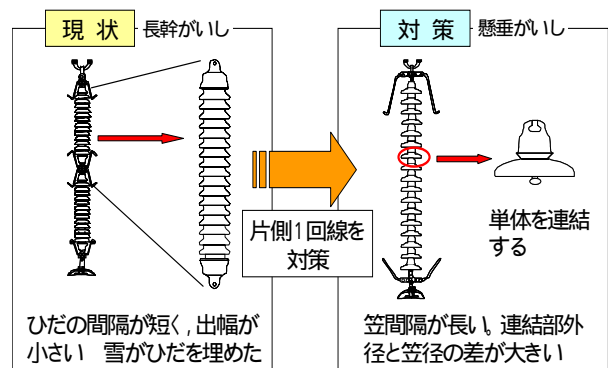


図6 がいし種類の変更

塩雪害対策の妥当性を検証するために、暴風雪環境下を想定した屋外人工着雪試験を北見工業大学において行った。試験は自然の雪をふるいにかけて降らせ、風洞で発生させた風により供試がいしに吹き付ける方法で行った。

人工着雪試験の結果、長幹がいしにおいては、ひだの間が雪で埋めつくされるほど着雪が成長し、両端の金属間を橋絡するまでに至ることを確認した。懸垂がいしでは、長幹がいしが着雪で橋絡した条件では、笠およびキャップ部に着雪はするものの橋絡には至らず、橋絡するまでには2～3倍の時間を要する結果となった。このことから、懸垂がいしは長幹がいしより着雪しにくいことが確認できた。

また、人工着雪試験の結果から、がいし外径上約20mmの厚さで円周状に一様に着雪させ(長幹がいしはひだが雪で埋まり筒状になり、懸垂がいしはがいしの凹凸が確認できる程度)、着雪がいしの耐電圧試験を当社の米沢雪実験場で実施した。

公称電圧154kVの耐電圧試験では、導電率が300μS/cm時に、長幹がいしの着雪時交流耐電圧値が120kVだったのに対し、懸垂がいしは200kVまで耐えることが確認できた。

これら人工着雪試験および耐電圧試験の結果から、塩雪害対策として懸垂がいし化は十分効果があるものと判断できる。

## (2) ギャロッピング対策

### ( ) 多導体線路

多導体線路では、電線を束ねるスペーサをルーズスペーサに取替えることとした。

ルーズスペースは、束導体の半分の電線把持部において、素導体がある範囲で自由回転できる構造をもつスペースである。自由回転する素導体では、着氷雪の偏心重量によりねじれて、空力的に均一な着氷形状にはなりにくく、多導体として一定の空力特性をもつことができなくなることでギャロッピングを抑制するものである。(図7)

ルーズスペースの電線動揺抑制効果を確認するために、275kV 北新幹線の事故個所について、着雪サンプルの調査結果や当日の気象データから推定した条件をもとに、電力中央研究所で開発された「ケーブルおよび立体骨組み構造の有限要素法非線形プログラム(CAFSS)」を使用しシミュレーションを実施した。

その結果、無対策では事故点である径間中央部で中相と下相の電線接触が再現された。一方、ルーズスペースを取付けた場合には、電線動揺は見られるものの、無対策に比べ動揺が抑制され、十分な相間距離が確保される結果となった。

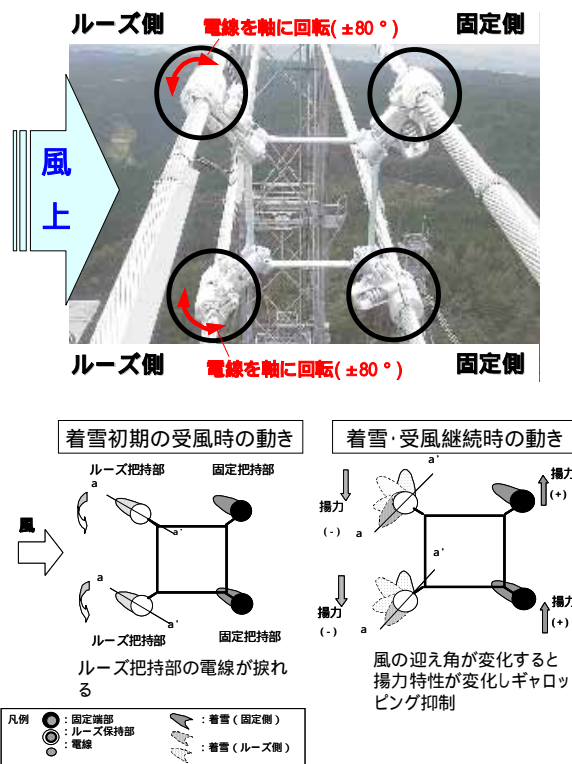


図7 ルーズスペース

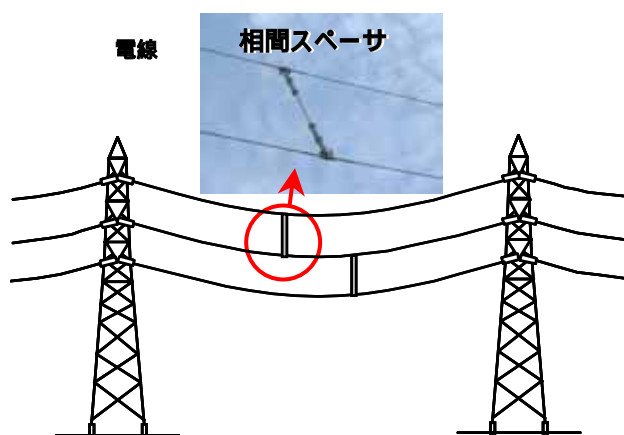


図8 相間スペース

## 5. おわりに

平成17年12月22日に発生した新潟下越雪害は、電力設備にとっては過酷で非常に稀な気象状況のもと、これまで経験したことのない塩雪害事故が複数回線に同時に発生するとともに、ギャロッピング現象による短絡事故が複合して発生し、長時間広範囲の停電事故に至ったものであった。

下越雪害時に事故が発生した送電線路を対象とした再発防止対策については、平成19年11月30日に全て完了した。

今後は、下越雪害時に事故が発生した送電線路以外の送電線路に対しても、対策を鋭意進めていくことで、より一層の安定供給に努めていく所存である。