

北九州経済・金融記者クラブ加盟社 御中  
各社報道（社会部）御中

平成22年 5月20日  
九州電力株式会社 北九州支店

### 北九州市八幡東区における送電線事故について(第6報)

昨年12月25日(金)に発生した22万ボルト新小倉線の事故につきましては、地域の皆さまに、大変ご迷惑・ご不便をおかけしましたことを改めてお詫びいたします。

これまで事故要因の調査・分析を進めてまいりましたが、原因が究明できましたので、再発防止対策と今後の復旧計画を併せて報告いたします。

事故が発生した箇所は、傾斜地でかつ大きな曲がり部があるという布設環境から生じるケーブルへのストレス（機械的応力）や、送電線に流れる電力潮流の毎日の変動が極めて大きいという使用環境から生じるケーブルへのストレス（熱応力）により、ケーブルの絶縁紙がずれ易い状況にあり、これにより絶縁耐力が低下していました。

今回の事故は、そのような状況下でケーブルに蓄積した電荷を放電することなく再送電したことにより、絶縁耐力を超える過電圧が発生し、ケーブルが破損したものと判断しました。

放電を行った場合の発生過電圧は、当該ケーブルの絶縁耐力以内であったことがシミュレーションにより確認できたことから、放電操作を行っていれば、絶縁破壊には至らなかったものと考えております。

今後は、送電前の放電操作を徹底するとともに、設備の劣化診断や人孔(マンホール)の保安対策などを実施し、再発防止を徹底してまいります。

なお、事故を起こしましたケーブルにつきましては、5月下旬から復旧工事に着手いたします。地域の皆さまには、既に着手しております関連工事に引続いて、大変ご迷惑、ご不便をおかけしますが、皆さまのご理解とご協力をお願いいたします。

## 1 事故概要

事故の概要については、添付資料 1 を参照ください。

## 2 ケーブルの絶縁破壊について

### (1) 異常電圧の発生について

事故直前の送電操作において、送電前に実施すべきであったケーブル蓄積電荷の放電操作（接地装置を一旦投入して開放）を行っておりませんでした。このため、放電操作を実施せずにケーブルを課電した場合の発生電圧について、シミュレーション解析を行った結果、最大で 489 kV の電圧が発生した可能性があることを確認しました。（前回お知らせのとおり）

放電操作を行った場合の発生電圧のシミュレーション解析値は、最大で 342 kV でした。また、事故の約 2 時間半前には問題なく送電できていました。

### (2) 設備の劣化による絶縁低下について

絶縁破壊を起こしたケーブル絶縁箱を解体調査した結果、事故部位の一部は焼損しておりますが、残存していた絶縁紙層の中間部に部分放電による炭化痕が確認されたことから、事故部位に大きな紙ずれが発生していた可能性があるかと判断しました。

事故箇所は、布設環境や使用環境から、事故箇所付近でケーブル絶縁紙のずれが発生しやすい状況にあり、紙ずれによって、絶縁耐力がケーブルの耐電圧規格値である 550 kV に対して、局所的に 489 kV を下回る程度まで低下していたものと判断しました。（添付資料 2 参照）

事故箇所の特徴としましては、以下の点が挙げられます。（添付資料 3 参照）

- ・ 新小倉線は、昼夜の潮流（送電線に流れる電力）変動が極めて大きく、ケーブル内部に大きな軸力変動が発生する。
- ・ No.20 人孔は、傾斜地に設置されており、また径間中に大きな曲がり部を有していることから、ケーブル内部に不均一な軸力が発生しやすい。
- ・ 接続箱内部にある油止め金具の当時の構造は、絶縁紙を拘束する力が比較的強く、絶縁紙に機械的ストレスを与える可能性がある。

### (3) 当日の採油作業について

事故当日、事故発生箇所では、送電ケーブルの劣化診断を行うため、ケーブル接続箱からの採油作業を実施しておりました。

このため、採油作業について調査した結果、以下の事実が判明しました。

- ・ 採油作業は適正に行われており、手順・内容については問題はなかった。（前回お知らせのとおり）
- ・ 採油作業完了後に、保護装置試験のため一旦送電（事前に放電操作を実施済み）したが問題はなかった。
- ・ 採油によるケーブル内部の油圧変化は、1 分程度で復帰する。（今回撤去した接続箱を使用し確認試験を行いました。）

これらの事実から、事故当日実施した採油作業は、今回の事故には関係していないと判断しました。

以上のことから、今回の事故原因については、送電前にケーブルの放電操作を行わなかったことによって発生した過電圧で絶縁破壊が起こったものと判断しました。（添付資料4参照）

仮に放電操作を行っていたら、絶縁破壊は起こらなかったと考えますが、放電操作は、ケーブルの被覆が破れる事故を過去に経験したことによりルール化されたものであり、今回の事故のような主回路の絶縁破壊に至るとの認識はありませんでした。

今回、放電操作が行われなかったのは、「事前に投入されていた接地装置を外して、保護装置試験のために一旦送電を行い、その後、別な作業のために送電を停止して、再度送電する」という一連の操作において、2度目の送電の際に「放電操作は既に実施済みであり、不要である」と思い込んだことに起因しています。

### 3 人孔鉄蓋部の破損について

ケーブル事故に伴って人孔の鉄蓋部が破損したことによって、周辺の皆さまに多大なご迷惑をおかけしましたが、人孔鉄蓋部の破損に至ったメカニズムは、以下のとおりであったものと解明しました。（添付資料4参照）

- ・ 接続箱の絶縁破壊により、接続箱内部にある保護銅管が破裂し、絶縁油が人孔内に噴出・気化した。
- ・ 気化した絶縁油が燃焼し、その発生した熱エネルギーによって、人孔内部の空気温度が急上昇した。
- ・ 人孔内部は密閉空間であるため、空気の温度上昇によって、人孔内の気圧が急上昇（3気圧程度と推定）した。
- ・ 鉄蓋部がこの急激な気圧上昇により発生した内圧力に耐えきれず、路面を破損させた。

### 4 再発防止対策について

#### (1) 放電操作の確実な実施（前回お知らせのとおり）

以下の再発防止策を徹底します。（添付資料5参照）

- ・ 操作指令伝票に「放電確認」ステップ及び説明書きの追加
- ・ 教育訓練の充実、強化
- ・ 計算機システムへのフェイルセーフ機能の追加

## (2) ケーブル劣化診断の実施

今回の事故は、他の設備で同様な事故が発生する可能性は低いものと考えますが、万一を考え、今回の事故箇所と同様な布設環境・使用環境にあって、絶縁劣化の可能性が懸念される箇所を抽出し、サンプリングによる解体調査・劣化診断を行います。

## (3) 人孔保安対策（添付資料6参照）

### a. 防爆対策の実施

万一、今回と同様な事故が発生したとしても、鉄蓋部が破損して、人孔外部に影響を及ぼすことがないようにするために、鉄蓋部と人孔躯体を強固に連結させる対策を、22万ボルトの油入ケーブル全線路を対象として、23年度までに実施します。

なお、原因究明までの暫定対策として、事故直後から実施しておりました「作業箇所の鉄蓋を開放状態にしての送電時の安全確認（前回お知らせ）」につきましては、ケーブル劣化診断実施箇所（前記(2)）以外は解除します。ケーブル劣化診断実施箇所につきましては、防爆対策が完了した都度、当該対策を解除し、通行支障等による近隣の方々へのご迷惑を低減してまいります。

### b. ケーブル延焼防止対策の実施

今回のケーブル火災により、同一人孔内に設置した他のケーブルも焼損し被害の拡大を招いたことから、ケーブル間の延焼防止対策として、22万ボルトの全人孔内のケーブルについて、ケーブル表面に難燃性の高い「防災テープ」を施設します。

## (4) 採油作業等の後処理の徹底（前回お知らせのとおり）

- ・ カラースプレーによる漏油確認、記録写真の確認の徹底

## 5 復旧計画について

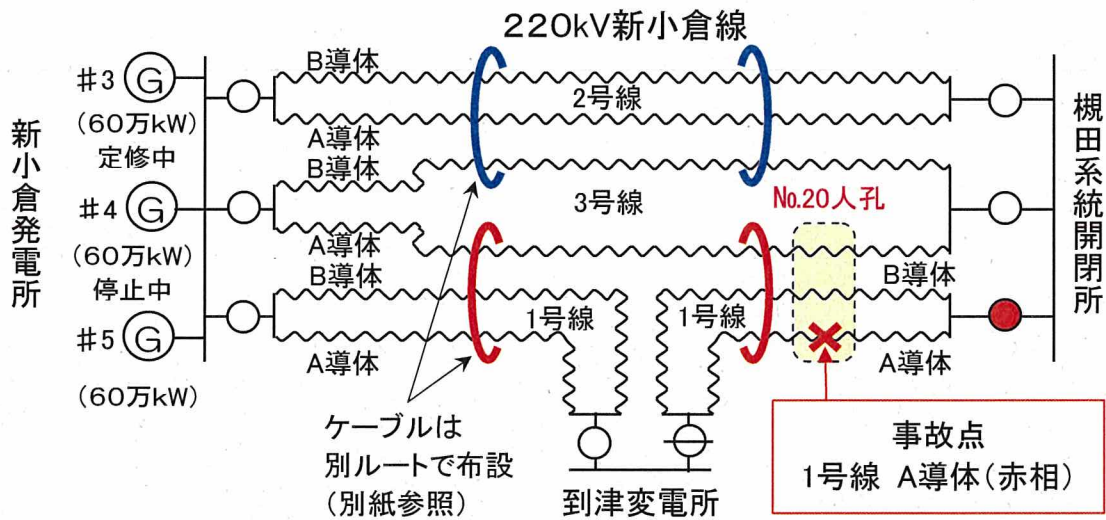
事故箇所の送電線の復旧につきましては、以下のとおり実施する予定です。

新小倉1号線（槻田系統開閉所～到津変電所間）：5月～11月末

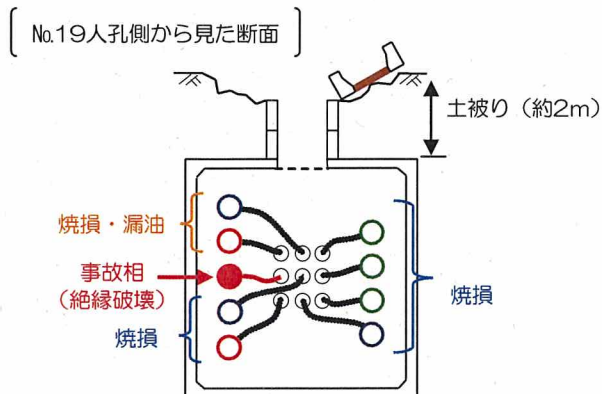
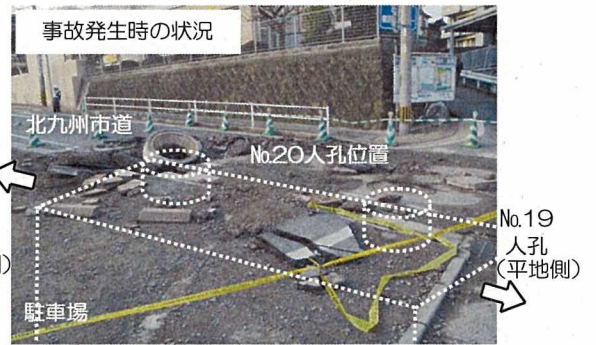
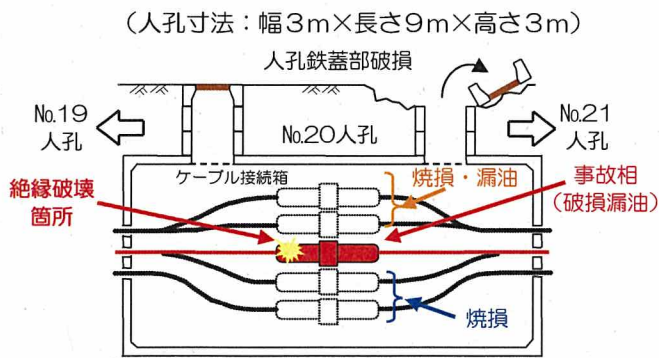
## 22万V新小倉線 事故の概要

- 発生日時 : 平成21年12月25日(金)18時45分
- 線路名 : 220kV新小倉線 1号線(経年31年)、  
油入ケーブル2500mm<sup>2</sup>×2(送電容量30万kW×2)
- 事故箇所 : 別紙のとおり
- 被害状況 : No.20人孔及びケーブル
  - ・ 1号線A導体(赤相) ケーブル接続箱絶縁破壊
  - ・ その他8相(3号線3相含む) ケーブル接続箱焼損
  - ・ 人孔鉄蓋部破損

### 〔系統図(事故発生時)〕

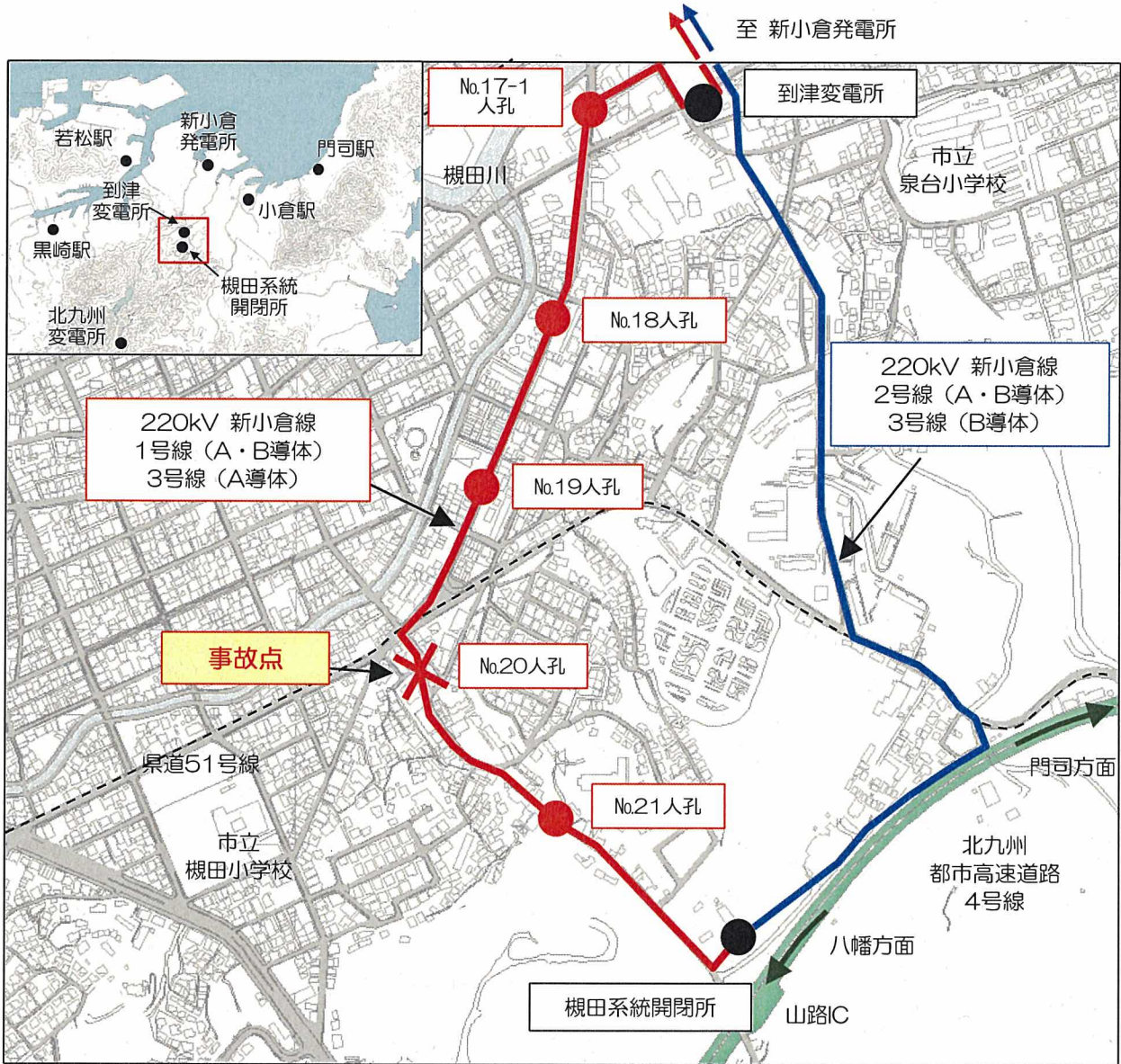


### 〔事故状況図〕



〔凡例 ○1号線(A導体) ●1号線(B導体) ●3号線(A導体)〕

〔事故箇所位置図〕

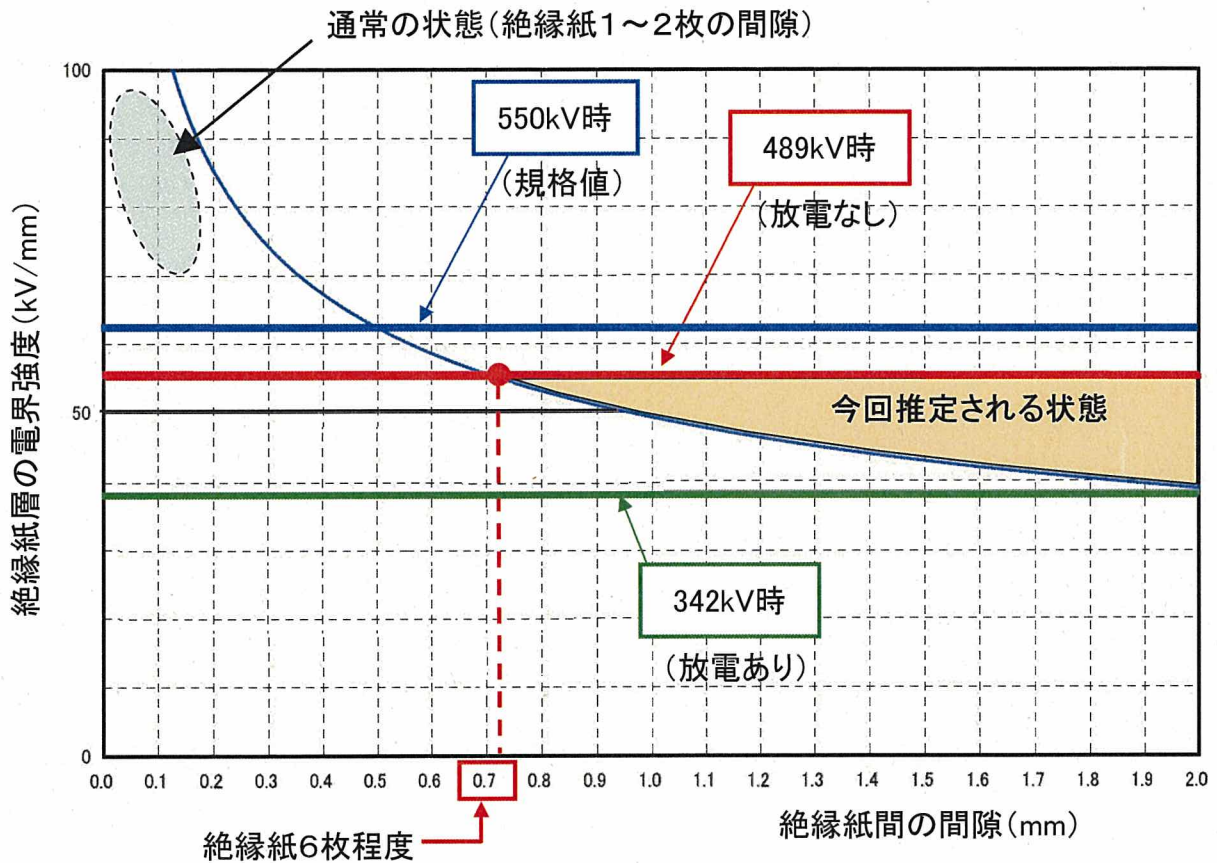


## 異常電圧の発生について

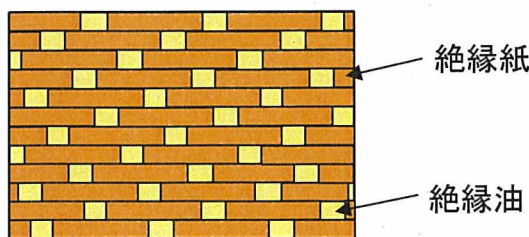
- 放電操作を実施せずにケーブルを課電した場合の発生電圧についてシミュレーションを行った結果、ケーブルの耐電圧規格値である550kVに対し、最大で489kVの電圧が発生する可能性を確認しました。

〔 紙ずれと絶縁破壊電圧との関係から、A導体赤相の事故部位には、6枚以上の顕著な紙ずれが生じ、絶縁耐力が低下していた(550kV→342~489kV)ものと判断しました。 〕

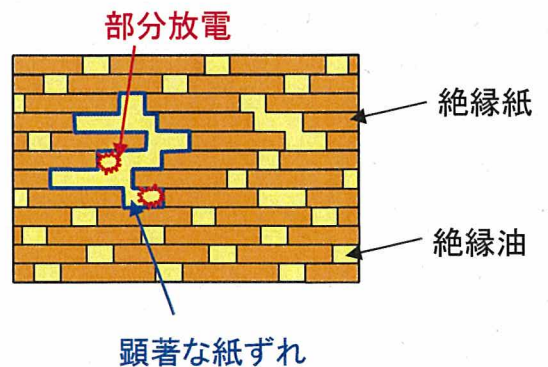
### 〔紙ずれと絶縁破壊開閉電圧との関係〕



(絶縁紙が健全な場合)



(紙ずれが発生した場合)



# 設備の劣化(紙ずれ)について

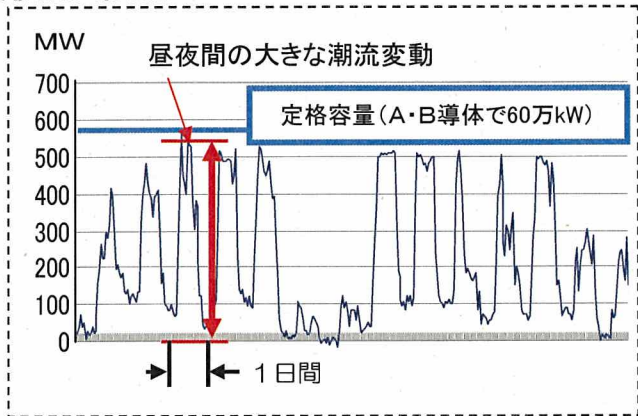
事故箇所(No.20人孔)は、布設環境・使用環境の特異性から生じたケーブル軸力がNo.19人孔側とNo.21人孔側とで不平衡となり、この力が油止め金具部付近(過度な「かしめ※」によりケーブルコアは拘束状態)に集中し、経年に伴い絶縁紙に紙ずれを生じさせた可能性が高いと判断しました。

※ かしめ:軽い打撃により、成形加工すること

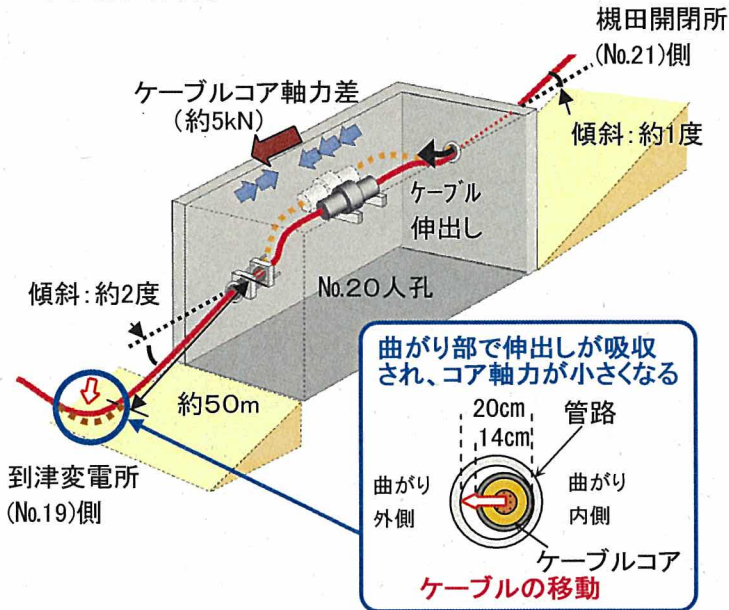
## ○ 事故箇所の特異性

- ・新小倉線は昼夜の潮流変動が極めて大きく、ケーブルの日間熱伸縮量が大きい。
- ・No.20人孔は、傾斜地・径間中の大きな曲がり部があり、ケーブル内部に不均一な軸力が発生しやすい。
- ・当時の油止め金具の構造は、絶縁紙を拘束する力が比較的強く、絶縁紙に機械的ストレスを与える可能性がある。

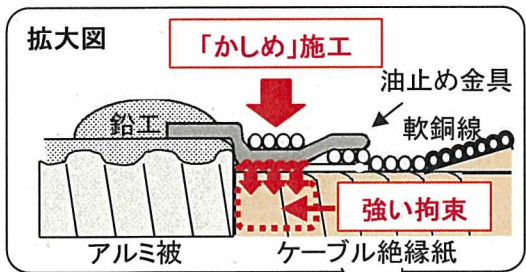
### 〔使用環境〕



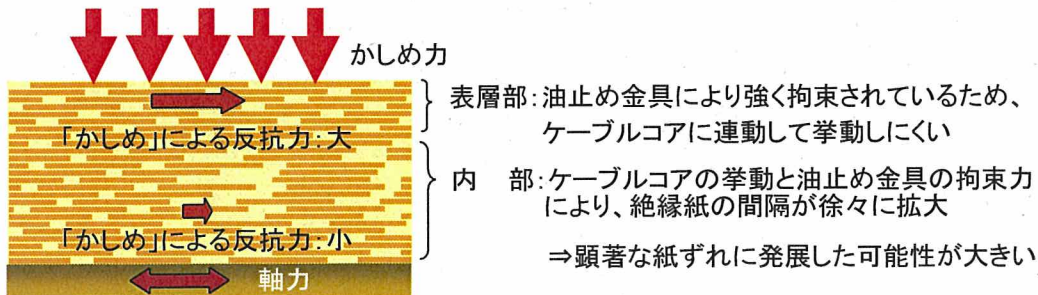
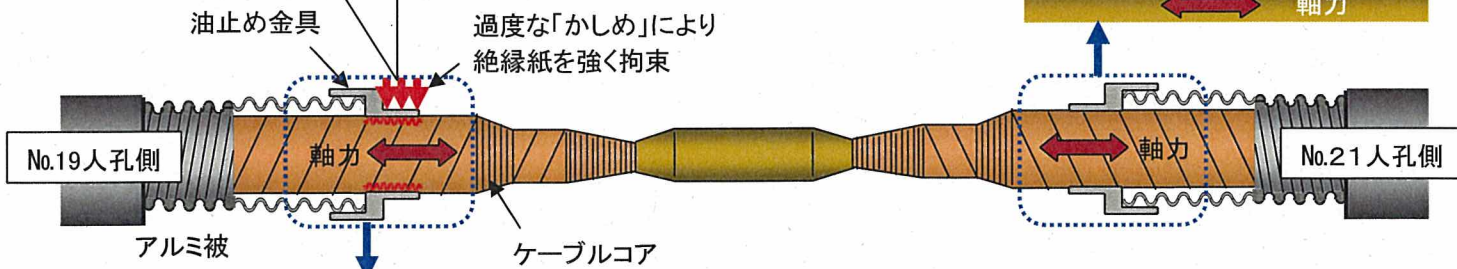
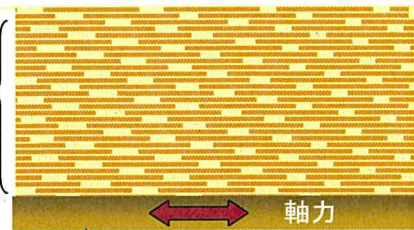
### 〔布設環境〕



### 〔紙ずれ発生のメカニズム〕



熱伸縮による微小な紙ずれが確認されたが過度な「かしめ」の痕跡は見られない

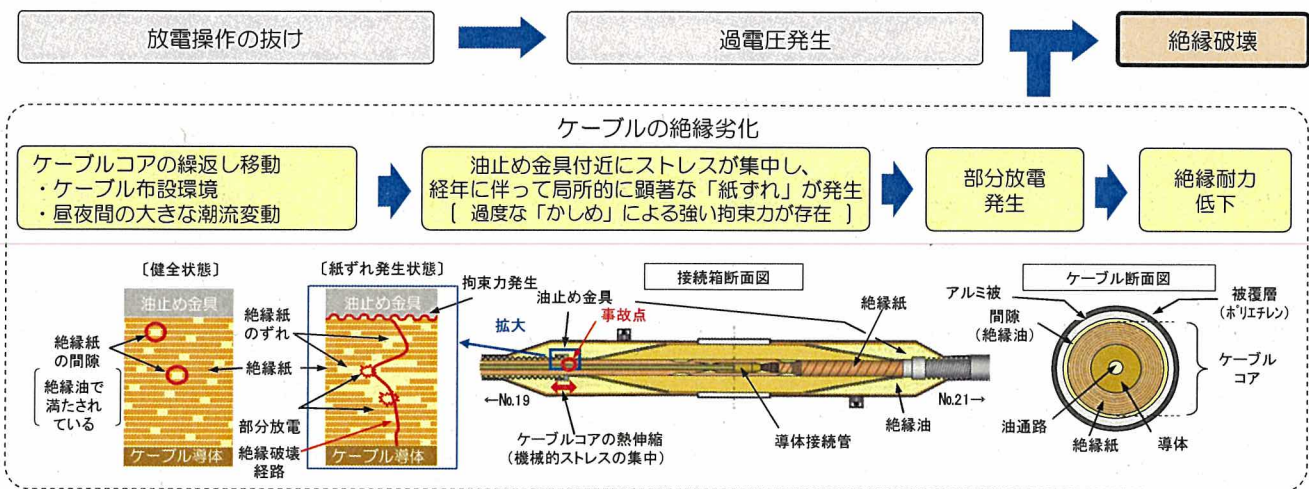




## 事故発生のメカニズム

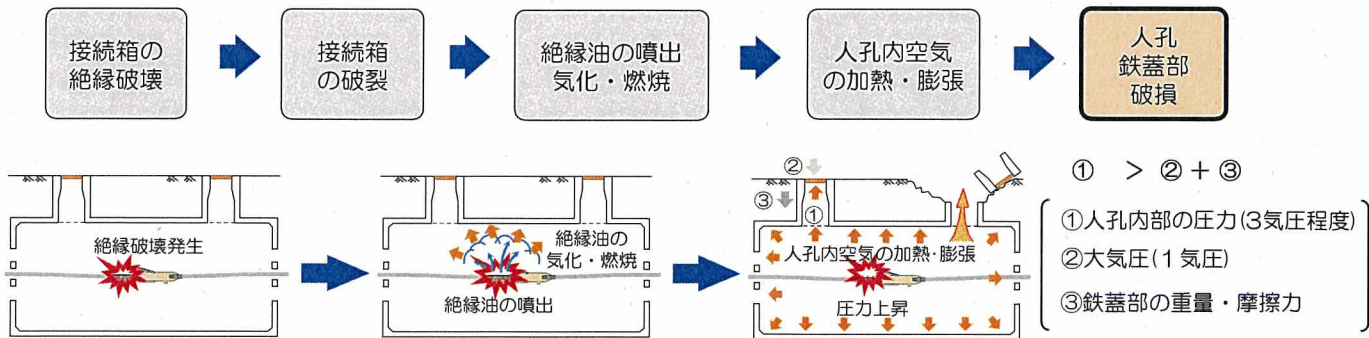
### 〔ケーブル接続箱の破損メカニズム〕

- 放電操作を実施しなかったことによって発生した過電圧が、経年に伴って絶縁耐力が局所的に低下していた部位に課電され、ケーブルの絶縁破壊が起こりました。



### 〔人孔鉄蓋部の破損メカニズム〕

- 絶縁破壊時のアークエネルギーによって接続箱が破裂、噴出した絶縁油が気化・燃焼したことにより、人孔内部の急激な気圧上昇を招き、人孔鉄蓋部が破損しました。
- また、絶縁油の燃焼による温度上昇、その後のケーブル火災によって事故相以外のケーブルも延焼しました。



## 放電操作の確実な実施

### 〔操作指令伝票の整備〕

- 操作指令伝票に、「電荷放電確認」を実施するステップ、及び放電の必要性の説明書きを追加しました。

残留電荷の放電を確認して下さい！

放電確認ヨシ！

**放電の確認項目・必要性を追記**

**操作指令伝票**

指令順序	所名	操作順序	開閉器番号	操作内容	確認事項
1	小倉送電	1	—	—	作業終了確認
		2	—	アース外し確認	(送電)乙接地棒本数照合
		3	—	送電開始連絡	
2	櫻田	1	20-73E	切	アース外し
		到津	1	20-73E	切
3	北九州総制	1	—	残留電荷放電確認	
4	北九州総制	1	—	アースなし	CRT
(途中省略)					
7	櫻田	1	20-73		
		2	20-70		
(以下省略)					
記事	放電の必要性				

**残留電荷放電確認**

残留電荷＋送電時系統電圧によるケーブル損傷の危険性があるため、送電時には抵抗付設置装置による電荷放電が必要

### 〔フェイルセーフ機能の追加〕

- 万一、電荷放電操作の抜けが生じた場合に、次の操作に移れないシステム対策を実施しました。

はい、送電します

送電して下さい！

システムによるチェック

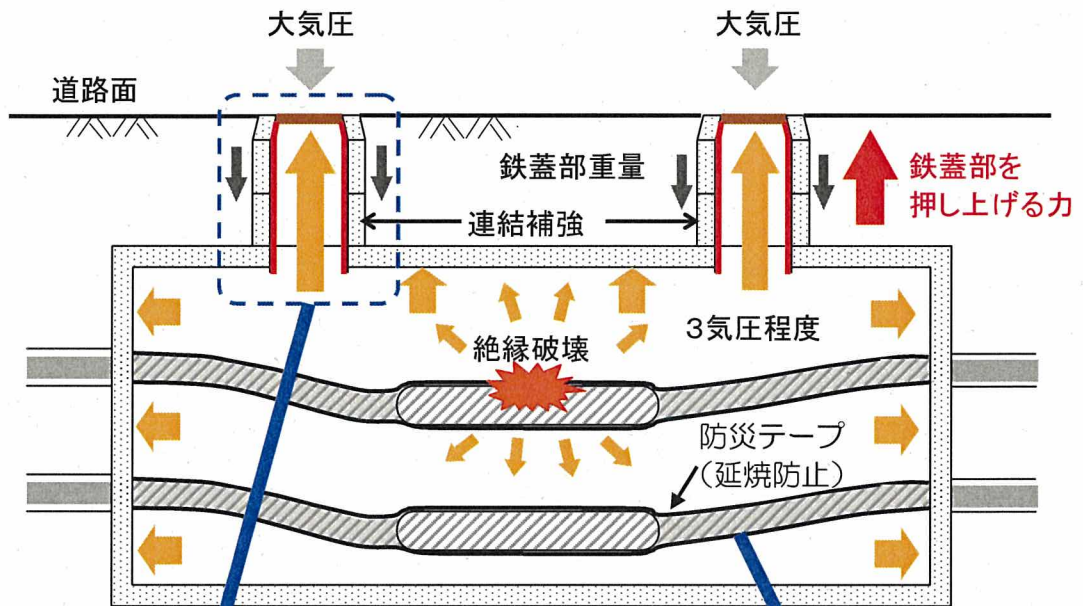
**【画面表示内容】**

電荷放電が完了していません

- ・ システムにて「電荷放電操作」が完了したかをチェック
- ・ 未完了の場合は、計算機が自動的に操作を中断し、メッセージを表示

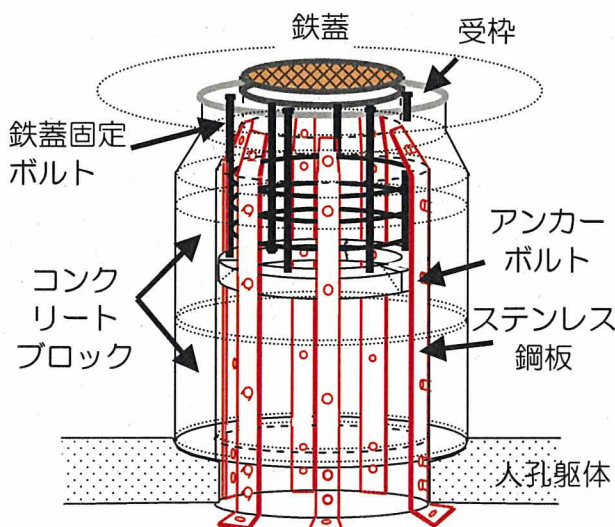
## 人孔保安対策（人孔防爆・ケーブル延焼防止）の実施

- 万一、絶縁破壊が発生して人孔内部の圧力が上昇したとしても、人孔鉄蓋部が破損して、人孔外部に影響を及ぼすことがないようにするため、鉄蓋部と人孔躯体を連結する人孔鉄蓋部の防爆対策を実施します。
- また、ケーブル火災により同じ人孔内に設置した他のケーブルへの延焼防止対策として、ケーブル表面に難燃性の高い「防災テープ」を施設します。



### 鉄蓋部と人孔躯体との連結補強

- ・ 鉄蓋とコンクリートブロックを人孔躯体と一体化
- ⇒ 絶縁破壊による人孔内部気圧の上昇に耐える構造に改造



### 防災テープの施設

- ・ 人孔内のケーブル、及びケーブル接続箱に**防災テープ**を施設

