

共通1 2 説明グループ1 資料3 適正化の取り組み方針

1. はじめに

2023年11月に提出した共通1 2 説明グループ1（構造）に係る資料3について、ヒアリングコメントの主旨を踏まえて適切に対応していくため、現時点の資料に対する振り返りを行い改めて取り組みの考え方について整理し、今後の提出に向けた対応を確実に実施することに資する。

2. 前回提出した資料に対する振り返り

(1) 体系的な説明ができる資料ではなかった

資料1から資料3①までを作りこむ中で一旦整理した各設計項目に対する具体の設計について、資料3②ではそれぞれの設備に係る概要図等を用いた散発的な説明にとどまり、具体の設計を体系的に説明する構成となっていなかった。

(2) 目的・要求機能が明確ではなかった

具体の設計について、設計の結果のみを記載しており、結果に至る過程での設備全体としての設計の考え方や、部位ごとの目的・要求機能を踏まえた設計の説明がされていなかった。

(3) 資料3②の記載の程度が浅かった

資料3①までの整理で記載されていない情報であっても、資料3②を作成にあたっては追加で説明が必要なものがないか検討し、資料に反映すべきであったが、資料3①で記載した情報の範囲の検討にとどまるなど掘り下げて記載することが不十分であった。

3. 対策

- 具体の設計を体系的に説明する構成とすること、部位ごとの目的・要求機能を踏まえた説明とするため、ST及び再処理の事務局が資料作成者と協業し、資料3②のひな形を作成（今回資料提出）するとともに、当該ひな形の作成経験を踏まえて資料作成にあたってのポイントを社内展開し、何をどこまで記載するかを認識共有を行う（2/20予定）。
- さらに、当該ひな形作成者を専任レビューチームとして各資料をレビュー及びフィードバックを行うとともに、MOXチームによるポイントレビューを行い資料品質確保していく（今後予定）。

4. 資料作成にあたってポイントと考える事項

(1) 体系的な説明となる資料構成

全体に係る設計を示した後に部位ごとの設計を展開する一連の説明体系を構築する。

(2) 目的・要求機能の明確化

全体及び部位ごとの具体の設計について、その設計により達成しようとする各レベルに応じた目的・要求機能を明確にした上で、それを踏まえた設計事項を記載する。

(3) 資料3②の深化

資料3②を作成する中で、資料の過不足や、具体の設計に対する目的・要求機能が不明確な記載がないかを確認し、記載の充実を行う。

以上

添付資料

1. グループ1に係る共通12資料3のうち、8条(落雷)屋内 機器・配管の設計に関連する資料

グループ1に係る共通1 2 資料3のうち, 8条(落雷)屋内 機器・配管の設計に関連する資料

屋内 機器・配管の設計 (説明グループ1)

1. 計装設備
2. 電気設備
3. 放射線監視設備 (主排気筒ガスモニタ)

8条 外部衝撃 (落雷) 抜粋版

屋内 機器・配管のうち、1. 計装設備、2.主排気筒ガスモニタ、3.電気設備 8条外部衝撃（落雷） 抜粋版 目次（1/2）

今回の説明用にシステム、配置、構造を統合した目次としているが、共通 1 2として作成する場合は作成ルールに従いシートを分けて作成する

説明対象設備	説明対象条文	説明すべき項目	説明内容 (主条文)	説明内容（関連条文）	該当頁	関連する 設計説明分類
1. 計装設備	第8条外部衝撃 (落雷)	落雷に対する防護設計 (間接雷対策)	-	【8条(落雷)】システム設計 対象 ・間接落雷対策が必要となる設備について説明する。	P4~5	システム設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)システム設計 概要 ・間接雷対策の全体像を整理して示す。	P6	システム設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)システム設計 電気信号(アナログ) ・計装設備のうち、取り扱う電気信号種類が電気信号(アナログ)において落雷による建屋間の雷サージの影響防止のため、シールドケーブルの接地及びアイソレータ、保安器を含むシステムを構成する設計であることを説明する。	P7	システム設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)システム設計 電気信号(デジタル) ・計装設備のうち、取り扱う電気信号種類が電気信号(デジタル)において落雷による建屋間の雷サージの影響防止のため、シールドケーブルの接地及び継電器を含むシステムを構成する設計であることを説明する。	P8	システム設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)構造設計 シールドケーブル ・間接雷防護対策として、シールドケーブルの構造を説明する。	P9	構造設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)構造設計 保安器 ・間接雷防護対策として、保安器の構造を説明する。	P10	構造設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)構造設計 アイソレータ ・間接雷防護対策として、アイソレータの構造を説明する。	P11	構造設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)構造設計 ディストリビュータ ・間接雷防護対策として、ディストリビュータの構造を説明する。	P12	構造設計
				【8条(落雷)(7)】(継電器) ・間接雷防護対策として、継電器の構造を説明する。	P13	構造設計
	第8条外部衝撃(その他)	電磁的障害に対する防護設計	-	【8条(その他)(1)】(電気的分離) ・計測制御システム施設は、電気的な独立性及び電磁的障害に対して機能を維持するために、絶縁増幅器又は継電器により、電気的に分離する設計であることを説明する。		

今回、落雷で抜粋版を例示として示すものとし、その他外部衝撃等に対する説明については添付割愛

条文の基本設計方針 記載番号等は別途附番する

1. 計装設備、2.主排気筒ガスモニタ、3.電気設備 8条外部衝撃（落雷） 抜粋版

目次（2/2）

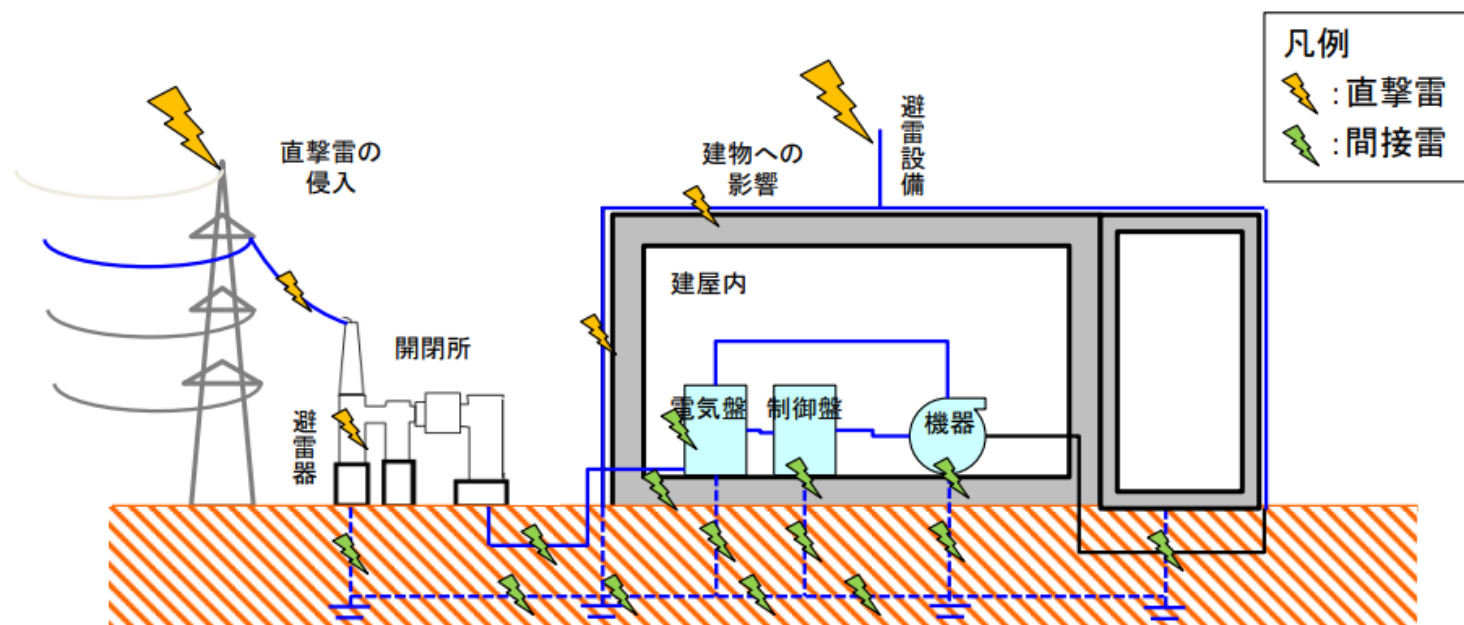
今回の説明用にシステム、配置、構造を統合した目次としているが、共通 1 2として作成する場合は作成ルールに従いシートを分けて作成する

説明対象設備	説明対象条文	説明すべき項目	説明内容 (主条文)	説明内容（関連条文）	該当頁	関連する 設計説明分類
2.電気設備	第8条外部衝撃 (落雷)	落雷に対する防護設計 (間接雷対策)	-	【8条(落雷)】(間接雷対策)システム設計 対象 ・間接雷対策が必要となる設備について説明する。	P4~5	システム設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)システム設計 概要 ・間接雷対策の全体像を整理して示す。	P14	システム設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)システム設計 所内電源系統 電気設備の間接雷からの防護設計を示し、電気設備が間接雷の影響を受けても電力を供給する機能を維持できることを説明する。	P15~16	システム設計
3.放射線監視設備 (主排気筒ガスモニタ)	第8条外部衝撃 (落雷)	落雷に対する防護設計 (間接雷対策)	-	【8条(落雷)】(間接雷対策)システム設計 対象 ・間接雷対策が必要となる設備について説明する。	P4~5	システム設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)システム設計 概要 ・間接雷対策の全体像を整理して示す。	P17	システム設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)システム設計 主排気筒ガスモニタ ・主排気筒ガスモニタは、間接雷による影響防止のため、制御建屋との伝送方式を光伝送方式とし、光伝送ケーブルを使用した系統を構成する設計であることを説明する。	P18	システム設計
				【8条(落雷)】(間接雷対策)構造設計 放射線監視設備（主排気筒ガスモニタ） ・光伝送ケーブルは、絶縁体で構成されており、間接雷によって生じる電位差の影響を設備に与えることがない構造であることを説明する。	P19	構造設計

1. 計装設備、2. 電気設備、3. 放射線監視設備 第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策） 間接雷対策が必要となる設備の整理（1 / 2）

間接雷設計の対象設備について示すため、再処理構内に大電流の落雷が発生した場合の影響について説明する。

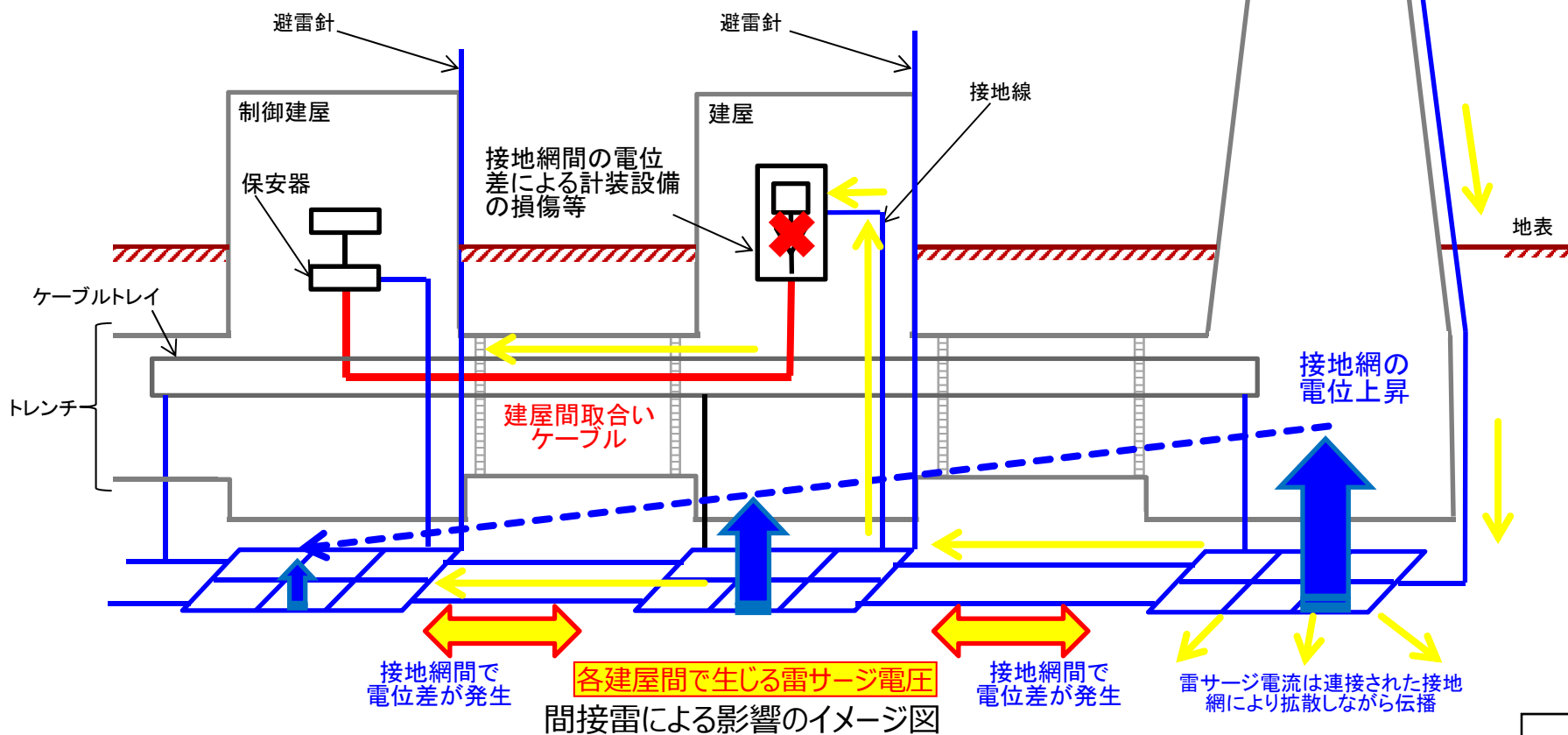
- 落雷による影響としては、直撃雷による影響と、間接雷による影響がある。
- 直撃雷は、建物や屋外施設など大気曝された施設に対して大規模な雷撃電流が流れることにより影響を与える。
- 直撃雷の侵入経路としては、屋外の避雷設備、送電線からの侵入が想定される。
- 間接雷は、建物や屋外施設などに落雷した雷撃電流が、避雷設備を介して大地へ拡散・分流する過程で、建屋内に設置される施設に対して影響を与える。
- 間接雷による雷サージの侵入経路としては、構内接地系からの侵入が想定される。
- 直撃雷については、屋外の避雷設備にて補足されることから、「建屋・構築物」にて説明する。「屋内機器・配管」として説明を行う、間接雷の影響を受ける対象設備については次頁で示す。



1. 計装設備、2. 電気設備、3. 放射線監視設備 第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策） 間接雷対策が必要となる設備の整理（2 / 2）

前頁の内容を受け、間接雷で影響を受ける対象設備について説明する。

再処理構内に大電流の落雷が発生した場合、構築物である主排気筒や各建屋の避雷針で捕捉された電撃電流が接地網を介し、地下に流れる。その際に、接地網間で電位差が生じるため、各建屋間において電気的に結合している設備においては、電位差によって機器が損傷する。間接雷による影響が生じる恐れがある安全上重要な設備は、「建屋間において電気的に結合している」電気・計装・放管設備のみである。



1. 計装設備

第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策）

間接雷対策の全体像

建屋間において電氣的に結合している電気・計装・放管設備に係る間接雷対策は、取り扱う信号等の種別に応じて防護対策が異なる。そのため、下記の通り、各設備で取り扱う信号等の種別に応じた対策の全体像を整理する。

間接雷対策が必要となる施設	建屋間で取り扱う信号等の種別	間接雷対策				
		落雷による影響	防護方針	対策の概要	対策に用いる部位・部材	他の設計説明とのリンク
計装設備（例：伝送器・熱電対・流量計ほか）	電気信号（アナログ）	間接雷によって発生した電位差3kV（※1）により、設備が損傷する。	間接雷によって生じる電位差が設備に印加されることを防止する。 ⇒全体の系統としての説明を7ページに示す	・周辺からの間接雷ノイズにより生じる電荷を接地網に適切に放出する。	・シールドケーブル	具体は構造設計で説明する
				・信号ラインの過電圧成分を対地に放出する。	・保安器	具体は構造設計で説明する
				・保安器で除去できない場合の異常電圧のある信号ラインを切り離し設備を保護する。	・アイソレータ	具体は構造設計で説明する
				・保安器、アイソレータで防げない場合に他チャンネルへの影響を防止する。	・ディストリビュータ	具体は構造設計で説明する
次頁から計装設備について説明する	電気信号（デジタル）	間接雷によって発生した電位差3kV（※1）により、設備が損傷する。	間接雷によって生じる電位差が設備に印加されることを防止する。 ⇒全体の系統としての説明を8ページに示す	・間接雷による電荷を接地網に適切に放出する。	・シールドケーブル	具体は構造設計で説明する
				・ケーブルと設備を電氣的に隔離し、ケーブルからの異常電圧を設備に波及させない。	・継電器	具体は構造設計で説明する
電気設備（例：メタクラ、パワーセンタ）	電力	間接雷によって発生した電位差3kV（※1）により、設備が損傷する。	電位差3kVに対し、絶縁耐力を有する設備とする	JECに基づく絶縁耐力を有する設備とする	・遮断器 ・動力用変圧器	—
放射線監視設備（主排気筒ガスモニタ）	光信号	間接雷によって発生した電位差3kVにより、設備が損傷する。	電位差が設備に印加されることを防止する。	電氣的に隔離する。	・光伝送ケーブル	具体は構造設計で説明する

※1：270kA（※2）の雷撃電流の落雷による電位上昇から算出した2.48kVを保守的に切りあげ、3.0kVと設定（詳細は補足説明資料（外雷02）による）。

※2：再処理施設近傍及びその周辺で過去に観測された落雷データの観測値に安全余裕を見込んだ270kAとしている。（事業指定（許可）より）

1. 計装設備

第8条外部衝撃（落雷）落雷に対する防護設計（間接雷対策）

間接雷対策のシステム設計（電気信号（アナログ））

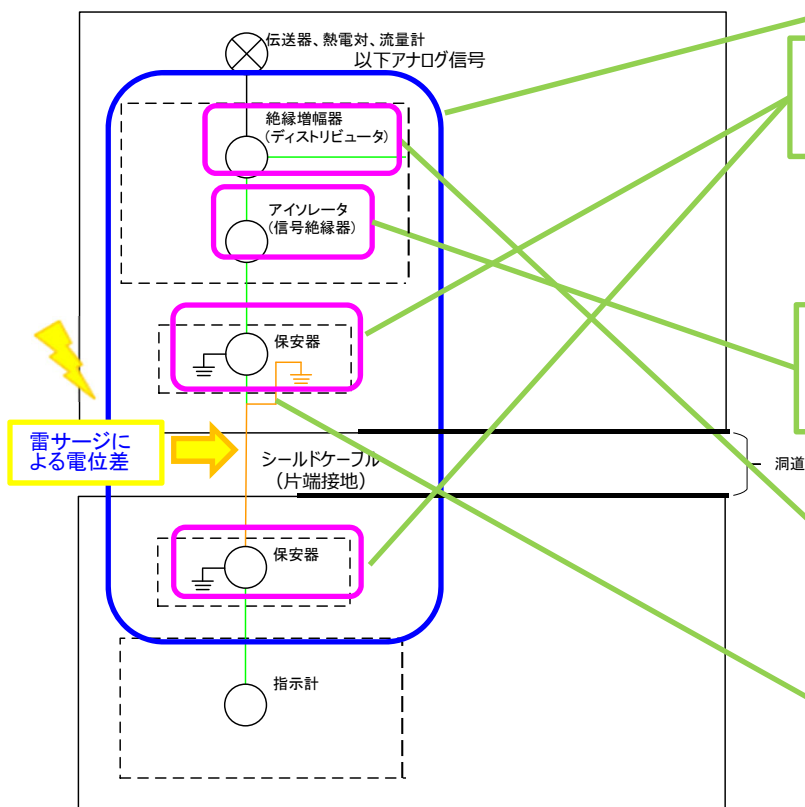
【8条（落雷）】（雷サージに対する防護）

・計装設備は、各建屋に設置された伝送器等により測定したパラメータを制御室の指示計に伝送し、制御建屋において指示及び記録し、警報を発する設計としている。アナログ信号は、測定したパラメータを電気的な連続信号として、電流信号にて指示計まで伝送している。

・建屋間に間接雷を起因とする電位差が生じると、信号ラインへの異常電圧の印加や、周辺設備からの落雷ノイズ等が生じ、設備の故障や測定したパラメータが正常な値とならず落雷対策が必要である。以下落雷対策として、保安器、アイソレータ及びディストリビュータを設け、また、使用するケーブルはシールドケーブルとした設計であることを説明する。

雷撃電流270kAによって生じる建屋間の電位差は3.0kVであり、建屋間のケーブルを通して設備の損傷やノイズが発生する。そのため、機器の故障や異常を防止するため以下の対策を実施する。

- ① 接地系統から絶縁耐力5kV以上の保安器を設置し、信号伝送ラインに入る過電圧成分を対地に放出する。
- ② 万一、保安器にて電位差の印加が除去しきれない場合に備え、入力信号と出力信号を絶縁することができるアイソレータを設置し、電気信号を絶縁し影響範囲を限定する。
- ③ また、アナログ回路には全般的な電氣的波及影響防止のためディストリビュータが設けられており、落雷等の影響を他チャンネルに波及させない電氣的分離ができている。
- ④ ①～③のほか、周辺設備からの雷サージが起因となるノイズを抑制するために、シールドケーブルを使用する。
アナログ信号の伝送において、電流信号に対してのノイズ源となるシールドと対地間での回路ができない様にシールドの片端接地を行い、ノイズ源となる電荷を接地網に適切に放出する。



①信号伝送ラインの過電圧成分を対地に放出するため、保安器を設置する。
保安器は、雷サージ電圧3kVを踏まえ、絶縁耐力5kV以上の保安器とする。
⇒構造・原理については保安器の構造設計に記載する。

建屋間の電位上昇を起因とした過電圧が建屋間を通るケーブルに発生し、現場建屋の出力回路と制御建屋の入力回路に流れ、機器を損傷させる可能性があることから現場建屋と制御建屋に1個ずつ設置する。

②保安器にて電位差の印加が除去しきれない場合に備え、アイソレータを設置する。アイソレータ内のフォトカプラは、入力側に発光ダイオード、出力側に受光素子が配置されており、入出力のやり取りは光のみで行われるため電気を通さない仕様となっている。
⇒構造・原理についてはアイソレータの構造設計に記載する。

③系統的に分離できる箇所は電氣的分離を行い、雷サージの影響を他チャンネルに波及させない。
⇒構造原理については、ディストリビュータの構造設計に記載する。

④周辺設備からの雷サージが起因となるノイズを抑制するため、シールドケーブルを使用する。アナログ信号の伝送において、電流信号に対してのノイズ源となるシールドと対地間での回路ができない様にシールドの片端接地を行う設計とする。(8条(落雷)-18①-1)
⇒構造・原理についてはケーブルの構造設計に記載する。

1. 計装設備

第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策）

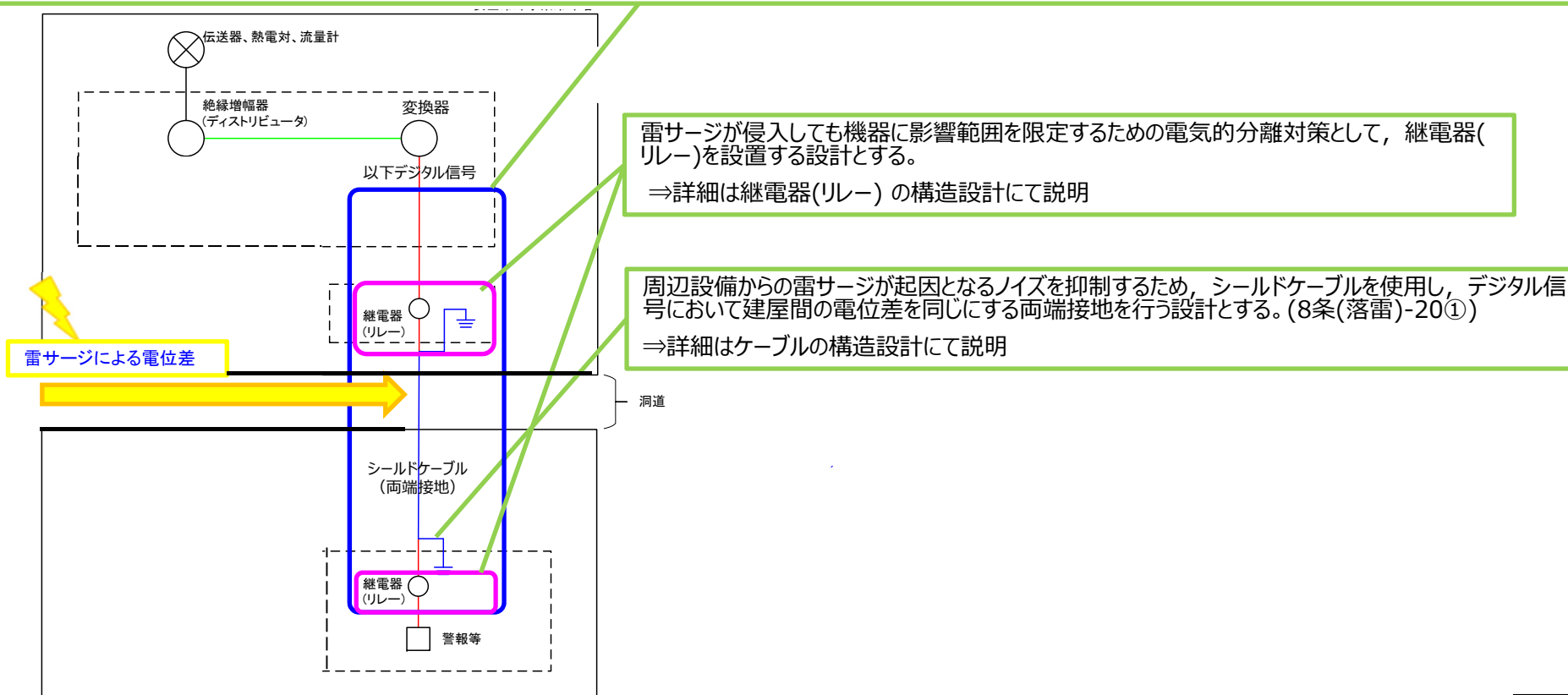
間接雷対策のシステム設計（電気信号（デジタル））

【8条(落雷)】（雷サージに対する防護）

- ・計装設備は、各建屋に設置された伝送器等により測定したパラメータを制御室の指示計に伝送し、制御建屋において指示及び記録し、警報を発する設計としている。
- ・デジタル信号は、AかBの2値を電圧信号にて警報として伝送している。
- ・建屋間に間接雷を起因とする電位差が生じると、電圧信号にノイズ等による影響を与え、誤作動が発生することがあることから、外来ノイズ混入防止対策が必要となるため、ケーブルの両端接地を行う設計であることを説明する。

雷撃電流270kAによって生じる建屋間の電位上昇は3kVであり、その電位差により建屋間のケーブルを通して設備が損傷する。そのため、電位差による印加を防止するため、以下の対策を実施する。

- ① 雷サージが侵入しても機器に影響範囲を限定するために継電器(リレー)を設け、機器の故障を防止する。
- ② ①のほか、周辺設備からの雷サージが起因となるノイズを抑制するために、シールドケーブルを使用する。シールドケーブルのシールド部を両端接地し、ノイズ源となる電荷を接地網に適切に放出する。



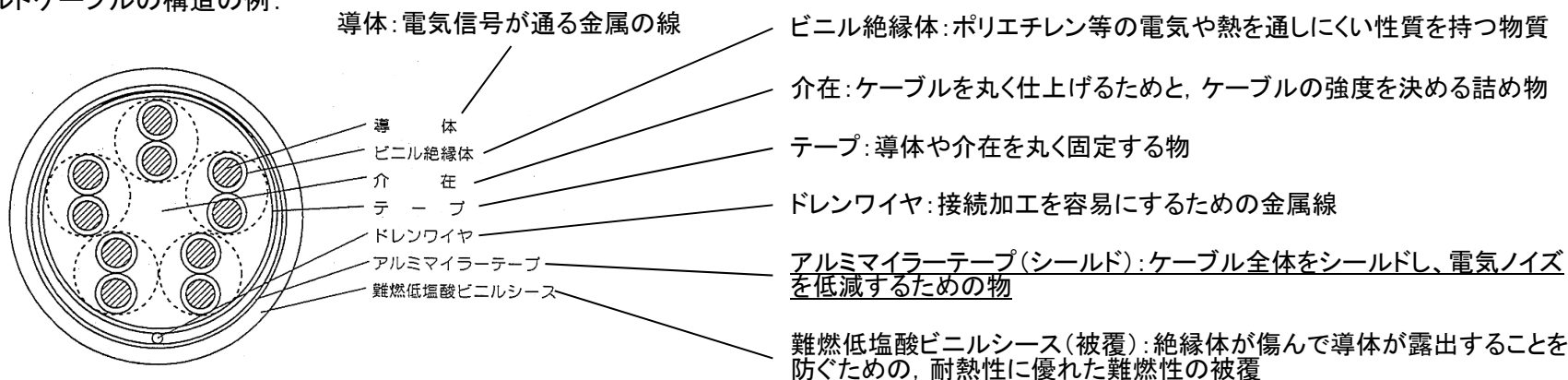
1. 計装設備

第8条外部衝撃（落雷）落雷に対する防護設計（間接雷対策）

間接雷対策の構造設計（シールドケーブルの構造）

- ・電線を導体で覆っており、シールドを接地することによりノイズを除去することができるシールドケーブルを使用する設計する。
- ・シールドケーブルのシールド部を片端接地又は両端接地し、ノイズ源となる電荷を接地網に適切に放出できる構造であることを説明する。

シールドケーブルの構造の例：



（例：5対）

シールドケーブルは電線を導体で覆っており、シールドを接地することによりノイズを除去することができるため、本来伝送すべき信号に対するノイズ（落雷ノイズ含む）の干渉を防ぐことができる。

原理：ドレンワイヤを通じてアルミマイラーテープ（シールド）を接地することで電気信号に対するノイズから導体を保護することができる。

アナログ信号は現場建屋側にて片端接地を行い、デジタル信号は現場建屋と制御建屋の双方で両端接地を行う

アナログ信号は電流信号を伝送しているため、以下の点を考慮し片端接地としている。

- ・両端接地にした場合、シールド線を電流が流れるパスが発生し、アナログ信号である電流にノイズが発生する。
- ・シールドの主目的はノイズ混入防止であり、シールドを通してノイズ源を接地に逃すことができる。

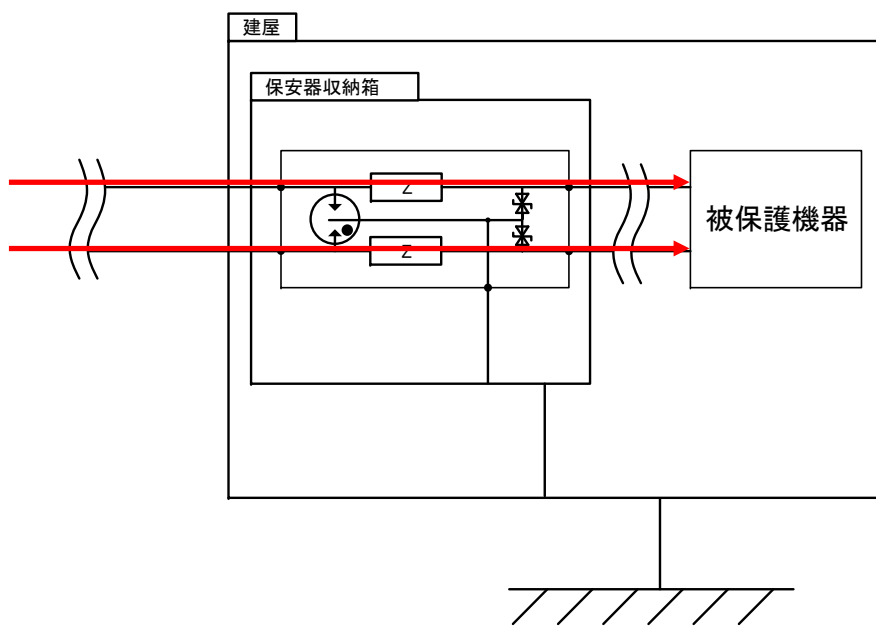
デジタル信号は電圧信号を伝送しているため、以下の点を考慮し両端接地としている。

- ・建屋間に電位差を生じさせない様に、電位を同じにする
（電位差が生じた場合、ノイズが伝播することにより、AかBの2値が変化し誤動作が発生する）
- ・両端接地は片端接地と比較して誘導電圧を1/2にする効果がある

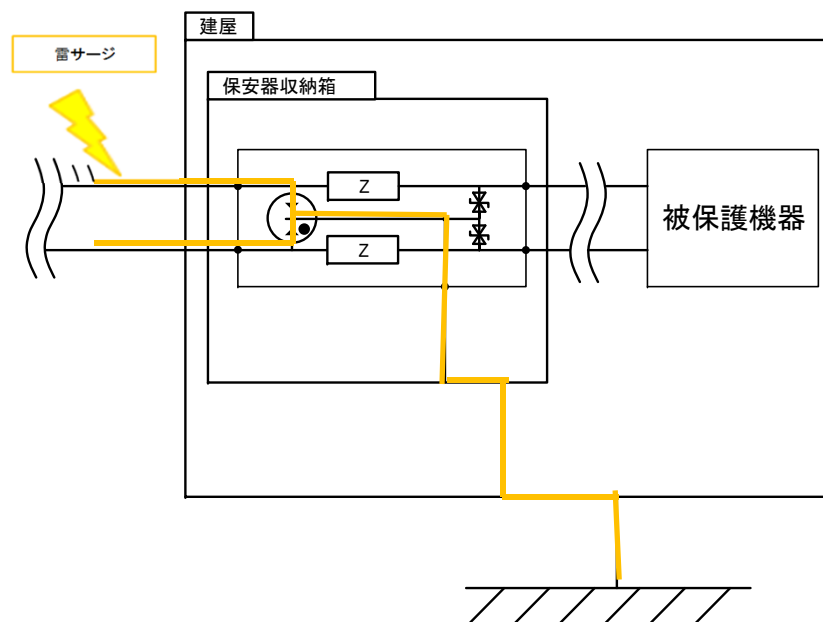
1. 計装設備 第8条外部衝撃（落雷）落雷に対する防護設計（間接雷対策） 間接雷対策の構造設計（保安器の構造）

建屋間の電位上昇を起因とした過電圧が建屋間を通るケーブルに発生し、現場建屋の出力回路と制御建屋の入力回路に流れ、機器を損傷させる可能性があることから、雷サージを電気機器の耐電圧以下に制限するための保安器について、通常時と落雷発生時の電路の違いについて説明する。

通常時



落雷発生時



通常時は、アナログ信号である電流について保安器内部をそのまま通過する。(赤矢印線)

落雷発生時は、異常電流の混入が発生するため、接地線にその異常電流を流し込む。(黄矢印線)

雷撃電流270kAによって生じる建屋間の電位上昇は3kVであり、設備が損傷することを防ぐため、5kVに耐えられる保安器を選定し、建屋の出入口に設置する。

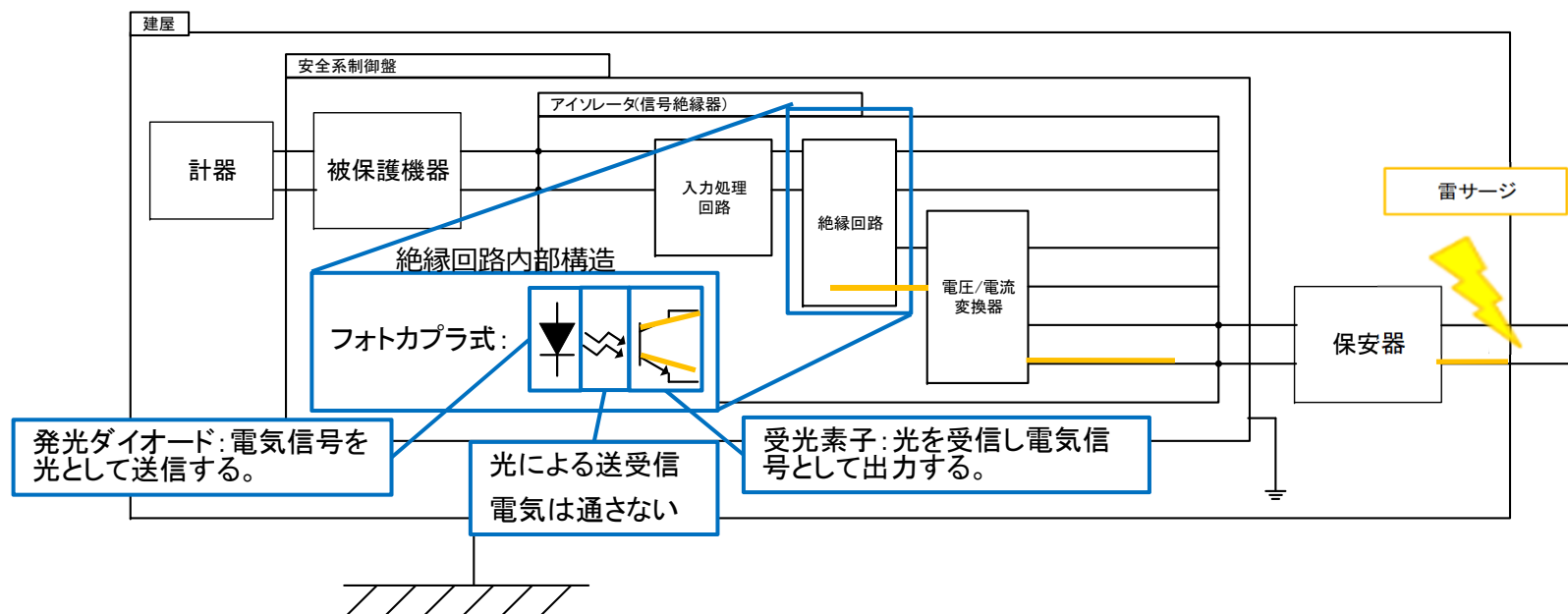
1. 計装設備

第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策）

間接雷対策の構造設計（アイソレータの構造）

保安器にて電位差の印加が除去しきれない場合に備え、アイソレータを設置する。アイソレータ内のフォトカプラは、入力側に発光ダイオード、出力側に受光素子が配置されており、入出力のやり取りは光のみで行われるため電気を通さない仕様である。構造および原理を説明する。

アイソレータ(信号絶縁器)の構造:



原理: アイソレータ内にて使われる絶縁回路は、フォトカプラ式である。

フォトカプラ式は入力側にLED、出力側に受光素子を配置し、信号が入力されてLEDが発光すると、その光を受光素子がキャッチする。

入力側に発光ダイオード、出力側に受光素子が配置されており、入出力のやり取りは光のみで行われるため電気を通さない仕様となっている。

その光を電気信号に変換した後に電圧/電流変換器にて電流として信号を出力する。

フォトカプラにより絶縁されているため、それよりも計器側の機器へ影響を与えない。

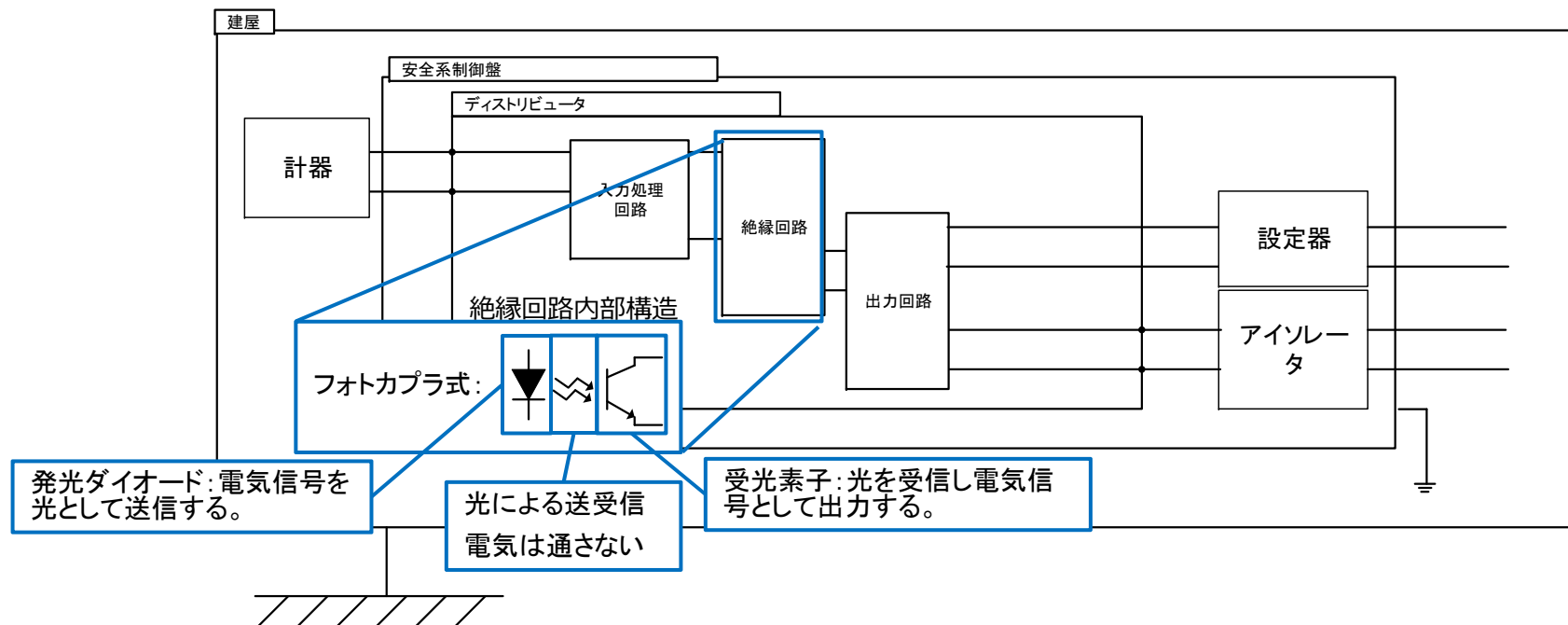
1. 計装設備

第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策）

間接雷対策の構造設計（ディストリビュータの構造）

アナログ回路は、他チャンネルと電気的分離を行っているディストリビュータがあり、これにより雷サージ等の影響を他チャンネルに波及させないような設計となっている。ディストリビュータ内のフォトカプラは、入力側に発光ダイオード、出力側に受光素子が配置されており、入出力のやり取りは光のみで行われるため電気を通さない仕様である構造であることを説明する。

ディストリビュータの構造:



原理: ディストリビュータ内にて使われる絶縁回路は、フォトカプラ式である。

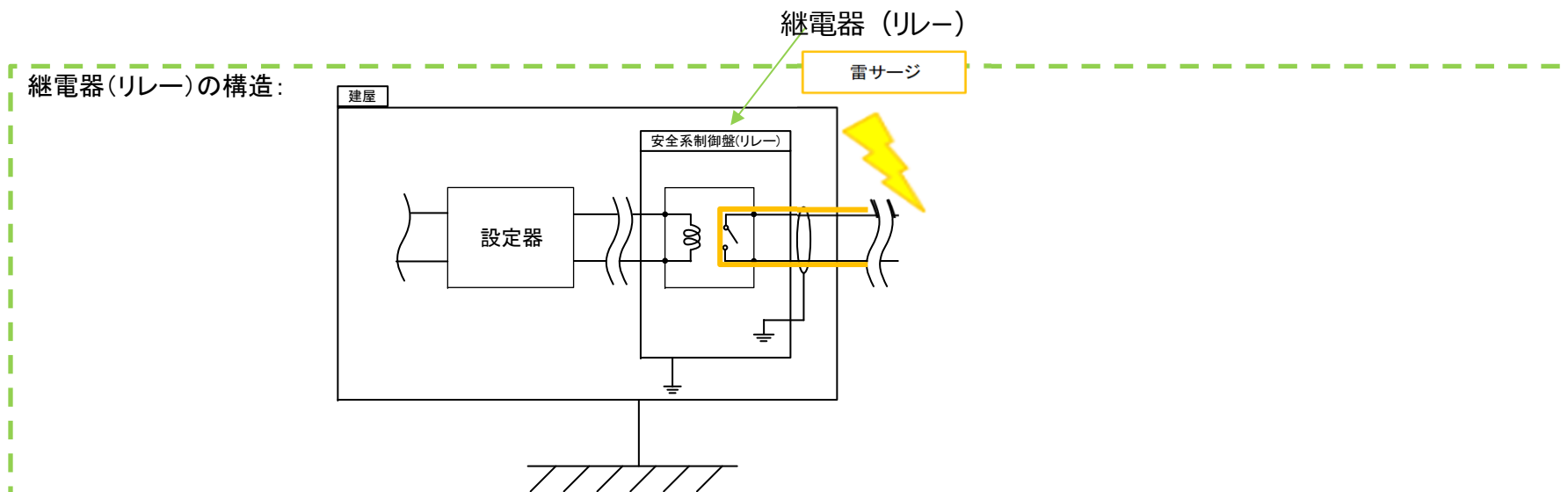
フォトカプラ式は入力側にLED、出力側に受光素子を配置し、信号が入力されてLEDが発光すると、その光を受光素子がキャッチする。入力側に発光ダイオード、出力側に受光素子が配置されており、入出力のやり取りは光のみで行われるため電気を通さない仕様となっている。その光を電気信号である電圧として出力する。フォトカプラにより絶縁されているため、それよりも計器側の機器へノイズの影響を与えない。出力回路は出力ごとに受光素子が独立しているため、他の出力へノイズの影響を与えない。

1. 計装設備

第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策）

間接雷対策の構造設計（継電器（リレー）の構造）

入力回路(コイル部)と出力回路(接点部)が物理的に離れており、雷サージが侵入してもリレー以降の機器に影響を与えない仕様となっている継電器(リレー)について、構造および原理を説明する。



原理:異常が発生し設定器の信号がリレー内部に入力された時、リレー接点为非励磁となることで信号が途切れることで警報が発生する。

コイル部と接点部が物理的に離れているため、雷サージが侵入してもリレー以降の機器に影響を与えない。

1. 計装設備

第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策）

間接雷対策の全体像

建屋間において電氣的に結合している電気・計装・放管設備に係る間接雷対策は、取り扱う信号等の種別に応じて防護対策が異なる。そのため、下記の通り、各設備で取り扱う信号等の種別に応じた対策の全体像を整理する。

間接雷対策が必要となる施設	建屋間で取り扱う信号等の種別	間接雷対策				
		落雷による影響	防護方針	対策の概要	対策に用いる部位・部材	他の設計説明とのリンク
計装設備（例：伝送器・熱電対・流量計ほか）	電気信号（アナログ）	間接雷によって発生した電位差3kV（※1）により、設備が損傷する。	間接雷によって生じる電位差が設備に印加されることを防止する。 ⇒全体の系統としての説明を7ページに示す	・周辺からの間接雷ノイズにより生じる電荷を接地網に適切に放出する。	・シールドケーブル	具体は構造設計で説明する
				・信号ラインの過電圧成分を対地に放出する。	・保安器	具体は構造設計で説明する
				・保安器で除去できない場合の異常電圧のある信号ラインを切り離し設備を保護する。	・アイソレータ	具体は構造設計で説明する
	・保安器、アイソレータで防げない場合に他チャンネルへの影響を防止する。	・ディストリビュータ	具体は構造設計で説明する			
	電気信号（デジタル）	間接雷によって発生した電位差3kV（※1）により、設備が損傷する。	間接雷によって生じる電位差が設備に印加されることを防止する。 ⇒全体の系統としての説明を8ページに示す	・間接雷による電荷を接地網に適切に放出する。 ・ケーブルと設備を電氣的に隔離し、ケーブルからの異常電圧を設備に波及させない。	・シールドケーブル ・継電器	具体は構造設計で説明する 具体は構造設計で説明する
次頁から電気設備について説明する						
電気設備（例：メタクラ、パワーセンタ）	電力	間接雷によって発生した電位差3kV（※1）により、設備が損傷する。	電位差3kVに対し、絶縁耐力を有する設備とする	JECに基づく絶縁耐力を有する設備とする	・遮断器 ・動力用変圧器	—
放射線監視設備（主排気筒ガスモニタ）	光信号	間接雷によって発生した電位差3kVにより、設備が損傷する。	電位差が設備に印加されることを防止する。	電氣的に隔離する。	・光伝送ケーブル	具体は構造設計で説明する

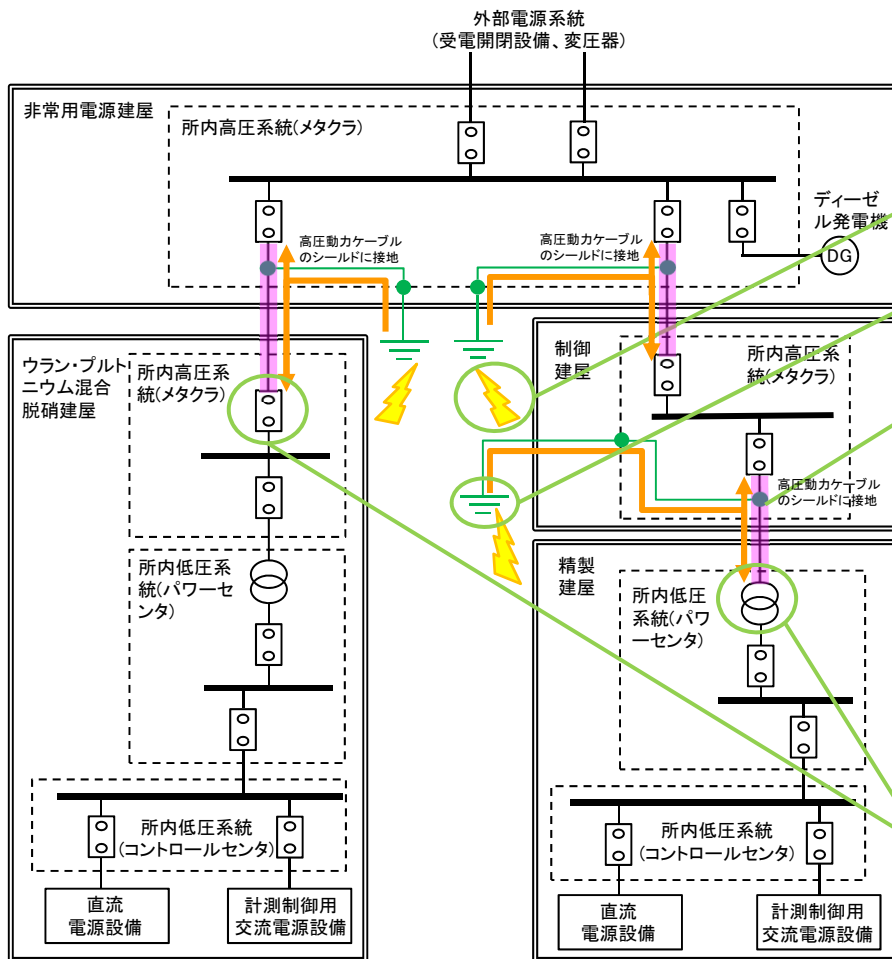
※1: 270kA（※2）の雷撃電流の落雷による電位上昇から算出した2.48kVを保守的に切りあげ、3.0kVと設定（詳細は補足説明資料（外雷02）による）。

※2: 再処理施設近傍及びその周辺で過去に観測された落雷データの観測値に安全余裕を見込んだ270kAとしている。（事業指定（許可）より）

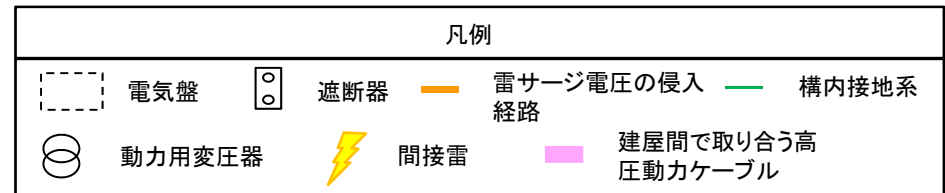
2. 電気設備 第8条外部衝撃（落雷）落雷に対する防護設計（間接雷対策） 間接雷対策のシステム設計（所内電源系統）（1 / 2）

電気設備は負荷へ電力を供給する設備である。「1. 想定される間接雷」「2. 間接雷の影響を受ける電気設備の範囲」の考え方を説明し、「3. 間接雷の影響を受ける電気設備の防護設計」で間接雷からの防護設計を示し、電気設備が間接雷の影響を受けても電力を供給する機能を維持できることを説明する。

【6.9kV非常用メタクラ(所内高圧系統)】
【460V非常用パワーセンタ(所内低圧系統)】



電気設備の概要図(系統図)

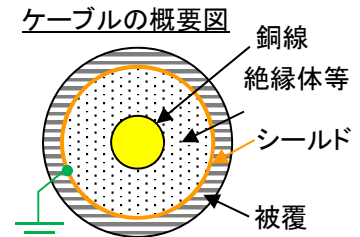


1. 想定される間接雷
雷撃電流270kAによって生じる構内接地系の電位上昇3.0kV。

2. (1) 間接雷の影響を受ける電気設備の範囲 (間接雷による雷サージの侵入経路)
間接雷による雷サージは、構内接地系からの侵入が想定される。

2. (2) 間接雷の影響を受ける電気設備の範囲 (雷サージの影響を受ける設備①)
構内接地系から雷サージの電気設備への侵入経路となるのは建屋間で取り合う高圧動力ケーブルである。

当該ケーブルは保安上の観点及びケーブルの性能向上のためにシールドケーブルを使用しており、シールドは電源供給側で片端接地を行っているため、間接雷により建屋間に接地電位上昇の差が生じることに伴う雷サージ電圧が発生する。

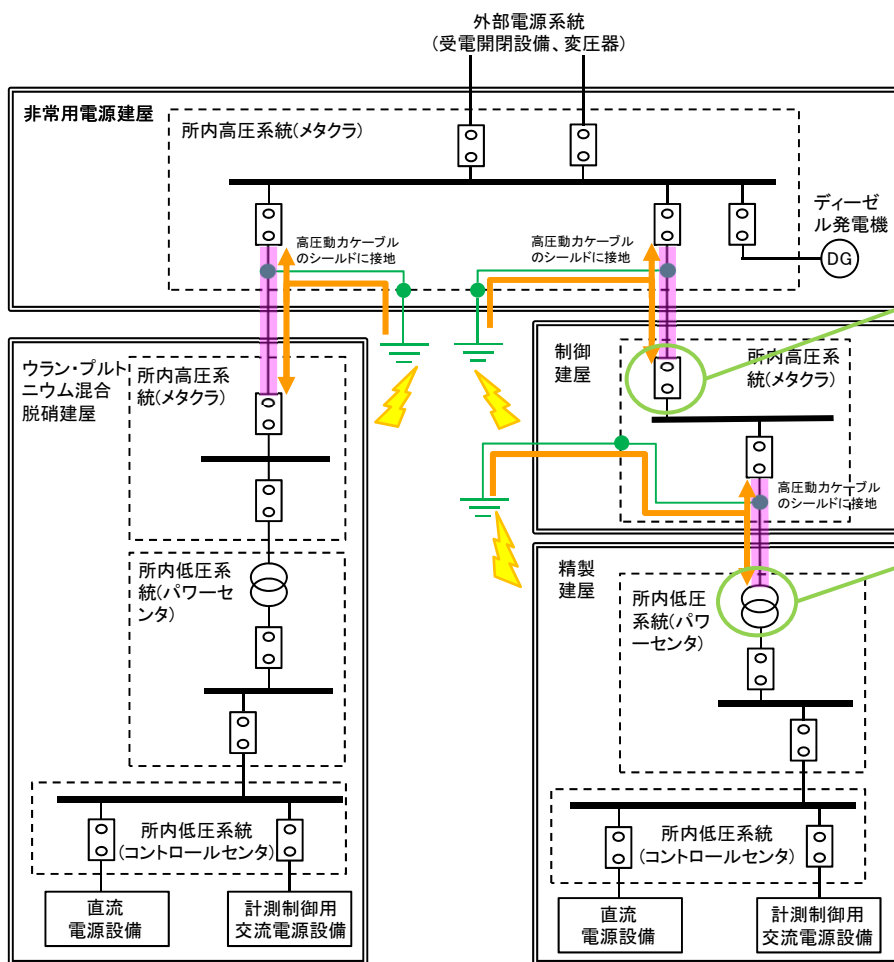


2. (3) 間接雷の影響を受ける電気設備の範囲 (雷サージの影響を受ける設備②)
電気設備全体(受電開閉設備、変圧器、所内高圧系統、所内低圧系統、ディーゼル発電機、直流電源設備、計測制御用交流電源設備)のうち、間接雷の影響を受ける設備は高圧動力ケーブルの接続箇所である所内高圧系統(メタクラ)の遮断器及び所内低圧系統(パワーセンタ)の動力用変圧器である。

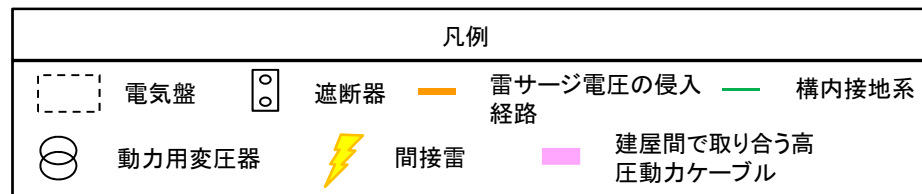
2. 電気設備 第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策） 間接雷対策のシステム設計（所内電源系統）（2 / 2）

電気設備は負荷へ電力を供給する設備である。「1. 想定される間接雷」「2. 間接雷の影響を受ける電気設備の範囲」の考え方を説明し、「3. 間接雷の影響を受ける電気設備の防護設計」で間接雷からの防護設計を示し、電気設備が間接雷の影響を受けても電力を供給する機能を維持できることを説明する。

【6.9kV非常用メタクラ(所内高圧系統)】
【460V非常用パワーセンタ(所内低圧系統)】



電気設備の概要図(系統図)



【所内高圧系統】3. 間接雷の影響を受ける電気設備の防護設計
建屋間で取り合う6.9kV非常用メタクラの遮断器は、電気学会電気規格調査会標準規格(JEC-2300)に準拠した設計とし、雷撃電流270kAの落雷によって想定される雷サージ電圧(3.0kV)に対し、雷インパルス絶縁耐力(60kV)を有する設計とすることで、間接雷により安全機能を損なわない設計とする。

【所内低圧系統】3. 間接雷の影響を受ける電気設備の防護設計
建屋間で取り合う460V非常用パワーセンタの動力用変圧器は、電気学会電気規格調査会標準規格(JEC-2200)に準拠した設計とし、雷撃電流270kAの落雷によって想定される雷サージ電圧(3.0kV)に対し雷インパルス絶縁耐力(60kV)を有する設計とすることで、間接雷により安全機能を損なわない設計とする。

1. 計装設備

第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策）

間接雷対策の全体像

建屋間において電氣的に結合している電気・計装・放管設備に係る間接雷対策は、取り扱う信号等の種別に応じて防護対策が異なる。そのため、下記の通り、各設備で取り扱う信号等の種別に応じた対策の全体像を整理する。

間接雷対策が必要となる施設	建屋間で取り扱う信号等の種別	間接雷対策				
		落雷による影響	防護方針	対策の概要	対策に用いる部位・部材	他の設計説明とのリンク
計装設備（例：伝送器・熱電対・流量計ほか）	電気信号（アナログ）	間接雷によって発生した電位差3kV（※1）により、設備が損傷する。	間接雷によって生じる電位差が設備に印加されることを防止する。 ⇒全体の系統としての説明を7ページに示す	・周辺からの間接雷ノイズにより生じる電荷を接地網に適切に放出する。	・シールドケーブル	具体は構造設計で説明する
				・信号ラインの過電圧成分を対地に放出する。	・保安器	具体は構造設計で説明する
				・保安器で除去できない場合の異常電圧のある信号ラインを切り離し設備を保護する。	・アイソレータ	具体は構造設計で説明する
				・保安器、アイソレータで防げない場合に他チャンネルへの影響を防止する。	・ディストリビュータ	具体は構造設計で説明する
計装設備（例：伝送器・熱電対・流量計ほか）	電気信号（デジタル）	間接雷によって発生した電位差3kV（※1）により、設備が損傷する。	間接雷によって生じる電位差が設備に印加されることを防止する。 ⇒全体の系統としての説明を8ページに示す	・間接雷による電荷を接地網に適切に放出する。	・シールドケーブル	具体は構造設計で説明する
				・ケーブルと設備を電氣的に隔離し、ケーブルからの異常電圧を設備に波及させない。	・継電器	具体は構造設計で説明する
電気設備（例：メタクラ、パワーセンタ）	電力	間接雷によって発生した電位差3kV（※1）により、設備が損傷する。	電位差3kVに対し、絶縁耐力を有する設備とする	JECに基づく絶縁耐力を有する設備とする	・遮断器 ・動力用変圧器	—
放射線監視設備（主排気筒ガスモニタ）	光信号	間接雷によって発生した電位差3kVにより、設備が損傷する。	電位差が設備に印加されることを防止する。	電氣的に隔離する。	・光伝送ケーブル	具体は構造設計で説明する

次頁から放射線監視設備について説明する

※1：270kA（※2）の雷撃電流の落雷による電位上昇から算出した2.48kVを保守的に切りあげ、3.0kVと設定（詳細は補足説明資料（外雷02）による）。

※2：再処理施設近傍及びその周辺で過去に観測された落雷データの観測値に安全余裕を見込んだ270kAとしている。（事業指定（許可）より）

3. 放射線監視設備 第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策） 間接雷対策のシステム設計（放射線監視設備（主排気筒ガスモニタ））

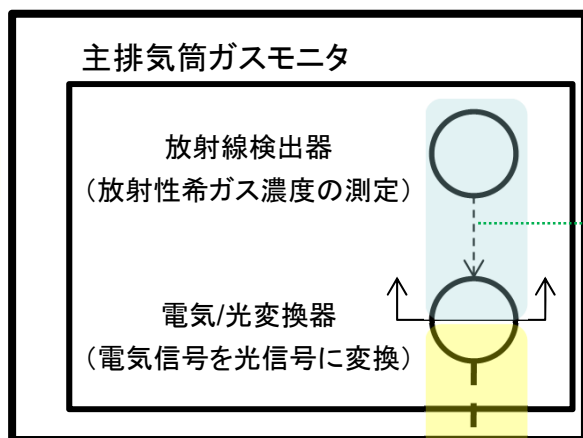
主排気筒ガスモニタは、主排気筒から放出される放射性希ガスの濃度を測定し、主排気筒管理建屋から制御建屋の放射線監視盤に伝送することで、放射性希ガス濃度を指示及び記録し、警報を発する機能を有する安全上重要な施設である。そのため、間接雷から防護する設計とする。

主排気筒ガスモニタは、システムを構成する設備を、異なる二つの建屋に離れて設置していることを踏まえ、信号の伝送方式を信号の減衰がなく、外来ノイズに強い光伝送方式としているため、間接雷による影響防止が図られた設計であることを説明する。

凡例

電気信号の範囲

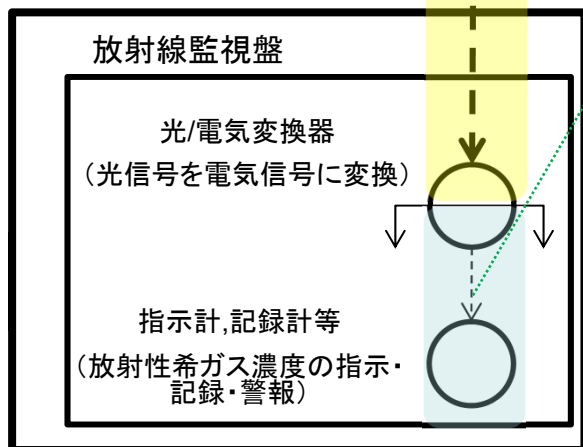
光信号の範囲



主排気筒管理建屋

主排気筒管理建屋内及び制御建屋内は電路長が短く、信号の減衰及び外来ノイズ混入の可能性が低いことから、光信号ではなく電気信号をやり取りする設計としているが、間接雷による電位上昇は建屋内であれば一様に生じ、設備間の電位差が生じないことから、間接雷による影響を受けない。

制御建屋



主排気筒管理建屋と制御建屋は離れて設置されており、測定結果の信号を長距離にわたって伝送することとなることから、信号の減衰防止及び外来ノイズに強いケーブルを採用する必要がある。

そのため、信号の伝送方式として、伝送経路における信号の減衰が無視でき、また、ケーブルの外部から外来ノイズが混入することがない光伝送方式を採用する。

光伝送方式を採用しているため、建屋間に電位差が生じても測定信号及び接続されている設備に雷サージの影響が及ぶことがないことを確認した。※1

※1：光伝送ケーブルであれば、雷サージの影響がないという構造の説明については、構造設計に示す。

3. 放射線監視設備

第8条外部衝撃（落雷） 落雷に対する防護設計（間接雷対策）

間接雷対策の構造設計（放射線監視設備（光ケーブル））

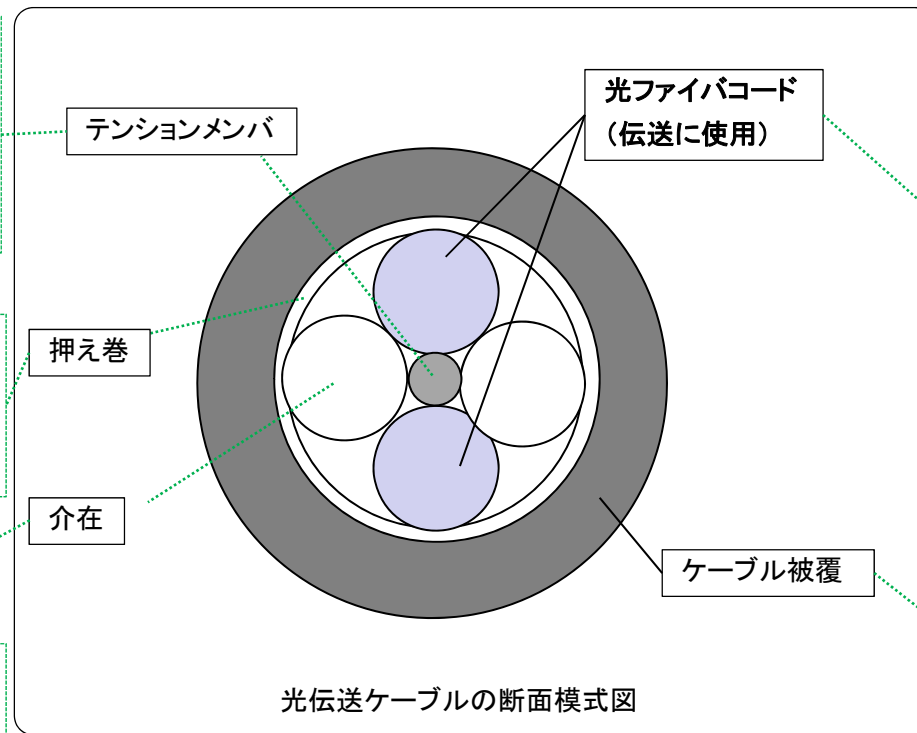
主排気筒管理建屋と制御建屋は離れて設置されており、測定結果の信号を長距離にわたって伝送することとなることから、信号の減衰防止及び外来ノイズに強い光伝送ケーブルを使用する設計とする。

光伝送ケーブルのうち、設備に接続される光ファイバコードは絶縁体であり、間接雷によって生じる電位差の影響を測定信号及び設備に与えることがない構造であることを説明する。

テンションメンバは、光伝送ケーブルに加えられる張力や温度伸縮力が光ファイバに加わることを防止するために設けられている。テンションメンバの材質は鋼製であるが、他の設備とは電気的に接続されておらず、間接雷による影響を光ファイバに与えることはない。

押え巻はテンションメンバ、光ファイバコード及び介在を円状に固定するために設けられている。押え巻は他の設備とは電気的に接続されておらず、間接雷による影響を光ファイバに与えることはない。

介在は光伝送ケーブルの断面を円状に成型し、固定するために設けられている。介在は他の設備とは電気的に接続されておらず、間接雷による影響を光ファイバに与えることはない。



光ファイバコードは光信号を伝達する光ファイバと被覆から構成されている。光ファイバの材質は石英（絶縁体）であるため、間接雷による影響を接続先機器に与えることはない。

ケーブル被覆は内包する光ファイバコードを保護するために設けられている。

ケーブル被覆の材質はビニル（絶縁体）であり、間接雷による影響を光ファイバに与えることはない。

主排気筒管理建屋の主排気筒ガスモニタと制御建屋の放射線監視盤で取り合う伝送ケーブルは、雷サージの影響防止として、光伝送ケーブルを使用する。

【参考】これまで提出していた資料

1. 屋内 機器・配管の外部からの衝撃による損傷の防止に係る設備設計

(4) 計測制御系統施設の系統構成【関連：8条(落雷)(1), 8条(その他)(2)】

20240208提出版

【計測制御系統施設】

建屋間の信号伝送には電気信号(アナログ又はデジタル)又は光信号を用いている。電気信号のうち、デジタル信号は継電器(リレー)の設置及びシールドケーブルの両端接地を行い、アナログ信号は絶縁増幅器(ディストリビュータ)及びアイソレータ、保安器の設置、シールドケーブルの片端接地を行う設計とする。光信号は間接雷による電位上昇の影響を受けない光伝送ケーブルを用いる設計とする。

計測制御系統施設は、電気的分離対策として、アナログ信号は安全系制御盤内に絶縁増幅器(ディストリビュータ)を設置する設計とする。(8条(落雷)-22①, 8条(その他)-30①)

前処理建屋
分離建屋
精製建屋
ウラン脱硝建屋
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
遠元ガス製造建屋
高レベル廃液ガラス固化建屋
安全冷却水系冷却塔

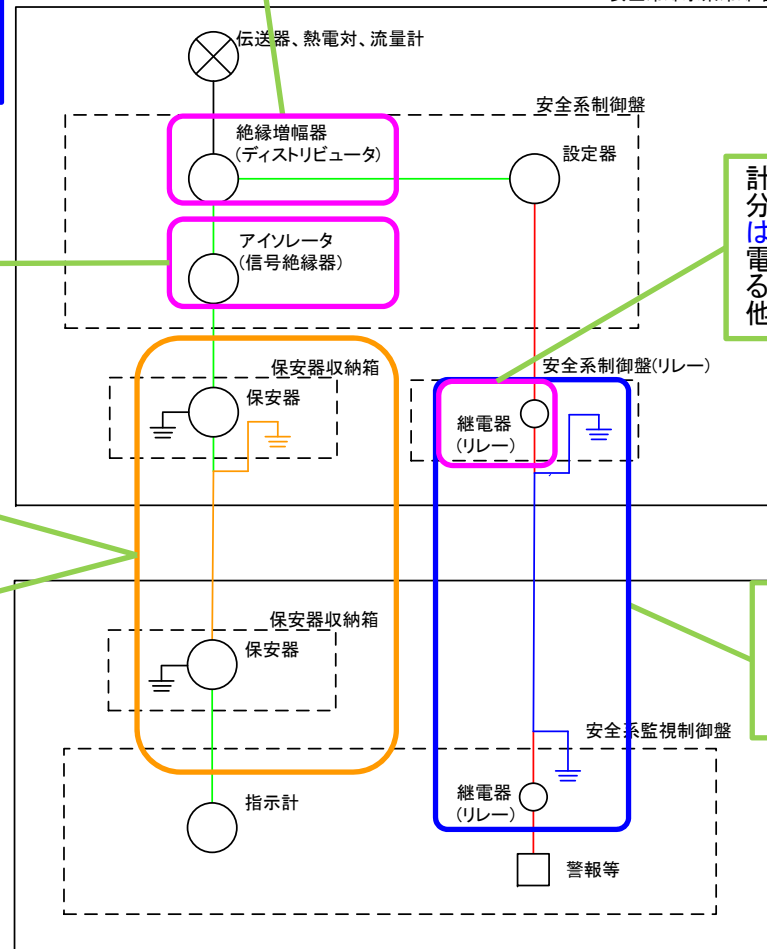
計測制御系統施設は、建屋間の雷サージの影響防止として、アナログ信号は安全系制御盤内にアイソレータを設置する設計とする。(8条(落雷)-19①)※1

計測制御系統施設は、電気的分離対策として、デジタル信号は安全系制御盤(リレー)内に継電器(リレー)を設置する設計とする。(8条(落雷)-22①, 8条(その他)-30①)

・計測制御系統施設は、建屋間の雷サージの影響防止として、アナログ信号はシールドケーブルを使用し、片端接地を行う設計とする。(8条(落雷)-18①-1)

・計測制御系統施設は、建屋間の雷サージの影響防止として、アナログ信号は各建屋内の保安器収納箱内に絶縁耐力5kV以上の保安器を設置する設計とする。(8条-18(落雷)①-2)※1

計測制御系統施設は、建屋間の雷サージの影響防止として、デジタル信号はシールドケーブルを使用し、両端接地を行う設計とする。(8条(落雷)-20①)



— : デジタル信号
— : アナログ信号

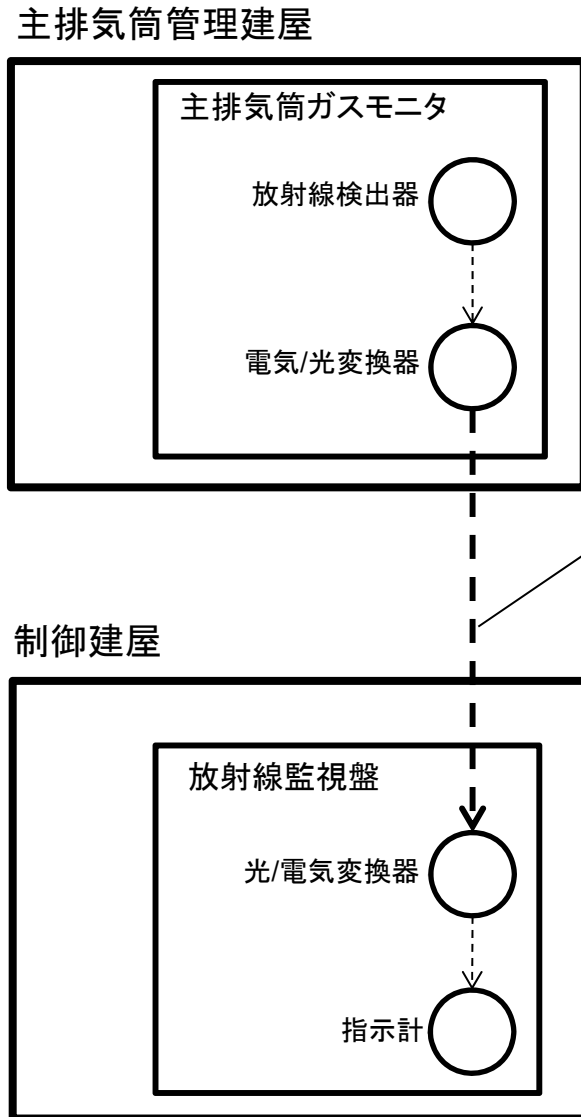
制御建屋
使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋

※1 落雷対策に伴い、保安器、アイソレータ(信号絶縁器)の追加。詳細は資料3③に示す。

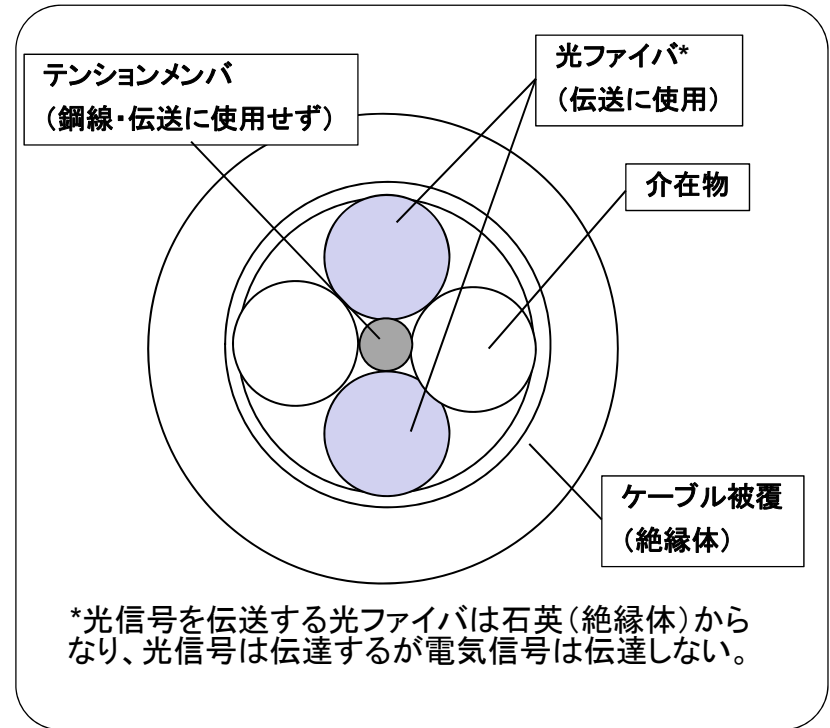
1. 屋内 機器・配管の外部からの衝撃による損傷の防止に係る設備設計
 (5) 主排気筒ガスモニタの系統構成【関連：8条(落雷)(2)】

20240208提出版

放射線管理施設の主排気筒ガスモニタ



光伝送ケーブル
(光信号)



光伝送ケーブルの断面模式図

建屋間の信号伝送には電気信号(アナログ又はデジタル)又は光信号を用いている。電気信号のうち、デジタル信号は継電器(リレー)の設置及びシールドケーブルの両端接地を行い、アナログ信号は絶縁増幅器(ディストリビュータ)及びアイソレータ、保安器の設置、シールドケーブルの片端接地を行う設計とする。光信号は間接雷による電位上昇の影響を受けない光伝送ケーブルを用いる設計とする。

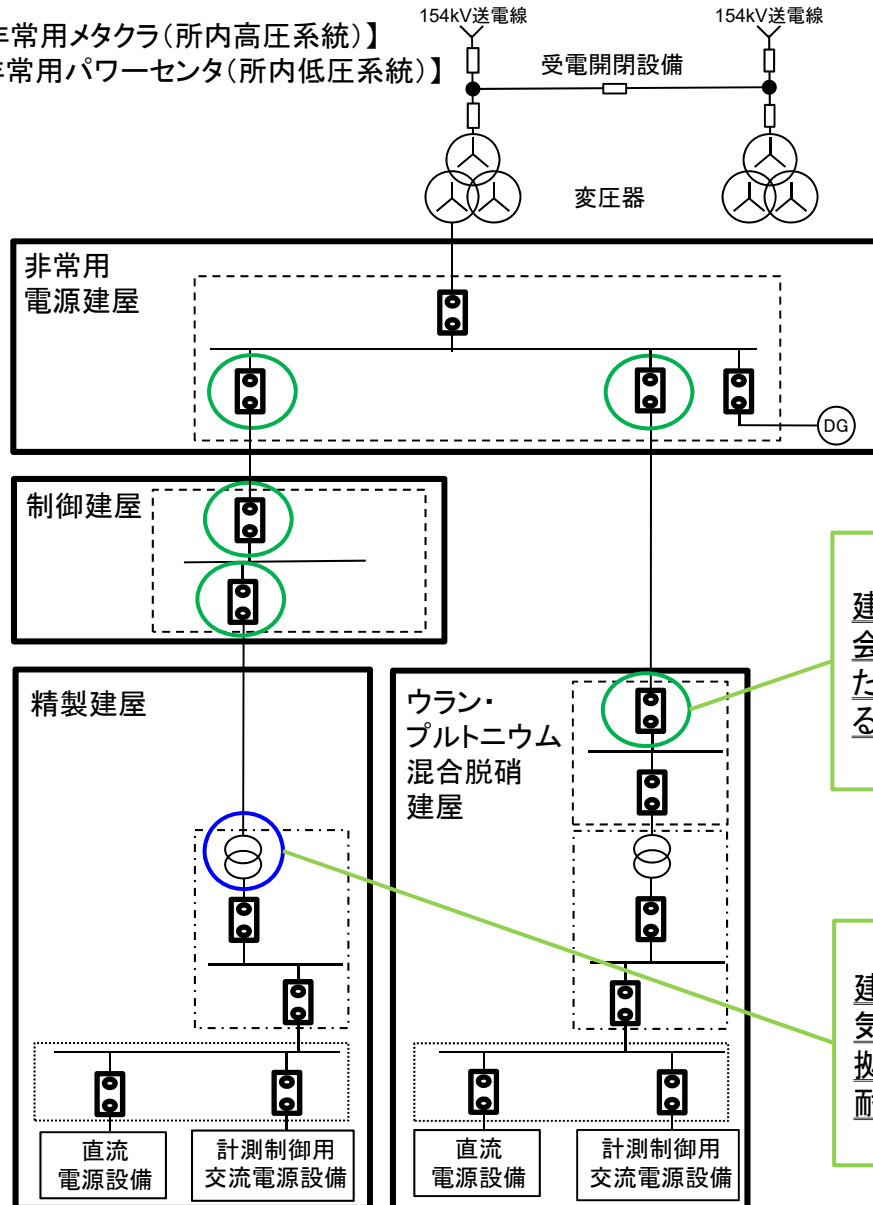
主排気筒管理建屋の主排気筒ガスモニタと制御建屋の放射線監視盤で取り合う伝送ケーブルは、雷サージの影響防止として、光伝送ケーブルを使用する。(8条(落雷)-20②)

1. 屋内 機器・配管の外部からの衝撃による損傷の防止に係る設備構成

(5) 所内高圧系統の系統構成【関連：8条(落雷)(3)】

20231130提出版

【6.9kV非常用メタクラ(所内高圧系統)】
 【460V非常用パワーセンタ(所内低圧系統)】



凡例

- 6.9kV非常用メタクラ(所内高圧系統)
- 460V非常用パワーセンタ(所内低圧系統)
- 460V非常用コントロールセンタセンタ(所内低圧系統)
- DG 非常用ディーゼル発電機

建屋間で取り合う6.9kV非常用メタクラは、電気学会電気規格調査会標準規格(JEC-2300)に準拠した設計とし、雷インパルス絶縁耐力(60kV)に耐える交流遮断器を使用する。(8条(落雷)-21 ①-1)

建屋間で取り合う460V非常用パワーセンタは、電気学会電気規格調査会標準規格(JEC-2200)に準拠した設計とし、雷インパルス絶縁耐力(60kV)に耐える変圧器を使用する。(8条(落雷)-21 ①-2)