

非常用 DG 給電時の HEAF 事象への発電所内事故対応に係る運用について

1. はじめに

本資料は、非常用 DG 給電時での片系において HEAF が発生した場合の発電所内事故対応について、整理したものである。まず、非常用 DG 給電時の HEAF 事象のケース分類を 2. で整理し、3. で発電所内事故対応を整理する。

2. 条件設定及び想定事故ケースについて

事故ケースを考えるための前提条件を以下の通り示す。

- ・外電は復旧しない
- ・長時間（30日間以上とする）冷却を継続する
- ・A系非常用電源系 HEAF 事故（メタクラ）
- ・B系非常用電源系 事故対応中（設計基準事故）

想定事故ケース及び必要な復旧対応について、以下の通り HEAF 事故程度を 3 パターン（A:軽微のもの、B:中度のもの、C:重度のもの）で整理した。

<A:故障程度：軽微>

(1)事故ケース

- ①遮断器は損傷あり
- ②盤側 1 次ジャンクションは損傷なし（機器表面に若干量の煤等が付着）
- ③遮断器室内の機器、配線類は損傷なし（機器表面に若干量の煤等が付着）
- ④筐体は損傷なし

(2)復旧対応

- ①事故遮断器を予備遮断器に取替え

<B:故障程度：中度>

(1)事故ケース

- ①遮断器は損傷あり
- ②盤側 1 次ジャンクションは損傷あり
- ③遮断器室内の機器、配線類は損傷あり
- ④筐体は損傷なし
- ⑤遮断器室以外のコンパートメントは損傷なし

(2)復旧対応

- ①事故遮断器を予備遮断器に取替え
- ②盤側 1 次ジャンクションを取替え
- ③遮断器室内の機器、配線類は全て取替え

<C:故障程度：重度>

(1)事故ケース

- ①遮断器は損傷あり
- ②盤側 1 次ジャンクションは損傷あり
- ③遮断器室内の機器、配線類は損傷あり
- ④筐体は損傷あり
- ⑤遮断器室以外のコンパートメントは損傷あり

(2)復旧対応

- ①事故遮断器を予備遮断器に取替え
- ②盤側 1 次ジャンクションを取替え
- ③遮断器室内の機器、配線類は全て取替え
- ④盤毎取替え

A~C の事故ケースに係る復旧に必要な期間を以下に整理した。

メタクラの点検にかかる期間 合計：約 2 日

- ・系統隔離：約 2 時間 (DB 事故対応以外の発電室員による対応)
- ・ HEAF 事故側の非常用ディーゼル発電機の隔離 (CS 等)
- ・ HEAF 事故側しゃ断器制御用の直流電源の隔離 (NFB)
- ・ 消防による鎮火確認 (系統隔離 2 時間以内含まれるものとする)
- ・ 鎮火確認後、しゃ断器引き出し
- ・ メーカー派遣：約 5 時間
- ・ 保修課員／メーカーによる損傷範囲の把握：約 1 日
(外観目視、絶縁抵抗測定、開閉動作試験等)

メタクラの復旧にかかる期間 (上記の点検にかかる期間を含めて合計期間を記載。)

<A:故障程度：軽微> 合計：約 6 日

- ・ メタクラの点検に係る期間 (再掲)：約 2 日
- ・ 遮断器損傷⇒予備と交換^{*1} (事故対応に使用しない遮断器含む)：約 1 時間
- ・ 母線等の点検⇒母線、盤内配線の清掃等：約 2 日
- ・ 機能試験 (絶縁抵抗測定、開閉動作試験等)：約 2 日

<B:故障程度：中度> 合計：約 2 ヶ月

- ・ メタクラの点検に係る期間 (再掲)：約 2 日
- ・ 遮断器損傷⇒予備と交換^{*1} (事故対応に使用しない遮断器含む)：約 1 時間
- ・ 母線損傷⇒部分取替^{*2}：工場製作等約 2 ヶ月、取替約 1 週間
- ・ 機能試験 (絶縁抵抗測定、開閉動作試験等)：約 2 日

<C:故障程度：重度> **合計：8ヶ月以上**

- ・メタクラの点検に係る期間（再掲）：約2日
- ・盤全体損傷⇒盤取替^{※2}：工場製作約8ヶ月、取替約1週間
- ・高圧ケーブル損傷⇒工場製作：約6ヶ月、取替約2週間
- ・機能試験（絶縁抵抗測定、開閉動作試験、保護継電器・CT試験等）：約2週間

※1：遮断器の予備について、DB事故対応していない遮断器の一例として、大飯3，4号機ではA系B系それぞれで2トレンある原子炉補機冷却ポンプ用の片トレンの遮断器を適用できる。（高浜3，4号機についても同様。）

※2：盤側1次ジャンクションは予備と交換できる前提。盤側1次ジャンクションの予備については、DB事故対応していない盤側1次ジャンクションを適用でき、大飯3，4号機では遮断器と同様、A系B系それぞれで2トレンある原子炉補機冷却ポンプ用の片トレンの盤側1次ジャンクションを適用できる。（高浜3，4号機についても同様。）

3. 発電所内事故対応（緊急時活動レベル（EAL）判断等）について

2. で非常用DG給電時のHEAF事象のケースを分類して検討した復旧期間と緊急時活動レベル（EAL）判断時期について整理する。

原子力災害対策指針の緊急事態区分を判断する基準については、表1の通り、警戒事態を判断するEAL（AL）は非常用母線の1系統喪失が15分継続であり、原災法第10条に基づく通報の判断基準、施設敷地緊急事態を判断するEAL（SE）は非常用母線の2系統喪失、30分継続である。（ALとSEの判断基準のイメージについては図1参照。）

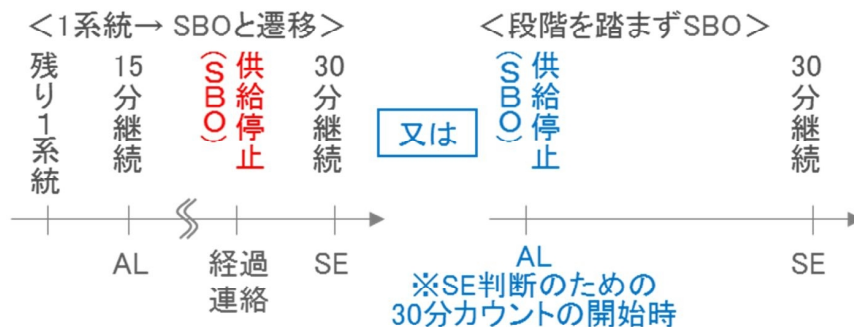


図1 緊急時活動レベル（EAL）判断 イメージ図

よって、設計基準事故発生時に非常用母線1系統がHEAFにより機能喪失した場合、15分以内の復旧は困難であることから警戒事態（AL）には至る。仮に残りの非常用母線1系統の非常用DGが何らかの理由で機能喪失した場合、SA用として配備している空冷DGから30分以内に給電可能な設計となっていることから、表1にも記載の通り、原災法第10条（SE）、15条（GE）事象には至らない。

表1 2. 加圧水型軽水炉（実用発電用のものに限る。）に係る原子炉の運転等のための施設
（原子力災害対策指針の緊急事態区分を判断する基準等の解説（令和2年2月5日施行 原子力規制委員会）抜粋）

<p>(1) 警戒事態を判断するEAL (AL)</p>	<p>(2) 原災法第10条に基づく通報の判断基準、施設敷地緊急事態を判断するEAL (SE)</p>	<p>(3) 原災法第15条に基づく原子力緊急事態宣言の判断基準、全面緊急事態を判断するEAL (GE)</p>
<p>④<電源供給機能の異常（その1：交流電源喪失）> 非常用交流母線が一となった場合において当該非常用交流母線に電気を供給する電源が一となる状態が1.5分以上継続すること、又は外部電源喪失が3時間以上継続すること、<u>又は外部電源喪失が3時間以上継続すること。</u> (解説) 非常用交流母線からの電気の供給が停止するという深刻な状態又はそのおそれがある状態であることから、警戒事態の判断基準とする。 また、外部電源が喪失している状況が継続する場合についても、<u>交流電源の喪失に至る可能性があることから、警戒事態の判断基準とする。</u> 「非常用交流母線」とは、重大事故等の防止に必要な電気を供給する交流母線のことをいう（以下この表において同じ。）。 「全ての非常用交流母線からの電気の供給が停止」とは、全ての非常用交流母線が外部電源及び非常用ディーゼル発電機からの受電に失敗し、かつ、常設代替電源設備から受電ができていないことをいう。 なお、常用交流母線からのみ電気が供給される場合も本事象に該当する（以下この表において同じ。）。</p>	<p>③<電源供給機能の異常（その1：交流電源喪失）> 全ての非常用交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が30分間以上継続すること。 (解説) 上記の場合、タービン動補助給水ポンプ等の交流電源を必要としない設備によって原子炉は冷却されるが、事象の重大性に鑑み、施設敷地緊急事態の判断基準とする。 なお、重大事故等の防止に必要な電力の供給を行うための非常用の発電機（原子力事業所内の全ての代替電源設備を含む。）が30分以内に接続され、非常用交流母線からの電気の供給が行われるのであれば、施設敷地緊急事態の判断基準とはならない。</p>	<p>⑤<電源供給機能の異常（その1：交流電源喪失）> 全ての非常用交流母線からの電気の供給が停止し、かつ、その状態が1時間以上継続すること。 (解説) 上記の場合、電源供給機能の回復に時間を要している状態であり、この状態が継続すれば炉心の損傷に至る可能性が高いことから、全面緊急事態の判断基準とする。 なお、重大事故等の防止に必要な電力の供給を行うための非常用の発電機（原子力事業所内の全ての代替電源設備を含む。）が1時間以内に接続され、非常用交流母線からの電気の供給が行われるのであれば、全面緊急事態の判断基準とはならない。</p>

4. まとめ

A~Cの事故ケースをケーススタディーしたところ、軽微なものであっても、復旧には6日程度必要となる。中度となると2ヶ月程度、重度となると8ヶ月以上の復旧期間を有することとなる。そのため、非常用母線の1系統喪失が15分継続でALは発出され、空冷DGは待機していることからSEへの進展はなく、約6日間に復旧が可能となればAL復旧となる。SBOへ進展した場合は、復旧作業は継続するものの空冷DGへ期待する。

以上