

B. DB 設備の OLM 実施時の定性的リスク評価 ディーゼル発電機(BWR)

この例は、沸騰水型原子炉（BWR-5）の系統構成に基づいている。

非常用および高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機は、冷却材喪失事故と外部電源喪失が同時に起こった場合、各ディーゼル発電機が工学的安全施設に関する負荷を供給することを期待されている。また、非常用および高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機は、7日間の外部電源喪失を仮定しても、連続運転により必要な電力を供給できる設計となっている。このため、非常用および高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を OLM する際に、想定する事故シナリオにおいて期待される機能を満足する補償措置が必要となる。

本付録では、非常用および高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の OLM 適用に際して、補償措置の定性的評価を示すものである。

B.1. 初期有効性評価

有効性評価の目的は、定性的評価を実行するために必要な情報を収集し、緩和戦略を使用して特定されたシナリオをサポートできるかどうかを最初に判断することである。

B.1.1 シナリオ評価

非常用および高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の機能を期待しているシナリオは、冷却材喪失事故と外部電源喪失、またこれらが同時に発生した場合が含まれる。

非常用および高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を OLM する場合は、重大事故等に対処するため、補償措置として、必要な電力を供給できる可搬型代替交流電源設備である電源車を予め配置、または、常設代替交流電源設備をスタンバイさせる必要があり、7日間連続運転可能な燃料を確保した上で電源車、または、常設代替交流電源設備へ燃料を供給可能な状態とする必要がある。

本付録 B は、可搬型代替交流電源設備（以下、電源車という。）を使用して補償措置を行う場合の例を記載する。

当該シナリオでは、電源車で必要な設備に給電するため、原子炉建屋電源接続口へ電源車を接続し、中央制御室で電源系統の切替および系統構成操作を行う。

このため補償措置電源確保要員に電源車を原子炉建屋電源接続口へ接続し給電する訓練を、運転員に電源系統の切替操作および系統構成操作訓練を行う必要があるため、AOT 前および AOT 期間中に予め配置した電源車により電源確保訓練を実施する。

B.1.2 機能の適用範囲

要求される機能は、外部電源が喪失した場合に、原子炉を安全に停止するために必

要な電力を供給し、かつ、冷却材喪失事故が同時に発生した場合に、工学的安全施設作動のための電力を供給することである。

B.1.3 機器の機能

冷却材喪失事故時に、復水移送ポンプを使用した低圧代替注水系にて炉心の冠水を実施するために必要となる負荷は、最大負荷約 671kW および連続負荷約 670kW である。

電源車 1 台は容量約 400kVA であるため、この例では電源車 2 台分で必要容量を給電する能力（約 $680\text{kW}=400\text{kVA}\times\text{力率 }0.85\times 2$ 台）を有する。

電源車を接続する位置は、復水移送ポンプへ給電できる原子炉建屋電源接続口である。

電源車の接続のための遮断器は、原子炉建屋電源接続口と緊急用高圧母線間および緊急用高圧母線と非常用高圧母線の間さらには非常用高圧母線と負荷の接続される非常用低圧母線の上に複数台設置される。

原子炉建屋電源接続口から復水移送ポンプへ給電する非常用低圧母線に至る電源系統は中央制御室で管理する。

電源車から原子炉建屋電源接続口への接続はコネクタ接続であり容易である。

全ての電源車接続ケーブルおよび原子炉建屋電源接続口のコネクタは、電源車を接続する全てのシナリオに要求される容量で運用可能である。

電源車は、単体で約 3 時間の連続運転が可能である。

タンクローリー車は、サイトに設置される燃料タンクから電源車に燃料を補給できる容量を有する設計である。タンクローリー車から電源車への燃料補給および燃料タンクからタンクローリー車への燃料移送は容易である。

電源車が 7 日間運転可能とするため、タンクローリー車から電源車へ燃料を補給する手順およびサイト内に設置される燃料タンクからタンクローリー車へ燃料を移送する手順を確立している。

電源車 2 台が 7 日間運転可能とするために必要な燃料量約 34kL に対し、サイトには 800kL を超える燃料が貯蔵されている。

B.2 装置利用可能性と信頼性

適用可能なリスク情報に基づいた意思決定プロセスで評価されているシナリオで、クレジットが取られるかどうかを判断するには、機器の装置利用可能性と信頼性を考慮する必要がある。さらに、機器の配備能力は定性的評価の一部として考慮されるべきである。

B.2.1 設備の装置利用可能性

複数の電源車 (2N+α) がサイトで供用可能である。保安規定の要求範囲 (2N) を満足した上で追加 (α) の電源車が利用可能である。

OLM に活用する電源車は、AOT の間は原子炉建屋電源接続口近傍の所定の位置に予め設置し、残りの電源車は、通常の保管先にて管理する。

保安規定の要求事項を満足するために、予め設置した電源車を可搬設備として供用不可と保守的に見積もっても、合計の供用不可期間は許可された 30 日よりも十分短い。または、追加 (α) の電源車の供用可能期間に OLM を計画することで保安規定の要求事項を完全に満足できる。

B.2.2 信頼性、試験および保全

保全プログラムの一部として、電源車の信頼性を保証するために定期的な試験を行う。さらに、OLM 準備前に電源車の健全性確認試験を実施する。

B.2.3 配置および輸送能力

電源車は、保安規定記載の非常用ディーゼル発電機の LCO 状態となる前に、通常の電源車保管場所から所定の設置場所に輸送する。原子炉建屋電源接続口へ接続する電源ケーブルも事前に準備する。

タンクローリー車は、電源車の連続運転時間を超過する前に、通常のタンクローリー車保管場所から電源車近傍の所定の位置に輸送する。電源車への燃料補給に必要なホースも、タンクローリー車近傍に予め配置する。

B.3 利用可能時間とマージン

非常用交流電源設備から電源車へ切り替えるために必要な電源系統の操作は、想定される重大事故等時において、通常時の系統構成から非常用交流電源設備の隔離および電源車の接続として、非常用高圧母線の遮断器を設けることにより、速やかな切替えが可能な設計としている。

重大事故時において、非常用交流電源設備から電源車へ切り替えるタイムラインの例を図 B-1 に示す。この例では、電源車を通常の保管場所から原子炉建屋電源車接続口まで移動し、電源車と電源車接続口への接続等の受電準備を行い、その後の必要な電源系統の切替および系統構成操作を行った後、電源車起動・給電を経て、非常用高圧母線受電に至るまで 125 分である。

ディーゼル発電機の OLM を行う際に、補償措置として原子炉建屋電源接続口へ電源車を接続しておく場合を評価する。この例では、電源確保要員の移動および電源車の移動、電源車準備、さらには現場における運転員の受電前準備操作等が不要となる。

電源車を移動するタイムラインについては、電源車を予め原子炉建屋電源接続口付近へ配置するため、電源車の移動時間 (40 分) は不要である。

電源車から原子炉建屋電源接続口へ接続するタイムラインについては、予めケーブル

ルを敷設および接続するため、接続に係る時間（45分）は不要である。

中央制御室における運転員による非常用高圧母線受電操作時間は、重大事故時の対応と同様に機器操作時間に余裕を見込み、①受電前準備操作 10分、②受電準備操作 10分、③受電確認 5分と評価する。

現場における運転員による非常用高圧母線受電前準備操作のタイムラインについては、予め実施しておくため、これに係る時間（110分）は不要である。

現場における電源確保要員による電源車給電対応時間は、作業時間に余裕を見込み、④電源車起動 15分、⑤電源車給電 10分と評価する。

結果、補償措置実行後の電源車による非常用高圧母線受電に係るタイムラインは、図B-2のとおり、中央制御室における②受電準備操作 10分と現場における④電源車起動 15分は並行して実施することから、①受電前準備操作 10分、④電源車起動 15分（②受電準備操作 10分は並行実施）、⑤電源車給電 10分、③受電確認 5分の合計 40分であると評価する。

以上より、OLM時における電源車による非常用高圧母線受電のタイムラインは、補償措置を実行することによって、重大事故時における対応（125分）よりさらに85分短縮した40分で対応可能と評価する。

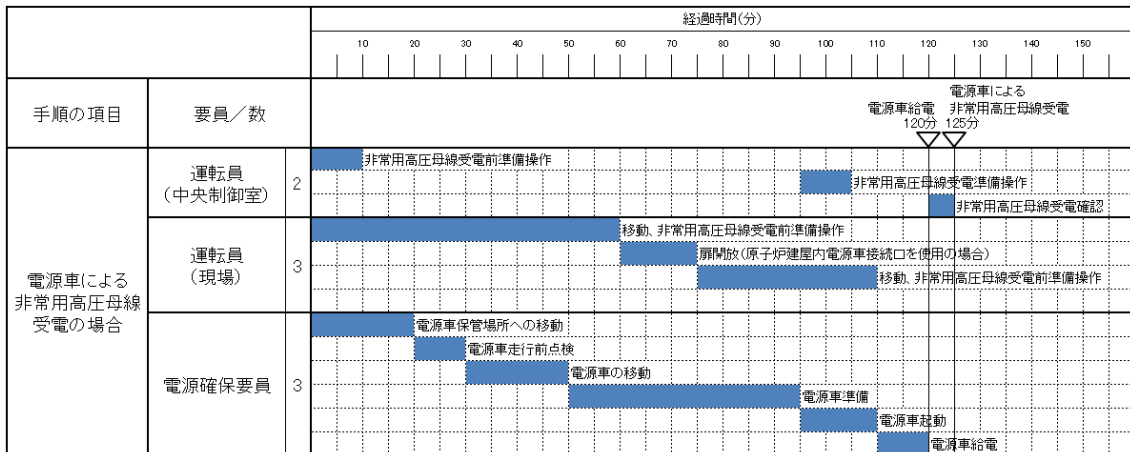


図 B-1：重大事故時における電源車による非常用高圧母線受電のタイムラインの例

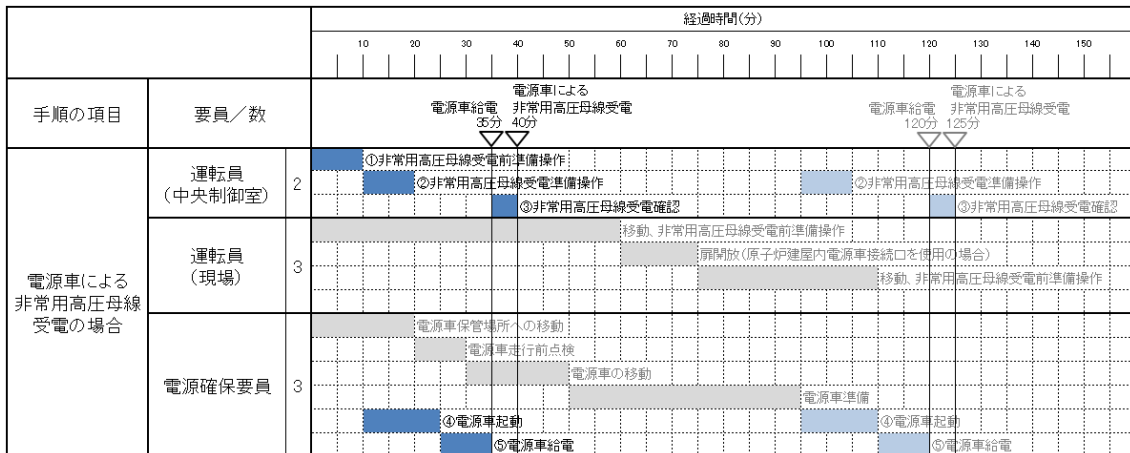


図 B-2：補償措置実行後の電源車による非常用高圧母線受電のタイムラインの例

B.4 指揮命令と統制

緩和戦略の活用に対するクレジットは、所定のシナリオにおいて、いつ、どのように可搬型設備を使用するかに関する知識の質に依存する。したがって、適切な緩和または防止措置が成功するという確信を得るためには、関連手順書、文書化された指示、実施要員の訓練および実働可能性が非常に重要である。

B.4.1 手順書および指示書

非常用ディーゼル発電機 OLM 適用のためにクレジットされた既存のプラント操作手順は、非常時操作手順書の冷却材喪失事故において、低圧代替注水設備である復水移送ポンプに電源車から給電し、原子炉に注水し、炉心を冠水させる手順である。

さらに、当該 OLM のために明確に作成された特別な文書化された指示書は、考慮中の全シナリオに対して、電源車より必要な設備に給電し、重大事故等に対処することを指示できるよう明確な指示書となっているか評価する。

B.4.2 訓練

既存の訓練では、電源確保要員が原子炉建屋電源接続口へ電源車を配置し、同接続口への接続および接続後の電源車起動までの動作について評価している。

また、AOT 前に実施する予め配置した電源車による電源確保訓練および AOT 期間中に実施する OLM のために明確に作成された特別な文書化された指示書に基づく、予め配置した電源車による電源確保訓練を実施する。

なお、電源系統の切替操作および系統構成操作訓練はシミュレータにより行う。

これらの訓練は、予め配置された電源車を原子炉建屋電源接続口に接続した状態において、電源系統の切替操作および系統構成操作に係る迄の時間が約 40 分であることの評価を証明する一助となる。

B.4.3 要員配置およびコミュニケーション

当該 OLM プログラムを実施するための十分なマンパワーを確保していることは評価済みである。

電源車が OLM プログラムの要求(重大事故時に復水移送ポンプによる最長注水開始時間)を満足できない場合は、AOT の間、訓練された電源確保要員を予め設置された電源車の場所に配置する。

この電源確保要員は、中央制御室と連絡手段として保安電話あるいはインターコムおよび無線通信といった複数の手段を準備し、使用可能な状態とするとともに、電源車を接続する事態になったときに必要な作業を記した文書化された指示書を所持し、待機する。

B.5 環境の考慮

環境条件により電源車が使用できない可能性があるため、AOT 期間中のリスク評価を実施する。なお、外部事象による影響の可能性がある場合は、その特性を踏まえた多様性、位置的分散に配慮した補償措置を策定することが望ましい。

- 内部火災：

電源車／接続ケーブル／タンクローリー車／ホース類の設置場所は外部であるため内部火災の影響はない。

中央制御室および原子炉建屋電源接続口から低圧代替注水設備迄の電源供給経路において、内部火災の影響を事前に評価する。

これらの設備の機能に影響を与える火災シナリオが抽出された場合は、RMA (Risk Management Actions ; リスク管理措置) として、火災検知機能の追加、火気使用制限などのリスク低減を図る。

抽出された火災シナリオについて、電源確保要員あるいは運転員が関連する対応を必要とする場合、当該火災シナリオ、成功パス、対応手順等を関係者全員に事前説明を実施する。

- 内部溢水：

火災と同様、内部溢水分析により、任意の溢水に起因する設備へのダメージおよび環境ハザードを考慮し、成功パスが存在することを確認する。

設備および適切なリスク管理の有効性を条件に、中央制御室の外部で生じるすべての内部溢水シナリオに対して成功する対策をたてる。

- 地震：

地震については、新規制基準対応における耐震設計および評価を事前に再確認する。

予め設置される電源車は、地震による損害の可能性を最小化するために固定用具で固定する。

電源車は予め設置されるため、損壊物の影響はない。

電源車の予め設定される位置（原子炉建屋電源接続口付近）は、原子炉建屋に隣接しているため、損壊物による電源車への影響はない。

優先する緩和戦略は電源車ではなく恒設の施設設備に依存するので、これらの電源の確保が重要である。従って、恒設の電源設備の保護を RMA として策定する。

- 外部溢水、強風、極端な温度上昇：

津波・竜巻については、新規制基準対応における耐津波・竜巻防護設計および評価を再確認する。

AOT 期間における潜在的な環境影響を特定するために、短期・長期天気予報で評価し、AOT 期間中に重要な影響は認められないであろうと判断する。なお、重

要な影響が予測される場合は、時期を変更する等、OLM を再計画する。

天候の突発的な変化に備え、予め配置した電源車以外に保管されている電源車の環境影響を確認するとともに、必要な防護措置を講ずる。

B.6 その他の補償措置，リスク低減対策例

上記の電源車の事前配備以外に、ディーゼル発電機が待機除外期間の補償措置，リスク低減対策例について以下に示す。

- ・ 各ディーゼル発電機，DB/SA 以外の緊急時電源，電源車，サイト内に複数号機ある場合は他号機の各ディーゼル発電機について，点検または待機除外時期について工程確認および調整を行う。
- ・ リスクモニタによる非常用電源のリスクレベルを確認し，リスクレベルが高い場合には待機状態にある電源について機器への接触，誤操作防止を目的としたバリア設定を行う。(例：待機設備エリアへの注意喚起表示，待機設備操作スイッチへのカバー設置等)
- ・ ディーゼル発電機の関連設備，サポート系設備の待機状態についても把握し，必要な対策を実施する。(例：外部電源，非常用母線，原子炉補機冷却水系/海水系，DG 室非常用空調系，等)
- ・ 待機除外設備がある場合，待機設備のサーベイランス時期の調整。

B.7 まとめ

前 B.5 章に基づく評価の後、ディーゼル発電機の OLM 補償措置として電源車を原子炉建屋電源接続口へ事前配備する事を、ディーゼル発電機 OLM 点検計画における定性的評価に考慮すべきであるとプラントは判断する。

本評価と RMA は、ディーゼル発電機 OLM 点検計画にまとめられる。

以上

C. DB 設備の OLM 実施時の定性的リスク評価

ディーゼル発電機(PWR)

C.1 初期有効性評価

C.1.1 シナリオ評価

ディーゼル発電機は、DB（全交流動力電源喪失）時に原子炉冷却材喪失事故に対応する工学的安全施設等に電力を供給するため、事象発生直後（10秒以内）の電圧確立が期待されているがOLM中で使えないため、原子炉冷却材喪失事故時に原子炉注水に必要な機器に電力を供給できるその他可搬設備である空冷式発電機を補償措置として利用する。

なお、補償措置として使用する可搬型の空冷式発電機は、OLM機器であるディーゼル発電機と比べ、発電容量が小さいことから原子炉冷却材喪失事故時に工学的安全施設のうち原子炉注水に必要な機器に電力を供給するため、可搬型の空冷式発電機を用いた原子炉注水が補償措置として有効であることを評価する必要がある。

C.1.2 機能適用性

要求される機能は、可搬型の空冷式発電機により炉心損傷防止又は格納容器破損防止のために必要な原子炉冷却材喪失事故時の原子炉注水設備に電力を供給することである。

C.1.3 装置性能

可搬型の空冷式発電機は、工学的安全施設のうち原子炉注水に必要な機器の負荷に対し、必要な電力を供給できる性能を有している。

可搬型の空冷式発電機の燃料消費量は、ディーゼル発電機に比べ十分少なく、燃料補給はディーゼル発電機と同じ手段にて補給するため燃料供給について必要な性能を有している。

C.2 装置の利用可能性と信頼性

C.2.1 設備の利用可能性

可搬型の空冷式発電機は、ディーゼル発電機の点検中は所定の位置に予め配置し、使用可能な状態とする。

C.2.2 信頼性、試験及び保守

可搬型の空冷式発電機については、保全計画に従い定期的に点検を実施している。また、定期的に起動試験を実施していることから信頼性は確保されている。

C.2.3 配置と輸送能力

可搬型の空冷式発電機は通常の保管場所から所定の設置位置に輸送する。配備に際し、他機器への悪影響防止等の観点から必要な措置を行う。

C.3 時間の利用可能性とマージン

ディーゼル発電機は、DB時に事象発生直後（10秒以内）の電圧確立が期待されている。

一方、可搬型の空冷式発電機で電力を供給するために必要な時間は、以下を考慮し、事象発生10分後と想定する。

- ・ 起因事象は、全交流動力電源喪失であることから、操作者が可搬型の空冷式発電機の起動を判断するための時間は不要
- ・ 電力供給までの初動作業は、可搬型の空冷式発電機をあらかじめ所定の位置に配置し、ケーブル等も敷設しておくことで、配備時間は不要
- ・ 起動操作は現場操作となるため、移動時間を含めた必要な時間は10分を想定

従って、DB時は、事象発生後10秒以内の電圧確立が期待されているのに対し、OLM時は、事象発生10分後からの電源供給となるため、OLM時の可搬型の空冷式発電機からの給電による原子炉注水の有効性を解析等により確認する必要がある。

C.4 指揮統制

C.4.1 手順及び書面による指示

可搬型の空冷式発電機による電力供給手順は、SA時に空冷式発電機より電源供給する手順と同じであることから重大事故対応手順を準備する。

C.4.2 訓練

可搬型の空冷式発電機はその他可搬設備であるが、SA設備と同じ型式の設備である。従って、緊急安全対策要員は、毎年SA設備に関する訓練を実施していることから、操作に関する力量は有している。

C.4.3 人員配置及び伝達

緊急安全対策要員の力量を有する者の中から、可搬型の空冷式発電機による電力供給操作を行う要員を指名する。また、可搬型の空冷式発電機は屋外に設置されることから、起動の際の専用通話装置を準備する。

C.5 環境課題

・ 内部事象

可搬型の空冷式発電機は屋外に設置されているため、内部事象の影響はない。

但し、建屋内に設置されている電源を供給する機器までの電路等については、内部事象の影響を受ける可能性のあることから、防護措置により機能喪失に対するリスク低減を図る。

・ 外部事象

可搬型の空冷式発電機は屋外に設置されることから、地震（地震に伴う液状

化、周辺斜面の崩壊等含む)、津波、外部火災等の外部事象により機能喪失しないこと及び周辺機器に悪影響を及ぼさないよう設置する。

なお、可搬型の空冷式発電機については、ディーゼル発電機と位置的分散を考慮した位置に設置する。

以上