<技術情報検討会資料>
技術情報検討会は、新知見のふるい分けや作業担当課の特定を目的とした事務的な会議体であり、その資料及び議事録は原子力規制委員会の判断を示すものではありません。

資料５７－１－２

PRA に用いる非常用ディーゼル発電機の故障率について（案）

令和５年１月 31 日
技 術 基 盤 課
シビアアクシデント研究部門

１．はじめに

非常用ディーゼル発電機（EDG）の 24 時間連続運転試験については、事業者が「施設管理 PDCA のインプットとする」として自主的に実施しているところである[1]。

連続運転試験の目的とは違うものの、確率論的リスク評価（以下、「PRA」という。）に用いる故障率は、このような試験等で得た経験を基に算出されている。PRA に用いる故障率に算入する故障（以下「PRA に用いる故障」という。）について調査していることから、その概要について報告する。

２．PRA に用いる EDG の故障の考え方

試験時に不具合が発生した時点では機器の機能が失われていないものの、設備保護の観点から機器を停止させることはありうる。PRA に用いる EDG の故障は、PRA において要求された時間（例えば、24 時間）、その機能を果たせるかにより判断する必要がある。

このため、PRA に用いる故障について日本及び米国の考え方を調査した。

２．１　事業者が PRA に用いる故障

事業者が PRA に用いる故障率は、一般社団法人電力中央研究所（以下、「電中研」という。）が作成した「国内原子力発電所の PRA 用一般機器信頼性パラメータの推定」[2]（以下「電中研報告」という。）による。電中研報告は、国内プラントで収集した機器故障情報から、国内プラントの PRA に用いるための国内の平均的な機器デマンド故障率及び機器時間故障率を推定したものとされ、機器故障の起動失敗又は状態変更失敗及び継続運転失敗又は状態維持失敗を対象としているとのことである。このうち、継続運転失敗とは、「運転中（または供用中）の機器が、ある観測時間の間にある頻度で故障して運転停止（または供用状態機能維持失敗）する確率事象である。」とされ、EDG の故障率は表 1 のとおり算出されている。また、電中研報告においては、「完全機能故障である」場合に故障

[1] 事業者は、令和 3 年 2 月 19 日の面談資料において、「長時間運転に関する実績は必ずしも多くないため、現状のメンテナンスの妥当性を確認及び運転実績の蓄積を目的に 24 時間運転を実施し、その結果は、各社適切に、施設管理 PDCA のインプットとする。」としていた。
[2] 電中研研究報告 NR21002

データとして収集し、「機能維持している」場合は故障データとして収集しないとされている[3]。

２．２　EDG の故障に関する事業者の見解

EDG の 24 時間連続運転試験において、2 台の EDG が不具合により停止したことから、これらが PRA に用いる故障に当たるかを事業者に確認したところ、以下のような説明があった（参考１参照）。

○各事業者は PRA に必要となる故障データ収集は、「確率論的リスク評価（PRA）のための機器信頼性データ収集実施ガイド」[4]（以下、「収集ガイド」という。）を用いている。
○「PRA における機器故障」は「PRA において要求される機能を果たせない事象（機能喪失）」を想定している。
○各不具合事象はいずれも，「PRA における機器故障」として収集しない不具合事象に該当すると判断した。

２．３　米国における PRA に用いる故障

米国 NRC は、事業者の故障データ[5]を用いて機器故障率を算出[6]している。パラメータ推定のためのハンドブック[7]では、PRA において要求される機能を果たせない故障（機能喪失）を収集しているとされ、EDG の故障率は表１のとおり算出されている。また、同ハンドブックにおいて、PRA に用いる故障は完全な機能喪失（Catastrophic failure）だけでなく、劣化（Degraded failure）であってもこれを外挿し、要求された時間(Mission time)に照らして機能喪失するかという観点から決めることがあるとされている[8]。

---

[3] 電中研報告「図 3－2 PRA 機器故障率用データ収集手順」
[4] 電中研にて現在発行準備中
[5] Industry Reporting and Information System (IRIS), NRC Reactor Operating Experience Data (NROD)
[6] 米国における一般機器故障率、https://nrcoe.inl.gov/AvgPerf/
[7] NUREG/CR-6823 Handbook of Parameter Estimation for Probabilistic Risk Assessment
[8] NUREG/CR-6823 の P5-6 参照

表１　PRA に用いる故障率（EDG の時間故障率）の比較

	日本	米国
作成者	電中研	米国 NRC
故障モード	継続運転失敗	継続運転失敗[9]
故障件数	7	172
運転時間(h)	6,907	53,343
機器数（基）	27	234
故障率(/h)	1.1E-03	3.3E-03
収集期間	2004 年度～2010 年度 (7 年間)	2006 年～2020 年 (15 年間)

３．　課題と今後の対応(案)

PRA においては、定例試験等で機器の不具合が発生した場合、要求された時間、機器がその機能を果たせるかを評価し、PRA に用いる故障とするかを判断する必要がある。米国においては、劣化であってもこれを外挿し、要求された時間に照らして機能喪失するかという観点から決めることがあるとされている。しかし、電中研報告には「完全機能故障である」場合に故障データとして収集するとされており、要求された時間機器がその機能を果たせるかを評価する仕組みとなっていない。また、機器が機能を果たすべき要求時間についても明確ではない。このため、要求された時間に照らして機能喪失した事例が、PRA に用いる故障として収集されていない可能性がある。

以上を踏まえ、事業者が PRA に用いる EDG の故障を抽出する際に、EDG が要求された時間その機能を果たせるかの評価を行っているか、行っていない場合はその理由、EDG が機能を果たすべき要求時間等について事業者の考え方を聴取することとしたい。

なお、事業者は、24 時間運転の実施結果を踏まえ今後の対応方針について取り纏めを実施し、4 月末目途で報告資料を原子力規制庁に提出する予定とのことであり（参考 2 参照）、この報告内容については、別途技術情報検討会に報告する予定である。

参考１　「浜岡 5 号機非常用ディーゼル発電機 24 時間運転中における排気伸縮継手の破損事象」「柏崎刈羽原子力発電所 6 号機(A)非常用ディーゼル発電機 24 時間運転中における軸封部油漏れ事象」を踏まえた PRA データ収集における扱いについて

参考２　EDG24 時間運転の今後の対応方針検討スケジュール（案）

---

[9] Fails To Load And Run, Early

「浜岡5号機　非常用ディーゼル発電機24時間運転中における排気伸縮継手の破損事象」「柏崎刈羽原子力発電所6号機(A)　非常用ディーゼル発電機24時間運転中における軸封部油漏れ事象」を踏まえたPRAデータ収集における扱いについて

2022年11月9日

東 京 電 力 ホ ー ル デ ィ ン グ ス 株 式 会 社
中　部　電　力　株　式　会　社

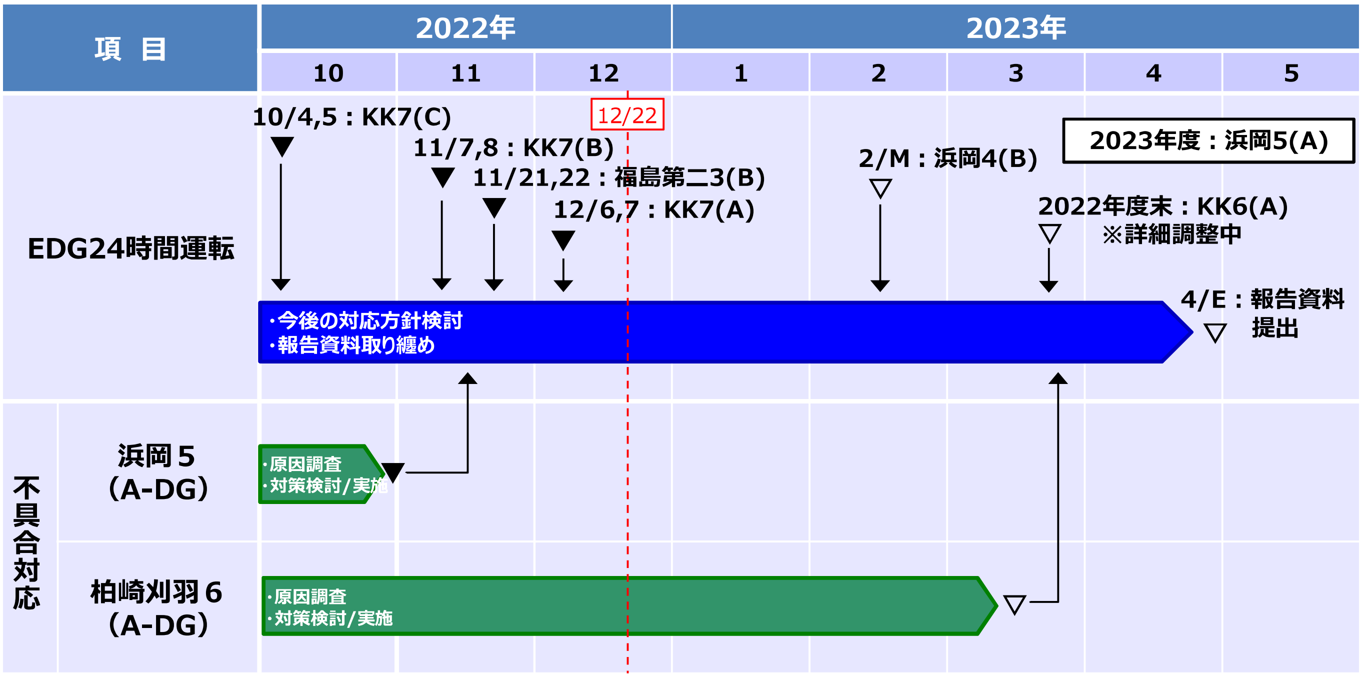
- 各事業者はPRA※1に必要となる故障データ収集において，NRRC（原子力リスク研究センター）にて現在発行準備中の「確率論的リスク評価（PRA）のための機器信頼性データ収集実施ガイド」（以下「データ収集実施ガイド」という）を用いている
- 柏崎刈羽6号機および浜岡5号機における非常用ディーゼル発電機24時間運転試験では，不具合が発生したことにより非常用ディーゼル発電機を停止し，試験を中断している
- このため，各不具合事象の発生状況等も考慮して，これら事象を「PRAにおける機器故障（故障データとして収集する対象）」として整理するべきか判定を実施した
- 「PRAにおける機器故障」は「PRAにおいて要求される機能を果たせない事象（機能喪失）」を想定しており，故障データの収集にあたっては，これに該当する不具合事象を収集対象としている。データ収集実施ガイドにおいても，故障データ収集対象は「PRAにおいて要求される機能が喪失した事象」としており，「PRAにおける機器故障」に至っていない場合には，故障データとして収集しないこととしている
- データ収集実施ガイドに基づき，各不具合事象はいずれも，「PRAにおける機器故障」として収集しない不具合事象に該当すると判断した

※１　PRA・・・確率論的リスク評価手法

（参考２）

EDG24時間運転の今後の対応方針検討スケジュール（案）

- 2022年度末を目途に、24時間運転の実施結果を踏まえ、今後の対応方針について取り纏めを実施。
- 4月末目途で報告資料を提出予定。



ATENA
Atomic Energy Association
Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.