

原子力発電所における保安規定管理の高度化検討

Improvement of technical specification management at Nuclear Power plant

三菱重工業（株）

山田 雄介

Yusuke Yamada

Nonmember

In accordance with of the Reactor Regulation Act, the Operational Safety Program is required to be established in order to keep the Nuclear Power Plant (NPP) in safe operation. The Licensee shall maintain the component, system and plant in the Limiting Condition of Operation (LCO), which is one of the provision of the Operational Safety Program, by monitoring the plant parameter and component condition in the Main Control Room or at local through the plant operation period including startup and shutdown.

In this few years, the workload of the NPP staff for the LCO has been increased due to the complexity in the judgement of the deviation from some of the LCO provisions, or due to the addition of the severe accident coping system into the scope of the Operational Safety Program after Fukushima Daiichi accident.

Utilizing the engineering know-how and technology of NPP vendor, the sophisticated measurement is proposed in order to resolve this workload issue, and consequently to improve the plant safety.

Keywords: LCO, Limiting Condition of Operation, UI, User interface, HSI, Human System Interface

1. はじめに

原子力発電プラントでは、プラントを安全に運転・管理するために、原子炉等規制法等定められた項目に対する諸規則を保安規定として定めている。諸規則の一つに「運転上の制限（Limiting Condition of Operation : LCO）」があり、保安規定では、プラントの起動/停止時を含む通常運転時にLCOを満足していることを確認することが求められており、事業者は保安規定の要求に基づき、中央制御室における各種パラメータや機器状態等の確認や現場の巡視による設備点検等を実施している。

保安規定では数多くのLCOが定められているが、一部のLCOについてはプラントや設備等に異常が発生した際に、当該LCOに対する逸脱の判断が困難であるものが存在する他、福島第一原子力発電所事故を受けた原子力安全規制の見直しに伴う重大事故等対処設備等の保安規定管理対象設備の増加により、LCO管理における負担が大きくなったことが課題となっている。

本稿では、このような課題に対し、プラントメーカーとして保有する技術を活用した対応者の負担軽減および更なるプラント安全の向上に向けた保安規定管理の高度化に係る検討について紹介する。

2. 保安規定管理の高度化

2.1 高度化の方向性

保安規定管理における課題は、事業者からの意見聴取等の結果から、大きく以下の3点存在すると考えられる。

- ① 管理対象が多い事による対応の抜けや漏れの発生
- ② 判断が困難である事による判断や対応の誤りや遅れの発生
- ③ 管理対象が多い事による管理上の負担の大きさ

①については、保安規定において定期的実施することが定められている設備や機能の健全性確認等の対応の抜けや漏れが該当する。これに対しては、保安規定に定められる通常時の対応項目をシステムで一括管理することが有効であると考えられる。

②については、プラントや設備に異常が発生した際に、当該事象に関連するLCOの逸脱判断が適時行われず、外部への報告や復旧に向けた対応が適切に行われないことが該当する。これに対しては、システムによるLCO逸脱判断支援が有効であると考えられる。

③については、プラント内外の様々な機器・計器・設備等に対する試験や巡視点検等が該当する。これに対しては、IoT等の適用により現状巡視等で実施している対応を自動化や遠隔化により解決が見込まれると考えられる。

2.2 高度化の手法

前節で示した高度化の方向性に対する具体的手法について、例を以下に示す。なお、③に対しては、現在具体的な高度化方法についての検討を実施している段階であ

連絡先：山田 雄介、〒652-8585 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号、三菱重工業株式会社 ICTソリューション本部 電気計装技術部 計装システム技術課、
E-Mail : yusuke1_yamada@mhi.co.jp

り、本稿では①および②についての手法を示す。

①管理対象が多い事による対応の抜けや漏れの発生防止

現在、多くの原子力発電プラントにおいて保安規定で要求される各種点検や試験等の対応項目は、人の手により個別に管理（スケジュールリング・実績管理等）がなされているが、前述の通り重大事故等対処設備の設置等に伴い管理対象が大幅に増加したことにより、対応の抜けや漏れが生じる可能性が生じている。

これを防止する為、プラント通常運転時に保安規定において定められる全ての対応項目（確認、点検、試験等）をシステムで一元的に管理し、システムがスケジュールに基づき、各種対応の実施を担当者に促す告知を行う機能を設ける。

また、各種対応の実績をシステムに入力することによりシステムが自動でスケジュールリングを行い、保安規定で定められる実施周期に基づき、次回の対応時期が近づいた時点で対応者に告知を行うことが可能となる。これにより、通常運転時の対応項目の実施の抜けや漏れが防止できる他、管理者による各種対応の予定や実績の一元的な管理も可能となる。

②判断が困難である事による判断や対応の誤りや遅れの発生防止

保安規定において LCO は文章で記載されており、プラントや機器、設備等に異常が生じた際に、当該異常事象に関連する LCO に係る様々な情報（警報、設備状態、パラメータ等）を的確に把握し、保安規定に記載される文章から適時 LCO 逸脱の判断を行うには、経験や知識、技量が必要であると言える。よって、対応者に依存しない確実な LCO 逸脱判断を行うためには、システムによる LCO 逸脱支援が有効であると考えられる。

システムによる支援としては、保安規定の各条項に記載される LCO とプラント状態の照合をシステムが行い、LCO 逸脱の有無を判断する手法が考えられる。しかし、LCO 逸脱の最終的な判断は管理者（当直課長等）が行うこととされていることから、システムはあくまで LCO 逸脱の可能性を対応者に通知し、かつ、どのような要因で LCO が逸脱状態にあるかについて、対応者が直感的に把握可能な情報提供を行うための機能を有する必要がある。

2.3 保安規定管理の高度化に向けた取り組み

保安規定管理の高度化に向けた具体的対応について、システムイメージ等により紹介を行う。

①管理対象が多い事による対応の抜けや漏れの発生防止

通常時の対応項目の一元管理を行うシステム画面のイメージを Fig.1 に示す。本画面では、各プラントモードにおいて対応項目を含む保安規定条項を識別表示（薄いグレー）し、点検や試験等の対応時期が近づいた時点で告知表示灯をフリッカ（水色）させ、対応者に告知を行う。

また、システムが LCO 逸脱の可能性を判断した場合には、告知表示灯をフリッカ（黄色）させ、対応者に告知を行う。



Fig.1 Image of the total LCO management screen

②判断が困難である事による判断や対応の誤りや遅れの発生防止

保安規定の各条項に定められる LCO の状態監視を行うシステム画面のイメージを Fig.2 に示す。保安規定の記載に基づき、LCO を満足する為の条件をロジック形式で表現することで、LCO 逸脱の有無およびその要因が可視化され、対応者は直感的に LCO 状態を把握認可能となる。



Fig.2 Image of the individual LCO management screen

本画面において LCO 逸脱状態を確認し、画面内の確認ボタンを押下することで LCO 逸脱状態が確定され、以降、

逸脱したLCOに応じた要求措置へのスムーズな移行が期待される。なお、LCO 逸脱可能性をシステムが判断した場合には、Fig.1 の告知表示灯をフリッカ（黄色）し、逸脱が確定されると、連続点灯（赤）とし、条項ごとにLCO 逸脱の状態を管理可能としている。

2.4 今後の展望

LCO 逸脱判断については、各保安規定条項（系統、諸設備、計測制御、炉心管理等）に応じた支援の在り方が存在すると考えられ、今後、各々に対し最適な支援の方法について検討を進めることとする。