

島根原子力発電所 2号機におけるブローアウトパネル閉止装置について

Blowout panel re-closing device at Shimane Nuclear Power Station Unit 2

中国電力株式会社 三村 秀行 Hideyuki MIMURA Member
中国電力株式会社 荒芝 智幸 Tomoyuki ARASHIBA
中国電力株式会社 加藤 広臣 Hiromi KATO
中国電力株式会社 高野 真太郎 Shintaro TAKANO
中国電力株式会社 中島 大志 Taishi NAKASHIMA

Abstract:

It is required to install a blowout panel re-closing device (BOPS) as a facility for dealing with severe accidents in order to comply with Article 59 of the examination criteria of nuclear reactor establishment permission. The purpose of the BOPS is to close the opening of the reactor building when the blowout panel on the fuel replacement floor of the reactor building opens in the event of a serious accident, etc., and the reactor building boundary is formed to suppress the leakage of radioactive materials from the reactor building and reduce the exposure of operators in the main control room.

This paper describes the functional requirements and basic design for the BOPS.

Keywords: BOP, blowout panel re-closing device, reactor building boundary, EP Article 59

1. はじめに

実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則のうち第59条「運転員が原子炉制御室にとどまるための設備（以下、「設置許可基準規則第59条」という。）に適合するための重大事故等対処設備として、原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル閉止装置（以下、「BOPS」という。）を設置することとした。

BOPSの目的は、重大事故等時に原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル（以下、「BOP」という。）が開放した場合に、BOP開口部をBOPSにて閉止し、原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）（以下、「原子炉棟」という。）のバウンダリを形成することで原子炉棟からの放射性物質の漏えいを抑制し、中央制御室内の運転員の被ばくを低減することである。

2. 要求機能の整理

2.1 閉止機能

設置許可基準規則第59条の解釈では、「原子炉制御室の居住性を確保するために原子炉建屋に設置されたブローアウトパネルを閉止する必要がある場合は、容易かつ確実に閉止操作ができること。また、ブローアウトパネルは、現場において人力による操作が可能なものとする。」と要求されている。

BOPは、構造上、開放した場合には、容易に再閉止を行うことが困難であるため、容易に閉止可能なBOPSの設置が必要となる。

このため、重大事故等対処設備であるBOPSは、待機状態（開状態）にて、基準地震動Ssにより閉止機能を損なわないようにする必要がある。

また、BOPSは現場において人力による操作を可能とする必要がある。

2.2 原子炉棟のバウンダリ機能

重大事故等時にBOPが開放した場合においてBOPSは、BOPに代わって原子炉棟の一部となることから、バウンダリとしての機能（原子炉棟の気密性能確保）が必要である。

また、設置許可基準規則第59条では、運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えないことが要求されていることを踏まえ、BOPSは地震動に対する頑健性を有するように基準地震動Ssでもバウンダリ機能を損なわないようにする必要がある。

BOPSの機能要求時に想定される地震、竜巻による影響に対する考慮の要否を表1に示す。

表1 BOPSに要求される機能の整理

| 設備 | 要求機能 | 設計基準対象施設 | | | 重大事故等対処設備 | | |
|------------------|-----------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|
| | | 地震 | 竜巻 差圧 | 竜巻 飛来物 | 地震 | 竜巻 差圧 | 竜巻 飛来物 |
| BOPS (SA緩和設備) | 閉止機能 ^{※1} (59条) | — | — | — | ○ (Ss) | ○ 影響無し | — ^{※2} |
| | バウンダリ機能 (閉止後) (59条) | — | — | — | ○ (Ss) | — ^{※3} | — ^{※3} |
| | バウンダリ機能 (閉止時) (59条) | — | — | — | ○ (Ss) | — ^{※3} | — ^{※3} |

※1：手動でも閉操作可能

※2：BOPSはSA緩和設備であるため共通要因故障としての考慮は不要

※3：SA後の閉止状態での設計竜巻は、事象の重ね合わせの頻度から組合せ不要

3. 基本設計

3.1 設計方針

要求機能を踏まえ、BOPS の設計方針を表 2 に示す。

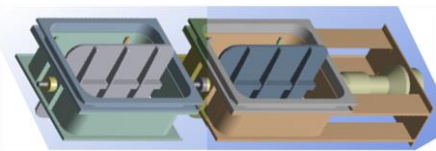
表 2 BOPS の設計方針

| 要求機能 | 基本設計方針 (適合方針) |
|-----------|--|
| 閉止機能 | 閉止状態において、非常用ガス処理系運転時に原子炉棟を負圧とするために必要な気密性を確保可能な設計とする。 |
| | 中央制御室にて、開閉状態が確認可能な設計とする。 |
| | 中央制御室からの遠隔操作により閉止可能な設計とする。 |
| | 現場において人力により閉止可能な設計とする。 |
| 建物気密の維持機能 | 基準地震動 Ss に対して閉止機能が維持可能な設計とする。 |
| | BOPS の閉止状態において、非常用ガス処理系により原子炉棟を負圧に維持できる気密性を確保し閉止状態を維持可能な設計とする。 |
| | 基準地震動 Ss に対して建物気密の維持機能が損なわれるおそれのない設計とする。 |

3.2 BOPS の構造

BOPS は、1つの駆動部に対して2体または3体のダンパを組み合わせた2連ダンパと3連ダンパ(図1)を更に複数組み合わせ、ダンパの設置架台と相まって2か所のBOP設置箇所に対して屋内側から閉止設計としている。

〈2連ダンパ〉



〈3連ダンパ〉

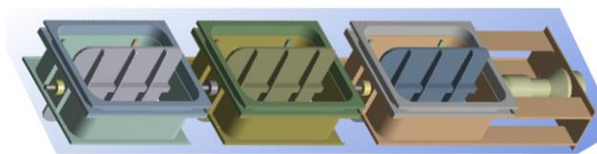


図1 BOPS (ダンパ部)

BOPS の操作は、中央制御室からの遠隔操作又は各ダンパ駆動部に取付けられた手動ハンドルにて現場で操作可能とし、BOPS の開閉状態は中央制御室で確認可能な設計としている。

また、BOPS は加振試験を実施し、基準地震動 Ss においても閉止機能及び気密性が維持できることを確認している。

3.3 BOPS の閉止操作判断基準

BOPS の閉止操作の判断は、以下を条件に設定し、全ての条件がそろった場合に閉止操作を行うこととしている。

- ① 炉心損傷を当直副長が判断した場合
- ② 非常用ガス処理系が運転中又は起動操作が必要な場合
- ③ BOP が開放している場合
- ④ 原子炉冷却材圧力バウンダリが破損した状況においては、漏えい箇所の隔離又は原子炉圧力容器の減圧が完了している場合

上記条件のうち、①～③については設置許可基準規則第59条の要求事項を基に設定した条件であるが、④の条件については、同条文の直接的な要求事項ではなく、BOPS にて原子炉棟のバウンダリを形成することに伴い、原子炉圧力容器内で保有する冷却材のエネルギーがBOPS等の設備へ悪影響を及ぼさないようにする必要があることから、漏えい箇所の隔離ができていないこと、あるいは原子炉圧力容器の減圧が完了していることを条件に設定したものである。

4. 今後の対応

現在、BOPS については、概ね基本設計まで終了し、今後は現場設置に向けた詳細設計を進める段階となっている。

主な検討事項としては、現場調査を踏まえた装置設置架台の詳細設計、操作盤および電路の詳細設計、BOP 開閉状態監視設備の詳細設計、およびBOPS による原子炉棟のバウンダリ形成時の気密試験方法の検討を行う必要がある。

5. まとめ

島根原子力発電所2号機に設置予定のBOPSの要求機能と基本設計について紹介した。

島根原子力発電所2号機のBOPSについては、今後も詳細設計を進めつつ、現地の設置工事を計画的に進めて行けるよう、それらの準備と現地調整を行っていく。