

# R C W系統の格納容器隔離弁に対する電動弁の適用理由

2023年10月30日

**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

- R CWシステムの格納容器隔離弁に電動弁が適用されている理由，Fail Close設計となっていない理由は何か？

## <理由>

R CWシステムは常用補機等（一部プラントでは非常用補機も含む）の冷却を行うシステムであり，格納容器内の常用補機等（再循環ポンプ，ドライウェルクーラ，サンプクーラ）の冷却も行っている。格納容器内負荷の冷却の喪失は常用補機の機能喪失に至るため，プラントの運転に影響を与える可能性がある。また，ドライウェルクーラは格納容器内の冷却に有効であり，通常運転時以外の異常時等においても，機能が維持できれば冷却効果を期待でき，代替除熱利用として位置づけられた例もある。このため，R CWシステムの格納容器隔離弁については，前記のような格納容器内負荷の冷却に対する影響も考慮した設計としてきている。

上記のような点も考慮して，R CWシステムの格納容器隔離弁に空気作動弁又は電動弁を採用した場合を整理すると以下の通りとなる。

## ○空気作動弁を採用した場合

- ・ Fail Close設計が可能であり，**隔離機能を優先した設備構成が可能。**
- ・ 圧縮空気系（常用系）に故障，機能喪失が発生した場合は，当該隔離弁が誤閉となり，**格納容器内負荷の冷却ができなくなる。**

### ○電動弁を採用した場合

- ・ Fail as is設計となるため、弁の駆動源喪失時は開状態が維持され、**隔離機能を確保できない**が、弁の駆動源は非常用電源であり、機能喪失に至る可能性は小さい。
- ・ 弁の駆動源喪失時には開状態が維持されるため、R C Wシステムの機能が維持されていれば、弁の駆動源喪失が**格納容器内負荷の冷却に影響を与えない**（※補足参照）。
- ・ さらに、電源喪失に対しては、格納容器内外に隔離弁を1弁ずつ設け、それぞれを異区分の非常用電源から給電することで、片系の電源が喪失しても、もう片系の電源が健全であれば、隔離操作が可能である。  
（**両系の非常用電源が喪失した場合は隔離機能を確保できない。**）

上記の通り、弁の駆動源が非常用電源であり機能喪失に至る可能性が小さいこと、及び弁の駆動源が喪失しても格納容器内負荷の冷却に影響を与えないこと、さらに内外の隔離弁に異区分の非常用電源から給電することで隔離機能を確保できる（但し、両系の非常用電源が喪失した場合は隔離機能を確保できない）ことから、電動弁を採用してきている。

※ 補足：電動弁単体の駆動源の喪失の場合は、R C Wシステムへの電源供給は維持され、格納容器内負荷の冷却は維持される。万が一、1区分の非常用電源が喪失した場合は、その区分から電源供給されるR C Wシステムは停止し、格納容器内負荷の冷却はできなくなるが、他区分の非常用電源から電源供給されるR C Wシステムは運転を継続するため、片系分の格納容器内負荷の冷却は維持される。

## 参考資料

「福島第一原子力発電所における R C W 系統の  
格納容器隔離弁について」  
(2023年6月22日検討会資料)

## 1. RCWシステムの格納容器隔離弁に関する要求事項

- RCWシステムは原子炉格納容器を貫通しているが、原子炉格納容器内に開口部がなく、閉じた配管系となっている。
- 原子炉格納容器内で閉じた配管系に対する要求事項は以下の通り。

### 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令（抜粋）

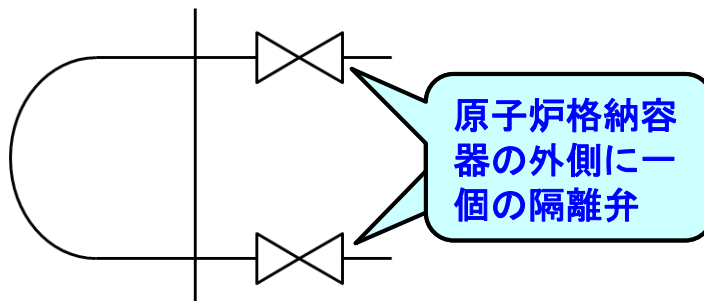
#### 第32条 第3項

ただし、一次冷却系統に係る施設内及び原子炉格納施設内に開口部がなく、かつ、一次冷却系統に係る施設の損壊の際に損壊するおそれがない管にあつては貫通箇所の内側又は外側であつて近接した箇所に1個の隔離弁を設けるものとする。

（同解釈抜粋）

この場合において、隔離弁は遠隔操作にて閉止可能な弁でもよい。  
⇒この場合の隔離弁は必ずしも自動隔離弁でなくともよい。

RCWシステムは原子炉格納容器内において閉じた配管系を構成



この場合の隔離弁は、遠隔操作にて閉止可能な弁でもよい。

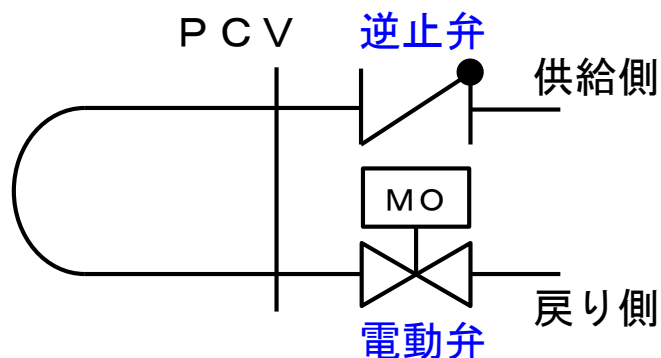
## 2. 福島第一原子力発電所におけるRCW系統の格納容器隔離弁設置状況

■ 福島第一原子力発電所におけるRCW系統の格納容器隔離弁設置状況を以下に示す。

号機	供給配管			戻り配管				電動弁の 隔離操作
	内側	外側		内側		外側		
	弁方式	弁方式	電源	弁方式	電源	弁方式	電源	
1F-1	—	逆止弁	—	—	—	電動弁	A系非常用	手動操作
1F-2~5	—	逆止弁	—	—	—	電動弁	B系非常用	手動操作
1F-6	—	電動弁	A系非常用	—	—	電動弁	A系非常用	手動操作

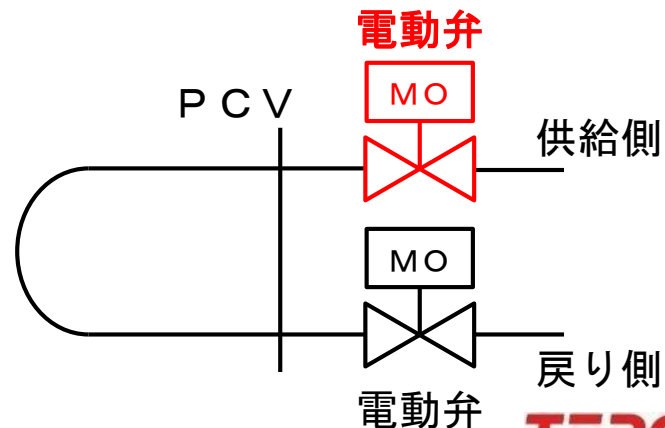
### <1F-1~5>

- ・ 供給配管外側に逆止弁1弁，戻り配管外側に電動弁1弁で構成
- ・ 電動弁は非常用電源から電源供給
- ・ 手動操作にて隔離



### <1F-6>

- ・ 供給配管外側，戻り配管外側に電動弁1弁で構成
- ・ 電動弁は非常用電源から電源供給
- ・ 手動操作にて隔離



逆止弁を  
電動弁化

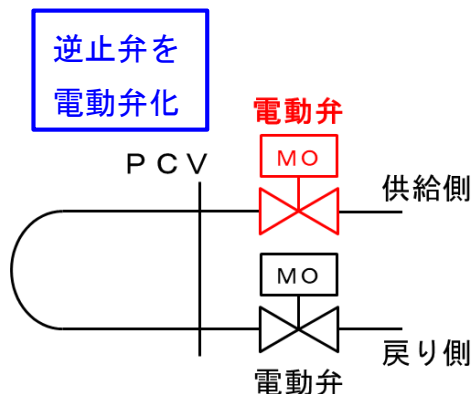
# (参考) 福島第二原子力発電所以降のRCW系統の格納容器隔離弁設置状況

■ 福島第二原子力発電所以降のRCW系統の格納容器隔離弁設置状況を以下に示す。

号機	供給配管			戻り配管				電動弁の 隔離操作
	内側	外側		内側		外側		
	弁方式	弁方式	電源	弁方式	電源	弁方式	電源	
2F-1/KK-1	—	電動弁	A系非常用	—	—	電動弁	B系非常用	手動操作
2F-2~4	逆止弁	電動弁	A系非常用	電動弁	B系非常用	電動弁	A系非常用	手動操作
KK-2~7	逆止弁	電動弁	A系非常用	電動弁	B系非常用	電動弁	A系非常用	LOCA信号で自動隔離

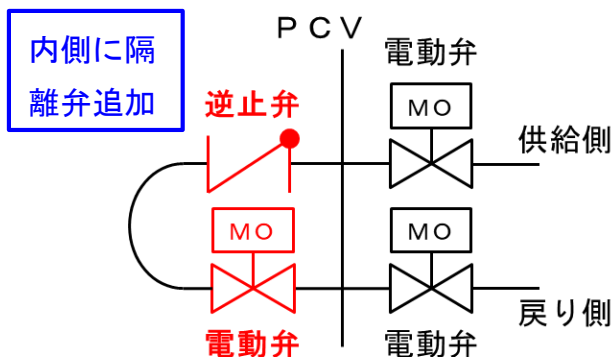
## <2F-1/KK-1>

- ・ 供給配管外側，戻り配管外側共に電動弁1弁で構成
- ・ 電動弁は非常用電源から供給
- ・ 手動操作にて隔離



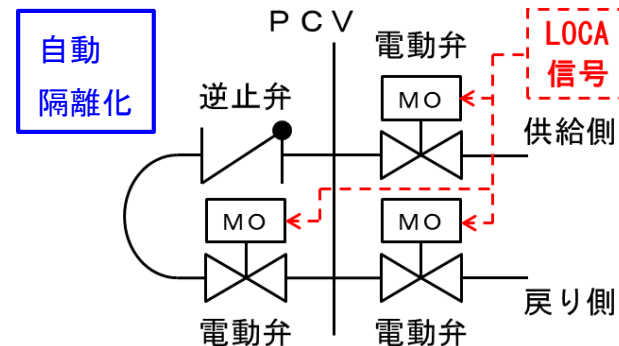
## <2F-2~4>

- ・ 供給配管内側を逆止弁，供給配管外側，戻り配管内側/外側を電動弁で構成
- ・ 電動弁は非常用電源から供給
- ・ 手動操作にて隔離



## <KK-2~7>

- ・ 供給配管内側を逆止弁，供給配管外側，戻り配管内側/外側を電動弁で構成
- ・ 電動弁は非常用電源から供給
- ・ LOCA信号で自動隔離



「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針（指針31）」（抜粋）

指針31 第2項（2）

（2）前号（1）の配管系以外の配管系のうち、原子炉格納容器の内側又は外側において閉じている配管系については、原則として原子炉格納容器の外側に1弁。

発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令（抜粋）

第32条 第3項

ただし、一次冷却系統に係る施設内及び原子炉格納施設内に開口部がなく、かつ、一次冷却系統に係る施設の損壊の際に損壊するおそれがない管にあっては貫通箇所の内側又は外側であって近接した箇所に1個の隔離弁を設けるものとする。

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（抜粋）

第32条 第5項第3号

原子炉格納容器を貫通し、貫通箇所の内側又は外側において閉じている配管にあっては、原子炉格納容器の外側に一個の隔離弁を設けるものとする。