

## ◇ 特集：「バルブと信頼性」 ◇

## 発電用バルブのメンテナンスの改革 ーバルブの信頼性のためのメンテナンスー

佐藤 俊雄\*

### 1. はじめに

平成7年12月1日からの電気事業法の施工規則の改正で、定期検査の間隔がタービン側2年、ボイラー側1年であったものが、其々4年、2年に延長され、更に平成11年3月19日には運用通達の改訂で条件付ではあるものの双方とも4年に再延長された。

原子力発電所においても、プラントの効率化のため各プラントで競い合って定検期間の短縮を行って来たが、原子力発電所の一連の問題で、定検期間についても再見直しが行われていると聞いている。

以上の如く、経済的理由による定検間隔の延長や定検期間の短縮などの動きであったが、ここに来て種々の問題により、定検のあり方、定検における健全性の評価方法及び検査方法についても見直しが行われている。

又、法的検査も国が定めた検査要領に従って検査を行い、判定も検査官が決めていたが、最近、検査方法が定期事業者検査と改訂され、事業者が作った要領書で検査し、判定も事業者が行うことになった。そこで、事業者が納得して判定するため、1つの基準に対する出典根拠を弁メーカーに要求するようになって来ている。

このように、今日ではバルブのメンテナンスのあり方やメンテナンスの質が大きく変わろうとしている。

### 2. これまでのバルブメンテナンス

これまでのバルブメンテナンスは、弁を点検・手入れし、いかに元通りに復旧するか技術であった。

それは、分解組立の技術、摺り合わせの技術、作動調整の技術である。

原子力発電所が建設される前の弁のメンテナンスは、要領書もなく、メンテナンスエンジニアの経験

を基にして行って来た。

どの程度締め付ければ、漏洩しないか？どの程度締め付けると弁が動かなくなるか？どの程度の間隙を空けてないと熱膨張でステックするか？弁座面は弁箱の歪みを考慮すればどのような当たりにはおかないと漏洩するか？どの位置で止めておけば最も漏洩しにくいかな？等、全てメンテナンスエンジニアの経験に基づく感に頼っていたし、それでも特別な問題が生じることはなかった。

その後、発電所の増加に伴う弁メンテナンス量の増大により、ベテランと呼ばれる人達だけでは工事をこなせなくなった事、米国ASME思想に基づいた原子力発電所の定検が行われるようになると、全ての作業に対し要領書と記録様式の発行が義務付けられるようになったため、メンテナンスを要領書で行うようになっていった。

それにより、これまでベテランと言われる人以外の人も弁のメンテナンスができるようになり、バルブメーカー以外の人も弁のメンテナンスに従事するようになり、弁のメンテナンスの要員が大幅に増加していった。

その反面、メンテナンス技術自体が表面的に流れ、要領書で表現された奥に隠された技術、ミクロのオーダーで修正する技術が見過ごされる傾向にあることは、否めない。

### 3. 弁のメンテナンスの改革

最近、弁のメンテナンスが大きく変わろうとしている。それを大きく分けると以下の2つに集約される。

- ① 万が一発生する恐れのあるクレームについては、事前に予測や準備をしておく（予防保全、寿命診断）。
- ② 万が一クレームが生じた場合には、処置をして運転に入る（弁補修技術）。

\*岡野バルブ製造㈱

このように、万が一を可能な限り避けること、もし、万が一が生じた時には、速やかに修復できることが要求されるようになった。

これらの背景より、弁メーカーとしては、以下の3つの要素についていろいろな技術・機器を開発し、既に実際のメンテナンスの中で実施されている。

- ① 弁診断技術の充実
- ② 弁の寿命を延長させるための補修技術の開発。
- ③ 弁の寿命を延ばし、信頼性を向上させるための弁及び弁部品の開発。

### 3-1 弁診断技術の充実

弁の異常を前もって予測できれば、クレーンを防止出来ると同時に、前もって交換に必要な部品を準備でき、定検をスムーズに行う事が出来る。

この為に、各種の診断技術が開発されている。

#### (1) 電動弁診断装置

この装置は、モータの電力および電流値、操作機の出力トルクを測定し、電動操作機の異常の有無を診断する装置である。

更に、弁棒推力を測定することで、更に精度高く、多くの要素の診断が出来る装置もある。

又、この装置と他のセンサーの組み合わせで弁の内部の劣化状態も確認できる装置や、数弁同時に測定できる装置等の開発も進んでおり、電動弁診断装置は、進化している。

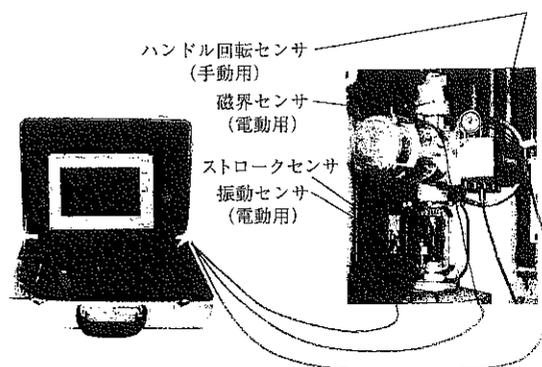
弊社で開発している最新の遠隔電動弁診断システムは、モータの電流、電圧のデータからトルク及び回転数を推定し、弁の挙動及び劣化の兆候を診断することが出来、本装置は以下の特色を有している。

- 測定、診断に時間がかからない
- 熟練作業者を必要としない
- 一度に多数台の測定が可能
- 診断システムおよび診断費用が安価

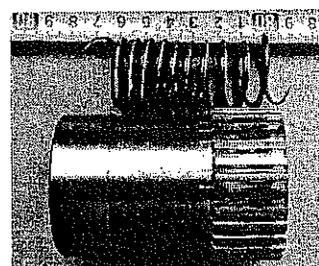
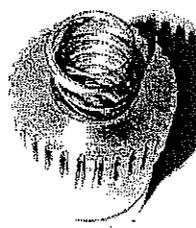
#### (2) 電動弁のステムブッシュねじ部磨耗量の計測装置 (図1 参照)

電動弁の作動回数の多い場合は電動弁のステムブッシュのねじ部が磨耗し、ねじ山がコイル状に脱落する場合がある。

本装置は、弁を分解せずセンサーを取り付け、弁をわずかに上下することで簡単に、短時間でステムブッシュのねじの磨耗状態を確認することが出来る。



(a) 隙間測定装置



(b) 潤滑不良によるステムブッシュねじ山のコイル状脱落 図1

### 3-2 弁の寿命を延長させるための補修技術の開発

弁の状態を現場において出来るだけ健全な状態まで修復させ、弁の寿命を延長させるための補修技術であり、各種の機器が開発されている。

#### (1) 弁座ステライトの盛替え及びシートリングの交換

弁体のシール部のステライト面にクラックやエロージョンが生じた場合は、予備品と交換する事が出来るが、弁座面にクラックやエロージョンが生じた場合には、摺り合わせで除去するか弁箱そのものを交換する以外に方法がなかったため、技術的検討・評価を行った上でそのまま継続使用を判断するケースが多かった。

しかし、最近は例え技術的に継続使用が可能と判断されても傷を残したまま運転したくないと言う要望が強く、これらの補修機器の開発が行われた。

現在では、玉型弁の弁座ステライトの盛替えやシートリングの交換、逆止弁及び仕切り弁のシートリングの交換が現地で出来るようになった。

但し、小口径の弁は補修機器が弁内部に挿入出来ないケースがあるため、計画に当たっては弁メーカー

に確認することが必要である。

現在では、弁座面間等にもよるため一概には言えないが、口径150mm以上の口径の弁に対し交換工事は可能である（図2、図3参照）。

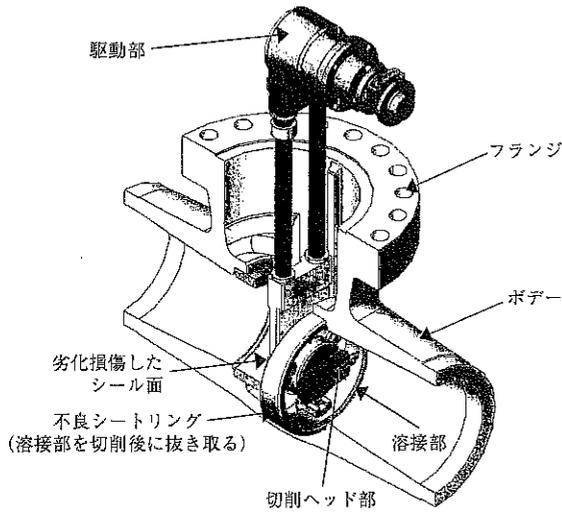


図2 シートリング切削機

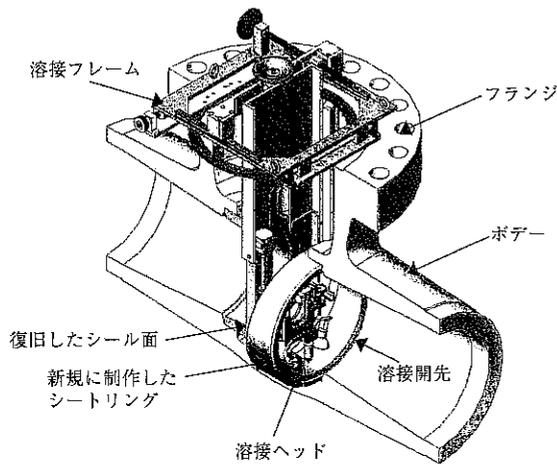


図3 シートリング溶接機

(2) 弁座ステライト面の部分補修

弁座ステライト面にクラックが生じたが、弁座の交換までは必要としない場合、又は、急なため弁座を交換する期間がない場合、現地にてステライト面を部分補修することが出来る技術が開発されている。

これは、ステライト面のクラックを部分的に削除し、その削除部分だけ肉盛り補修し、最終仕上げす

る技術である。

(3) フランジ面、ガスケットシール面の修正加工  
弁を長年使用すると、ガスケット当たり面にはピッチングによる面荒れや、フランジのナット座面には摺動による焼付き傷が生じる場合がある。

これらをそのまま使用した場合には、シール機能の低下につながる可能性があるため、これらを修正することが望ましい。

但し、この加工はガスケット当たり面の気密性が保証出来る加工精度と、作動に関係するため正確な芯出しが出来る加工機が必要である。

この他、現地にて使用できる補修機械として、座ぐり加工機や穴あけ機、キー溝加工機等が既に準備されている（図4参照）。

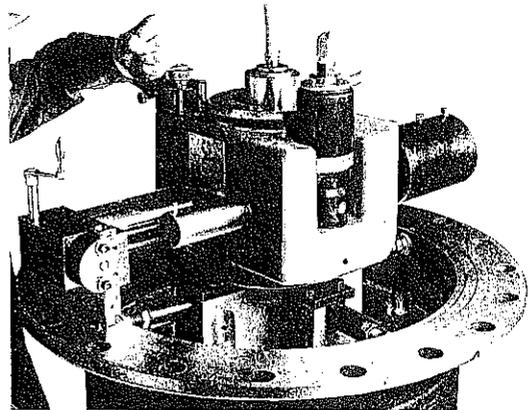


図4 フランジ面加工機

3-3 弁の寿命を延ばし、信頼性を向上させるための弁及び弁部品の開発

以上が問題が生じる前の予防保全と問題が生じた後の補修技術であるが、以下は現在設置されている弁の万が一のクレームをなくすための弁の構造の改良や弁部品の改善について代表的な事例を紹介する。

(1) 黒鉛シールリングの採用

クラス1500以上の弁の外部シールは、現在金属シールリングで行っている。

また、火力プラントで負荷変動の多い場合については、標準的な楔形シールリングに変わって負荷変動に強い三角形のデルタ型シールリングを採用している。

黒鉛シールリングは、負荷変動に強い更なるシール性能の向上と、長年の使用による弁箱のシールリング当たり面の変形や傷などによるシール力の低下に追従するために開発されたもので、従来の金属シールリングと互換性を持たせているため、他の部品を交換しなくてもシールリングのみを交換することが出来る（図5参照）。

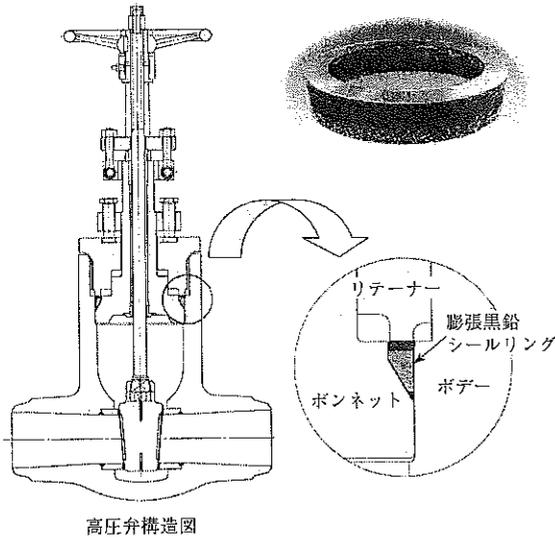


図5 黒鉛製シールリング

(2) 火力用安全弁用アダプター

火力プラントにおいては、高効率化のため運転圧力がだんだん高くなって安全弁の吹出し設定圧力との差が近づいており、安全弁のシール面圧が小さくなっているため、配管振動等、他の要因が少しでも負荷されると安全弁がシートリークすることがある。

このような場合に対し開発されたものが、安全弁用アダプターで、安全弁の吹出し直前まで弁棒先端を押し付け、吹出す直前にこの押し付けを外して吹出しを行わせる装置で、この切換えには配管内圧力を利用するため、安全性と信頼性に優れている。

この装置は、いかなるメーカーの安全弁にも取り付けることが出来る（図6参照）。

(3) パッキン締付けにライブロード構造の採用

弁の開閉頻度が多い弁に対しては、作動によるグランドパッキンの面圧低下に追従して常に必要な面圧を与える装置として、グランドボルト部に皿ばねを挿入したライブロード構造がある（図7参照）。

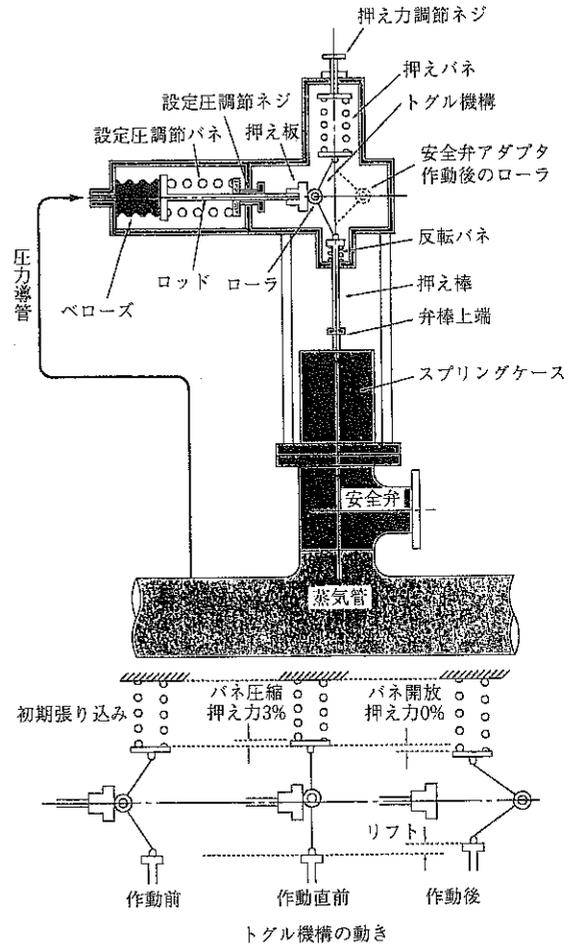


図6 安全弁アダプターの概念図

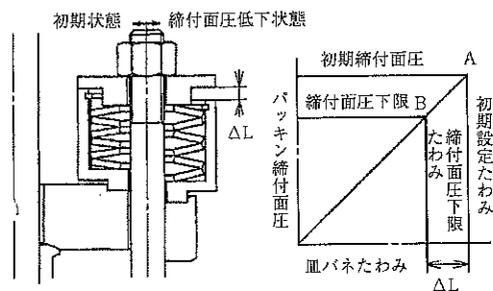


図7 ライブロード構造

(4) ETFEライニング弁の採用

過去に調査した弁の不適合の内、海水ラインの弁の腐食のトラブルが一番多かった。

これは、海水に完全に対応出来る金属がない為で、数年で交換する弁もあった。

これに対し、弁の接液部全面にETFEライニングを行い、海水が全く金属に触れない海水弁を開発し、

海水による腐食から完全に開放された。

この弁は、15A以上の小口径玉形弁から650A程度の逆止弁まで、製作が可能である。又、仕切り弁も製作している。

従って、海水ラインの弁をETFEライニング弁に取り替えることにより、煩雑なメンテナンスから開放される（図8参照）。

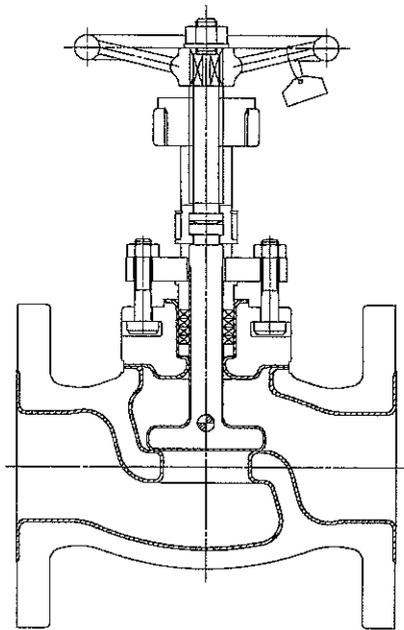


図8 ETFEライニング玉形弁

(5) 改良型鍛造弁の採用

プラントの中で最も台数の多いのは、口径50A以下の小口径鍛造弁である。

この小口径鍛造弁は、耐久性に優れ、運転中に漏れなどが生じにくい弁を採用することにより、メンテナンス周期を延ばすことが出来る。

このようなニーズにより開発された弁が、NAC FVシリーズの鍛造弁である（図9参照）。

本弁の特色は、

- ① 弊社従来弁に比べ高さで約3/4、重さで約3/5とコンパクトである。
- ② 分解組立時間が従来弁の1/2~1/3と短縮されメンテナンス性に優れている。
- ③ ノンカットパッキンを使用し、ライブロード構造を採用しているため、シール性に優れている。

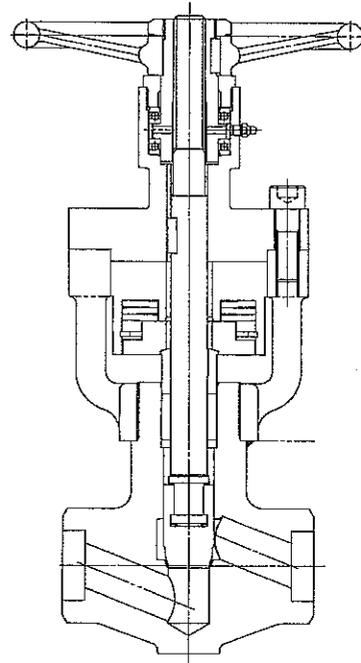


図9 NAC-FVシリーズ鍛造弁

- ④ 弁体は、ステライト一体型で、耐エロージョン性に優れている。

4. おわりに

以上、最近のメンテナンスの動きについて述べてみたが、このような状況の中においてメンテナンス作業自体の品質を維持向上させて行くためには、上述の必要機器の開発も有効であることは間違いないが、最終的には人が仕事をおこなうものであり、万が一を生じさせないメンテナンスを行うには、作業者自身のレベルアップが不可欠である。

このような状況下、弊社では、弁メンテナンスの各種作業に対し、資格認定制度を行っており、これまで、電動弁調整作業、安全弁作業、調節弁作業、空気作動逆止弁作業等の弁メンテナンス作業の他、締結作業、ポータブル切削機の技量認定や品質作業従事者資格認定制度を独自に設け、メンテナンス作業の品質向上に努めている。