

# 保全の構造の階層性と PDCA

Relation between Hierarchy Structure of Maintenance and PDCA Management Cycle

原電事業 (株) 織田 満之 Mitsuyuki ODA Member

**Abstract:** Maintenance activity, according to time basis, is considered as a series of the Inspection (Condition Monitoring) based on maintenance plan, the Analysis or Evaluation of the inspection result and the Corrective Action if necessary. These are called as “Fundamental Elements or Flow of Maintenance” On the other hand, industrial management cycle is usually analyzed as a series of P.D.C.A. (“Plan-Do-Check-Action”). Relation between both series, especially focused on the Maintenance Plan and the Evaluation of Maintenance activity, are studied on this paper. At first work was started to develop them into several grades, such as component level, system level and plant level on hierarchy consideration. Result show that concept of the definition of “Maintenance plan” or “Evaluation of maintenance”, must be clearly classified on understanding of its grade as its individual achievement purpose. Hierarchy consideration can be applicable to not only above them, but also “Inspection” and “Corrective maintenance activity” as well. And finally the construction of overall “Maintenance activity” should be discussed on understanding of hierarchy concept.

**Keywords:** maintenance structure, hierarchy of maintenance, PDCA, maintenance plan, evaluation of maintenance activity  
E-mail: m-oda@g-nsc.co.jp

## 1. 保全とは

プラント設備に対する保全とは何か、どのような範囲なのかについて明確に定義されたものはない。一応、現時点で大方の同意を得ている解釈は以下のようなものである。

保全とは、『人工構造物（設備、系統、機器等）を対象に、それらが経年的に性状変化するものであることを前提にしつつ、要求されている機能を発揮させるために、または維持するために実施する活動を総合した概念』である。

これを原点として体系的に保全の範囲や構造を明らかにしようという活動が精力的に試みられている。

## 2. プラント構成の階層性

大型プラントはいくつかの「系統」の集合で成り立ち、系統は多くの「機器」で成り立ち、さらに機器は「部材、部品」に展開されるという階層的な構造を有している。

このうちで、まずは「機器」に着目した一般的な保全活動を例に考えることとする。

機器はそれが製造された後に現場に据付け

られ、運用に入った時点から時間経過とともに内外部からのストレスを受けて、何らかの物理的、化学的な性状変化を起こす。これが好ましくない側へ変化し、その兆候が認知されれば「劣化」となり、さらに放置し進行すれば「機器故障」に至るという経過をたどる。一見して性状変化がないように見えるものであっても、それは進行が緩やかであるとか、程度が軽微であるとかである期間中には劣化として顕在化していないだけのことである。

保全活動はこの経過を検知、または確認し、故障や重大な事故、災害に至ることのないように管理することであるともいえる。

## 3. 保全の基本フローと保全の3要素

保全活動を時間経過を軸としてみるなら、

①機器の状態を把握して性状変化や劣化の兆候を検認する、

②その結果を整理し、分析・評価する、

③評価結果により必要な場合には修理や部品取替えなどの措置を講じる、

という流れがある。この①「状態把握」、②「分析評価」、③「保全措置」を「保全の3要素」、

また時間軸としての①～③の活動の流れを「保全の基本フロー」と言っている。

留意しておくべきことは、現実の活動ではこの3要素がすべて揃っていないケースがあることであり、例えば①、②の結果として③は当面は必要なしと判断されるケースや、他の経験事例から①、②を当初から省略して③に取り掛かる例もある。また①、②が省略されて一見③のみが行われていると見えるものでも、実は以前の①や②の結果をもとに相当の時間を経て後（例えば次年度以降）に③が実施される例もある。

#### 4. PDCA サイクルと保全の基本フロー

ここで「保全の計画」と「保全の基本フロー」の関係について、一般的な管理サイクルであるP-D-C-Aサイクルに対比させて考えてみる。

ひとつの捉え方としては「保全のフロー」中の3要素を、保全の計画（PLAN）に続く管理サイクルの「DO」、「CHECK」、「ACTOIN」にあてはめる考え方である。

つまり、①の機器点検行為などの「状態把握」が「DO」、②のその結果の「分析・評価」が「CHECK」、③の修理、部品交換などの「保全措置」を「ACTION」と位置付ける考え方である。[Fig. 1]

個別機器の保全を対象にするという前提に立って、それでは「D」「C」「A」の前段位置する「P（PLAN）」はどういうことになるのかと遡ってみると、「P」は「当該機器の個別の点検計画」ということになる。つまり機器の状態を知る目的での具体的な点検の内容、方法、時期（または点検頻度）を含んだ計画、すなわち「個別の保全実施計画」を指すと考えるのが自然であろう。

「点検計画、あるいは個別の保全実施計画」は後述する広義の「保全計画」のうちのひとつの実務的なレベルでの計画である。現場での実務的保全活動を実施するにあたって、事前にその考え方、実施基準、内容、方法、判定基準実施時期と工程、実施体制、必要な資材、費用などを明らかにすることを指している。

#### 5. 保全計画の階層性

一般論としては「保全計画」は「保全3要素」つまり「保全の基本フロー」のさらに前段に位置するものである。しかし、前述の実務的な「個別の保全実施計画、または点検計画」だけが「保全計画」なのだろうか？

どうやら「保全計画」という用語は広義から狭義までいろいろな捉え方で使われるようである。

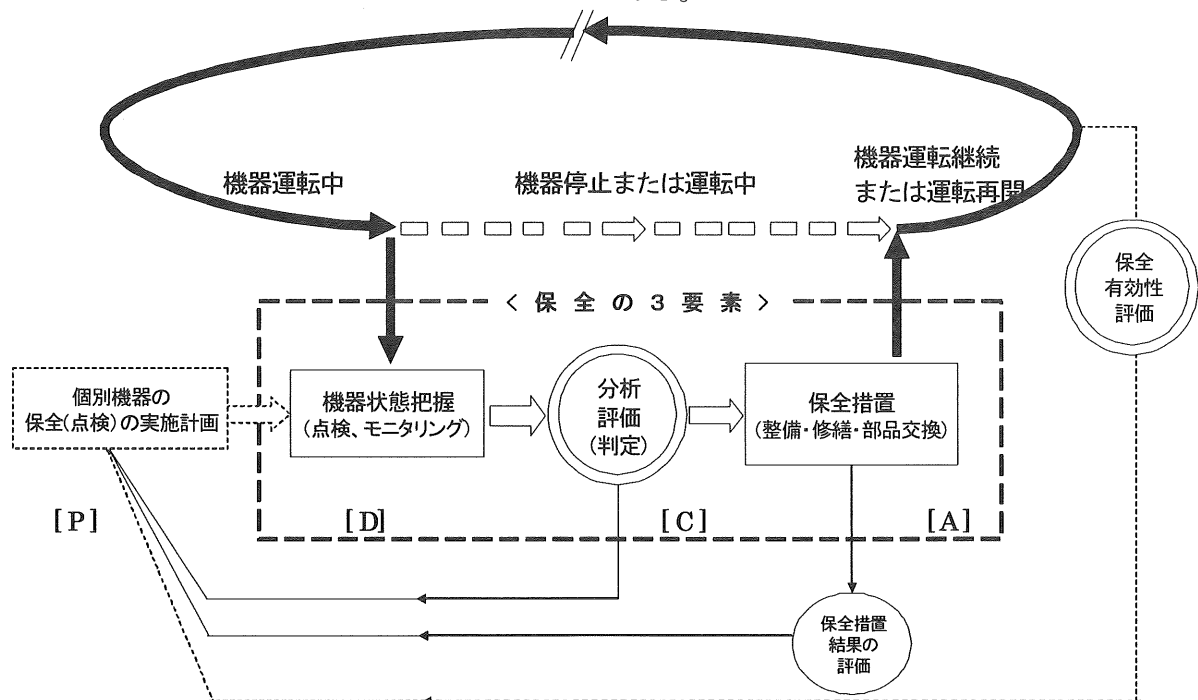


Fig.1 階層的な保全の構造

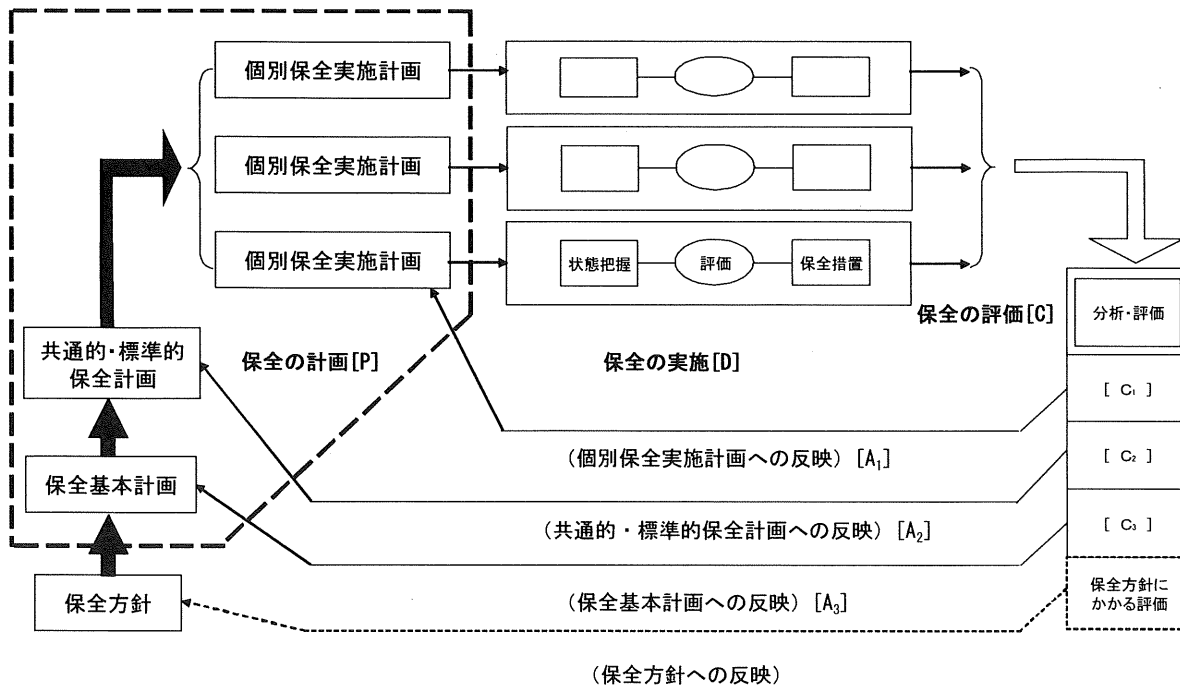


Fig. 2 階層的な保安の構造

ここで、広義の「保安計画」について考察してみる。

保安の計画を階層的に捉え、まずは大前提となる基本的な計画から始め、それを順次具体的に展開して実務的な計画にすることを前提にして、それぞれの階層に該当する具体的な計画（狭義の計画）を整理し総合的に組みあげたものが「広義の保安計画」とみることができる。 [Fig. 2]

## 6. 保安方針

広義の保安計画のさらに上位に位置する保安に対する経営政策上の意思、つまり「保安方針」は取り組むにあたっての基本的な理念や姿勢を示す声明である。したがって、以下に述べる各階層ごとの具体的な計画を立案する際の“抛りどころ”、若しくは“おおもと”ということができる。

保安方針に含まれる事項としては、例えば次のようなことが挙げられる。

- 1) 原子力災害等を起こさないという安全第一主義の声明
- 2) 供給責任の観点から適正な供給信頼性（生産性）の確保、向上への姿勢
- 3) プラント寿命の設定、コスト目標の設定

- 4) 法令順守の徹底

- 5) 保全体制の基本体制（請負、委託範囲）

- 6) 迅速な通報連絡など経営の姿勢として特に強調しておく必要がある事項

## 7. 保安計画

一般用語としての広義の「保安計画」(Maintenance Plan) は、以下に示す (1) 「保安基本計画」、(2) 「標準的、共通の保安計画」、(3) 「個別保安実施計画」という階層毎の各計画をひっくるめて総称したものであろう。

### (1) 「保安基本計画」

「保安基本計画」は経営的視点から示される「保安方針」をベースに、一段階展開して保安についての基本的な取り組み方を示すレベルの計画である。

この内容としては、以下の例のような事項が含まれる。

- 1) 保安の定義、対象範囲の基本的考え方
- 2) 品質マネジメント (PDCA サイクル) との関係の基本的考え方
- 3) 保安重要度の設定の基本的考え方
- 4) 保安の目標、プラントレベルの管理指標の設定
- 5) 保安方式とその組み合わせと保安内容・

頻度決定の基本的考え方

- 6) 長期プラント停止点検、特定改造工事、大型修繕工事の基本計画
- 7) 保全に関する情報の取り扱いと反映の基本的考え方
- 8) 保全の有効性評価の基本的考え方
- 9) 保全技術基盤、人材養成にかかる基本的考え方
- 10) 保全にかかる人的関与に関する基本的考え方

11) 保全費用に関する基本的考え方

## (2) 「標準的、共通的安全計画」

次に位置するのは「標準的、共通的安全計画」である。

「保全基本計画」に従い、年度展開など時間軸を念頭においた、より現実的な指標、施工標準、共通的要領などの段階の計画であり、以下のような諸事項を含む。

- 1) 系統レベル、構築物レベルごとの数値的な保全目標、指標の設定
- 2) 系統、構築物ごとの具体的な保全対象機器の明示（保全重要度区分を含む）
- 3) 系統、構築物を構成する機器ごとに適用する保全種別、保全方法と時期
- 4) 主要な保全活動（点検、結果評価、保全措置）の年次、月次展開計画
- 5) プラント全体に影響する大規模な工事の年次計画
- 6) 保全活動にかかる標準、共通仕様の策定
- 7) 安全対策（放射線防護を含む）、人的過誤の防止対策にかかる共通的な事項
- 8) 保全活動の共通的管理体制、実施体制の確立（品質管理、工程管理体制を含む）
- 9) 保全用資材、予備部品等の確保にかかる事項
- 10) 保全費用の算定方式にかかる事項

## (3) 「個別保全実施計画」

「個別保全実施計画」は、保全標準や共通的な計画を、個別機器保全活動に対応させ、また日々、週間、あるいは月間等のレベルに展開したより現場実務に近い活動実施計画である。

- 1) 日常的な個別保全活動の実施スケジュール
- 2) 個別保全要領、作業手順、チェックシー

ト、保全記録様式の確立

- 3) 個別の品質管理・検査・試験の実施手順
- 4) 現場的な安全対策などを含む作業実施条件や作業環境確保にかかる計画
- 5) 日常レベルの工程管理、予実算管理の計画
- 6) 個別の保全活動に必要な管理体制、技術技能レベルに応じた人材手配、資材、道具の確保計画

## 8. 保全フローの階層的構造

次に「保全の計画」と保全フローを構成する保全3要素の深さ方向について考察をしてみる。これは保全のフローが時間的な経過を示す時間軸であるのに対して、深さ方向、つまり階層性を考えてみるという意味である。

一般的には、保全の3要素として時間軸にそった保全の実活動は、具象化されたものであるが、その基層にはそれぞれを律する規範的なもの、共通の規則的なもの、あるいはベースとなる考えがあるはずである。また、この両者を関係付けるもの、つまり方法論的なものもあるはずである。

つまり①基層には基準やベースがあり、②実活動に結びつけるための活動相互の関係付けや調整事項、諸々の条件整備があり、そして③実活動が実現されている、という深さ方向に親亀、子亀、孫亀的な多層の構造をなしていると理解できる。

この構造を理解するのにひとつのヒントとなるのは、前述した保全にかかる計画の階層構造である。

つまり、保全方針、保全基本計画、標準的・共通的安全計画、個別保全実施計画という階層的な構造を有していることは前述したとおりである。

つまり現実の表面的な保全実活動という個別の実実施計画のみならず根底には種々の基本的、あるいは共通的な考えや背景のもとに支えられて成立していることを示している。言い換えれば保全の計画は、深さ方向に多層的に構成されていると考えることができる。

## 9. 「分析・評価」の階層性

もうひとつのヒントは、「C」の「分析・評価」である。これによって次サイクルの計画「P」へとフィードバックされて繰り返し改善が進められていく。つまり保全活動水準のスパイラルアップである。

前述のように、保全計画「P」が多層構造であることを念頭にして、「分析・評価」や他の保全要素である「状態把握」、「保全措置」も同様に階層性を有しているはずであるとの考えのもとに考察を進める。つまり各保全要素には規範的な基準またはベースがあってそのうえで具体的な保全実活動が行われており、さらにはその中間にこの両者を関係付けたり、条件整備をするレベルのものがあるのだという前提で構造を考える。

まず、「分析・評価」であるが、これには大きく2つの評価事項があることに着目してみる。

ひとつは何らかの修理や部品取替えに代表されるような実作業としての「保全措置」が必要か否か、ならびにそれをいつ実施すべきかを判断するための分析評価であり、もうひとつは次回以降の「機器状態把握の方法や時期」についてより適切に見直すための分析評価である。後者は個別の点検実施計画へのフィードバックということになる。

ここで後者を取り上げて考察を進める。

視点を変えて、先に述べた保全の3要素である①、②、③をまとめてひとつの「DO」として見る見方をする。これらの①、②、③の一連の結果に基づいて全体を俯瞰して評価し、フィードバックして次の「計画」に反映するというサイクルが考えられる。保全の3要素の①、②、③のすべてを包括した「DO」に対する総合的な「評価」であるから、「評価(CHECK)」というアクションは「保全のフロー」の外側（さらに後ろ側）に位置付けられるべきということになる。この場合の大きなサイクルの「CHECK」つまり「分析評価」は、当然ながら次回以降の上位の共通計画や基本計画レベルに見直しをかけ改善するという視点でなければならない。

従ってこの場合、「評価(CHECK)」というアクションによりフィードバックをかけるとい

う意義は、単に当該機器の次回点検計画へ反映というだけではなく、同様の機種や使用環境条件の類似した機器に対しても共通的に反映したり、または基本的取り組み方を見直すことに反映することである。つまり前述の個別実施計画よりもう一段階、あるいは二段階上位の系統レベル、あるいはプラントレベルへの反映を図るものである。したがってこの場合のP-D-C-Aサイクルは個別の各保全フローを包含したより大きなサイクルを描くこととなる。「保全の有効性評価」と言われるものは、このレベルの「評価(Check)」のことを指していると解される。

また同様に、個々の機器に対する複数の「保全フロー」の積み上げの結果を総合的に経営的な視点から「評価」したものは、「保全方針」の見直しや高度化にもつながることになる。

かくのごとく「保全の計画」の次元に対応して「分析・評価」の位置付けも、いわゆる深さ方向に多層性の構造をしていると理解することができる。

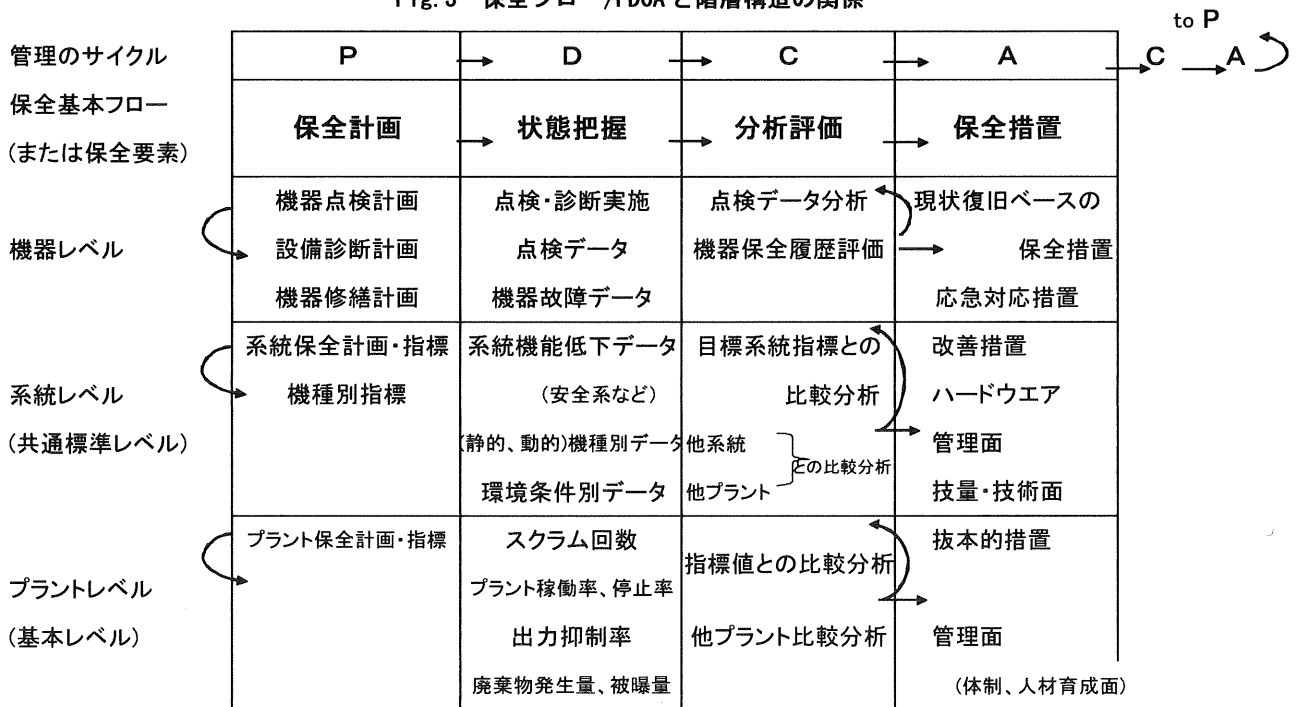
## 10. 各保全要素の「保全計画」のレベルに対応した階層性

「保全のフロー」の中の「機器状態把握」や「保全措置」という要素も、「保全計画」や「分析・評価」と同様に階層的な構造を有するものだと仮定して考察を進めることができるのではないかと考えられる。[Fig. 3]

例えば、「状態把握」の場合、単に機器レベルの劣化状態を把握するというのは、ひとつの捉え方ではあるが、一方でその活動を通じて同種の機器や系統単位での点検の方法や頻度が適切か、あるいは基本的、共通的な保全計画が適切であるかという観点での諸情報の収集、つまりこのような観点での「状態把握」活動もある。

例えば、系統レベルでの指標に対応するなら、系統運転履歴や不稼働実績のフォローが「状態把握」行為ということになる。同様にプラントレベル指標に対応させるならプラント稼働率や停止回数、スクラム回数などをフォローすることが「状態把握」の行為となる。このように

Fig. 3 保全フロー/PDCA と階層構造の関係



「状態把握」もその目標とする保全概念の違い、つまりフィードバックさせる保全計画のレベルの違いに対応して多層性を有していると見ることができる。

また同様に、「保全措置」に関しても、当面の修理や手直しという目先の視点での行為のみならず、対応措置として応急修理措置でいくのか、構造材料変更を伴う抜本的対策か、あるいは運転措置、隔離措置をどのように併用するのか、さらには大規模な増改良工事に踏み切るのかなど、その結果として次の計画へのフィードバックの仕方が異なるような選択肢がある。つまりやはり保全措置に関しても多層性があるってその深さもいろいろだといえる。今後は上述の種々の選択肢を選択するにあたって、単に経験だけによるのではなく保全の要素の構造の多層性、階層性に着目した科学的な合理性を持った捉え方と、それにもとづく選択や判断が求められるであろう。さらに言えば、保全計画の一環として保全重要度を考えるときにも階層性を意識しておくことが大切である。つまり機器単位での重要性和、系統あるいはプラントサイズの重要性は異なるはずである。

これらについては、今後の課題として議論を深めることが期待される。

## 11. おわりに

保全は汎用技術として一般産業界を含め広く行われているが、保全という用語についてはいろいろな解釈がなされてきたのが実態である。

保全学会では保全の体系を原点に立ち戻って整理し解明していこうと種々の活動がなされている。今回はこれらの一端を述べるとともに、構造を単に時間的な経過を軸（横軸）として眺めるのみでなく、深さ方向、つまり多層的な軸（縦軸）という面に着目して構造を論じるためのひとつの私案を示した。

今後この種の考察に取り組む活動が深化していくことを期待し、また保全の構造を突き詰めていくことによってやがては保全の数理的な取り組みに発展させていく可能性があるのではないかと期待している次第である。

## 参考文献

[1] 保全教養講座「保全のリテラシー」、日本保全学会