

循環型社会に対応するメンテナンスサービス DCSバリューアップ事例紹介

Maintenance Services Conforming to Cyclical-form Society
—Examples of Valued up DCS—

瀧川 憲^{*1}
TAKIKAWA Akira

当社の分散型制御システムCENTUM-Vは更新期を迎えつつある。リプレースにはいくつかの手段があるが、ここでは診断技術に基づく段階的更新手法(ヴァリューアップ)について提案する。同時に、環境保全のために資源の有効活用を目指しており、IOカードをリユース(再利用)するための再生手法の具体例、及び更新時に発生する遊休部品の回収・再利用の仕組みについても紹介する。

Our distributed control system "CENTUM-V" has reached renewal time. There are several ways to renew the system, but we propose a step-by-step renewal (valued up) method according to our diagnosis technology. Moreover, at the viewpoint of environmental protection we introduce some examples of effective recycling ways of environmental resources such as recycling I/O cards, collecting and reusing idle parts generated upon renewals.

1. はじめに

再生資源利用促進法(1991年制定)では、使用済みの製品を原材料に戻して再利用する「再資源化(リサイクル)」だけを義務付けていた。

だが、資源有効利用促進法(新法)では、循環型社会(資源の本格的な再利用)を実現するためには、長期間使用できる製品を開発することでゴミ自体を減らすこと(リデュース)と、部品の再利用(リユース)の促進を新たに義務付けることとなった。

この新法は、工業計器メーカーとその製品の使用者である製造業者を循環型社会の一員と位置付けることとなるが、当社では既にリユースとリデュースの取り組みを実施している。

現在、産業界ではトータルコスト削減の一環として、既存の生産設備の統廃合による生産設備効率の改善に取り組んでいる。これにより、設備維持(保全)費と新規設備投資の圧縮ができると期待されている。

一方、今後の生産活動には環境保全(循環型社会の一員)への配慮が必要である。そこで、大型装置産業の自動制御装置として、不可欠な存在となっているDCSの更新対策(段階的更新提案)を事例として、リデュースとリユースを実現する循環型社会に対応したメンテナンスサービスを紹介する。3章では具体的なメンテナンスサービス技術を説明する。

2. DCS更新と環境保全対応の考え方

DCS更新には下記の2つの要求(課題)がある。

稼働期間(寿命)が長いこと。

更新が容易であること。

そこで2つの要求を、循環型社会に対応するリデュース(長持ち製品で廃棄物削減)とリユース(廃棄設備の再利用)という観点で捉えることにする。

2.1 リデュース対応

リデュースとは、長期間使用できる製品を開発することで、ゴミ自体を減らすことである。長期間使用できることは、「製品の耐久性が高いこと」「保守サービス期間が長いこと」が必要である。

図1に当社のデジタル制御システムの歴史を示す。CENTUM-Vを例にすると、商品寿命は9年間(1984年販売から1993年販売停止)であり、製品寿命は19年間(1984年販売から2003年EOS²: End of Supportまで)である。

しかし、全てのユーザがこれに満足するわけではない。稼働期間が10年程度のユーザ(1990年購入)にとっては製品寿命が13年(2003年EOSまで)になる。全てのユーザに同等の製品寿命を提供するためには、2010年位までの保守サービス期間が必要となる。しかし、EOS以降は補修用部品の入手が困難のため、従来通りの保守サービスでは製品寿命を延長することができない。入手困難な部品としてはMPU(マイクロプロセッサ)とメモリー系IC(RAM, ROM)などがある。特に後者は3年周期で

*1 IA事業本部 サービス事業部

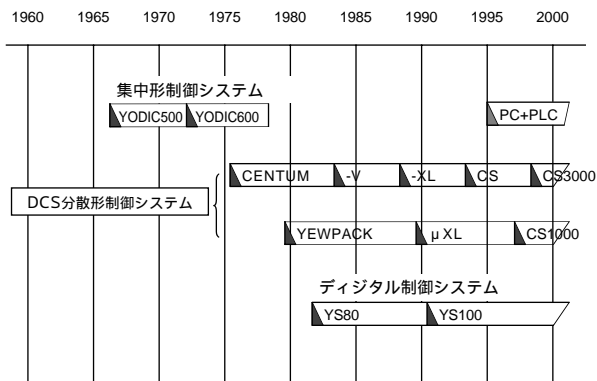


図1 デジタル制御システムの歴史

1000倍の集積度で開発されたため、64 Kビットは現在過去の遺物となった。

2.1.1 段階的更新提案

製品寿命は保守サービス期間で決定されることになる。但し、全ての部品が同時に入手困難になるわけではないから、それらの部品を使用しているモジュール(基板)単位で保守サービス可能な部品を使用することで、「保守サービス期間が長いこと」を可能にすることができる。

尚、EOS以降の保守サービスは、特別保守期間をユーザ個別と契約する特別年間保守契約を提供している。

(2.3 A-EOSの対応参照)

図2にCENTUM-Vの段階的更新を示す。

- (1) OPS(オペレータ操作ステーション)を一部新製品に置き換える。
- (2) FCS(フィールド制御ステーション)のSCN(ステーション・コントロール・ネット)を新製品に置き換えて、IO(フィールド入出力基板)部を既存のまま転用する。(図3)

図4にSCN部の更新前後を示す。段階的更新のメリットの第一は、生産設備の休止期間を数日で済ませられることである。特にFCSの場合は、キャビネットは既設品を転用する。更に、数千点にも及ぶフィールド信号の置換工事も殆ど割愛できるため、計装工事の時間と費用を最小限にすることができる。また、OPSの場合では、最新の制御プロ

グラムを導入することで操作性、制御性が向上するため、生産性を大きく改善することが可能となる。

このようにCENTUM-Vは、段階的更新によりバリューアップ(機能向上)されると同時に、保守サービス期間も長くなり、更に廃棄物の削減においても、キャビネット、コネクタネスト、IO基板、信号ケーブルなどが廃棄物とならないことから、リデュースに対応するDCSということができる。

2.2 リユース技術

リユースとは「使用済み製品を回収すること」「部品を再利用すること」である。現在DCSの廃棄部品(部品や基板など)はリユースではなくリサイクルの対象となっている。ここでは、前段で前項のリデュースに関連する「部品をモジュール(基板)単位で再利用する再生技術」を、後段では「使用済み製品を回収する手法」を紹介する。

2.2.1 既設製品再生技術=リニューアルサービス

前項のFCSのリデュースではIO(フィールド入出力基板)部は既設のまま転用することになるため、信頼性を確認、確保する必要がある。

図4にアナログ出力基板のリニューアル効果を示す。当社のリニューアルとは、基板を液体洗浄し、樹脂コーティングするものである。

図4の上段は、加湿(相対湿度変化)試験により、アナログ出力3Vに精度誤差が発生している状態である。この基板は、相対湿度90%でも正常に動作するように製作されているが、使用環境の蓄積性ストレス(温度、湿度、塵埃、腐食性ガス)による性能劣化が発生している。図の下段は、基板をリニューアル(洗浄、コーティング)した

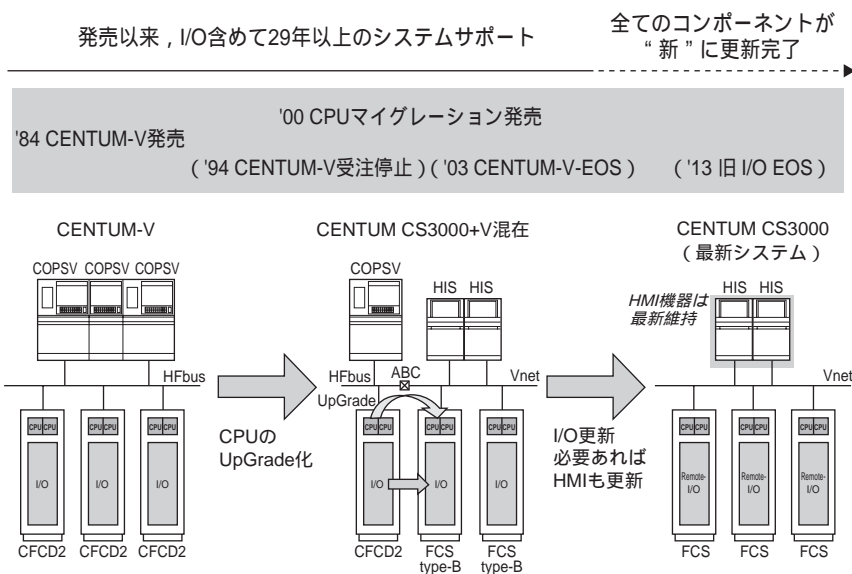


図2 CENTUM-Vの段階的更新



図3 SCN部の更新前後(左が更新前,右が更新後)

後である。同様の加湿試験で精度誤差が全く発生し無くなった状態である。即ち、リニューアル処置により、アナログ基板の信頼性は再生可能になるのである。

2.2.2 使用済み製品回収手法

DCS統廃合では不要基板が廃棄物となる。前項のCENTUM-Vの事例では、OPS 1台当たり10枚程度、FCS 1台ではSCN基板で6枚または13枚である。

図5にリサイクルの流れを示す。リサイクルセンター(仮称)は横河エンジニアリングサービス株式会社が担当する。その手順は以下の通りである。

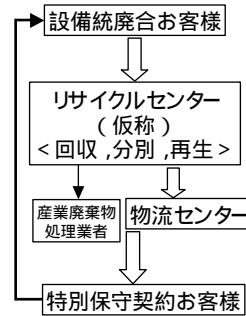


図5 リサイクルの流れ

- 【回収】営業所から廃棄情報入手,再生可否の査定,搬出
- 【分別】再生品,リサイクル用廃棄品,産廃品の分別,産廃業者引き渡し
- 【再生】最新レビジョンアップ,リニューアル処理,機能テスト

最終的に物流センターに保守用予備品として登録し,特別保守契約用の代替え基板としてストックされる。この仕組みの特長は,お客様に廃棄費用の負担が発生しないことと,提供された基板を予備品として再生し,「限りあるDCS基板」を特別保守契約メンバーで共有化する循環型社会対応プログラムと言えることである。

2.3 A-EOS(After EOS)の対応

基本的には,「限りあるDCS基板」を共有化する特別保守契約に参画して頂くことを推奨している。しかし,諸般の事情で,自社メンテナンスを選択されるお客様に対しては,予備品確保を提案する。

- その内容は次の3点である。
- 予備品の必要保有数算出
- 不足予備品の調達と提供
- 保有予備品の再生

2.3.1 予備品の必要保有数算出

予備品数 n は,

$n = \text{基板年間故障確率} \times \text{使用枚数} N \times \text{予定使用年数} Y$ で算出できるが,ここで問題となるのは,基板の年間故障確率をどの程度と推定するかである。推定値としては,該当システム履歴より算出したシステム固有故障率,基板の設計信頼性データ(故障確率),全稼動システムの平均故障率,の3通りが考えられるが,どの数値を採用するかは,3章の診断技術の結果を加味して決定することになる。

2.3.2 不足予備品の調達と提供

DCSが更新された場合に発生する遊休品を廃棄処分せず,当社がそれらを調達し,予備品を必要とするお客様に供給するサービスである。現在の実施は数例であるが,今後増えると予想している。

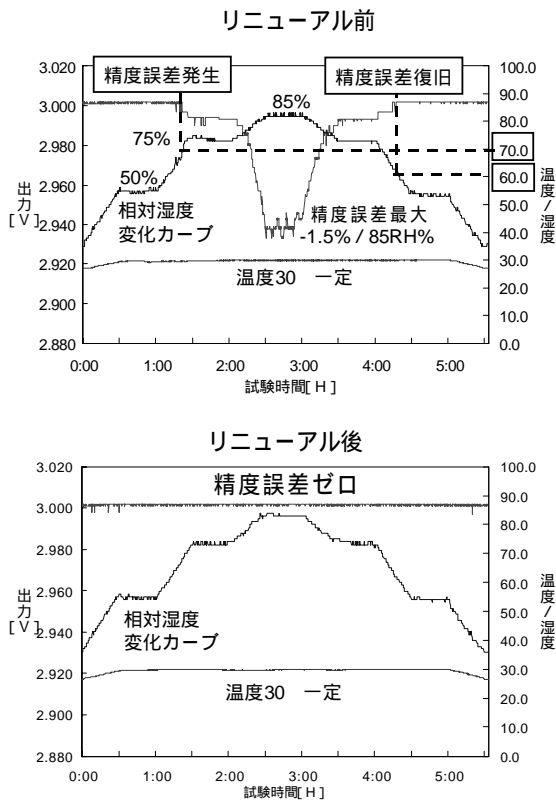


図4 アナログ基板のリニューアル効果

2.3.3 保有予備品の再生

お客様保有の予備品をリニューアルするサービスである。お客様内で遊休品となった基板を予備品として保有される場合には、リニューアルとリビジョンアップの実施を推奨する。但し、リビジョンアップの実施可能期間は、部品供給可能なEOSまでである。

3. メンテナンスサービス技術

DCS統廃合に関連するメンテナンスサービス技術を簡単に紹介する。CBM(Condition Based Maintenance)対象設備の状態を診断して、適確な保全を実施するサービスである。特に環境診断は保全計画には必須である。

3.1 リニューアルサービス

基板信頼性再生技術である。基板を液体洗浄し、乾燥後に樹脂コーティングし蓄積性ストレスを除去する。液体洗浄の効果は、基板に蓄積した電解質(塵埃に混在した状態)を除去することで、高湿度における電圧降下($V=RI$)が電子回路に与える影響を排除することにある。樹脂コーティングは、腐食性ガスによる部品本体の腐食及び回路パターンの腐食断線を防止する効果である。稼動10年を目安に実施を推奨する。

3.2 有寿命品オーバーホール

特に電源装置のアルミ電解コンデンサーは、有寿命部品である。その劣化速度は、使用温度に依存する(10~2倍)ため、稼動10±2年を目安に実施を推奨する。

3.3 診断技術

3.3.1 環境診断

特に蓄積性ストレス(温度、相対湿度、塵埃、腐食性ガス)を測定する。保全計画を策定するためのデータとして重要である。各ストレス因子の影響を簡単に説明する。

(1) 温度：主に電子部品故障の要因である。

安定稼動の推奨値は、夏期 25 ± 3 、冬期 20 ± 3 である。電子回路は温度が低いほど信頼性は高くなるため室温を低くしていたが、最近の診断結果では、夏期に温度設定が低すぎると逆に相対湿度が高くなり基板に腐食劣化が発生する場合があることが確認されている。

(2) 相対湿度：主に湿食(濡れ腐食)による回路絶縁低下(誤動作)の要因である。

安定稼動の推奨値は、通年 $50\% \pm 10\%$ である。図4アナログ基板のリニューアル効果にあるように、不適合基板は、相対湿度が70%を越えると精度誤差が発生しているが、60%以下にならなければ正常復帰していない。今後は温度と共に相対湿度も監視する必要がある。

(3) 塵埃：他の3つの因子を促進する触媒の役割をする。

よって従来から実施されている基板清掃は、日常保全として効果的な保守作業であると言える。

- ・ 温度に対しては、放熱効率を低下させ部品温度を上昇させる。
- ・ 相対湿度に対しては、相対湿度が70%以上になると、塵埃内部で空気中の水蒸気が凝縮(結露)して発生した水と微量の電解質(腐食性ガス)により塵埃内部で電気化学反応が起き、回路部で電圧降下や金属部の腐食を促進する。
- ・ 腐食性ガスに対しては、ガスを保持するピーカーの働きをするため、電気化学反応(腐食)を促進する。

(4) 腐食性ガス：電解質成分となり電気化学反応を誘発する。

特に塩素系、硫化系ガスは要注意である。対策としては、ガス除去フィルター装置の設置とリニューアル(基板の洗浄、コーティング)を推奨する。

3.3.2 劣化診断

蓄積性ストレス(主に塵埃の付着と部品や回路パターンの腐食)の影響を肉眼(マイクロスコープ)で観察すること、有寿命部品(コンデンサー、ボリューム、スイッチ、コネクタなど)の電気特性データを測定する。

また、塵埃や腐食部を蛍光X線分析するサービスも実施している。

3.3.3 寿命診断

部品のストレス加速試験を行う。ICの熱ストレス試験の結果では部品単体のMTBF(平均故障間隔時間)は、基板の蓄積性ストレス(主に相対湿度と腐食性ガス)による回路誤動作に比べると十分長い事が確認されているので、今後は、基板の蓄積性ストレスに対するメンテナンスサービスが装置の信頼性維持のポイントになると確信している。

4. おわりに

現在、日本の高度成長を牽引してきたDCSは更新期を迎えている。地球環境問題から廃棄物は最小にしなければならないグローバル競争の時代では、コストミニマム、効率最大を図らなければならない。

今後のメンテナンスサービスもIT(情報技術)の活用が期待される。そのためには保全データを適確に情報化する必要がある、そのキーワードはオンライン診断技術と考える。

今回は、循環型社会に対応するDCSの段階的更新を実現するメンテナンスサービスの状況を紹介したが、さらに新世紀に向けて、時代の要請するメンテナンスサービスの提供を通して社会に貢献していきたい。

*2 EOSとは 補修部品提供不能による保守サービス停止のことである。