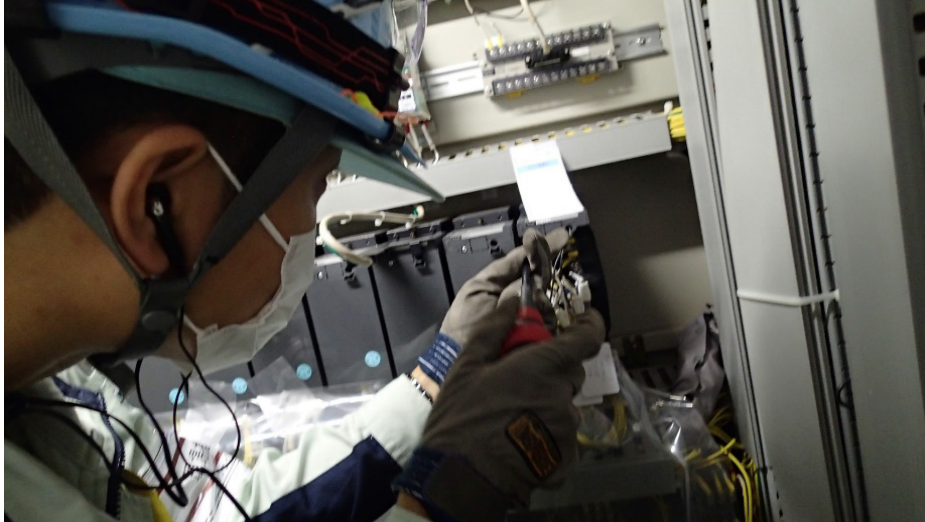


制御機器類の更新工事リスク低減への取り組み

橋本 渉、向川 大敬



制御機器類の更新工事は、新設工事段階と異なり周囲の設備を含む運転への影響を与えることなく短期間に実施する必要がある。そのためには、工事前のリスク低減策が重要であり、工事計画段階からの「故障モード影響度解析」FMEA（(Failure mode and effects analysis)（以下、工程 FMEA とする）[1]によるリスクの抽出や評価、検討等を計画段階に十分行い、工事中の他設備における安定運転の確保と、更新工程における遅延等のリスク低減対策を行う必要がある。ここではリスク低減対策に取り組んだ活動内容を紹介する。

キーワード：更新工事、短期間工事、FMEA、リスク低減

1. はじめに

制御機器類の更新工事は、監視制御盤、制御盤、現場制御盤などの盤更新の他、PLC、TP（タッチパネル）、ワンループコントローラなどの制御機器単品の更新工事がある。ここでは、更新工事の中の一つである PLC の更新工事を例にリスク低減対策への取り組みについて紹介する。

2. PLC 更新工事の概要

2.1 PLC 更新工事のケース

一般に PLC 更新工事は、以下の 4 ケースに大分類される。

- ① 既設機器と更新機器が同メーカーであり、盤内配置変更が不要で、内部ソフトウェアも保守ツールにより自動変換が可能なケース

- ② 同メーカーの後継機種が無く、他メーカーの機種へ更新し、盤内配置変更の検討や新たにソフトウェアの製作が必要となるケース
- ③ 更新工事と合わせて制御機能変更を行うケース
- ④ 更新工事を実施する上で、その機能上短時間の運転停止も不可能であり、更新工事中に仮設設備等での運転継続が必要なケース

2.2 PLC 更新設備の概要

今回報告する PLC 更新の対象設備は、大規模工場内の各施設へ圧縮空気を 24 時間連続で供給するための大容量かつ共用の設備である。

本設備は、圧縮空気貯槽内圧力を規定値で常時維持するもので、図 1 に示すとおり常用圧縮機 3 台と運転予備圧縮機 1 台で構成され、常用圧縮機 3 台の内 2 台が連続運転、残り 1 台が待機状態で圧縮空気を供給するものである。また、約 20 年前に製作・据付され連続供用されてきたものである。

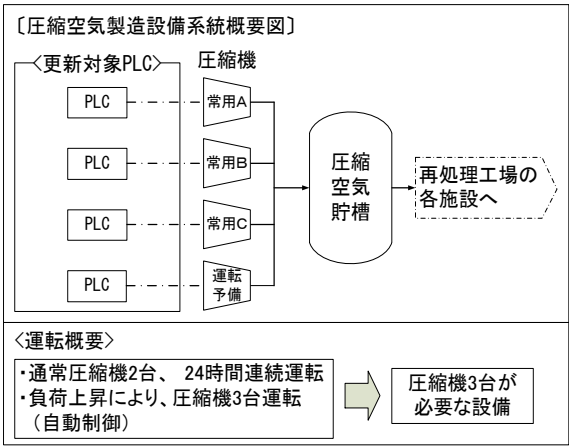


図1 24時間連続運転設備 概要図

2. 更新工事のリスク低減への手法と評価

2.1 リスク低減への手法（工程 FMEA）

本工事のリスク低減活動は、トラブル未然防止として、国際安全規格におけるリスク低減のための方法論について規定している JIS B 9700(ISO12100) [2]および、工程 FMEA の手法を用い実施した。

なお、工程 FMEA の手法は、図2に示すとおり作業工程におけるリスクを抽出し、評価、検討、対策へと進めるものである。

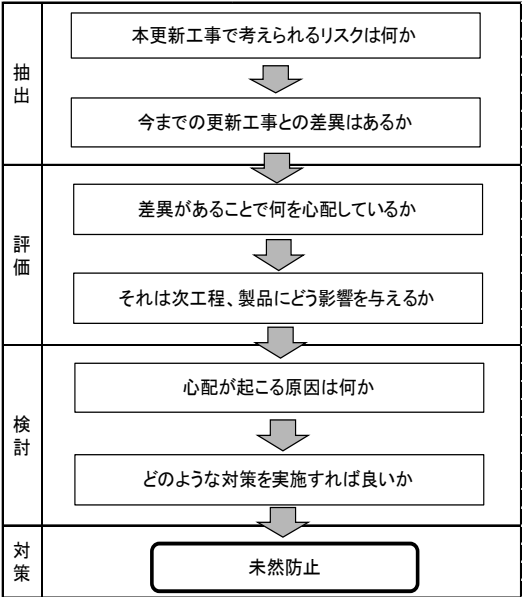


図2 工程FMEA（作業フロー）

2.2 リスク低減項目の抽出と評価

(1) リスクのある作業項目の抽出

本更新工事の作業フローを作成（図3）し、作業工程となる「準備」「工場製作・試験」「現地工事・試験」の各段階における作業工程を明確にした。

また、各作業工程で今まで実施した PLC 更新工事内容との差異について確認し、リスクのある作業項目を、表1のとおり抽出した。

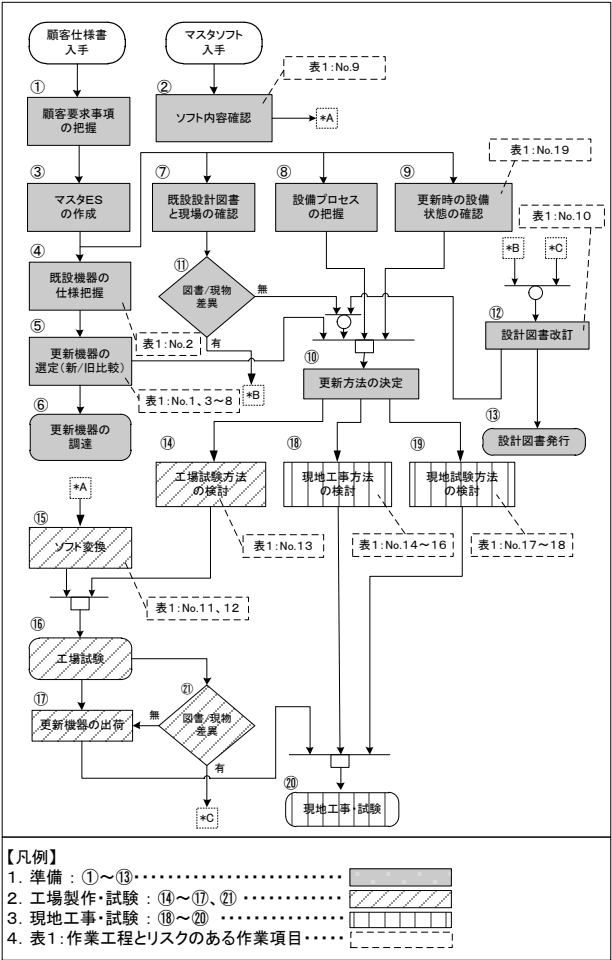


図3 更新工作業フロー

表1 作業工程とリスクのある作業項目

No.	作業工程	作業項目
1	準備	後継機種種の選定
2		現場調査作業
3		盤内設置スペースの評価
4		配線方法の検討
5		既設配線流用可否の検討
6		最小開閉電流の評価
7		電源容量増加に伴う消費電力評価
8		配線ケーブルサイズの評価
9		実機ソフトウェアの吸上げ作業
10		派生図書の作成
11		ソフトウェアの変換作業
12	工場製作・試験	既設図書とソフトウェアの整合性確認
13		試験方法
14		盤内配線変更の管理方法
15	現地工事・試験	活線作業
16		スケジュールの調整
17		単体試験
18		機能試験
19	その他	所掌外機器等の故障時における対応

(2) リスク評価基準

抽出したリスクのある作業項目の内、対策が必要な項目を選定するための評価基準を表2のとおり作成した。評価基準となる項目は「今までの更新工事との差異の有無」、「発生頻度」、「影響度（次工程・製品）」とし、程度による評価点を明確化した。

表2 評価基準

評価基準							
今までの更新工事との差異		発生頻度		影響度			
				次工程		製品	
評価点	評価基準	評価点	評価基準	評価点	評価基準	評価点	評価基準
—	—	5	発生頻度が非常に高い	5	人身・物損事故に繋がる	5	人身・物損事故に繋がる
—	—	4	発生頻度が高い	4	設備停止、作業不可となる	4	性能未達
—	—	3	ときどき発生する	3	作業条件の変更要となる	3	外観不良、型式・数量違い
2	有	2	少ないが発生する	2	わずかな影響がある	2	わずかな機能変化
1	無	1	殆ど発生しない	1	影響無し	1	影響無し

(3) 工程 FMEA の評価結果

抽出した作業項目について評価基準に従い評価点数を算出し、評価基準項目（表2）で1項目以上影響がある場合は、リスク低減の対策を実施する対象とする必要があると判断し、評価点数が5点以上の作業項目をリスク低減対策の対象とした。対象となった作業項目は表3に示すとおり網かけ部を除く15項目となった

表3 工程 FMEA（評価）

評価結果							
No.	作業工程	作業項目	今までの更新工事との差異	発生頻度	影響度		評価点 (合計)
					次工程	製品	
			評価点	評価点	評価点	評価点	
1	準備	後継機種の選定	2	1	4	1	8
2		現場調査作業	1	1	1	1	4
3		盤内設置スペースの評価	2	2	2	1	7
4		配線方法の検討	2	3	5	5	15
5		既設配線流用可否の検討	2	3	5	5	15
6		最小開閉電流の評価	2	4	3	5	14
7		電源容量増加に伴う消費電力評価	2	3	2	2	9
8		配線ケーブルサイズの評価	2	2	2	1	7
9		実機ソフトウェアの吸上げ作業	2	1	4	1	8
10		派生図書の作成	2	4	3	1	10
11	工場製作・試験	ソフトウェアの変換作業	1	2	2	1	6
12		既設図書とソフトウェアの整合性確認	1	3	3	1	8
13		試験方法	1	1	1	1	4
14	現地工事・試験	盤内配線変更の管理方法	2	2	4	4	12
15		活線作業	2	3	5	5	15
16		スケジュールの調整	2	2	4	1	9
17		単体試験	1	1	1	1	4
18		機能試験	1	1	1	1	4
19	その他	所掌外機器等の故障時における対応	1	3	5	5	14

3. 更新工事の実施

工程 FMEA にてリスク低減対策の対象とした作業項目（全15項目）について、リスク低減となる対策を検討し実施した。

本項では工程 FMEA による評価点数の高い作業項目「盤内設置スペースの評価」「配線方法の検討」「既設配線流用可否の検討」「盤内配線変更の管理方法」

（表3：No.3, 4, 5, 14）についてのリスク低減対策活動について報告する。

3.1 盤内配線変更工事

後継機種の PLC の増設用 I/O ユニットは、既設と外形寸法が異なり盤内に収まらないため、既設設置スペースに適用した I/O ユニットへ PLC の機種変更をした。

しかし、このことで配線の引き直しが必要となり更新作業時に誤配線をするリスクが非常に高くなった。

そこで、更新作業時における誤配線のリスクを低減するために、事前に以下の対策を実施した。

(1) 既設展開接続図（ECWD）の確認

現状の ECWD と現地配線の整合性を確認し、配線の引き直し方を含めた配線状態を既設 ECWD へ明記した。

(2) PLC 更新後の ECWD の作成

既設 ECWD へ図5のとおり更新内容を明記し、それを元に更新後の ECWD（図6）を作成した。

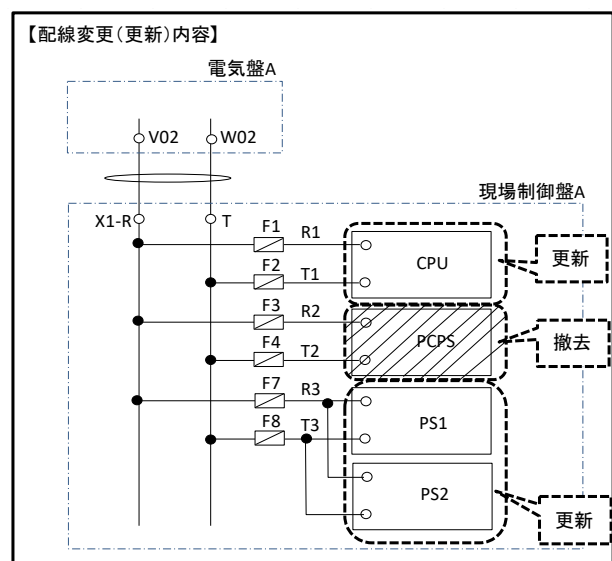


図5 配線変更（更新）内容

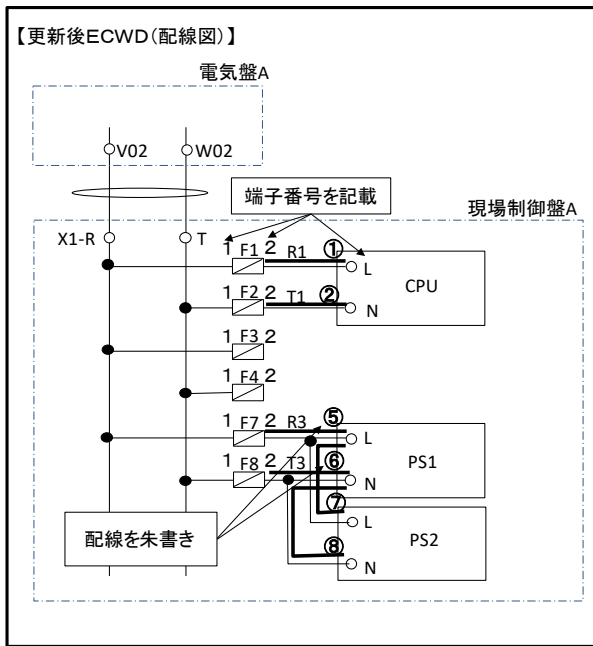


図6 更新後 ECWD (配線図)

(3) 解結線ケーブルチェックシートの作成

更新工事における配線の引き直し作業においては、ケーブル1本単位に更新前後の解結線箇所、配線方法を認識する必要があり、図6に示す更新後のECWDを元に、解結線ケーブルチェックシートを作成した。

4. 更新工事結果

本工事におけるリスク低減対策に取り組んだ結果を以下に示す。なお、更新工事完了（運転側への設備引渡し）から5年半を経過しているが、設備の安定運転を含め更新機器も健全状態を維持している。

- (1) 安全、品質を損ねることなく本工事をゼロ災害で完了させた。
- (2) PLC 1 台の更新工事を他設備の運転へ影響を与えることなく、計画期間内（7日以内）に完了させた。

5. まとめ

制御設備の高経年化対策としての更新工事を、そのリスク低減活動の面から総括して紹介した。

リスク低減対策は、各作業のリスクを可視化することで、人的過誤によるトラブル発生の低減化を図り、安全作業の確立、品質向上、作業の効率化に繋がるものとする。

また、最近の産業界における更新工事において、省電力化に伴う既設現場機器との取合い不備（例：最小開閉電流

値外での動作不良）、高性能化に伴う制御不備（例：プログラム処理速度の高速化に伴う制御処理タイミングズレによる誤動作）なども報告されており、過去のトラブル以外でのリスク低減活動は必須となっている。

今回実施したリスク低減活動は、更新工事以外にも適用し、さらに効果的とするために過去のトラブル情報だけではなく、現在発生しているヒヤリハット情報も踏まえたリスク低減活動を実施していくことが必要であると認識している。

また、本活動を継続することで、常にトラブルの未然防止を考えた業務を行うことが出来、更なる安全と品質の向上に繋がるものとする。[3]

参考文献

- [1] 鈴木順二郎, 牧野鉄治, 石坂茂樹, 『FMEA・FTA 実施法—信頼性・安全性解析と評価』 日科技連, 1982
FMEA (Failure mode and effects analysis)
「故障モード影響度解析」
「設計 FMEA」: 設計段階で、事故・故障を設計段階で予測・摘出する
「工程 FMEA」: 製造工程中での各故障モードの管理信頼性を評価する
- [2] JIS B 9700 (ISO12100) 機械類の安全性設計のための一般原則リスクアセスメント及びリスク低減
- [3] 尾形 圭司、新岡 将、須田 憲司 日本原燃株
「六ヶ所処理工場における保守管理改善の取り組み」



橋本 渉
(株)ジェイテック
C I E設計・開発センター



向川 大敬
(株)ジェイテック
C I E設計・開発センター