

大阪ガス株式会社 姫路製造所トレーニング設備 工事完了報告

1. はじめに

大阪ガス株式会社では、若手社員の早期育成を目的とした訓練用のミニプラント「トレーニング設備」を姫路製造所構内に設置されている。今回、より現場に近い環境で、新人から中堅までの運転員および保全員の訓練が可能となる様に本設備の拡張工事を行った。

具体的には建屋を建設し、訓練用の中央制御室 (CCR)、演習室を設け、実際のオペレーションにより近い環境の中で、基本知識や操作の習得、トラブルシューティングができる設備を納入する工事であった。お客様のニーズを捉え、それを具現化するエンジニアリングより始まり、機材の調達・設計・製作・現地工事・検査・試運転・訓練マニュアルの作成まで含み、機械・電気・計装・土木建築にわたる分野を元請けとしてトータルでエンジニアリングすることが要求された EPC 案件の工事であった。ここでは、工事概要、工事の中核となった実習ユニットおよび作成したマニュアルについて紹介する。

2. 工事概要

2.1 納入場所

兵庫県姫路市白浜町灘浜 1 番 大阪ガス株式会社姫路製造所構内

2.2 工期

- ・地 鎮 祭：2013 年 11 月 22 日
- ・設 計 期 間：2013 年 10 月 11 日～2014 年 3 月 24 日
(マニュアル検証期間含む)
- ・工 事 期 間：2013 年 12 月 9 日～2014 年 3 月 31 日
- ・消 防 検 査：2014 年 3 月 17 日
- ・建築完了検査：2014 年 3 月 25 日
- ・竣 工 式：2014 年 3 月 31 日

2.3 設備概要

2.3.1 トレーニング設備建屋 (図 1, 図 2)

- ・構 造：S 造 地上 1 階
- ・延べ床面積：198.0 m²
- ・CCR, 演習室, 電気室

2.3.2 電気設備

- ・動力盤：3φ3W 440V/220V 乾式 Tr 50KVA
- ・電灯盤：3φ3W 440V/1φ3W 200V-100V
乾式 Tr 30KVA



図 1 トレーニング設備建屋全景



図 2 建屋内 CCR 研修室

2.3.3 実習ユニット

- ・フランジユニット 1 台
- ・バルブユニット 1 台
- ・キャビテーションユニット 1 台
- ・回転機ユニット 1 式
- ・計装ユニット 1 台
- ・DCS ユニット 1 式

2.3.4 トレーニングマニュアル

操業・保全の基本操作、工具の基本的な使い方等を各実習ユニットで学べるようにすると共に、工具の名称・使い方を理解するためにトレーニングマニュアルの作成を行った。

試験・検査に関しては非破壊検査の種類、特徴および用途について、一般的な知識を習得するためのマニュアルも作成した。

電気計装については、使用頻度の高い計測器や校正器を新人でも扱えるよう、機器ごとに使用方法・設定方法をマ

ニュアル化した。また、測定・使用方法の項目では、作業手順を間違わないようにマニュアルにチェック欄を設けた。その他、リレーの動作方法や接点種類・リレー回路等の知識を習得するためのマニュアルも作成した。

作成したマニュアルの項目数は以下の通りである。

- ・機械関係 31 項目
- ・試験/検査関係 8 項目
- ・電気/計装/制御関係 43 項目
- ・現場掲示用 7 項目
- ・総合訓練（トラブルチェックリスト） 2 項目

全て講師用と受講者用の 2 種類を作成し、合計 182 項目となった。

3. 工事内容

3.1 設計業務

設計業務としては、エンジニアリング(ニーズの具現化)、トレーニング設備建屋土木・建築設備設計、配管設計、機械機器設計、制御・電気計装設備設計、DCS システム設計、空調設備設計、消防設備設計、各実習ユニット設計、トレーニングマニュアルの作成を行った。

3.2 製作

各実習ユニットの製作、動力盤・電灯盤・分岐盤の製作、トレーニング用試材の製作を行った。

3.3 現地工事(図3、図4)

現地ではトレーニング設備建屋工事、各実習ユニットの据付、回転機ユニット配管工事、既設トレーニングプラントの改造工事、電気計装工事、トレーニングマニュアルの検証、試運転、計器調整等を行った。

電気計装工事においては、タッチパネルによる制御から DCS システムへの変更工事を行うと同時に、既設制御盤内の計器・機器・ループ構成を既存の工場の生産プラントの構成に合わせたいというお客様のニーズに応え、ラック



図3 建屋基礎掘削状況



図4 マニュアル検証状況

盤を2面ご支給いただき、盤移設工事、盤内機器取付け・配線工事を行った。

4. 実習ユニットの紹介

4.1 フランジユニット

本ユニットは、ステンレス製の 100A 配管のヘッダーに、JIS・JPI 規格のフランジ五種類を組み込んでフランジのレイティング・サイズの違いによる強固さ、ガスケット座の違い、フランジの向き(水平・垂直)によるガスケットの取替え、フランジボルトの締付け作業の違いを体験できるユニットである。ヘッダー自体は堅固な移動台車の上に設置され、使いたい時に実習場所へ移動させて使用できるようにしている。実習中にユニットが転倒しないように転倒防止対策を施し、安全性にも考慮してある。試験媒体として計装空気 0.7MPa を使用する。

このユニットの主な実習内容として以下の項目が挙げられる。

- ① フランジ部のボルト締付け手順
- ② 不均一な締付け時に発生するフランジ部の漏洩発生状況確認および漏洩停止作業
- ③ ガスケットの選定、取替え作業

フランジユニット実習マニュアルには、ボルトの締付け方法、締付トルクを管理する際の注意事項、気密テスト手順、フランジ部漏洩時の対処方法等を記載した。

4.2 バルブユニット

主に 40A のグローブ弁、ゲート弁、ボール弁、バタフライ弁等数種類のバルブで構成され、バルブの開閉操作、必要トルク、開閉時の流体音が体験できるユニットで、この他、逆止弁、スチームトラップ、ストレーナーも装備している。また、配管の異常個所の特定・補修が行えるように、配管欠陥ピース(一部を剥離させたポリエチレンライニング配管ピースまたは小さな貫通孔をあけた配管ピンホールピース)を装備できる構造となっている。フランジユニットと同様に堅固な移動台車の上に設置され、実習中

は動かないようにするストッパーも備えている。試験媒体として、計装空気 0.7MPa と上水を使用する。

このユニットの主な実習内容として以下の項目が挙げられる。

- ① 各種バルブの構造理解
- ② バルブの違いによる開度と流量の関係
- ③ 弁グランドパッキンの交換作業、漏洩確認
- ④ 遮断板取替え実習
- ⑤ 配管気密テストの実習
- ⑥ ポリエチレンライニング配管の内部剥離調査実習

バルブユニット実習マニュアルには、各種バルブの構造や特徴、回転機ユニットへの接続手順、接続後のバルブ開度（%）と流量の関係体験実習手順等を記載している。

4.3 キャビテーションユニット

このユニットは、80L の水槽と特殊渦巻きポンプ、投込みヒーターおよびヒーター操作動力制御盤を装備し、特殊渦巻きポンプのキャビテーション状態を可視化するためにサクシオンカバーとサクシオン配管の一部は透明アクリルで構成している。サクシオン（吸引）側の手動バルブの開度および流体の温度（上昇）によるキャビテーション発生要因を理解し、確認・体験できるユニットである。

キャビテーションユニット実習マニュアルには、キャビテーション発生要因、発生時のサクシオン側圧力と水温の関係等を記載した。

4.4 回転機ユニット

回転機ユニットは、ブロワーおよびポンプ各 2 台を設置し、水または空気を循環させる構造のユニットである。本ユニットに、欠損したインペラや損傷したベアリングなど九種類の異なる異常状態を設定することにより、異音の体感や異常個所の特定、補修を行うことができる。また、ストレーナーやサイトグラスも装備している。

このユニットの主な実習内容として以下の項目が挙げられる。

- ① 異常状態（ガタ、損傷ベアリング、欠損インペラ等）を設定した回転機の異音の体感
- ② 簡易振動計による診断の実施と異常個所の特定
- ③ 異常個所の補修および整備（図 5）
- ④ ストレーナーの清掃実習
- ⑤ サイトグラスの清掃実習

回転機ユニット実習マニュアルには、異常状態設定方法、トラブル時の対処方法等を記載した。

4.5 計装ユニット

A 面と B 面で構成されたデスク状のユニットで、A 面

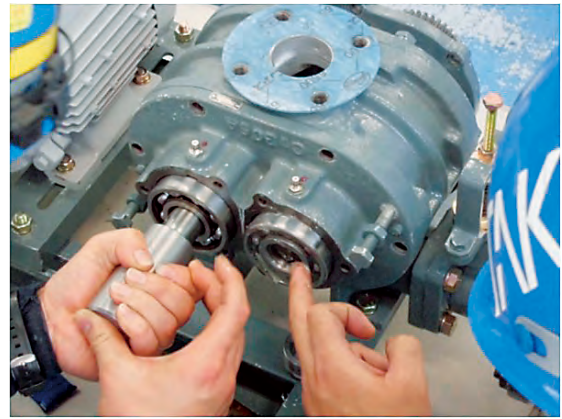


図 5 ベアリング整備状況

は既に完成されたリレーシーケンス回路で構成されている。この回路の中に接点の融着したリレーやコイルが断線したリレーなど様々な異常状態を想定した部品の組み込みや誤配線・断線等のトラブル状態を作ること、それらの原因を特定するトラブルシューティング実習ができるようになっている。

B 面は、与えられた課題で受講者自ら回路設計し、実際に組立配線を行い、動作確認まで行うことができる様に電源ユニットとブレーカーのみを装備したパネルである。動作確認は、ユニット下部に設置した空気式複作動形ボール弁にて行う。

計装ユニット実習マニュアルには、リレーや接点の説明、トラブル時の対処方法等を記載した。

4.6 DCS ユニット

今回、既設トレーニングプラント内の制御を DCS にて行えるように更新した。DCS の設置により、現場と CCR でコミュニケーションを取りながら、ミニプラントのプロセス状態を変化させる訓練が可能となる。また、パラメーターの変更により PID 制御実習も可能である。液面調整ループにおいて P（比例）・I（積分）・D（微分）の設定数値を変更（図 6）することで、液面状態の変化を制御応答曲線画面（図 7）で確認し、それぞれの設定値を変更するとどのような制御となるか理解することができる。

DCS ユニット実習マニュアルには、システムの起動方法、シャットダウン方法、PID 制御における PID 値等の設定値変更方法等が記載されている。

5. トレーニングマニュアルの紹介

前述したとおり、各種のトレーニングマニュアルを作成・検証し、教育資料として納めたが、これらを一から作成することは非常に大変な作業であった。若手は勉強しながら、ベテランは記憶をたどり多くのポイントを思い出しながらマニュアル作成にあたった。前項で紹介したユニッ

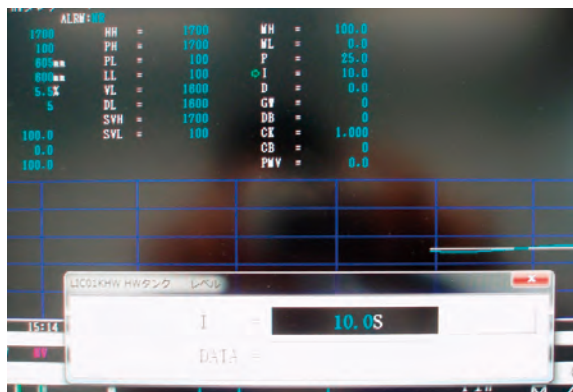


図6 設定変更画面

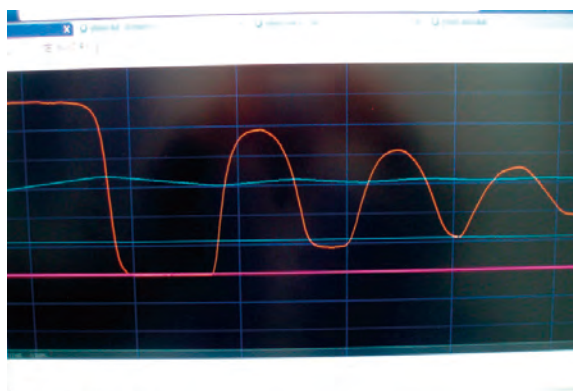


図7 制御応答曲線画面

トのマニュアルはもとより、多岐にわたる多くのマニュアルを作成した。例えば、非破壊試験の実習マニュアルは、とても専門性が高く、欠陥ピースやマニュアルを作成するにあたっては、専門業者と綿密な打合せを行いながら進めた。

特に低温脆性破壊実習マニュアルについては、お客様がLNGなどの低温流体を取り扱われていることもあり、炭

素鋼の低温脆性について体験できる器具も納入した。サンプルピース検討用の予備実験 DVD を附属させたことで、より理解しやすいとお客様より高い評価をいただいた。

以下に作成したマニュアルの一部を紹介する。

- ・浸透探傷試験 PT 実習マニュアル
- ・超音波探傷試験 UT 実習マニュアル
- ・回転機異常診断マニュアル
- ・低温脆性破壊実習マニュアル
- ・手動弁固着整備手順書
- ・クランプテスター取扱いマニュアル
- ・6 ダイアル可変抵抗器取扱いマニュアル

6. おわりに

今回の工事は、通常当社が施工するプラント設備工事ではなく教育施設の工事ということで、実習ユニット類については、「より多くの実習を安全に体験・学習できるか」、不良サンプル品については「いかにお客様が満足できる“不良品”を納入できるか」など、通常の工事とは真逆の発想でお客様のニーズを考え、製作した。マニュアル作成にあたっては、「初心者がこのマニュアルを見れば最低限の操作・使用が間違わずにできる分かりやすさ」を心がけて作成した。

最後に、現地工事におきましては、お客様のご指導・ご協力をいただき無災害・クレームゼロで工事を完了することができました。お客様を始め、工事関係者の皆様にお礼申し上げます。

中村 修 (プラント事業本部 大阪事業所)
瀬戸口 俊朗 (技術本部 電気計装部)
池田 馨 (技術本部 エンジニアリング部)